

revista iecos

Journal of Economics, Applied Statistics and Social Science

VOL. 25 - N° 2 - JULIO - DICIEMBRE 2024



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA, ESTADÍSTICA Y CIENCIAS SOCIALES
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN



revista iecos

Journal of Economics, Applied Statistics and Social Science

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA, ESTADÍSTICA Y CIENCIAS SOCIALES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA



revista iecos

Journal of Economics, Applied Statistics and Social Science

VOL° 25 - N° 2 - JULIO - DICIEMBRE 2024 - LIMA - PERÚ

RECTOR UNI

Dr. Pablo Alfonso López Chau Nava

VICERRECTORA ACADÉMICA

Dra. Shirley Emperatriz Chilet Cama

VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Dr. Arturo Fernando Talledo Coronado

DECANO FIEECS

M. Sc. César Cetraro Cardó

DIRECTOR UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FIEECS

Mg. Rafael Vásquez Rodríguez

DIRECTOR EDITOR REVISTA IECOS

Dr. Víctor Carranza Elguera

EDITORES ASOCIADOS

Ph.D. José Cerda Hernández. Universidad Nacional de Ingeniería- Perú

Dra. Edith Aranda Dioses. Universidad Nacional de Ingeniería- Perú

Dr. Alberto Rocha Valencia. Universidad de Guadalajara – México

Dr. Manuel González Navarrete. Universidad de la Frontera - México

M. Sc. Juan Contreras Varas. Pontificia Universidad Católica de Valparaíso - Chile

EDITOR HONORARIO:

Dra. Anne Marie Hockenghem. CNRS - Francia

COORDINACIÓN EDITORIAL :

Mg. Dennis Dávila Picón

Br. William Dante Prado Ñaupá

IMAGEN DE CARÁTULA :

“Quipu” (palabra quechua para “nudo”.) Eran un sistema de registro, contabilidad y envío de mensajes en el Tahuantinsuyo.

(Colección de fotografías de quipus realizada por el Dr. Hugo Pereyra

Depósito Digital N° 2023-07300

ISSN: 2788-7480 (En línea)

ISSN: 2961-2845 (Impresa)

©Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Económica, Estadística y Ciencias Sociales

Av. Túpac Amaru 210, Lima - Perú

Correo: iecos@uni.edu.pe

Web: <https://www.revistas.uni.edu.pe/index.php/iecos>



revista iecos

Journal of Economics, Applied Statistics and Social Science

VOL° 25 - N° 2 - JULIO - DICIEMBRE 2024 - LIMA - PERÚ

CONTENIDO

❖ EDITORIAL:	
• Diversidad ambiental, multiculturalismo y gestión del conocimiento	4
❖ IN MEMORIAN:	
SERGIO CUENTAS VARGAS	
• Homenaje a Luis Felipe de las Casas	5
❖ ARTÍCULOS DE INVESTIGACIÓN	
JOSÉ SALINAS ORTIZ	
• Análisis probabilístico de la programación de proyectos: Cómo incorporar incertidumbre en la gestión de proyectos	11
JOSÉ CARLOS MUÑOZ AGUILAR	
• Effects of copper prices volatility on peruvian economics: empirical evidence from TVP-VAR-SV models	35
FU-CHUAN FLORENCIA HUANG	
• Advancing Taiwan's semiconductor industry: Capitalizing on its comparative advantage at the global, regional, and firm levels	53
CARLOS RISCO FRANCO, JOEL SALOMÓN RÍOS NIMA, MARLENE ÁNGELA PAYANO MÉNDEZ	
• Modelos semi-márkov para la evaluación del tiempo, lugar, magnitud y profundidad de los sismos ocurridos en el sur del Perú 2023	77
ELBA SISSI ACEVEDO ROJAS, YENNY DESIRET CABRERA MILLÁN	
• Percepción de ciberbullying en estudiantes de pregrado de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú	104
❖ ESTUDIO DE CASOS	
JHON VALDIGLESIAS OVIEDO, KIARA LIZETH LAZO CERVANTES	
• 10 años de la Iniciativa de la Franja y la Ruta (IFR) como estrategia de desarrollo de infraestructura global y cooperación internacional impulsada por la república popular China	133
GERALD SALAZAR QUIROZ	
• Recaudación de los servicios tecnológicos UNI: 2009 - 2023	158
❖ ENTREVISTA	
RAFAEL VÁSQUEZ RODRÍGUEZ	
• Róger Rumrill García: Amazonía e Interculturalidad	177
❖ RESEÑAS	
JUAN NARCISO OJEDA CÁRDENAS	
• Crítica de la economía política de David Ricardo, de la teoría del valor a la teoría del comercio internacional	187
GENARO ARMANDO RODRÍGUEZ CARBAJAL	
• Economía y recursos naturales	193
SABLINA ANGULO	
• La epopeya republicana de España en la obra de Almudena Grandes	196
❖ INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES	199

EDITORIAL:

Diversidad ambiental, multiculturalismo y gestión del conocimiento¹

En el Perú, durante el año 2022, el total de exportaciones alcanzó los USD 63,193 millones. De esta suma, solo aproximadamente el 3% (USD 1,200 millones) correspondió a exportaciones de servicios y productos tecnológicos, una cifra insignificante en comparación con los productos tradicionales como minerales y productos agrícolas. Estos datos, ofrecidos por entidades como PROMPERÚ y el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), destacan el predominio del modelo primario exportador y explican en gran medida las disparidades en nuestro desarrollo sostenible. Esto impacta negativamente en la diversificación económica, la competitividad del tejido productivo y el medio ambiente.

¿Son conscientes los empresarios peruanos de nuestra situación desfavorecedora en el contexto global? Sí, lo están. Sin embargo, inmersos en un entorno de negocios global que favorece sus intereses debido a su rol en el comercio de recursos naturales, continúan defendiendo el modelo primario exportador. Luis Carranza, ex ministro de economía, en su artículo “Rumbo a la prosperidad” (Revista Caretas, edición 2222. Lima. 2012), afirma: “Nuestros amigos ideológicos chocan con la realidad (...) La propuesta que nos hacen es alejarnos de las materias primas y diversificar. Reducir el porcentaje de exportaciones vinculadas a recursos naturales, incorporando más tecnología en los productos y exportándolos. Es una idea lógica, similar a la de los países desarrollados, pero ¿qué políticas se deben implementar? Creo que es un error. El desarrollo económico pasa por profundizar nuestras exportaciones de recursos naturales”.

Los defensores de este modelo de acumulación argumentan que la baja productividad y la escasa innovación en la economía peruana se deben a la falta de acuerdos sobre la gestión gubernamental y a la inconsistencia en las políticas económicas, que incluyen deficiencias en educación, capacitación laboral, financiamiento, tecnología, prácticas empresariales, inversión en infraestructura, inseguridad jurídica, estabilidad macroeconómica y costos administrativos de transacción. En esencia, su enfoque se centra en los efectos o síntomas, sin abordar las causas políticas, económicas y culturales subyacentes. Esto ignora la lógica economicista del modelo primario exportador, que limita el desarrollo sostenible, afecta la diversificación productiva, debilita el tejido social y deteriora el medio ambiente. Para superar el actual modelo de acumulación, considerando las estructuras sociales del Perú, es esencial colocar la gestión del conocimiento en el centro del desarrollo sostenible. Esto implica construir una visión alternativa del tipo de nación que queremos ser, integrando aspectos cruciales como la biodiversidad, la multiculturalidad, la economía del conocimiento y una política inclusiva.

1 <https://doi.org/10.21754/iecos.v25i2.2294>

In memoriam

Luis Felipe De Las Casas Grieve In Memoriam



Con ocasión de la Conmemoración del 40° aniversario de la creación de la Facultad de Ingeniería Económica Estadística y Ciencias Sociales en la Universidad Nacional de Ingeniería, se rindió homenaje a Luis Felipe de las Casas Grieve, quien fuera Maestro Fundador de la especialidad de Ingeniería Económica en la UNI y en el Perú.

Luis Felipe de las Casas Grieve nació el 16 de febrero de 1916, manifestando una precoz preocupación por los destinos del país y de su gente, lo que lo llevó tempranamente a la acción, pagando con cárcel a los 15 años y con destierro a los 17. Hombre íntegro e integral, mantuvo al lado de su sólida y siempre actualizada formación teórica, que le valió obtener la “medalla de oro” al egresar de la Universidad Nacional de Chile en la misma promoción que su amigo Felipe Herrera, primer Presidente del BID. Su declarado compromiso con el cambio y la construcción de un país democrático y económicamente desarrollado a través de la acción política le hizo conocer la cárcel y el destierro. Falleció en su puesto de combate en el Senado de la República el 21 de enero de 1988, al concluir un emotivo discurso consecuente con sus convicciones.

No era tolerante con la injusticia ni la corrupción, y no era propenso a guardar silencios cómplices frente a sus manifestaciones; pero tampoco se quedaba en la crítica y la denuncia estéril, entendiendo que para lograr los cambios se requiere el diseño de soluciones viables a los complejos problemas de la realidad social del país y desarrollar la capacidad de construirlas.

Hombre de avanzada en su tiempo, visionario y planificador a carta cabal, entendió claramente que los cambios que el Perú demandaba para su desarrollo integral requerían la modernización de su agricultura y el desarrollo de su industria, objetivos para cuyo logro el aporte de la ingeniería es imprescindible. Por lo tanto, el desarrollo técnico y científico no es accesorio sino fundamental, y a su vez requiere la formación de un selecto contingente humano para estas tareas.

Con esta convicción, en los años 60 se vinculó estrechamente a la UNI, en ese entonces nítida vanguardia del desarrollo científico y tecnológico del país, pero que para Luis Felipe, en perspectiva, demandaba adquirir la consistencia necesaria para superar los grandes desafíos que presentaba, requiriendo definir un norte preciso que se resumía en aportar a la construcción de una sociedad desarrollada, próspera y justa que debía ser el Perú; un país que abriera oportunidades de progreso para todos sus ciudadanos, una concepción que hoy se afirma como tarea fundamental para la ingeniería nacional.

Esta concepción, producto de su formación y experiencia, consecuente con su compromiso, se materializó en 1964 con la creación, en el entorno ingenieril de la UNI, de una especialidad que se avocara a construir los rieles que permitieran la convergencia de todas las especialidades de la ingeniería en la tarea común de construir ese país, “construir la sociedad”, según Luis Felipe, quien así concebía la Ingeniería Económica. Por eso, esta idea expuesta más tarde en el “Prospecto y Programa de Estudios de la Escuela de Economía Aplicada” de 1966, estuvo plasmada en el nombre con el que nació la especialidad: Escuela de Economía Aplicada, donde el énfasis recae en el último término, para marcar su propósito, no el de una carrera para el comentario y la especulación, sino para la construcción de una nueva sociedad. En sus palabras:

“...De acuerdo a esta nueva especialidad, el ingeniero no sólo está llamado a proyectar y ejecutar obras... sino a cooperar en una tarea superior e integrada a otras disciplinas: a la construcción de prósperas naciones y desarrollados países, a proyectar, en consecuencia, nuevas estructuras socioeconómicas. En última instancia, a establecer matrices y modelos económicos que signifiquen sistemas de vida colectiva más eficientes y justos como la mejor aplicación de los renovados principios de las ciencias físicas y matemáticas y de sus métodos de investigación”.

Con este objetivo, dotó tempranamente a la entonces novísima especialidad de Ingeniería Económica de una currícula sorprendentemente moderna que combinaba una sólida formación teórica en economía, al nivel avanzado que se dictaba en las principales universidades del mundo. Esto ubicaba a la “Escuela de Economía Aplicada” en la vanguardia del conocimiento teórico en el Perú, junto con el estudio de temas vinculados a la estructura, los procesos tecnológicos y el comportamiento de las principales ramas del aparato productivo del país y su organización territorial. Estas asignaturas sectoriales incluían Economía Minera y Petrolera, Economía Agraria, Economía Industrial, Economía del Transporte, Economía de la Geografía, Economía Espacial, entre otras, que expresaban el sello característico de una carrera concebida no para la especulación teórica, sino para la propuesta de alternativas prácticas de solución a los problemas del desarrollo económico y social del país.

Esta formación culminaba en la planificación del desarrollo, orientada al diseño de objetivos y metas a largo y mediano plazo, y en los proyectos de inversión que requerían propuestas viables para el desarrollo de cada sector y región del país. Así, se unía en armoniosa convergencia la formación teórica de alto nivel con el estudio específico de cada sector de la realidad económica y de la propia estructura social del país y su dinámica, incluyendo la superestructura jurídica y política. Desde entonces, el programa de estudios tuvo como norte mantener la coherencia con el objetivo estratégico antes descrito. Por ello, el estudio de los fenómenos físico-químicos y sus leyes de comportamiento, requisito para la comprensión de los procesos técnico-productivos de las diferentes ramas de la economía peruana, formaba parte del conocimiento formativo básico de la especialidad. El dominio de los métodos cuantitativos era una exigencia, ya que constituyen la herramienta básica en el ámbito de la ingeniería económica, dado que esta disciplina concentra gran parte de sus esfuerzos en medir, cuantificar y proyectar las observaciones y tendencias generales de la realidad. La Ingeniería Económica realiza esto con plena conciencia de que su trabajo está íntimamente vinculado a los procesos sociales, los cuales requieren una comprensión cultural y una visión humanística.

Como guía, Luis Felipe supo mantener el delicado equilibrio necesario para despertar en sus alumnos la vocación de asumir el compromiso de contribuir al desarrollo nacional y transformar el país, sin ocultar sus fuertes convicciones políticas, sociales y filosóficas. Por ello, es guía y referente de todos sus alumnos, quienes, desde diferentes visiones y convicciones, comulgamos con el objetivo que trazó y nos enorgullecemos de haberlo tenido como maestro.

Como se puede apreciar, la realidad actual reafirma el rumbo trazado por el maestro Luis Felipe hace seis décadas. Los cambios generados en el mundo por las

crisis económicas, el cambio climático, el vertiginoso avance tecnológico con profundos impactos en la vida social, la economía y la propia naturaleza, y el contexto actual derivado de la crisis civilizatoria, han sumido al mundo en una prolongada confusión que ha desviado la atención del largo plazo, su estudio y diseño de soluciones. Esto nos ha apartado de la perspectiva trazada, pero también ha creado condiciones para retornar con nuevas perspectivas e instrumentos de análisis a las preocupaciones centrales propuestas por Luis Felipe De Las Casas, incorporando plenamente a las tareas en este rumbo a nuestra otra especialidad de la Facultad: la Ingeniería Estadística, que opera en campos esenciales para la prospectiva y la toma de decisiones.

Es momento de convocar a la juventud a seguir el ejemplo de su fundador y continuar afirmando el objetivo trazado, incorporando todos los avances científicos, tecnológicos y culturales que requieren las carreras de nuestra facultad.

Que su recuerdo siempre presente ilumine nuestro camino, en el contexto crítico de crisis mundial y desorden nacional, para mantener el rumbo y aportar a la construcción de un Perú desarrollado y fuerte, contribuyendo a la apertura de oportunidades de progreso para todos sus ciudadanos.

Ing. Ec. Sergio Enrique Cuentas Vargas¹

1 Universidad Nacional de Ingeniería, Lima (Perú)
Email: scuentas@uni.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-3011-2711>

Artículos de investigación

Análisis probabilístico de la programación de proyectos: Cómo incorporar incertidumbre en la gestión de proyectos

Probabilistic analysis of project scheduling: How to incorporate uncertainty into project management

José Salinas Ortiz¹

RESUMEN

La evaluación de proyectos debe considerar tanto los costos de inversión como los tiempos de culminación, ambos sujetos a incertidumbre. Este artículo presenta un enfoque para incorporar explícitamente la incertidumbre en los tiempos de duración de las actividades necesarias para completar un proyecto. Los métodos PERT y CPM, ampliamente adoptados en la industria y el gobierno desde los años cincuenta, ayudan a gestionar la interdependencia de las actividades del proyecto. Aunque originalmente diferenciados en el manejo del tiempo y el costo, estos métodos comparten la limitación de no considerar adecuadamente la incertidumbre. Se utilizan tres estimaciones de tiempo (optimista, más probable y pesimista) para un “análisis probabilístico” de la ruta crítica, pero este enfoque no aborda múltiples escenarios ni ajusta la ruta crítica en función de la variación real en los tiempos. Para superar estas limitaciones, se desarrolló un modelo en Excel que permite un análisis probabilístico más adecuado del tiempo de finalización del proyecto. El artículo detalla los objetivos del nuevo procedimiento y los pasos necesarios para incorporar la incertidumbre, utilizando un ejemplo simple de construcción de una planta industrial. Las conclusiones y recomendaciones se presentan al final del artículo.

Palabras Clave: *incertidumbre, proyecto, inversión, probabilístico, gestión.*

Recibido: 21/06/2024
Aceptado: 10/07/2024
Publicado: 27/09/2024

¹ Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú

Correspondencia:
josalinas@uni.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0000-3745-6392>

Licencia:



Revista de la Facultad de Ingeniería Económica, Ingeniería Estadística y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Ingeniería

ABSTRACT

Project evaluation must consider both investment costs and completion times, both of which are subject to uncertainty. This article presents an approach to explicitly incorporate the uncertainty in the duration of activities necessary to complete a project. The PERT and CPM methods, widely adopted in industry and government since the 1950s, help manage the interdependence of project activities. Although originally differentiated by their handling of time and cost, these methods share the limitation of not adequately considering uncertainty. They use three-time estimates (optimistic, most likely, and pessimistic) for a “probabilistic analysis” of the critical path, but this approach does not address multiple scenarios nor adjust the critical path based on actual time variations. To overcome these limitations, an Excel model was developed that allows for a more appropriate probabilistic analysis of the project’s completion time. The article details the objectives of the new procedure and the steps necessary to incorporate uncertainty, using a simple example of constructing an industrial plant. Conclusions and recommendations are presented at the end of the article.

Keywords: *uncertainty, project, investment, probabilistic, management.*

1. INTRODUCCIÓN

Los proyectos de inversión pueden variar significativamente en complejidad y tiempo de implementación, lo que hace que completarlos a tiempo sea una tarea desafiante. Las complicaciones surgen al programar estos proyectos, que a menudo se estructuran en función de la interdependencia de las actividades necesarias para su finalización. Generalmente, ciertas actividades no pueden comenzar hasta que otras hayan terminado. En grandes proyectos, pueden existir numerosas relaciones de dependencia, lo que requiere métodos efectivos de análisis.

Los métodos PERT (Program Evaluation Review Technique) y CPM (Critical Path Method), desarrollados a finales de los años cincuenta, recibieron gran publicidad, lo que facilitó su aceptación en diversas ramas de la industria y el gobierno (Anderson et al., 2015). Estos métodos se han aplicado en proyectos tan diversos como la construcción de fábricas y carreteras, el desarrollo de nuevos productos, y el diseño e instalación de nuevos sistemas. Actualmente, muchas empresas, agencias gubernamentales y multinacionales exigen que todos sus contratistas utilicen estos métodos.

Inicialmente, las diferencias entre PERT y CPM se centraban en cómo se manejaban el tiempo y el costo. Sin embargo, en la práctica, estas diferencias se han ido diluyendo a medida que las empresas han integrado las mejores características de ambos métodos para gestionar sus proyectos de manera más eficiente (Munier, 1981). No obstante, un aspecto que no se ha considerado adecuadamente es la incertidumbre tanto en los costos como en los tiempos de las actividades del proyecto.

Se reconoce que los tiempos de las actividades a menudo son inciertos, y esta incertidumbre se incorpora utilizando tres estimaciones: optimista (o), como tiempo mínimo; más probable (m), como tiempo normal; y pesimista (p), como tiempo máximo. Se asume que la duración de la actividad sigue una distribución de probabilidad unimodal beta, lo que permite estimar el valor esperado del tiempo de la actividad mediante la fórmula $[(o + 4m + p)/6]$. Con estos estimados, muchos programas de software (por ejemplo, Microsoft Project) realizan un análisis 'probabilístico' de la ruta crítica, definiendo tres escenarios:

- Escenario optimista, cuando todos los tiempos de las actividades toman su valor optimista.
- Escenario pesimista, cuando todos los tiempos de las actividades toman su valor pesimista.
- Escenario medio, cuando todos los tiempos de las actividades toman su valor esperado.

La limitación de este enfoque es que no considera la multiplicidad de escenarios posibles (por ejemplo, si existen cinco actividades críticas, se generarían $3^5 = 243$ escenarios utilizando tres valores por cada actividad) ni calcula la probabilidad asociada a cada escenario. Además, no se toma en cuenta que, si una actividad crítica se completa antes de lo previsto, la ruta crítica puede cambiar, o que, si una actividad no crítica se retrasa lo suficiente, podría convertirse en parte de una nueva ruta crítica.

Estas limitaciones nos llevaron a desarrollar un modelo bien estructurado en Excel, que permite realizar un análisis verdaderamente probabilístico del tiempo de finalización de los proyectos utilizando software especializado.

En la sección 2 se plantean los objetivos del procedimiento propuesto y en la sección 3 se detallan los pasos necesarios para incorporar la incertidumbre y realizar un análisis probabilístico del tiempo de culminación del proyecto. Dada la naturaleza tutorial de este artículo, se utiliza un ejemplo simple de un proyecto para la construcción de una planta industrial. En la sección 4 se presentan las conclusiones y recomendaciones.

2. OBJETIVO

El presente procedimiento tiene como objetivo establecer pautas para:

- Incorporar la incertidumbre en el análisis del tiempo de finalización del proyecto.
- Utilizar el conocimiento de los expertos del proyecto (personas que conocen bien las actividades que conforman el proyecto) para evaluar el nivel de incertidumbre en la duración de las actividades.
- Responder preguntas como:
 - o ¿Cuál es la fecha esperada de finalización del proyecto?
 - o ¿Cuál es el rango de incertidumbre en la fecha de finalización del proyecto?
 - o ¿Cuál es el perfil del tiempo de terminación del proyecto?
 - o ¿Cuál es la probabilidad de completar el proyecto antes de una fecha preestablecida?

El procedimiento propuesto permite responder estas preguntas y muchas más, proporcionando un análisis detallado y probabilístico del tiempo de finalización del proyecto. Este procedimiento se basa en los principios de la Disciplina del Análisis de Decisiones (Howard, 1966; Salinas, 2009) y en una aplicación concreta (Salinas, 2004).

3. PROCESO PARA ESTIMAR EL TIEMPO DE PUESTA EN OPERACIÓN DE LOS PROYECTOS

Para responder las preguntas planteadas, se utilizará un proceso de ocho pasos:

- 1° Definir la red PERT: Identificar las actividades necesarias para completar el proyecto y describir sus relaciones en términos de predecesores inmediatos.
- 2° Obtener los rangos de incertidumbre en la duración de las actividades: Entrevistar a los expertos para obtener una primera aproximación del grado de incertidumbre en los tiempos de duración de las actividades.
- 3° Crear el modelo en una hoja de cálculo: Estructurar la red PERT en una hoja de cálculo con secciones claramente definidas para introducir las actividades del proyecto y sus rangos de incertidumbre. Describir las relaciones de precedencia para calcular el tiempo de finalización del proyecto.
- 4° Realizar el análisis de sensibilidad: Utilizar Sensitivity®, un software especializado, para identificar las actividades críticas que generan incertidumbre en el tiempo de culminación del proyecto (Supertree Software, s.f.).
- 5° Construir el modelo probabilístico: Con los tiempos de las actividades críticas identificadas, construir un árbol de probabilidades que describa los

posibles escenarios y sus probabilidades de ocurrencia.

- 6° Establecer la distribución de probabilidades del tiempo de finalización del proyecto: Utilizar Supertree®, un software especializado, para establecer el perfil (distribución de probabilidades) de duración del proyecto (Supertree Software, s.f.).
- 7° Análisis probabilístico: Analizar el perfil de duración del proyecto para determinar la probabilidad de que el proyecto termine antes de un periodo preestablecido y calcular la duración esperada o promedio de finalización del proyecto.
- 8° Resumen y conclusiones: El perfil del proyecto y el análisis probabilístico permitirán responder las preguntas planteadas anteriormente y muchas más

A continuación, se presentan el proceso, sus pasos y técnicas esenciales, utilizando un ejemplo simple de un proyecto para la construcción de una planta industrial. El contrato incluye una multa significativa si la construcción no se completa en 43 semanas, por lo que un elemento clave es evaluar la probabilidad de terminar el proyecto dentro de ese plazo.

3.1 Primer paso: Definir la red PERT

En este paso, se identifican las actividades específicas que conforman el proyecto en análisis. Esto implica elaborar una lista de todas las actividades necesarias para completar el proyecto, junto con sus predecesores inmediatos. Estos predecesores describen la interdependencia entre las actividades, indicando que algunas deben completarse antes de que otras puedan comenzar. Esta tarea se facilita con la información proporcionada por los expertos en el proyecto. En el proyecto demostrativo, se identifican 14 actividades principales para llevar a cabo esta construcción; la lista de actividades con sus predecesores inmediatos se muestra en la Tabla 1.

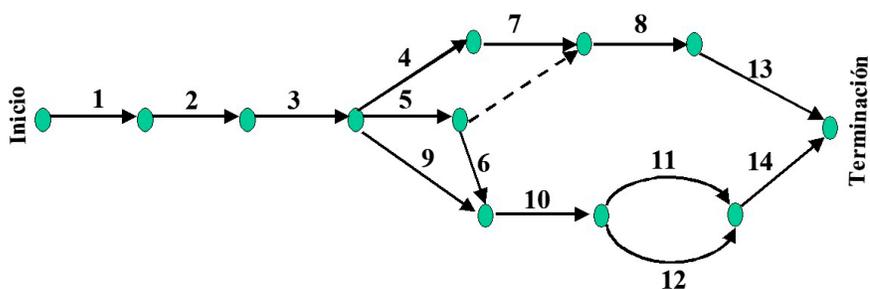
En este ejemplo, solo tres actividades tienen más de un predecesor inmediato: las actividades 8, 10, y 14. La actividad 8 (pintura de exteriores) tiene como predecesores inmediatos las actividades 5 y 7. Esto significa que la plomería exterior (actividad 5) y el recubrimiento exterior (actividad 7) deben completarse antes de que pueda comenzar la pintura de exteriores.

Tabla 1
Listado de actividades con sus predecesores

Descripción de Actividades		
Número	Actividad	Predecesor
1	Excavación	
2	Cimentación	1
3	Muros	2
4	Techos	3
5	Plomería exterior	3
6	Plomería interior	5
7	Recubrimiento exterior	4
8	Pintura de exteriores	5, 7
9	Trabajo de electricidad	3
10	Recubrimiento interior	6,9
11	Pisos	10
12	Pintura de interiores	10
13	Accesorios exteriores	8
14	Accesorios interiores	11, 12

Con base en este listado, se puede crear un diagrama que no solo represente las actividades enumeradas, sino también las relaciones de precedencia entre ellas. Esta representación, conocida como la red PERT del proyecto, permite visualizar gráficamente el orden en que se llevarán a cabo las actividades (Anderson et al., 2015).

Figura 1
Red Pert del proyecto demostrativo



3.2 Segundo paso: Obtener los rangos de incertidumbre en la duración de las actividades del proyecto

Una vez establecida la red PERT del proyecto, es necesario recopilar información sobre el tiempo requerido para completar cada actividad. Esta información se utilizará para calcular la duración total del proyecto. Lamentablemente, los estimados del tiempo de duración de cada actividad pueden ser difíciles de obtener. En muchos casos, la duración de cada

actividad es incierta y puede describirse inicialmente mediante un rango de valores posibles que reflejan el grado de incertidumbre percibido por los expertos.

Para incorporar tiempos inciertos en el análisis, es necesaria una primera aproximación del grado de incertidumbre específico para los tiempos de las actividades individuales (Salinas, 2009). A partir de entrevistas con expertos, se determinan los rangos de incertidumbre para la duración de las actividades del proyecto, definiendo tres valores:

- Valor bajo: Representa el primer decil; es decir, hay un 10% de probabilidad de que el tiempo de duración de la actividad sea menor o igual a este valor.
- Valor medio: Representa el quinto decil (o mediana); es decir, hay un 50% de probabilidad de que el tiempo de duración de la actividad sea menor o igual a este valor.
- Valor alto: Representa el noveno decil; es decir, hay un 10% de probabilidad de que el tiempo de duración de la actividad sea mayor a este valor.

En el caso del proyecto demostrativo, los rangos de incertidumbre obtenidos de los expertos para la duración de cada una de las actividades identificadas se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2

Listado de actividades con sus rangos de incertidumbre.

He realizado ajustes para mejorar la claridad, coherencia y precisión del texto.

Descripción de Actividades			Estimación de tiempos (sem anas)		
Numero	Actividad	Predecesor	Bajo	Medio	Alto
1	Excavacion		1.5	2	3
2	Cimentacion	1	2	4	8
3	Muros	2	7	10	18
4	Techos	3	4	5.5	9
5	Plomeria Exterior	3	1.5	3	5
6	Plomeria Interior	5	4	5	9
7	Recubrimiento Exterior	4	5	6.5	9
8	Pintura de Exteriores	5, 7	5	7.5	14
9	Trabajo Electricidad	3	3	5	8
10	Recubrimiento Interior	6,9	5	6.5	9
11	Pisos	10	3.5	4	4.5
12	Pintura de Interiores	10	2.5	5	7
13	Accesorios Exteriores	8	1	2	3
14	Accesorios Interiores	11, 12	5	5.5	8

La Tabla 2 muestra que el grado de incertidumbre varía según la actividad. Por ejemplo, los expertos consideran que la incertidumbre en la duración del levantamiento de los muros oscila entre 7 y 18 semanas, con una probabilidad del 80%, y estiman que la duración promedio (mediana) es de 10 semanas. En contraste, la incertidumbre en la duración de la colocación de pisos es de tan solo una semana.

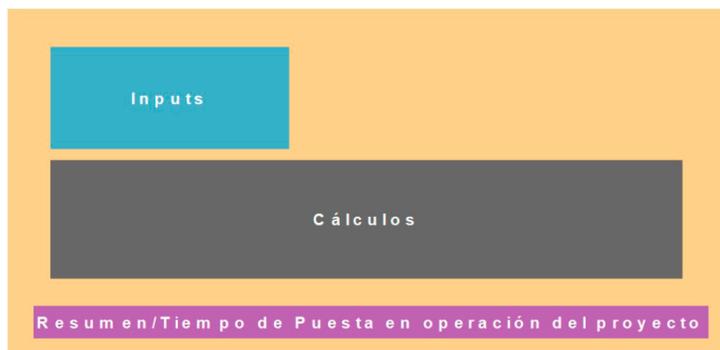
3.3 Tercer paso: Crear el modelo en hoja de cálculo

En este paso, se construye un modelo en Excel que debe estar bien organizado para facilitar el análisis probabilístico. Este modelo consta de tres secciones claramente definidas, como se muestra en la Figura 2 (Salinas, 2009).

La sección de entradas (inputs) se ubica en la parte superior de la hoja de cálculo y contiene todos los parámetros de entrada del modelo, incluyendo las constantes y los rangos de incertidumbre en la duración de las actividades (bajo, medio, alto).

Figura 2

Estructura del modelo en hoja de cálculo.



Se asignan nombres a las variables de entrada, es decir, a los tiempos de las actividades, para utilizarlos en los cálculos en lugar de hacer referencia a las celdas. Es posible asignar múltiples nombres simultáneamente utilizando los siguientes comandos: • Fórmulas/ Crear desde la selección/ Columna derecha Siguiendo estas pautas, la sección de entradas queda determinada como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

Sección de entradas del modelo en la hoja de cálculo

Descripción de Actividades			Valor en Uso (semanas)	Nombre	Estimación de tiempos (semanas)		
Numero	Actividad	Predecesor			Bajo	Medio	Alto
1	Excavacion		2	Excava	1.5	2	3
2	Cimentacion	1	4	Ciment	2	4	8
3	Muros	2	10	Muros	7	10	18
4	Techos	3	5.5	Techos	4	5.5	9
5	Plomeria Exterior	3	3	PlomeExte	1.5	3	5
6	Plomeria Interior	5	5	PlomeInter	4	5	9
7	Recubrimiento Exterior	4	6.5	RecubrExte	5	6.5	9
8	Pintura de Exteriores	5, 7	7.5	PntuExte	5	7.5	14
9	Trabajo Electricidad	3	5	Electricidad	3	5	8
10	Recubrimiento Interior	6,9	6.5	RecubrInter	5	6.5	9
11	Pisos	10	4	Pisos	3.5	4	4.5
12	Pintura de Interiores	10	5	PntuInter	2.5	5	7
13	Accesorios Exteriores	8	2	AcceExte	1	2	3
14	Accesorios Interiores	11, 12	5.5	AcceInter	5	5.5	8

En esta sección, se pueden incluir todo tipo de proyectos, desde los más simples con pocas actividades hasta los más complejos con numerosas actividades, como los proyectos hidroeléctricos. La única restricción es contar con acceso a expertos que puedan describir estos proyectos en términos de redes PERT y establecer los rangos de incertidumbre en los tiempos de sus actividades (Salinas, 2009).

En la sección de cálculos, se realizan todas las operaciones necesarias para determinar el tiempo de finalización del proyecto y otros valores relevantes. Los cálculos describen las relaciones entre las actividades establecidas en la sección de entradas, en términos de inicio, duración y finalización de cada actividad que conforma el proyecto.

Es importante recordar que, para iniciar una actividad específica, deben completarse las actividades que son sus predecesoras inmediatas. Con este concepto, podemos calcular los tiempos de inicio (TI) de cada actividad, su tiempo de duración (TDi) y, por lo tanto, su tiempo de finalización (TTi). Para las actividades sin predecesoras, el tiempo de inicio será cero; para las demás, sus tiempos de inicio estarán definidos por el mayor tiempo de finalización de sus predecesoras inmediatas. Así, por ejemplo, para la actividad 4, que tiene como único predecesor a la actividad 3, se establecen las siguientes relaciones:

$$\begin{aligned}
 TI_4 &= TT_3 \\
 TT_4 &= TI_4 + TD_4
 \end{aligned}$$

En cambio, para la actividad 10, que tiene como predecesores a las actividades 6 y 9, las relaciones de sus tiempos de inicio y culminación se establecen de la siguiente manera:

$$TI_{10} = \text{máximo}(TT_6, TT_9)$$

$$TT_{10} = TI_{10} + TD_{10}$$

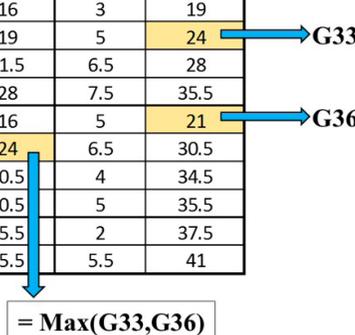
Considerando estas relaciones, el área de cálculos queda definida de la siguiente manera:

Tabla 4

Sección de cálculos del modelo en hoja de cálculo

Cálculos de los Tiempos de Inicio y Termino de Actividades

Numero	Actividad	Predecesor	Tiem po de Inicio	Tiem po de Actividad	Tiem po de Termino
1	Excavacion		0	2	2
2	Cimentacion	1	2	4	6
3	Muros	2	6	10	16
4	Techos	3	16	5.5	21.5
5	Plomeria Exterior	3	16	3	19
6	Plomeria Interior	5	19	5	24
7	Recubrimiento Exterior	4	21.5	6.5	28
8	Pintura de Exteriores	5, 7	28	7.5	35.5
9	Trabajo Electricidad	3	16	5	21
10	Recubrimiento Interior	6,9	24	6.5	30.5
11	Pisos	10	30.5	4	34.5
12	Pintura de Interiores	10	30.5	5	35.5
13	Accesorios Exteriores	8	35.5	2	37.5
14	Accesorios Interiores	11, 12	35.5	5.5	41



= Max(G33,G36)

Es importante recordar que los tiempos de duración de las actividades considerados aquí son tiempos medios, los cuales definen el caso o escenario base. Es decir, según los valores del caso base, cuando los tiempos de las actividades se fijan en su valor medio, el proyecto se completará en 41 semanas. Sin embargo, este estimado no considera las incertidumbres. En el quinto paso de este proceso, se analizará la sensibilidad del tiempo de finalización del proyecto frente a variaciones en los insumos inciertos, utilizando los rangos de incertidumbre de los tiempos de las actividades.

La sección de resumen presenta la información necesaria para evaluar la razonabilidad de los resultados del análisis. En este caso ilustrativo, la Figura 5 muestra el tiempo de finalización del proyecto y lo compara con un tiempo límite preestablecido.

Tabla 5

Sección de resumen del modelo en la hoja de cálculo

Resumen de los Resultados del Análisis

Terminación del Proyecto	41
Fecha Tope de Terminación	43
Cumple con Fecha tope (1 = Si, 0 = no)	1

3.4 Cuarto paso: Análisis de sensibilidad determinístico

En este paso, se evaluará la sensibilidad del tiempo de finalización del proyecto (TTP) respecto a los cambios en los tiempos de las actividades individuales. Es decir, el análisis se centra en observar cómo estos cambios afectan el TTP, identificando así las incertidumbres clave en los tiempos de las actividades.

En el paso anterior, se evaluó el modelo utilizando los tiempos del escenario base (las medianas), obteniendo así el escenario base del proyecto. Ahora, se llevará a cabo el análisis de sensibilidad considerando las incertidumbres en los tiempos de las actividades, representadas por tres valores (bajo, medio y alto) estimados a partir de entrevistas con expertos en el proyecto (Salinas, 2009).

Partiendo nuevamente del escenario base, con todos los tiempos fijados en su valor medio, se reevaluará el modelo cambiando, uno por uno, los valores bajos y altos de la duración de cada actividad para generar los respectivos tiempos de finalización del proyecto (TTP). La diferencia entre los valores del TTP generados sirve como medida de la sensibilidad de la finalización del proyecto frente a la incertidumbre en la actividad analizada. Si los cambios en el tiempo de una actividad tienen un gran efecto en el TTP, su incertidumbre merece especial atención. Por el contrario, si el efecto no es significativo, la actividad se fijará en su tiempo medio, convirtiéndose en una variable parametrizada.

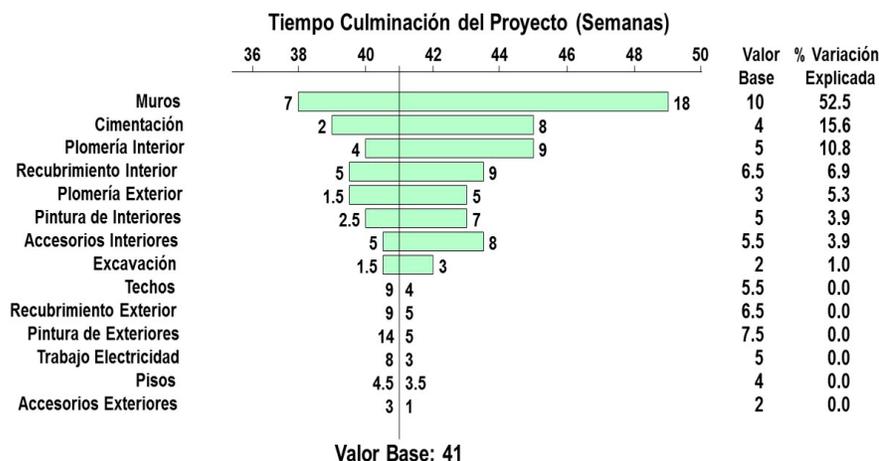
Las incertidumbres que tengan el mayor impacto en el TTP serán consideradas cruciales y se tratarán como tales en el análisis probabilístico del siguiente paso, mientras que las demás se fijarán en su valor medio. Este análisis de sensibilidad puede realizarse de manera eficiente utilizando software especializado que ajuste los valores del escenario base y cal-

cule el TTP para cada cambio. El software recomendado por su potencia y eficiencia tanto para este análisis como para el análisis probabilístico es Supertree®. La herramienta encargada del análisis de sensibilidad determinístico se llama Sensitivity®, y es la utilizada en este proceso.

El uso de Sensitivity es muy sencillo: los datos de la sección de entradas del modelo en la hoja de cálculo se importan casi de forma directa. Luego, Sensitivity emplea el modelo en la hoja de cálculo como su calculadora para generar los diferentes valores del TTP asociados a cada valor de los tiempos de las actividades del proyecto. Finalmente, los resultados del análisis se representan gráficamente (diagrama de tornado) y en forma de tabla, lo que permite identificar directamente las incertidumbres cruciales.

El análisis de sensibilidad para el proyecto demostrativo muestra que el tiempo de finalización del proyecto es muy sensible a la incertidumbre en los tiempos de las actividades de levantamiento de muros, cimentación, plomería interior, recubrimiento interior y plomería exterior, como lo ilustra el diagrama de tornado en la Figura 3.

Figura 3
Tornado del Proyecto Demostrativo



Esta información también se presenta en forma de tabla, donde se observa que los tiempos de las dos actividades más críticas (muros y cimentación) explican el 68.1% de la variación total del TTP. Al añadir las incertidumbres en los tiempos de las actividades de plomería interior, recubrimiento

interior y plomería exterior, se encuentra que estas cinco incertidumbres explican el 91.2% de la incertidumbre total en el TTP. Estas cinco variables serán consideradas en el análisis probabilístico del siguiente paso.

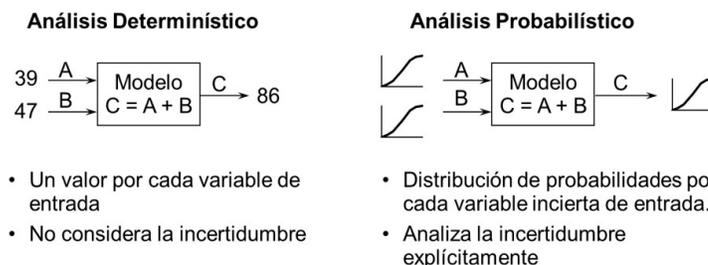
Tabla 6
Resultados del análisis de sensibilidad

Descripción	Base	Tipo Sens.	Valor Bajo	Valor Alto	Result Bajo	Result. Alto	Variac.	% Variac Explicada
Muros	10	Value	7	18	38	49	11	52.5
Cimentación	4	Value	2	8	39	45	6	68.1
Plomería Interior	5	Value	4	9	40	45	5	79.0
Recubrimiento Interior	6.5	Value	5	9	40	44	4	85.9
Plomería Exterior	3	Value	1.5	5	40	43	4	91.2
Pintura de Interiores	5	Value	2.5	7	40	43	3	95.1
Accesorios Interiores	5.5	Value	5	8	41	44	3	99.0
Excavación	2	Value	1.5	3	41	42	2	100.0
Techos	5.5	Value	4	9	41	41	0	100.0
Recubrimiento Exterior	6.5	Value	5	9	41	41	0	100.0
Pintura de Exteriores	7.5	Value	5	14	41	41	0	100.0
Trabajo Electricidad	5	Value	3	8	41	41	0	100.0
Pisos	4	Value	3.5	4.5	41	41	0	100.0
Accesorios Exteriores	2	Value	1	3	41	41	0	100.0

3.5 Quinto paso: Construcción del modelo probabilístico

El objetivo principal de este paso es incorporar explícitamente la incertidumbre en los tiempos de las actividades cruciales identificadas en el análisis de sensibilidad. Se utiliza el mismo modelo del paso anterior, pero en lugar de considerar un solo estimado determinístico para cada uno de los tiempos de las actividades cruciales, se integran distribuciones de probabilidad para estas incertidumbres. Esto permite establecer una distribución de probabilidad para el TTP, como se muestra esquemáticamente en la Figura 4.

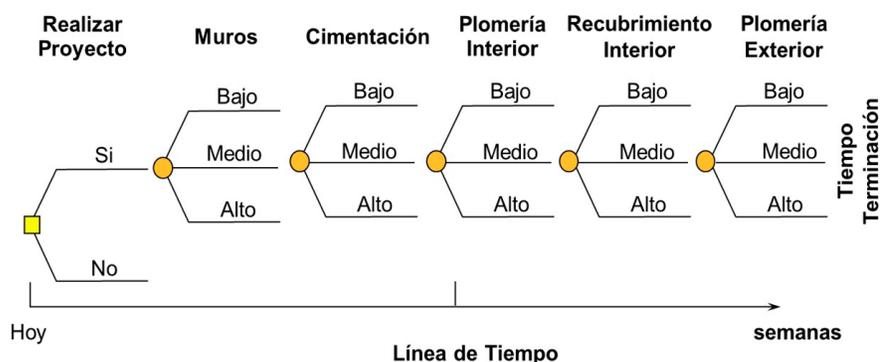
Figura 4
Análisis determinístico vs. análisis probabilístico



Aquí tienes una versión mejorada del texto:

"En este paso, lo primero es construir un árbol de decisiones genérico para ilustrar la decisión de llevar a cabo o no el proyecto, así como los factores críticos que generan incertidumbre en el TTP. La Figura 5 muestra el árbol genérico para el proyecto demostrativo.

Figura 5
Árbol de probabilidades genérico



A continuación, se deben asignar probabilidades a los tiempos de las actividades cruciales, utilizando el proceso de evaluación de variables inciertas mediante probabilidades. Seguidamente, se construye el modelo probabilístico que relaciona las incertidumbres cruciales con la incertidumbre total en el TTP. La distribución de probabilidad resultante para el TTP se denomina perfil del TTP, el cual se analizará en el siguiente paso.

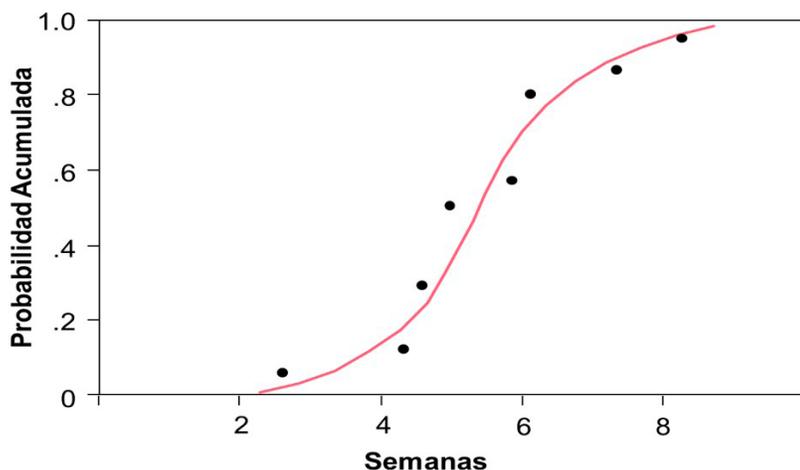
Los valores asociados a cada incertidumbre y sus probabilidades respectivas se determinarán utilizando el proceso de evaluación de probabilidades. Con este proceso de cinco pasos, se obtendrá una distribución de probabilidad acumulada para cada tiempo de duración de las actividades cruciales. Estas distribuciones continuas se discretizarán mediante la fijación de tres rangos no superpuestos que cubren todos los posibles valores. Una buena aproximación consiste en establecer tres rangos con probabilidades de 0.25, 0.50 y 0.25 para los valores bajo, medio y alto, respectivamente. Estos valores se incorporan en el árbol de probabilidades, el cual definirá 243 escenarios ($3^5 = 243$: cinco incertidumbres con tres valores cada una).

Tomando como ejemplo la duración de la actividad de cimentación, usando la "rueda de probabilidades" en el proceso de cinco pasos, se obtiene

un diagrama de dispersión de las respuestas del experto, como el que se muestra en la Figura 6, al cual se ha "ajustado" una curva continua.

Figura 6

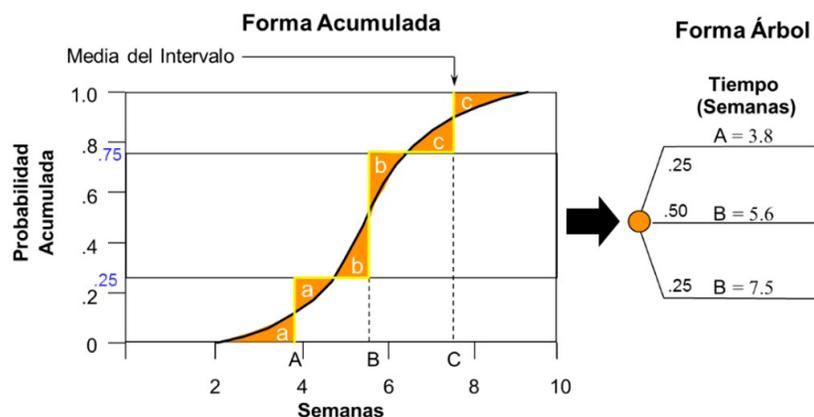
Curva de Distribución de Probabilidades Acumulada



A continuación, la distribución de probabilidad acumulada continua se discretiza utilizando el criterio mencionado anteriormente, obteniendo así una distribución discreta en forma de árbol, como se muestra en la Figura 7. Estos nuevos valores se incorporan al árbol de probabilidades en Super-tree.

Figura 7

Representación de distribuciones continuas en una forma de árbol discreto



3.6 Sexto paso: Perfil del tiempo de culminación del proyecto

Con la ayuda de Supertree, se evalúa el árbol de probabilidades utilizando el modelo en la hoja de cálculo. Esto permite calcular el TTP asociado a cada uno de los 243 escenarios definidos por las cinco incertidumbres críticas. Además, Supertree calcula la probabilidad asociada a cada escenario aplicando el concepto de expansión en cadena de la teoría de probabilidades (Salinas, 2009).

Posteriormente, Supertree facilita la construcción de la distribución de probabilidad acumulada de los diferentes valores del TTP asociados a los distintos escenarios (perfil de duración del proyecto). Esquemáticamente, se puede observar cómo Supertree ordena los TTP de menor a mayor y calcula las probabilidades acumuladas en la Figura 8.

Figura 8

Construcción de la distribución de probabilidades acumulada del TTP

Calcula el TTP y la probabilidad conjunta para cada escenario.			Luego, ordena los valores del TTP y calcula las probabilidad acumuladas.		
Escenario	TTP (semanas)	Probabilidad	TTP (semanas)	Probabilidad	Probabilidad Acumulada
1	32.00	0.0000460	32.00	0.000250	0.000250
2	33.50	0.0001100	32.50	0.000750	0.001000
3	37.50	0.0008625	33.00	0.000100	0.001100
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
241	58.00	0.0002155	60.00	0.000675	0.998585
242	59.50	0.0001015	60.50	0.001225	0.999490
243	61.50	0.0000915	61.50	0.000610	1.000000

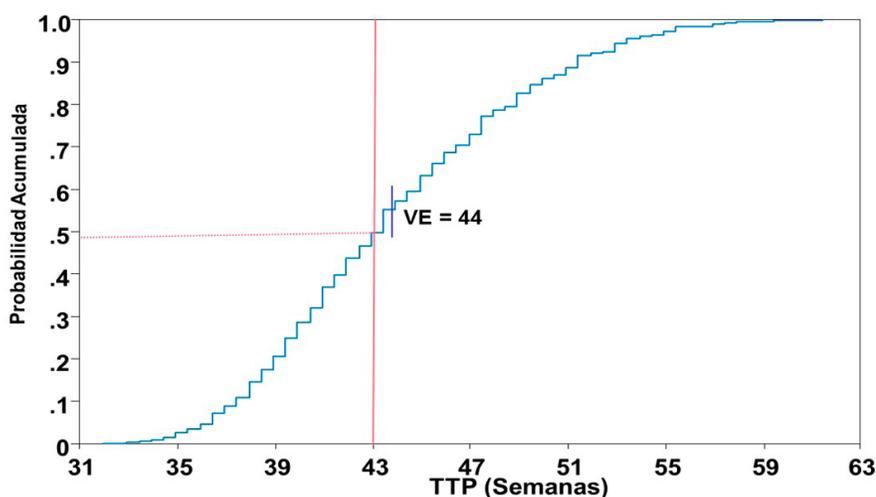
La distribución de probabilidad acumulada muestra el rango de los posibles valores del TTP y la probabilidad acumulada asociada a cada uno de ellos. La figura que representa estos valores y sus probabilidades acumuladas constituye el perfil del TTP, como se muestra en la Figura 9. Este perfil del proyecto permite realizar el análisis probabilístico y responder a muchas preguntas de las partes interesadas, tales como:

- ¿Cuál es el tiempo esperado de culminación del proyecto?
- ¿Cuál es la probabilidad de que el proyecto se termine antes de los 43 meses?
- ¿Debe incluirse este proyecto en el plan de obras para los próximos 43 meses?

En el último paso del proceso se responderán estas y otras preguntas adicionales.

Figura 9

Perfil del tiempo de terminación del proyecto



3.7 Séptimo paso: Análisis de sensibilidad probabilístico

El árbol de decisiones desarrollado (Figura 5) no solo permite establecer el perfil del TTP del proyecto (Figura 9), sino que también proporciona información adicional que facilita la comprensión de los posibles tiempos de finalización del proyecto.

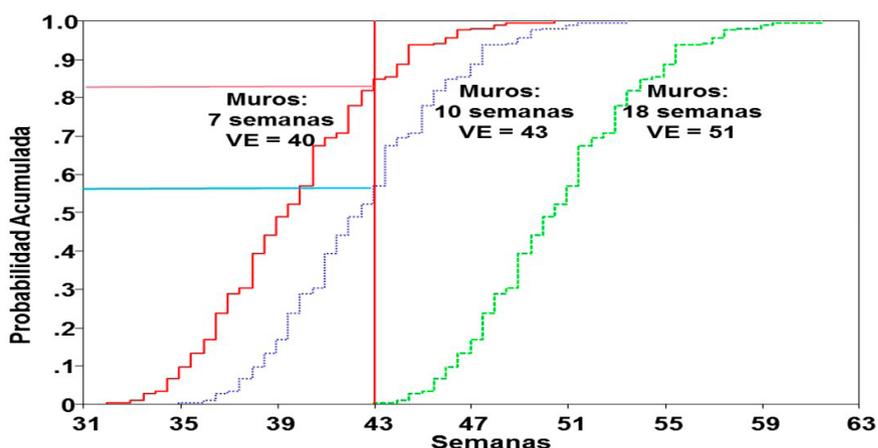
Es posible definir distribuciones y tiempos esperados (VE) del TTP en nodos distintos al inicial del árbol, y observar cómo varían estos valores condicionales. Es decir, se puede realizar un análisis de sensibilidad probabilístico de los tiempos de duración de las actividades del proyecto, fijando uno de ellos en un valor dentro de su rango y permitiendo que los tiempos de las otras actividades varíen según sus respectivas distribuciones de probabilidad.

Este análisis ayuda a comprender mejor el riesgo de no completar el proyecto dentro del tiempo preestablecido. Se busca establecer las distribuciones de probabilidad asociadas a los diferentes valores de los tiempos de las actividades del proyecto. Por ejemplo, se pueden determinar las

distribuciones condicionales para los diferentes tiempos de la actividad de levantamiento de muros, como 7, 10 y 18 semanas. Estas distribuciones condicionales se presentan en la Figura 10, donde se observa que el perfil del TTP es muy sensible al tiempo de levantamiento de muros. A medida que este tiempo aumenta, el TTP esperado (VE) se incrementa de 40 a 51 semanas. Además, si el tiempo para levantar los muros fuera de 18 semanas, la probabilidad de cumplir con la meta de 43 semanas sería cero; en cambio, si este tiempo se redujera a 7 semanas, la probabilidad de cumplir la meta se elevaría al 83%.

Figura 10

Distribuciones de probabilidades condicionales del TTP al tiempo de duración de la actividad levantamiento de muros



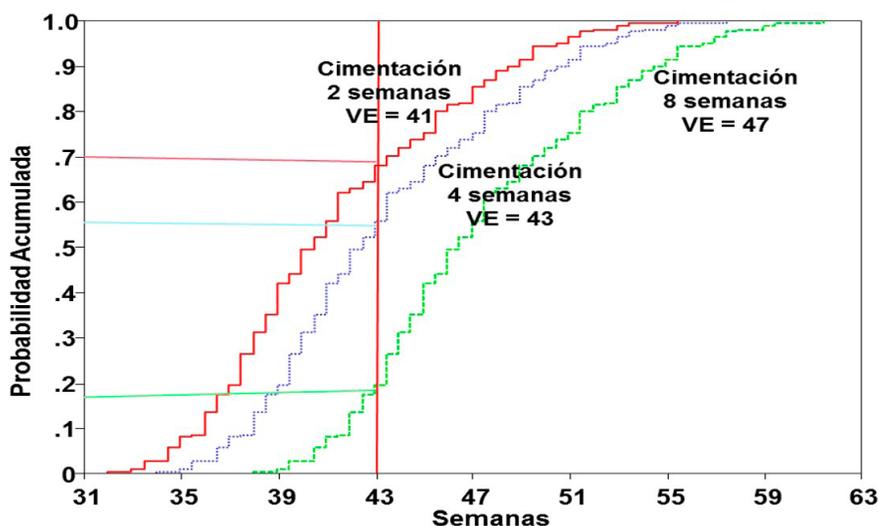
También se pueden establecer distribuciones de probabilidad condicionales para otros nodos de azar del árbol, como los tiempos de las actividades. Por ejemplo, se pueden determinar las distribuciones de probabilidad condicionales del TTP para el tiempo de duración de la actividad de cimentación, posicionando el nodo de azar que representa esta incertidumbre antes que los otros nodos de azar en el árbol de decisiones, pero después del nodo de decisión.

Las distribuciones de probabilidad condicionales para el tiempo de cimentación se presentan en la Figura 11, donde se muestra que el perfil del TTP también es sensible al tiempo de cimentación. A medida que este tiempo aumenta, el TTP esperado (VE) se incrementa de 41 a 47 semanas. Ade-

más, si el tiempo de cimentación fuera de 8 semanas, la probabilidad de cumplir con la meta de 43 semanas sería del 18%; en cambio, si este tiempo se redujera a 2 semanas, la probabilidad de cumplir la meta aumentaría al 70%.

Figura 11

Distribuciones de probabilidades condicionales del TTP al tiempo de duración de la actividad cimentación



Del mismo modo, es posible establecer distribuciones de probabilidad condicional para los demás nodos de azar del árbol. La Tabla 6 presenta los resultados del análisis de sensibilidad probabilístico para cada uno de los tiempos de las actividades críticas del proyecto. La penúltima columna muestra el cambio en el TTP esperado (VE), que se calcula como la diferencia entre el TTP esperado asociado al tiempo alto y al tiempo bajo de culminación de cada actividad. La última columna indica la probabilidad de completar el proyecto en 43 semanas, asociada al tiempo más alto de culminación de cada actividad.

Tabla 7

Resumen del análisis de sensibilidad probabilística

Descripción de Actividades Críticas	Sensibilidad del TTP Esperado (semanas)			Probabilidad de terminar en 43 semanas
	Bajo	Alto	Cambio	
Muros	40	51	11	0
Cimentación	41	47	6	0.18
Plomería Interior	42	47	5	0.2
Recubrimiento Exterior	42	46	4	0.32
Plomería Exterior	42	46	4	0.42

Tras realizar este análisis de sensibilidad probabilístico, se puede responder a la pregunta: “¿Cuán importante es el tiempo de terminación de una actividad crucial cuando se permite que los tiempos de culminación de las otras actividades cruciales varíen probabilísticamente?”. De las distribuciones de probabilidad condicionales y los TTP esperados, se concluye que todas las actividades son cruciales, ya que los TTP varían en al menos 4 semanas, dependiendo de los tiempos específicos de cada actividad. No obstante, el tiempo de terminación de la actividad de levantamiento de muros genera la mayor variación en el TTP esperado (11 semanas), y la probabilidad de terminar el proyecto antes de las 43 semanas es cero cuando el tiempo para culminar esta actividad alcanza su valor máximo.

3.8 Octavo paso: Resumen y conclusiones

El perfil del proyecto (Figura 9) y el análisis probabilístico permiten responder a muchas preguntas de las partes interesadas, como las planteadas al inicio de este artículo:

- **¿Cuál es el tiempo esperado de culminación del proyecto?**
Del perfil del TTP se observa que el tiempo esperado de culminación del proyecto es de 44 semanas.
- **¿Cuál es el rango de incertidumbre en la fecha de término del proyecto?**
El perfil del TTP del proyecto muestra una incertidumbre de 30 semanas, lo que significa que el tiempo para completar el proyecto puede variar entre 32 y 62 semanas.
- **¿Cuál es la probabilidad de que el proyecto se termine en 43 semanas?**

Al observar la Figura 9, se observa que hay una probabilidad del 49% de que el proyecto se termine en 43 semanas o menos. La pregunta es si estamos dispuestos a establecer en la propuesta que el proyecto se completará en 43 semanas, asumiendo el riesgo del 51% de no cumplir con ese plazo y enfrentar la multa alta estipulada en el contrato.

- **¿Debe incluirse este proyecto en el portafolio de obras de la organización para el próximo año?**

La decisión depende de la atractividad de los otros proyectos en el portafolio y de la actitud al riesgo de la organización. Si la organización está dispuesta a aceptar un 51% de probabilidad de no completar el proyecto en 43 semanas, como se requiere en el contrato, debe considerar incluirlo en su portafolio.

- **¿Cuán sensible es el perfil del TTP a los tiempos inciertos de las diferentes actividades críticas?**

El análisis de sensibilidad probabilístico concluye que el perfil es sensible a los tiempos de las cinco actividades críticas, especialmente al tiempo de culminación del levantamiento de muros. Las distribuciones de probabilidad condicionales y los TTP esperados (VE) varían según el tiempo que tardan en culminar estas actividades. En el caso de la actividad de levantamiento de muros, si esta se demora 18 semanas (su tiempo máximo), la probabilidad de completar el proyecto antes de las 43 semanas es cero. La pregunta es: ¿qué medidas se pueden tomar para asegurar que el tiempo de culminación del levantamiento de muros sea lo menor posible?

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El procedimiento propuesto para estimar probabilísticamente el tiempo de puesta en marcha de los proyectos se basa en el reconocimiento explícito de que ningún experto tiene información completa sobre la duración de las diferentes actividades del proyecto y, por ende, sobre el tiempo de culminación del mismo (Tversky & Kahneman, 1974). Utilizar probabilidades para describir la incertidumbre en los tiempos de las actividades ayuda a mejorar la comunicación entre los diferentes expertos, facilitando el intercambio de información de manera explícita y evitando sesgos motivacionales y cognitivos.

El resultado final permitirá a las partes interesadas definir los proyectos de un portafolio (como un plan de obras), visualizar explícitamente el grado de incertidumbre en el tiempo de puesta en marcha de dichos proyectos e identificar las actividades clave que generan esta incertidumbre en el TTP. De este modo, se podrán identificar acciones para reducir el riesgo de no cumplir con la fecha preestablecida, promoviendo una gestión proactiva del riesgo.

5. REFERENCIAS

- Anderson, D.R., Sweeney D. J., Williams T.A.(2015). Quantitative Methods for Business. Cengage Learning
- Howard, R.A. (1966). Decision Analysis: Applied Decision Theory. Proceedings of the Fourth International Conference in Operational Research. Reprinted in Howard, R.A., & Matheson, J. E. (1984).
- Munier, R.A. (1981). PERT-CPM y técnicas relacionadas. Editorial Astrea.
- Salinas Ortiz, J. A. (2009). Análisis de decisiones estratégicas en entornos inciertos, cambiantes y complejos. Buenos Aires: Cengage Learning.
- Salinas Ortiz, J. A. (2004). Análisis Probabilístico del Plan de Obras para la determinación de las Tarifas Eléctricas. Reporte de un trabajo de consultoría hecho para la OSINERG.
- Supertree Software. (s.f.). Supertree and Sensitivity are trademarks of SmartOrg, Inc. <https://smartorg.com/supertree-sensitivity/>.
- Tversky, A. & Kahneman, D. (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases. Science, 211, 453-458.

Effects of copper prices volatility on peruvian economics: empirical evidence from TVP-VAR-SV models

Efectos de la volatilidad de los precios del cobre en la economía peruana: Evidencia empírica a partir de modelos TVP-VAR-SV

Recibido: 24/03/2024
Aceptado: 11/06/2024
Publicado: 27/09/2024

¹ Centro de Investigaciones Académicas, Lima, Perú

Correspondencia:
jose.munoz.a@uni.pe

<https://orcid.org/0000-0002-1090-6012>

Licencia:



Revista de la Facultad de Ingeniería Económica, Ingeniería Estadística y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Ingeniería

José Carlos Muñoz Aguilar¹

ABSTRACT

Considering the strong performance of copper prices in the past few years and the dependence on this mineral for Peru, this research was developed. with the objective to analyze the effects of copper prices volatility on these main macroeconomic variables. For this are proposed a TVP-VAR-SV model. The results indicate that a 1% rise in copper prices leads to a corresponding increase of 0.03% in GDP growth, an increases of 3.77% in exports and a decrease of 1.22% in exchange rate, on average, within the first quarter following the price change. However, it can be seen how the effects are amplified in periods of high volatility in the price of copper. In 2009Q4, these effects are amplified, where the GDP increases by 0.69%, exports increase by 5.86% and the exchange rate decreases up to 1.69%.

Keywords: *TIVP-VAR-SV, Copper Price, GDP, Exports, Exchange Rate.*

JEL Classification: C32, C55, Q33.

RESUMEN

Dado un contexto de altos precios del cobre en los últimos años y la dependencia de este mineral para el Perú, se desarrolló esta investigación. con el objetivo de analizar los efectos de la volatilidad de los precios del cobre sobre estas principales variables macroeconómicas. Para ello se propone un modelo TVP-VAR-SV. Los resultados indican que ante un incremento de 1% en el precio del cobre, en promedio el crecimiento del PBI aumenta en 0.03%, las exportaciones aumentan en 3.77% y el tipo de cambio disminuye en 1.22% en el primer trimestre del shock, a través del período de estudio. No obstante, se observa cómo los efectos se amplifican en periodos de alta volatilidad en el precio del cobre. En 2009T4, estos efectos se amplifican, donde el PIB aumenta un 0.69%, las exportaciones aumentan en 5.86% y el tipo de cambio disminuye hasta un 1.69%.

Palabras claves: TVP-VAR-SV, Precio del Cobre, PIB, Exportaciones, Tipo de Cambio.

1. INTRODUCTION

The Peruvian economy is one of the main copper producers in the world, being this commodity, the most important mineral in the country, since it sustains a large part of its economic growth to mining extraction, mainly copper. Since the mid-1990s, Latin America has remained the main destination for mining investments globally. According to the United States Geological Survey (USGS), Peru is the second largest copper producer globally, behind Chile, and the third country with the largest copper reserves in the world, only surpassed by Chile and Australia (Rodríguez et al., 2019; Pedersen, 2019).

However, the prices of commodities, especially copper, present a high and frequent variability, which could have repercussions on the main macroeconomic variables given that it is an economy whose exports they depend on this mineral (Rodríguez et al., 2019). By the year 2021, copper represented 52.5% of the metal mining GDP, followed by gold that represented 25.5%, zinc with 6.6%, iron with 5.6%, lead with 4.8%, among other minerals produced by the Peru (Ministry of Energy and Mines, 2022). Therefore, faced with this problem of overdependence on copper for the Peruvian economy, we can ask ourselves: How do changes in the price of copper affect the main macroeconomic variables of Peru? especially in these current periods of great price volatility of said metal.

To address this type of inquiry, the literature presents studies on the response of key macroeconomic variables to fluctuations using Vector Autoregressive (VAR) models. Studies such as Rodríguez et al. (2019) specify that Peru is a developing country that depends on commodities, so it would be subject to mineral exports; and this would be vulnerable to negative shocks of prices and volatility. Likewise, the literature has focused its interest on studying the impacts of commodity price variations on the economic behavior of different countries, especially countries with a high dependence on these minerals. Authors such as Medina (2010), Naranpanawa & Bandara (2012), Gondo & Perez (2018), Pedersen (2019), Rodríguez et al. (2019), Urbina & Rodríguez (2023), and Cornejo et al. (2022), focused their studies on empirically studying the impacts of commodity prices on the main economic variables (gross domestic product, inflation, level of exports, exchange rate, etc.) of the different countries in the region, which in general show that a commodity price shock generates an acceleration in the growth of the economy. The main methodology used in this line of research was the Autoregressive Vector models with constant parameters (CVAR).

Medina (2010) studied how these fluctuations in commodity prices impact the fiscal position of the countries, and for this he used a VAR model with Cholesky identification, with which he concluded that the Latin American countries analyzed have been applying efficient fiscal rules. Likewise, Gondo & Perez (2018), for their part, estimated, utilizing a Bayesian Hierarchical Panel VAR model with sign restrictions, the dynamic impacts of commodity and oil price fluctuations on macroeconomic and financial variables of Latin American countries. For which they used a price index of all commodities, finding that a positive shock to commodity prices generates an expansion of economic real sector with certain heterogeneity where growth was greater in Peru and Colombia compared to Chile and Mexico.

Pedersen (2019) studied the heterogeneity of the impacts of the copper price shock on the Chilean economy, depending on the source of the shock, using a sign-restricted SVAR model, where he found that the impacts of the copper price demand shock imply greater growth in Chile, while the effects of the copper supply shock are, at least in the short term, negative for Chilean growth. For their part, Rodríguez et al. (2019) analyzed how copper price shocks are related to the main macroeconomic variables of Peru, using a Vector Autoregressive (VAR) model, finding that a copper price shock accelerates growth of GDP by 0.3% until the second quarter and then diluted until the fifth quarter. With which there is enough literature on these effects of commodity prices on the Peruvian economy, this effect being homogeneous for all analysis periods.

However, these effects may have varied in recent years, given the great volatility of the price of commodities and stressful events for developing economies, such as the international financial crisis. Therefore, this research aims to determine the effects of a copper price shock on the key macroeconomic variables in a small and open economy dependent on the export of said mineral, such as Peru; and how these effects vary over time in which various episodes of stress have arisen for the Peruvian economy.

So, this work makes two contributions. First, determine the effects of the copper price on the key macroeconomic variables of Peru such as GDP, Inflation, Exchange Rate and Interest Rate. Second, determine the heterogeneity of these effects over time. For which it uses a TIVP-VAR-SV model to be analyzing the effects of copper price volatility on key macroeconomic variables. This type of model, compared to a standard VAR, allows capturing the effects of the abrupt and progressive changes that the Peruvian economy suffered during the period of analysis, in the face of structural reforms, changes in economic policy and external shocks, as pointed out by Calero & Salcedo (2021), and also allows us to capture the heteroskedasticity of the shocks to which a small and open economy like the Peruvian one is exposed, as specified by Urbina & Rodríguez (2023).

The present work contrasts the hypothesis that there are heterogeneous effects of copper price shocks on macroeconomic variables. Finding what in the face of a 1% rise in copper prices leads to a corresponding increase of 0.03% in GDP growth, an increases of 3.77% in exports and a decrease of 1.22% in exchange rate, on average, within the first quarter following the price change, however, it can be seen how the effects are amplified in periods of high volatility in the price of copper, where the GDP increases by 0.69%, exports increases in 5.86% and the exchange rate decreases up to 1.69%.

These results will serve as inputs for future economic policies that could help counteract these effects and thereby promote sustained economic growth that materializes in economic and social development, specifically in regions where extractive activities for said mineral are carried out. The remainder of this paper is organized as follows. Section 2 describes the methodology used. Section 3 describes the data used as well as the source from which it was obtained. Section 4 presents an empirical result. Section 5 conclude

2. METHODOLOGY

2.1 TVP-VAR-SV frameworks

To determine the effects of the copper price on the key macroeconomic variables of Peru, a Vector Autoregressive (VAR) model will be used with different specifications associated with the dynamics of its parameters. Followed those proposed by Urbina & Rodríguez (2023), Chan & Eisenstat (2018) and Primiceri (2005), who propose a VAR model with parameters that change over time and with stochastic volatility (TIVP-VAR-SV):

$$B_{0,t}Y_t = \mu_t + \sum_{i=1}^p B_{i,t}Y_{t-i} + \epsilon_t \quad (1)$$

where $B_{0,t}$ is the contemporaneous effects matrix with ones on the diagonal, Y_t is the vector of observable endogenous variables that will be inserted into the model (Copper Price, GDP, Inflation, Exchange Rate, Interest Rate), μ_t is the vector of time-changing intercepts, $B_{i,t}$ is the vector of parameters of the lagged variables, ϵ_t is the vector of heteroskedastic unobservable shocks such that $\epsilon_t \sim N(0, \Sigma_t)$. Here the variance and covariance matrix is a diagonal matrix

$$\Sigma_t = \begin{bmatrix} \exp(h_{1t}) & 0 & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & 0 & \exp(h_{kt}) \end{bmatrix} \quad (2)$$

Assuming that the log volatilities follow a random walk process $h_{i,t} = h_{i,t-1} + \zeta_{i,t}$, for all $i = 1, 2, 3, \dots, k$; such that $\zeta_t \sim N(0, \Sigma_h)$ and the initial condition h_0 is a parameter to estimate. Urbina & Rodríguez (2023) propose two groups of parameters that change over time to be estimated. The first group is the vector of intercept and lags of the coefficients of the variables β_t changing over time. The second group is the vector of coefficients of contemporaneous effects changing in time γ_t , where $\beta_t = \text{vec}(u_t, \beta_{1t}, \dots, \beta_{pt})'$, vector of dimensions $k_\beta * 1$, where $k_\beta = n(np+1)$; and $\gamma_t = (\gamma_{1t}, \dots, \gamma_{k_\gamma t})'$, vector of dimensions $k_\gamma * 1$, where $k_\gamma = n(n-1)/2$.

The dynamics of the time varying parameters within the model can be specified as follows:

$$\beta_t = \beta_{t-1} + v_t \quad (3)$$

$$\gamma_t = \gamma_{t-1} + \xi_t \quad (4)$$

So, Equation (1) can be written in the following way $y_t = \tilde{X}_t \beta_t + W_t \gamma_t + \epsilon_t$. Where $\tilde{X}_t = I_n \otimes (1, y'_{t-1}, \dots, y'_{t-p})$ and W_t is a lower triangular matrix of contemporaneous effect coefficients, with dimension $n \times k_v$. With this, the model can be formulated as a state-space model: $y_t = X_t \theta_t + \epsilon_t$, where $X_t = (\tilde{X}_t, W_t)$; $\theta_t = \theta_{t-1} + \eta_t$, where $\theta_t = (\beta'_t, \gamma'_t)'$, with dimension $k_\theta = k_\beta + k_\gamma$, and the initial condition θ_0 is estimated, assuming $\eta_t \sim N(0, \Sigma_\theta)$.

According to Urbina & Rodríguez (2023) the best VAR model that adjusts to the reality of Peruvian economic activity is with stochastic volatility because it allows capturing the heteroscedasticity of the shocks to which a small and open economy like Peru is exposed. Likewise, a TIVP-VAR-SV model allows the contemporaneous parameters and those associated with the lagged variables, intercept and variance of the errors to change over time. Being able to capture the effects of the abrupt and progressive changes that the Peruvian economy suffered during the analysis period, in the face of structural reforms, changes in economic policy and external shocks, as indicated by Calero & Salcedo (2021).

The estimation of the model was carried out following what was proposed by Urbina & Rodríguez (2023), who estimated the model by the Bayesian method using the Imprecision sample of Chan & Jeliazkov (2009). Therefore, the Gibbs sampling algorithm uses the precision sample of Chan & Jeliazkov (2009). Likewise, the initial conditions of the priors follow a normal distribution such that $\theta_0 \sim N(a_\theta, V_\theta)$ and $h_0 \sim N(a_h, V_h)$, in agreement with Chan & Eisenstat (2018) and Urbina & Rodríguez (2023). Where the hyperparameters are: $a_\theta = 0$ and $V_h = 10 \times I_n$. Assuming that the mean of the prior $\sigma_{h_i}^2$ is 0.12, the mean of the prior $\sigma_{\theta_i}^2$ is 0.01² or the VAR coefficients and 0.1² for the intercept.

Likewise, the identification of the proposed model was developed through recursive Cholesky identification; Therefore, we use the triangular decomposition of the error variance and covariance matrix.

$$y_t = [y_{1t}, y_{2t}, y_{3t}, y_{4t}, y_{5t}, y_{6t}]' \quad (5)$$

which represents the set of endogenous variables, organized from the most exogenous variable to the least exogenous. Where y_{1t} is the price of copper, y_{2t} is the exchange rate, y_{3t} is the reference interest rate, y_{4t} is inflation, y_{5t} is exports, and y_{6t} is GDP. This arrangement follows what was proposed by Urbina & Rodríguez (2023) and Kumah & Matovu (2007) who consider that commodity prices are the most exogenous variable, since it is determined at the international level, and Peru is a country and a small economy and open to the world, which has no influence on the price of said commodity.

3. DATA

The data as macroeconomic variables, GDP (Quarterly frequency), Inflation (monthly frequency), Exchange Rate (daily frequency) and Reference Interest rate was obtained from the official institution as BCRP, where all variables were transformed to quarterly frequency. The data was analyzed in the time period from 2001 to 2019.

After collecting the data, a univariate analysis of seasonality was carried out, seasonally adjusted if necessary, using statistical techniques, to later determine if the variables are stationary. Once the seasonality and stationarity requirements were met, the econometric models were proposed.

4. EMPIRICAL RESULTS

According to the proposed TIVP-VAR-SV model, it founded that the parameters associated with the contemporary and the lags of effects of the copper price, GDP, exports, inflation, exchange rate, interest rate, show intense variations over time. The intercepts have a notable variation over time.

In the analysis of the response impulse functions, Figure 1 shows the responses of the variables to a copper price shock in three dimensions: on the x-axis the percentage of deviation, on the y-axis the periods after the shock occurred, and on the z-axis, how these responses vary over the years. A copper price shock would not generate a significant response in the very short term in GDP (first quarter after the shock occurred). Then for the following periods, the effect is heterogeneous. The first years of analysis (2001 - 2010), which would reflect the period of commodity price super cycle, the effect of a copper

price shock becomes positive. For the second section of the analyzed period (2011 - 2019), a negative response was observed, a period influenced by the start of tapering in 2013, Chinese stock market correction (2015 - 2016), trade war between the US and China (2018 - 2019). These results follow the line of what was stated by Urbina & Rodríguez (2023) who point out that in the face of a mineral and metal price shock there is a positive response of GDP and mining exports, varying over time and reaching a peak around 2009.

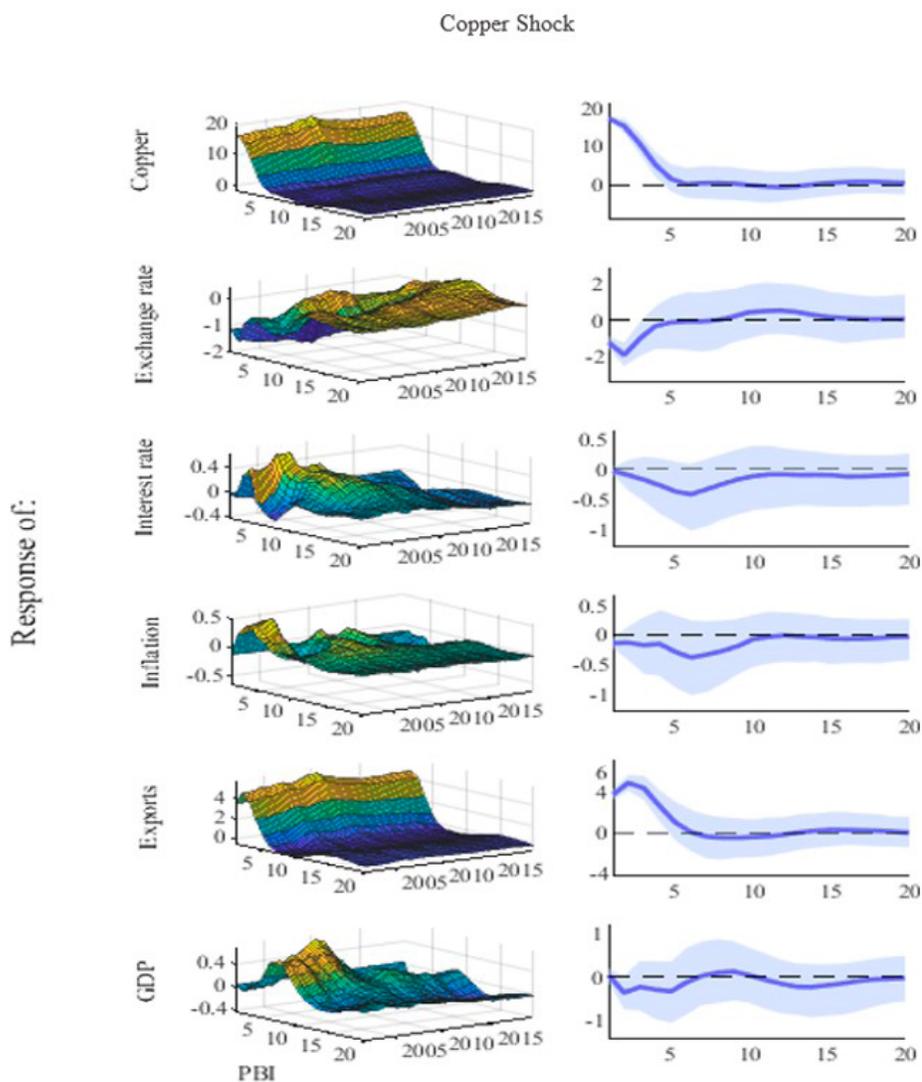
Likewise, it is observed that exports have a positive response in the short term throughout the analyzed period, given that 60% of total exports are mining exports, and a positive shock to the price of Peru's main mineral would generate an increase in value of exports. Exports would be the transmission mechanisms of a copper price shock to GDP. Also, a negative response of the exchange rate to a copper price shock is evident in all periods of time with certain fluctuations, it peaks in mid-2010. The interest rate and inflation have a negative response to a shock of the price of copper, in the very short term, then that effect fades.

Also, the figure 1 shows the evolution over time of the median responses of the variables GDP, exports, inflation, exchange rate, interest rate to a copper price shock. The GDP growth increases by 0.03%, given a 1% increase in the price of copper. This increase in GDP would be generated by a higher value of traditional GDP, specifically the value of mining exports, where copper is a predominant factor, which generates GDP growth above its potential in the short term. This result follows the line of what was indicated by Urbina & Rodríguez (2023) and Rodríguez et al. (2019). Exports increased by 3.77%, given a 1% increase in the price of copper, the first quarter after the shock. After the shock, the effect decreased until it disappeared in the fifth period. This effect is generated due to the great dependence on minerals, particularly copper, in Peru's total exports.

The exchange rate reacts negatively during the first four quarters after the copper price shock, after which the impacts become insignificant. Given a 1% increase in the price of copper, in the very short term (first quarter after the shock), the exchange rate decreases by 1.22%. It being understood that the copper price shock would generate a greater flow of capital entering the Peruvian economy, evidenced in the increase in the value of mining exports, causing the appreciation of the local currency, and thereby putting pressure on the drop in the exchange rate. These unexpected income from greater resources reduce the exchange rate, making exports more expensive, causing a decrease in the economy's competitiveness. The interest rate and inflation

have a negative reaction in the first quarters after the copper price shock, but this is not statistically significant.

Figure 1
RIF a shock of the price of copper



Note. The left column shows the responses of the variables to a copper price shock in three dimensions: on the x-axis the percentage of deviation, on the y-axis the periods after the shock occurred, and on the z-axis, how these responses vary over the years. On the other hand, in the left column shows the median of all the impulse response functions throughout the analysis period.

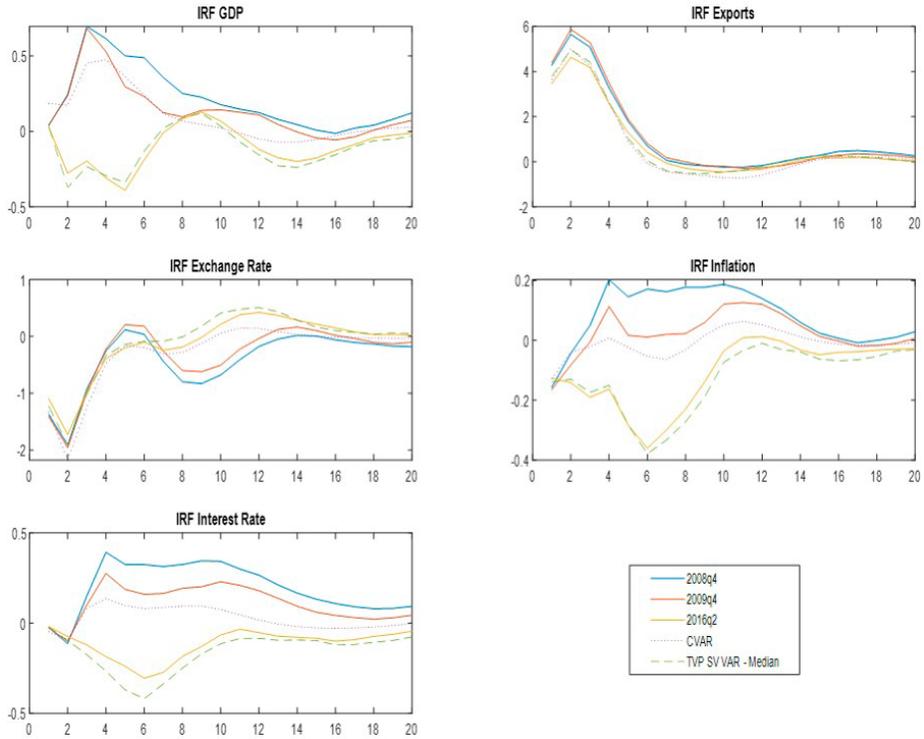
Figure 2 shows the responses of the various analysis variables to a copper price shock for specific periods (eg 2008q4, 2009q4, 2014q1). In the 2008q4 period it was evident that global activity registered a strong contraction, linked to a significant drop in global demand, affecting in a synchronized manner different international markets, where the raw materials market was not the exception. For the 2009q4 period, there was a rapid recovery in the prices of raw materials hand in hand with signs of recovery in global activity and improvements in perception of risk by global financial markets generated by large bailouts from the FEED. Both periods show the periods with the greatest volatility in the price of copper during the analysis period. And the 2016q2 period was recorded as one of the periods with the lowest volatilities in the price of copper.

The impulse response functions associated with the 2008q4 period show that GDP increases 0.69% until 3rd quarter, the exchange rate responds decreasing in 1.91% until 2nd quarters, the exports increase in 5.64% until 2nd quarters and Inflation and the interest rate did not have a significant response. Likewise, the impulse-response functions associated with the 2009q4 period show that, that GDP increases 0.68% until 3rd quarter. The exchange rate responds decreasing in 1.95% until 2nd quarters. The exports respond increases 5.86% until 2nd quarters. The inflation and the interest rate did not have a significant response.

The GDP responds with an increase in subsequent periods through the short-term increase in exports. The exchange rate responds with a significant decrease in the first two quarters, and then the effect decreases, this is related to the appreciation of the local currency supported by the healthy economy of that period despite the financial crisis. Inflation also reacted negatively, thanks to the intervention on inflationary pressures by the BCRP in the face of great growth in the Peruvian economy. On the other hand, the responses associated with 2016q2 showed that the GDP response to a copper price shock was slightly positive, in 0.19% until 3rd quarter, the exchange rate decreasing in 1.71% until 2nd quarters, and the exports increase in 4.96% until 2nd quarters.

Likewise, we can observe that the impulse response functions of a standard VAR model without changing parameters in over time, resembles the results of periods of high copper price volatility (2008q4 and 2009q4), showing that it captures these high volatilities in its dynamics, but without being able to distinguish these periods with others of less volatility.

Figura 2
RIF a shock of the price of copper per specific years



Note. The FIRs are shown according to years of high and low volatility of the copper price. The blue lines represent the FIRs of 2008q4, the red lines represent the FIRs of 2009q4, the yellow lines represent the FIRs of 2016q2, the purple dotted lines represent the FIRs of a CVAR, and the green dashed lines represent the median of the FIRs of a TVP-VAR-SV.

On the other hand, Table 1 shows the evolution and importance of a copper price shock on the variability of the macroeconomic variables studied. Where the shock to the price of copper explains 37.48% of the variability of GDP, evidencing the great importance of this commodity for the Peruvian economy, especially the mining sector; also explains 38.03% of the variability of the Exchange Rate, reflecting the vulnerability of the Peruvian economy to exports from the mining sector; and explains 47.69% and 49.74% of the variability of inflation and the interest rate, respectively.

Tabla 1

Decomposition of the variance before a shock of the price of copper

Horizon	GDP	Exports	Exchange rate	Inflation	Interest rate
1	0.70	46.78	18.29	5.23	0.91
2	7.1	58.42	31.09	10.98	9.30
3	12.23	59.71	31.92	20.24	17.98
14	36.02	59.71	37.09	47.17	44.93
∞	37.48	59.71	38.03	47.69	49.74

Note. The variability of each variable is shown, and the importance of the copper price shock on that variability.

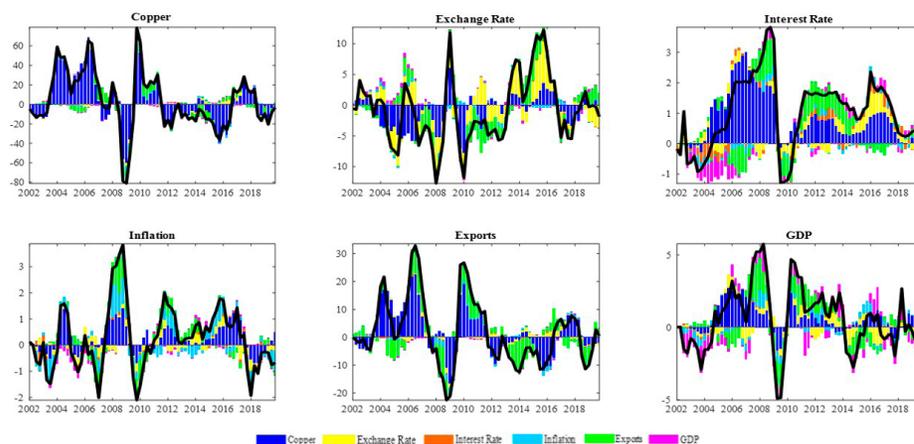
Figure 3 shows the historical breakdown of the variance of the macroeconomic variables studied in this paper. The contribution of a copper price shock to GDP growth fluctuations shows that in the first periods of time studied (year 2002) the contribution is very slightly indirect and not significant. From the year 2003 to the year 2013 (period of time where the super cycle of precise commodities was evidenced) a notable growth of the GDP is reflected, substantially explained by a shock of the price of copper, evidencing a direct relationship between both variables and a high correlation of copper with the Peruvian economy.

With a period of decreasing GDP (2008q4–2009q4) associated with negative shocks in the price of copper, where the periods would be related to the international financial crisis. Likewise, as of 2016q2, negative impacts of the copper price shock on GDP were evident, which were slight, and could be associated with the international context of slowdown in the Chinese economy, the main copper importer in the world and the end of the super cycle of the commodity prices. Then from 2019 there is evidence of a rebound in the price of copper, gaining greater importance within the variability of Peruvian GDP.

Likewise, it is evident that the contribution of a copper price shock to fluctuations in the growth of the exchange rate was significant throughout the period and in relation to the opposite of GDP. In other words, when faced with a copper price shock, this generates a positive reaction on GDP and a negative reaction on the exchange rate. This is reflected in the fact that the drop in the exchange rate generates an increase in the value of exports in local currency, specifically mining exports, which in the short term generates increases in tax revenue through taxes and capital income to finance more investment projects in mining, which accelerates the Peruvian economy. On the other hand, the contribution of a copper price shock to inflation and interest rate fluc-

tuations was significant during various periods, strongly associated with the dynamics of each variable.

Figura 3
Historical decomposition of variation



Note. The source of volatility of each variable during the study period is shown. The blue bars correspond to the copper variable, the yellow bars correspond to the exchange rate variable, the red bars correspond to the interest rate variable, the light blue bars represent the inflation variable, the green bars represent the exports variable, and the purple bars represent the GDP variable.

5. CONCLUSIONS

This paper had the objective to determine the evolution of the effects of a copper price shock on the key macroeconomic variables in a small and open economy dependent on the export of said mineral, given that Peru is a country where copper exports play a significant role in GDP. A TVP-VAR-SV model was employed to assess the impact on key macroeconomic variables.

The results indicated that a copper price shock has significant impacts on Exports, GDP and the exchange rate in the short term. In response to a 1% increase in copper prices, GDP growth increases by an average of 0.03%, would be generated by a higher value of traditional GDP, exports increased by 3.77% due to the great dependence on minerals, particularly copper, and the exchange rate decrease by 1.22% in the first quarter following the shock. While the effects on inflation and the interest rate are not statistically significant.

These responses are amplified in periods of high volatility of copper price compared to the response in a period of lower volatility. In high volatility periods the response of GDP increases in 0.69%, exports increase in 5.86% and exchange rate decreases in 1.69%, while during periods of low volatility these responses are less pronounced.

Likewise, is evident the great importance of this commodity within the economic structure of Peru, especially for the mining sector. These results will serve as inputs for future economic policies that could help counteract these effects and thereby promote sustained economic growth that materializes in economic and social development. However, the analysis could be more detailed if we analyze how this volatility of the copper price affects economic variables at the regional level, evaluating the heterogeneity of these effects on regions where said mining activity was developed and regions where it was not, and analyzing the heterogeneity of said effects on different sectors of the Peruvian economy, comparing how it affects the financial sector and the real sector.

6. REFERENCIAS

- Calero, R., & Salcedo, R. (2021). Evolución del traspaso del tipo de cambio a precios en Perú: Una aplicación empírica usando modelos TVP-VAR-SV [Tesis para optar el grado académico de Magíster en economía]. Pontificia Universidad Católica del Perú. Escuela de Posgrado. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/20859>
- Chan, J. C. C., & Jeliazkov, I. (2009). Efficient simulation and integrated likelihood estimation in state space models. *International Journal of Mathematical Modelling and Numerical Optimization*, 1(1-2), 101-120. <https://doi.org/10.1504/IJMMNO.2009.03009>
- Chan, J. C. C., & Eisenstat, E. (2018) Bayesian model comparison for time-varying parameter VARs with stochastic volatility. *Journal of Applied Econometrics*, 33(4), 509-532. <https://doi.org/10.1002/jae.2617>
- Cornejo, G., Florián, D., & Ledesma, A. (2022) La dinámica de la inflación doméstica ante cambios en cotizaciones internacionales de commodities, expectativas de inflación y tipo de cambio. Working Paper series N° 2022-007, Banco Central de Reserva del Perú. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2022/documento-de-trabajo-007-2022.pdf>
- Gondo, R., & Pérez, F. (2018) The Transmission of Exogenous Commodity and Oil Prices shocks to Latin America: A Panel VAR approach. Working Paper series N° 2018-012, Banco Central de Reserva del Perú. <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Documentos-de-Trabajo/2018/documento-de-trabajo-012-2018.pdf>

- Kumah, F. Y., & Matovu, J. M. (2007). Commodity price shocks and the odds on fiscal performance: A structural vector autoregression approach. *IMF Staff Papers*, 54(1), 91-112. <https://doi.org/10.1057/palgrave.imfsp.9450001>
- Medina, L. (2010) The Dynamic Effects of Commodity Prices on Fiscal Performance in Latin America. IMF Working Paper 2010/192, International Monetary Fund. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2016/12/31/The-Dynamic-Effects-of-Commodity-Prices-on-Fiscal-Performance-in-Latin-America-24159>
- Ministry of Energy and Mines. (2022). Anuario Minero 2022. <https://www.gob.pe/institucion/minem/colecciones/2400-anuario-minero>
- Naranpanawa, A., & Bandara, J. (2012) Poverty and Growth Impacts of High Oil Prices: Evidence from Sri Lanka. *Energy Policy*, 45, 102-111. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.01.065>
- Pedersen, M. (2019). The impact of commodity price shocks in a copper-rich economy: the case of Chile. *Empirical Economics*, 57(4), 1291-1318. <https://doi.org/10.1007/s00181-018-1485-9>
- Primiceri, G. E. (2005). Time varying structural vector autoregressions and monetary policy. *The Review of Economic Studies*, 72(3), 821-852. <https://doi.org/10.1111/j.1467-937X.2005.00353.x>
- Rodríguez, A., Méndez, M., Suclupe, A., & Chávez, D. (2019). Efectos de un shock en el precio del cobre sobre las variables macroeconómicas del Perú. Documento de Trabajo, (47). OSINERGMIN. <https://www.gob.pe/institucion/osinergmin/informes-publicaciones/1293181-documento-de-trabajo-47-efectos-de-un-shock-en-el-precio-del-cobre-sobre-las-variables-macroeconomicas-del-peru>
- Urbina, D. A., & Rodríguez, G. (2023). Evolution of the effects of mineral commodity prices on fiscal fluctuations: empirical evidence from TVP-VAR-SV models for Peru. *Review of World Economics*, 159(1), 153-184. <https://doi.org/10.1007/s10290-022-00460-7>

Appendix A. Gibbs Sampler Algorithm

The estimation by the Bayesian method uses the precision sample of Chan & Jeliazkov (2009).

(1) The draws are obtained:

$$(\theta|y, h, \Sigma_\theta, \Sigma_h, \theta_0, h_0) \sim N(\hat{\theta}, K_\theta^{-1})$$

where $\hat{\theta} = K_\theta^{-1}(X'\Sigma^{-1}y + H'_\theta S_\theta^{-1}H_\theta \alpha_\theta$

$$K_\theta = X'\Sigma^{-1}X + H'_\theta S_\theta^{-1}H_\theta.$$

- (2) Using the conditional distribution of diagonal matrix elements $\Sigma\theta$, get the draws:

$$(\sigma_{\theta_i}^2 | y, \theta, h, \theta_0, h_0) \sim IG(v_{\theta_i} + \frac{T}{2}, S_{\theta_i} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^T (\theta_{it} - \theta_{i,t-1})^2)$$

- (3) Using the initial distribution of diagonal matrix elements Σh , get the draws:

$$(\sigma_{h_j}^2 | y, \theta, h, \theta_0, h_0) \sim IG(v_{h_j} + \frac{T}{2}, S_{h_j} + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^T (h_{it} - h_{i,t-1})^2)$$

- (4) Get the draws:

$$(\theta_0 | y, h, \Sigma\theta, \Sigma h) \sim N(\hat{\theta}_0, K_{\theta_0}^{-1})$$

where $\hat{\theta}_0 = K_{\theta_0}^{-1} (\Sigma\theta^{-1} \theta_1 + V_{\theta}^{-1} a_{\theta})$

$$K_{\theta_0} = \Sigma\theta^{-1} + V_{\theta}^{-1}.$$

- (5) Get the draws:

$$(h_0 | y, h, \Sigma\theta, \Sigma h) \sim N(\hat{h}_0, K_{h_0}^{-1})$$

where $\hat{h}_0 = K_{h_0}^{-1} (\Sigma h^{-1} h_1 + V_h^{-1} a_h)$

$$K_{h_0} = \Sigma h^{-1} + V_h^{-1}.$$

- (6) Repeat from step 1 to 5, "N" times.

Appendix B. Estimation of the Priors

The initial conditions of the priors follow a distribution such that:

$$\theta_0 \sim N(a_{\theta}, V_{\theta})$$

$$h_0 \sim N(a_h, V_h)$$

Likewise, it is assumed that the error variance matrix of the state equations Σ_{θ} and Σ_h are diagonal matrices and each element of the diagonal is independently distributed as:

$$\sigma_{\theta_i}^2 \sim IG(v_{\theta_i}, S_{\theta_i})$$

with $i = 1, \dots, k_{\theta}$

$$\sigma_{h_j}^2 \sim IG(v_{h_j}, S_{h_j})$$

with $j = 1, \dots, k_h$

This follows the line proposed by Chan & Eisenstat (2018), where the hyper-parameters are:

$$\alpha_{\theta} = 0$$

$$V_h = 10 * I_n$$

Assuming that:

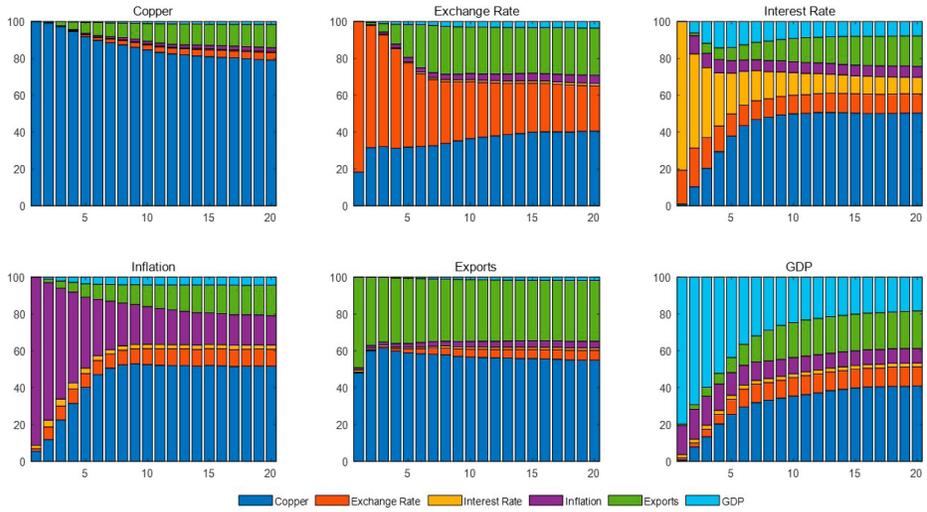
the average of the prior $\sigma_{h_i}^2$ is 0.12

the average of the prior $\sigma_{\theta_i}^2$ is 0.012 for the VAR coefficients and 0.112 for the intercept.

Furthermore, the degrees of freedom are a set of small values, so $V_{\theta_i} = V_{h_j} = 5$

Appendix C. Decomposition of Variation

Figura 4
Decomposition of variation



Advancing Taiwan's semiconductor industry: Capitalizing on its comparative advantage at the global, regional, and firm levels

El avance de la industria de semiconductores de Taiwán: Aprovechamiento de su ventaja comparativa a escala mundial, regional y empresarial

Recibido: 20/08/2024
Aceptado: 02/09/2024
Publicado: 27/09/2024

¹ Departamento de Política
y Economía Mundial,
Universidad de Tamkang,
Nueva Taipéi, Taiwán

Correspondencia:
florihuang@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-2226-466X>

Licencia:



Revista de la Facultad de
Ingeniería Económica,
Ingeniería Estadística y
Ciencias Sociales de la
Universidad Nacional de
Ingeniería

Fu-Chuan Florencia Huang¹

ABSTRACT

Taiwan's remarkable growth in the 21st century is largely attributed to its production of critical semiconductors, which are indispensable for the Fourth Industrial Revolution, technological progress, and military advancements. This unique position has established Taiwan as a key player in the global semiconductor industry. This paper contends that Taiwan's semiconductor triumph is not merely a result of its strategic alliances, particularly with Silicon Valley, but also its distinctive comparative advantages in industrial, institutional, and firm-level aspects, forming a part of its catch-up strategy. The study explores Taiwan's trajectory in semiconductor development, analyzing its competitive edge through the lenses of catch-up theories, global production networks and value chains, industrial clusters, and geopolitical factors. It concludes that Taiwan's competitive edge is shaped by state-driven institutional and industrial advantages and firms' fast-follower strategies. These advantages are embedded within the global high-tech division of labor and supported by the regional network of the Hsinchu Science and Industrial Park, which facilitates pooled human resources, technological transfer, collaborative vertical division of labor, and complementary industries. Recent geopolitical tensions have reinforced the semiconductor alliance, pushing TSMC to expand globally. While this expansion enhances collaboration, it

also increases competition and challenges. Nonetheless, Taiwan's semiconductor dominance, based on these advantages, remains difficult to replicate elsewhere.

Keywords: *Semiconductor Industry, TSMC, Hsinchu Science and Industrial Park, Industrial Cluster, Clip Alliance.*

RESUMEN

El notable crecimiento de Taiwán en el siglo XXI se atribuye en gran medida a su producción de semiconductores críticos, indispensables para la Cuarta Revolución Industrial, el progreso tecnológico y los avances militares. Esta posición única ha convertido a Taiwán en un actor clave de la industria mundial de semiconductores. Este documento sostiene que el triunfo de Taiwán en el sector de los semiconductores no es sólo el resultado de sus alianzas estratégicas, en particular con Silicon Valley, sino también de sus ventajas comparativas distintivas en aspectos industriales, institucionales y empresariales, que forman parte de su estrategia de recuperación. El estudio explora la trayectoria de Taiwán en el desarrollo de semiconductores, analizando su ventaja competitiva a través de las lentes de las teorías de convergencia, las redes mundiales de producción y las cadenas de valor, las agrupaciones industriales y los factores geopolíticos. Se concluye que la ventaja competitiva de Taiwán se debe a las ventajas institucionales e industriales impulsadas por el Estado y a las estrategias de seguimiento rápido de las empresas. Estas ventajas están integradas en la división del trabajo de alta tecnología mundial y respaldadas por la red regional del Parque Científico e Industrial de Hsinchu, que facilita la puesta en común de recursos humanos, la transferencia tecnológica, la división vertical del trabajo en colaboración y las industrias complementarias. Las recientes tensiones geopolíticas han reforzado la alianza de los semiconductores, empujando a TSMC a expandirse por todo el mundo. Aunque esta expansión mejora la colaboración, también aumenta la competencia y los retos. No obstante, el dominio de Taiwán en el sector de los semiconductores, basado en estas ventajas, sigue siendo difícil de reproducir en otros lugares.

Palabras claves: *Industria de semiconductores, TSMC, Parque Científico e Industrial de Hsinchu, Cluster Industrial, Clip Alliance.*

1. INTRODUCTION

Taiwan has undergone two significant growths in its economic history. The first takeoff can be traced back to East Asian Miracles during the 1960s-1980s. The

second rise is associated with semiconductors, which have been vital in driving the Fourth Industrial Revolution since the second decade of the 21st century. However, they employ diverse development models.

In the 1980s, the four tigers' rise challenged dependency theories and the Kuznet curve by spurring rapid economic growth while reducing inequality. Their unique models, termed by Johnson (1982) as a 'Capitalist Developmental State,' gained worldwide recognition for Meritocracy's sound industrial policies (Johnson, 1982; Evans, 1995). However, Taiwan's economic model also heavily relies on downstream exports to drive a rapid growth engine for facilitating reverse integration, augmented by governments' preferential subsidies and pricing policies close to market benchmarks. Therefore, Johnson (1982) referred to it as "market conforming," while Wade referred to it as a "governing the market" strategy.

Taiwan's economic performance is built on two pillars: the robust exports of SMEs' electrical equipment and components and the global ICT industry. The latter, known worldwide as Hsinchu Science and Industrial Park, is home to many ICT manufacturers, which constitute the backbone of Taiwan's semiconductor industry. Mainly, Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) produces 51.5% of global foundry wafers in the second quarter of 2020¹ (You, 2021) and more than 90% of critical chips (Tung, 2024), a testament to Taiwan's notable efficiency and managerial ability in the semiconductor industry.

As the world hurtles towards the IC-driven fourth industrial revolution, Taiwan's role in IC production has become increasingly vital. This is especially true in the fierce tech competition driven by 5G and AI innovation. Ferguson (2021) proclaimed, "Whoever controls Taiwan controls the world." This statement highlights the intense competition and Taiwan's strategic position in the global semiconductor market.

The existing literature (Johnson, 1982; Evans, 1995; Amsden, 1985; Amsden & Chu, 2003; Chang, 1999; Deyo, 1987; Wang, 2010; Gereffi, 1989, 1994, 2001) has extensively explored Taiwan's economic miracles and development model, focusing on the government's pivotal role in catching up with the development before the 1980s, and the establishment of the Hsinchu Science and Industrial Park to facilitate the industrial transition from manufacturing to the high-technology industry in the 1980-2000s. However, Taiwan's IC model diverges significantly from the traditional developmental state.

1 The original data came from Clark, 2020.

Taiwan's dominance in global critical chip production heavily relies on OEM and know-how from upstream. This raises one question: Why and how does Taiwan outperform in the semiconductor sector, compared to neighboring countries such as South Korea and Japan? Is this because of the enduring Developmental State model or Neoliberal market-led growth?

This paper delves into Taiwan's semiconductor development model, examining the development trajectory from the mid-1970s onward. It aims to unravel a fundamental question: How did Taiwan forge a new semiconductor industry in the 1980s and progress to its current structural position? How did Taiwan carve out its comparative advantage in the semiconductor industry? What internal and external factors facilitated its formation?

2. THEORETICAL PERSPECTIVES ON TAIWAN'S ECONOMIC MODEL AND IC INDUSTRY DEVELOPMENT

Taiwan's economic miracle is well-documented; however, which theory better captures the essence of Taiwan's experience remains controversial. Three competing theories offer explanations: the Developmental State Theory attributes Taiwan's success to State Intervention (Johnson, 1982; Amsden, 1985; Amsden & Chu, 2003). This approach emphasized meritocracy and sound industrial policies. However, the SME model, which drove exports and capital accumulation before the 1980s, contrasts this view. The second theory, the Liberal Economy theory, posits that Taiwan's miracle relied on the liberal market and robust export competition. This approach highlights the role of the downstream liberal SMEs in driving exports to the East Asian and U.S. markets, creating a rapid growth engine and accumulation mechanism. The robust growth enabled the State to promote industrial upgrades by reverse integration, ultimately driving the economic transition. Despite the Government giving subsidies, their pricing policies were referenced by market price, considering export competitiveness. Therefore, Johnson (1982) referred to it as the "market conforming"; Amsden (1985) called it the "market augmentation" principle, while Wade (1990) denominated Taiwan's model as the State effectively "governs the market" (Wang, 2010:16-17). This critical point diverged the economic performance between East Asia and Latin America during ISI. The third theory, the Dependency Development and World System Theory, argues that Taiwan's insertion into the international division of labor creates external dependence (Crane, 1982). Despite Taiwan's economic take-off, it relies heavily on external markets and upstream technology.

The paper suggests these theories partially explain Taiwan's model but overemphasize one singular dimension. Instead, Taiwan's model should go beyond the dichotomy of State and Market, refocusing on an integral approach to understanding Taiwan's position and upgrading strategies in the international division of labor. The paper argues that from institutional and industrial perspectives, Taiwan's embedded global and regional production chains enable Taiwan to build up a comparative advantage. In addition, the corporate-level strategy is significant for the firm's upscale and upgrading in the value chain. This carves out the two agents: The state's role in comparative institutional advantage and the firm's relations and their catch-up strategies.

Regarding the catch-up development, there are two paradigms: the "innovation" paradigm and the "catch-up" hypothesis. They are also associated with organizational forms and firms' learning patterns to boost growth and competitiveness. Hence, they correspond to two perspectives, i.e., the Hamiltonian school and Jeffersonian schools (Wang, 2010:5-9).

The innovation paradigm describes the development strategies of advanced countries that emphasize their economies, which are propelled by the robust structures of large corporations committed to scientific and technological research and innovation while outsourcing manufacturing to low-cost developing countries for standardized mass production. Large corporations have more resources to improve their technological and organizational innovation capacities. Their internal hierarchical corporate structure replaces the market's mechanism to organize resources and strengthen vertical integration, aiming to reinforce efficiency through internalizing transactions (Wang, 2010; Chandler, 1984, 1992; Schmitz, 1995). This is especially true for producer-driven heavy industries. It enhances and improves efficiency and controls the commanding high of the supply chain through technical rent and patents to maintain growth.

Conversely, the "catch-up" hypothesis accentuates the imperative of "learning" from advanced countries' science and technology and undertaking structure transition by moving upward along the value chain. Gereffi (2001, 2016) identified East Asia's catch-up strategies, initiated by adopting flexible ISI and EOI strategies with buyer-driven Global Commodity Chains (GCCs) in light industries to catch up with development in the 1960s. They gradually increased the value chain by upgrading products, processes, and intra-chain strategies. Amsden and Chu (2003) argued that countries that arrive late to a mature or semi-mature industry with decreasing marginal profits still possess a "second-mover advantage" (Amsden & Chu, 2003:2-12). Latecomers can begin

with low-end manufacturing to integrate into the international division of labor and learn from developed countries' mature technologies. They must start cat-cup with upscaling, i.e., mass production and OEM, to accumulate capital while gradually enhancing their technologies and managerial capacities to boost their growth and productivity. Over time, they cultivate the capacity to create new products through partial and gradual reform (Amsden & Chu, 2003:193-211).

Sectoral differences imply diverse strategies for developing countries to catch up by "learning," mainly corporate organizations, and their learning patterns matter. The Jeffersonian school emphasizes the advantages of small and medium-sized enterprises (SMEs) in formulating decentralized, flexible, collaborative networks within geographical proximity, such as Third Italy (Blim, 1990:162). This explains Taiwan's manufacturing SMEs' collaborative networked-based production before the 1980s, particularly the industrial machinery clustering in central Taiwan. However, it is insufficient to describe Taiwan's ICT development, which comprises big and medium-sized corporations rather than SMEs. Furthermore, the state's involvement in the ICT sector is critical but not direct.

According to Evans (1995), the state assumes a central role in developing the ICT industry. The State does not play the role of "Demiurge" but rather "Mid-wifery or Husbandry" because direct production in a high-tech field cannot be sustained without capital, technology, and human resources. In addition, the State's role is not fixed in one shot but evolves with IT industrial development (Evans, 1995:74-98). Furthermore, informatics must incorporate local cultural and organizational patterns (Evans, 1995:96-98). Breznit (2007) classified the State's role in Taiwan's semiconductor development as a public-private co-evolution. Wang (2010) identified that the State must transform into a "Platform State" or National Innovation System to organize resources, gather data, cultivate human capital, and introduce capital and technology. It aims to create industrial clusters and networks for the exchange of knowledge, technologies, and talent to drive cooperation and virtuous competition (Wang, 2010:7-8).

The National Innovation System emphasized creating a knowledge exchange and innovation platform. It implies geographical concentration and spatial proximity to drive Alfred Marshall's "industrial clusters." Saxenian (2000a) identified how network-based systems boost Silicon Valley's innovation. It is essential to create several networking effects: 1. Dynamic exchanges between manufacturers through formal and informal associations. 2. Technological innovation emerges from the flow of talent, which spreads rapidly in the clus-

ter. 3. Collective learning capacity within clusters and networks encourages competition and cooperation to boost innovation and achieve “collective efficiency” (Saxenian, 2000a: 308-331; Schmitz, 1995). This approach posits that networks create an “external economy” that complements firms’ disadvantages. They stimulate collective learning and innovation through cooperation and competition, ultimately achieving collective efficiency. Silicon Valley and Taiwan’s Hsinchu Science Park are examples. (Amsden & Chu, 2003:195).

Taiwan’s economic transition in the 1980s was associated with the Hsinchu Science Park and firms’ catch-up strategies. Amsden and Chu (2003) argued that, compared to advanced countries, “Latecomers” have a relative disadvantage in the knowledge base, technical and production structures, and paths to globalization. Their industrial strategies should focus on “speed” to shorten the product’s life cycle and learning curves by upgrading the economy of scale and reinvesting in organizational efficiency and production technologies. These should be accompanied by trinity policies, i.e., Competitive, Research, and Employment (Amsden and Chu, 2003:193-2000).

Since the neoliberal and institutional turn in the 1980s, the State no longer assumes the role of the developmental state; even the WTO rules restrict them from maintaining protectionist policies. Therefore, supporting and fostering science and technology development to enhance competitiveness became imperative (Padilla & Jennifer, 2014:62-65). Developing countries without technical and capital advantages must rely on the State to strengthen R&D and associated complementary institutions, i.e., comparative institutional advantages (Padilla & Jennifer, 2014; North, 1990; Amable, 2000).

Based on the above, the paper explores Taiwan’s trajectory in semiconductor development, analyzing its competitive edge through the lenses of catch-up theories, global and regional production networks, industrial clusters, and firm strategies to formulate an integral approach to understanding the subject.

3. THE MAKING OF THE SEMICONDUCTOR INDUSTRY

The comparative advantage of Taiwan’s semiconductor industry cannot be separated from its embedded context, i.e., industrial and institutional settings, which dates back to Taiwan’s economic miracle. In the early 1960s, when Taiwan sought to catch up with development, the government established an Export Processing Zone (EPZ) to attract FDI. American firm set up the first IC Test and Package factory in 1961. During the first primary Export-Oriented Industrialization (1960-1972), the strong downstream manufacturing exports, main-

ly private SMEs of light industries, generated a robust growth engine and capital accumulation mechanism. This facilitated economic take-off in the 1960s. Under the KMT military regime's separation of politics and economic principles, Taiwan's economic bureaucracy, the Council for Economic Planning and Development, and the Ministry of Economic Affairs, were aware of catching up with development. According to Gerschendron (1962) and Hirschman (1958), backward countries must emphasize the State-led strategy by creating "an unbalanced growth structure" to foster rapid industrialization. In 1974, Prime Minister Ching-Kuo Chiang (蔣經國) launched "Ten Major Construction Projects" to develop basic infrastructures, the so-called "Social overhead capital (SOC)," such as highways and ports. In the 1970s and 1980s, Taiwan's government used downstream growth forces to organize heavy industries through "reverse integration" to promote chemical, automobile, and industrial machinery industries. The policies, coupled with import-substitution industrialization (ISI) and market-conforming pricing strategies, led to the economic transition to heavy industry in the 1970s-1980s (Chu, 2002:37-63). Therefore, Taiwan's ISI did not create fiscal imbalance and debt.

During the 1960s-1980s, the international market favored Taiwan's industrial upgrading, particularly receiving FDI and technology transfer. This laid the foundation for the semiconductor industry to emerge in the late 1980s-1990s. Specifically, from 1964 to 1979, the Japan-led Flying-Geese Model² accelerated the technical transfers from Japan to Taiwan in various sectors such as textiles, consumer electronics, and machinery. Along with this favored environment, the State accelerated the industrial upgrading policies. In 1977, the Precision Machinery Research & Development Center was established. In 1979-1980, a "Ten-Year Economic Construction Plan" was introduced, listing industrial machinery, electronics, information, heavy chemical industry, and vehicles as "strategic industries³."

The 1973 and 1979 oil crisis pushed the government to develop a less energy-consuming ICT industry. In 1973, the Industrial Technology Research Institute (ICTR) was founded as a public industrial research entity to promote ICT research and development. In the mid-1980s, neoliberalism swept East Asia; the U.S. forced Japan, Taiwan, and South Korea to appreciate their currencies, increasing production costs and eventually relocating Taiwan's manufacturers to Southeast Asia. Hence, Economic Minister TAO CHIUNG SUN (孫道瓊) insisted on promoting the high-tech industry as a measure to compensate the

2 Kaname Akamatsu proposed this concept to describe the intra-industrial division of labor and technical transfer in East Asia.

3 "Ten-Year Economic Construction Plan," Taiwan Cultural Memory Bank, government's online archive.

economy by using “technology” to upgrade industries (Yang, 1997). Fortunately, the rise of Japan in the digital computer and semiconductor industry in the 1980s challenged the U.S. monopolies in these sectors (Dicken, 2003:13; Miller, 2023:260-261). The U.S. firms were forced to outsource OEM partly to developing countries while re-focusing on value-added innovation. In addition, Japan relocated OEM computer hardware production to Taiwan (Amsden & Chu, 2003:35-47; Wang, 2010:75-77). These moves accelerated the spread of ICT technology to Taiwan, creating an unprecedented opportunity for Taiwan's semiconductor industry to emerge.

State's Role and Industrial Policies in Semiconductor Start-up

Taiwan's comparative advantage in the semiconductor sector relies not on Intel and Samsung's integrated design and manufacture (IDM) but on OEM. This can be attributed to the State's choice to position Taiwan in the global division of labor. Breznitz (2007) indicated that IT development is a consequence of political choice. Compared to Ireland, which was selected to develop software, Taiwan focused on OEM rather than IC design or software. This decision resulted from thoughtful concerns about industrial autonomy and its relationships with foreign firms and investors (Breznitz, 2007:148).

In the 1970s, economic bureaucracy, ITRI, and the high-tech community intensely debated the semiconductor industry's development objective and how to self-position Taiwan in the global production chain. Finally, ITRI, a government-founded ICT research institute, suggested Taiwan focus on OEM because Taiwan could not sustain independent IC development nor compete with developed countries without capital, technologies, and know-how (Chen, 2005, 2008; Breznitz, 2007; Yang, 1997; Wu & Shen, 1999).

Since its establishment, ITRI has become the lead agency in promoting ICT development. In 1979, the Act for Establishment and Administrative of Science Parks was launched, providing incentives for business start-ups. The following year, Hsinchu Science and Industrial Park was established. It was considered the pilot program for ICT industrial development. It represented the State's endeavor to create high-tech industrial clusters and the National Innovation System.

In 1982, Economic Minister Sun launched the “Thirty-two-bit Computer Project” and the landmark initiative “Very Large Integrated Circuit Technology Development Plan” (VLSI) to provide unconditional support to boost the industry's development. The precious, successfully strengthened computer giants

MiTac Inc. and ACER to compete internationally; the latter, the VLSI project, was a joint effort of the public-private partnership, leading to the establishment of the “Taiwan Semiconductor Manufacturing Company (TSMC) in 1982.” TSMC and TIRI became significant players in Taiwan’s semiconductors, especially under the ex-director Morris Chang (張忠謀). Moreover, the Government’s policy extended to building infrastructure and institutions, providing resources from research and technology, taxation incentives, and nurturing talent (Lin, 2011:23-25; TSIA, 2024:3).

National Innovation System and ITRI’s Role in R&D Development

The government’s endeavor to create ICT industries is associated with policies such as establishing ITRI as the lead agent, establishing Hsinchu Science and Industrial Park as an innovative clustering platform, and promoting joint venture firms. Among these policies, recruiting Silicon Valley’s engineering talents, primarily Taiwanese migrants, was critical. This decisive move enabled this dynamic clustering network to take form. Compared to Costa Rica, San José’s Silicon Valley had a similar recruitment strategy, but it still failed to create networks to bridge transnational ties in innovation, finance, and supply chains (Ciravegna 2012:45-167).

The first critical figure of Taiwan’s IC industry was Taiwanese Chintay Shih (史欽泰). He received his PhD at Princeton University and worked at Burroughs Corporation, designing computer memory chips after graduation. In 1976, he returned to Taiwan and was recruited by the ITRI. At that time, he cooperated with ITRI’s contract partner, RCA corporate, to facilitate the technical transfer of three-inch wafers. Later, RCA and other firms, such as Phillips and General Instrument, set up factories in Taiwan. The RCA program spun off and became a public-private United Microelectronics Corp (UMC) in 1979-1980 (Miller, 2023:212-218; Lin, 2011:5-17).

Another influential figure is Morris Chang, the father of Taiwan’s semiconductor industry. 1981, Chang was a Texas Instrument (TI) deputy general manager. He met Economic Minister Sun and was invited to the Hsinchu Science Park. In 1985, Chang was recruited as ITRI chair and president of UMC while organizing the joint venture of TSMC with Philips of the Netherlands and ITRI. During his mandate, Chang led the R&D in ITRI while pushing TSMC to be aligned with international certification.

When he accepted the interview, Chang recalled, “TSMC’s pure-play foundry model was my idea because Taiwan did not possess another advantage, but to

manufacture chip according to customer's design and demand (Yang, 1997).” He also led TSMC operations and recommended that Ex-Economic Minister Guoding Lee (李國鼎) invest 48% in TSMC and establish high-tech corporations through public-private partnerships (Chang, 2023). During his mandate as director of ITRI, he promoted industrial R&D, and several corresponding research centers within ITRI were created, such as the Electronic Center and the Artificial Intellectual and Industrial Technology Center. ITRI recruited 5,000 researchers dedicated to industrial R&D, emphasizing their direct application to industrial productions. For example, ITRI invested in automation systems, reticle semiconductors, and carbon textiles, releasing all research technologies and patents to firms (Yang, 1997, 2004). ITRI's independent role, without political influence, made innovation and investments public goods.

The innovation system also involved the academy. ITRI initially associated with two prominent regional STEM universities in Hsinchu, National Chiao Tung University and Tsing Hua University, to conduct R&D. Their research outcomes were open access to all enterprises, fostering a unique division of labor in guiding ICT development, the State (ITRI) cooperate with universities focused on R&D, and the private firms took charge of production. Until the mid-1990s, private firms gradually dominated the semiconductor industry, and ITRI sought to cooperate with private firms to conduct research projects, for example, with ASUS (Yang, 1997). The model that the State takes the lead in R&D continues until today.

Industrial Clustering, Talents, and Collective Efficiency

TSMC, led by Morris Chang, is the leading firm in Taiwan's semiconductor industry. In 1987, Intel considered outsourcing the OEM to developing countries, and TSMC emerged as a potential candidate. Intel visited TSMC, examined 200 production procedures, and provided valuable advice. This led to TSMC securing Intel's OEM contract and becoming an integral part of its production chain, mapping Taiwan into the global division of labor. Under Chang's leadership, TSMC's focus on “efficiency, discipline, and technology” was unwavering. The collaboration with Japan's Filipes to produce a Six-inch wafer foundry further solidified TSMC's position. TSMC's international contracts created the Manifest Effect, a significant boost to the industry's flourishing (Yang 1997, 2004).

In the late 1980s, Silicon Valley's Taiwanese engineers K.Y. Han and Jimmy Lee were recruited by ITRI to help expand the high-tech Hsinchu Science and Industrial Park. With the strong support of ITRI, Han and Lee leveraged their formal and informal ties in Silicon Valley to assist Taiwan in recruiting joint

ventures, international engineering talents, and FDI in the computer and state-of-the-art semiconductor sector (Lin, 1998; Saxenian, 2000b:19-21; Frost & Liu, 2023). In 1989, a beacon of international collaboration was lit by establishing the Monte Jade Science and Technology Association. With its mission to strengthen IC cooperation, investment, and technology transfer, this association has catalyzed global networking. It has fostered a strong bond between Taiwan and U.S.-based engineers, venture capitalists, and entrepreneurs. As a result, Taiwan has emerged as the world's leading producer of notebook computers, and the semiconductor sector has grown because of significant capital for start-ups from immigrant entrepreneurs (Saxenian, 2000b:19-21). Therefore, Taiwan's case was a best practice of "brain drain" to "brain circulation" (Saxenian, 2000b, 2-6)."

From 1987 to 1994, the ICT sector witnessed a significant increase in private capital and R&D investment. Numerous small-scale IC design companies were established during this period, a development attributed mainly to the TSMC and UMC's demonstration effect. Even after the conclusion of the VLSI project, the Institute of Electronics continued to promote micro-electronics and sub-micron projects. From 1995 onward, international private capital and R&D investment continued to increase, gradually reducing the State's role in the sector and allowing the private sector to lead Taiwan's semiconductor development. At the same time, mutual investment among semiconductor firms proliferated (Chu, 2002; Wang, 2010). The semiconductor foundry invested in IC design and testing, forming a cross-shareholding financial structure and fostering cooperation and development.

Until 2023, there are 238 Fabless IC designers in Hsinchui Science Park, 3 Mask firms, 15 Fabrication companies with TSMC taking the leadership, and 37 IC Packaging and Testing companies (TSIA, 2024:4-5). Table 1 shows the top IC firms. Within the Hsinchui Science Park, there are close exchanges between IC manufacturers, IC design and Testing companies, and talents through formal and informal cooperative relationships. It creates a networked-based economy with a vertical and horizontal division of labor that pools talented human resources to interact and attracts professional suppliers and joint ventures to settle in.

Table 1
Taiwan's Semiconductor Industry (2019)

2019 Ranking	Fabless Companies	Fabrication Companies	Packaging and Testing Companies
1	Mediatek	TSMC	ASE
2	Novatek	UMC	SPIL
3	Realtek	Nanya	PTI
4	PHISON	Winbond	KYEC
5	Himax	Powerchip	Chipbond
6	Silicon Motion	MXIC	Chipmos
7	Raydium	Vanguard	OSE
8	Sitronix	Win Semiconductors	Sigure
9	ESMT	Lite-On	FATC
10	Global Unichip	Nuvoton	OSE

Source: TSIA, 2024. "Overview on Taiwan Semiconductor Industry, 2020 Edition," pp. 6-11.

In addition, one engineer can work at Quanta Computer and then shift to semiconductor. Job-hopping among these high-tech talents also facilitates cross-sectoral interactions, stimulating innovation and spreading knowledge within the networks and Science Park. Through local networks of business clusters, connections and interactions between firms and their talents induce the circulation of ideas and expertise within the geographical space. It boosts collective learning and efficiency.

Innovative networking requires recruiting STEM talents. Traditionally, these are graduate students from Taiwan's Big Five universities⁴. Since cultivating talents is imperative, in 1972, the Ministry of Education formulated the "Program to Strengthen the Training and Recruitment of High-level Scientific and Technological Talents" promulgated by the Executive Yuan. Industry-university cooperation and working experience further strengthened their professionalism.

Firms in Science Park compete while cooperating. The demand to deepen their profession and differentiate product specialization speeds up productivity, innovation, and entrepreneurial initiatives, further strengthening industrial synergies. These dynamic networks attract more FDI and enhance their con-

⁴ Such as Taiwan University, National Chiao Tung University, National Tsing Hua University, National Cheng Kung University and National Taiwan University of Science and Technology.

confidence in Taiwan's capacity, which is attributed to Taiwan's high-tech networking in infrastructure, firms, and talents (Wu & Shen, 1999).

4. ADVANCING TAIWAN'S SEMICONDUCTOR INDUSTRY: COLLECTIVE VERTICAL DIVISION OF LABOR, GRAN ALLIANCES, AND FIRMS' FAST-FOLLOWER STRATEGIES

Taiwan's comparative advantage in the semiconductor sector relies not on IDM but on OEM and IC design. Taiwan's niche is built on a collective specialized network of vertical and horizontal division of labor among firms within clusters and their catch-up strategies. These have much to do with firms' collaboration patterns and organizational learning strategies.

Amsden and Chu (2003) and Gereffi (2001) recognized organizational learning as a vital mechanism for developing countries to upgrade their position within the industrial chain. Wang (2010) denominated the Taiwanese firms' catch-up strategy as the "Fast-Followers" strategy. It emphasizes the firm's capacity to rapidly follow the latest innovation and absorb new knowledge and technologies in line with the upper stream's move.

Semiconductor production is capital, technology, and human-capital intensive. Producing a chip relies on automated production involving more than 200 processes. Therefore, the managerial capacity is vital. TSMC astonishes the world with its extraordinary managerial and process reform capacity.

The rapid changes in the consumption side of ICT products have accelerated the life cycle and created constant stress. The recent 5G and military race further boosted the demand for high-tech chips. According to Gordon Moore, one of Intel's founders, the number of transistors to be accommodated on each chip will increase according to the law of geometric progression. The number doubles every two years (it is still accelerating), so-called Moore's Law (Miller, 2023:233-234; Ota, 2022:289-290). This creates challenging tasks for OEM. Therefore, OEM Foundry faces a constant challenge: continuously overcoming the enlargement of wafer diameter (accommodating more transistors) and shrinking the production process while speeding up the microprocessor's efficiency (through Nanotechnology). In addition, when the demand for technological content increases, the product life cycle decreases, and the greater the time pressure TSMC faces to generate high-quality chips with continuing costs down. This makes TSMC the master in process reform and systematic managerial controls.

Since Foundry OEMs must correspond to the demand of upper-stream with customized contracts to produce specific-purpose chips or integrate several multi-functional chips on wafers and substrates, the production team must keep up with the pace of the newest technology development. Therefore, “collective learning” among engineers enables them to promptly catch up with the latest innovations. Their expertise and professions have been cultivated and accumulated for years through constant cooperation with upstream firms such as Intel, Apple, and downstream applications.

As TSMC asserts, “TSMC maintains a leadership position in mature technologies by applying the lessons learned in developing advanced technologies and gradually developed its process technology.” This leadership is paramount, as it allows TSMC to establish frontend and backend integration capabilities, creating the optimum power/performance to help customers achieve faster production time (TSMC, 2023:19). TSMC also seizes opportunities to move upward to ODM. Driven by gradual procedural and OEM technological innovation, Taiwan's firms are adept at incorporating and integrating several chips with different functions on wafers and substrates to meet the demand while upgrading efficiency. This enables the generation of new patents (Miller, 2023:273-274). For instance, TSMC is launching N3P technology to combine logic chips, memory chips, and MEMS into 2.5 G and 3 G wafers and substrates. This innovation allows the CPU and GPU to be incorporated into tiny chips for small phones, AI, or fighters. TSMC also created the Chips on Wafer on Substrates (CoWas) packaging and testing technology, which allows it to apply directly to the downstream cross-holding firms (TSMC, 2023:19-21).

The paper suggested this strength can be attributed to three factors: Firstly, Cross-sectors' customized chip productions enable the accumulation of knowledge and cultivate integral ODM capacity. Such strengths are accumulated through constantly customized contracts for upstream foreign firms' demand, such as Apple, Nvidia, AMD, and QCOM, that are driven from several high-tech sectors, ranging from air space, the arms industry, small phones, automation vehicles, Internet of Things, to low-earth Orbit, etc. Secondly, the collaboration of Taiwan's robust downstream manufacturing and distribution sectors, including the computer, automation electronics, and machinery sectors. They have factories throughout China and Southeast Asia, and their intra-industrial divisions of labor in supply chains create diverse and robust feedback loops to modify the original design. Based on this, TSMC generates its unique Open Innovation Platform (OIP) (TSMC, 2023:19-21).

Thirdly, skilled and talented engineers can integrate cross-sectoral and multi-functional chips into new integral ICs and make new designs by upgrading nanotechnology and enhancing IC efficiency. Talents' job-looping culture and formal and informal networking strengthen the collective learning and efficiency within the Hsinchu Science Park. The pooled talents contribute to systematic and procedural reforms, second-generation product design, and chips' applications with close collaboration with regional IC designers, such as MediaTek, Novatek Microelectronics, Realtek Semiconductor, etc.

TSMC's success in the OEM Foundry is not just a result of its technological prowess, but also its strategic partnerships. As Morris argued, TSMC has overturned its passive structural dependence on the supply chain to make the world dependent on TSMC's production. This is not only because TSMC is taking the lead in the foundry technology, but also because TSMC is a "neutral participator" that cooperates with all firms and does not compete with them, compared to Samsung (Miller, 2023:273-275). "TSMC learns to dance with more than 400 partners," its customers and partners including Intel, Nvidia, Apple, Altera, etc. (Miller, 2023:263-268; Frost & Liu, 2023). This "Grand Alliance" is a testament to the strength of TSMC's alliances, cultivating and facilitating its procedural and product innovation (Frost & Liu, 2023). Since chip production involves more than 200 processes, every step of innovation contributes to the ultimate efficiency and quality. In addition, TSMC's downstream firms cooperate with TSMC in ODM, formulating complementary solid partnerships in the production and application of chips. For example, Taiwan's prominent petrochemical, Chang Chun Petrochemical Co. (CCPG), invested in the "Copper Clad Laminate" technology. At the same time, Taiwan's China Steel Corporation cooperates with Taisil Electronic Materials Corp. through a joint venture to produce silicon wafers, making silicon self-sufficient-rate from zero up to 20%.

The confluent of the national innovation platform with a networked-based economy, downstream industrial complementarity, and their collaborative reverse feedback loop enables TSMC to possess outstanding comparative advantages in OEM and ODM. Wang (2010) denominated the Taiwanese firm-level strategy the "Fast-Follower Strategy" in technology, knowledge, and know-how through collective learning and collaborative vertical division of labor within the clusters. The paper argues that these strengths are embedded in global and regional production networks, reinforced by the firm's cat-cup strategies.

5. TAIWAN'S SEMICONDUCTOR INDUSTRY PERFORMANCE

Although Taiwan lacks an integrated IMD model like Intel and Samsung, its semiconductor industry has outperformed other developing countries for 30 years of catch-up development.

Taiwan's semiconductor industry performs strongly in IC Foundry, IC design, and IC packaging and testing (Table 2). According to the Taiwan Semiconductor Industry Association (2020), Taiwan represented approximately 74.6% of world IC foundry revenue, 56.5% of global package and testing revenue, and 18% of IC design revenue. (TSIA, 2024:3). In addition, research from Foreign Policy revealed that in 2017, TSMC shares 51.5% of the global chip production and 92% of the high-tech chip production market. Both Foundries TSMC and Media Tek are advancing from OEM toward the ODM. Moreover, Taiwan's IC Design and IC Assembly, Testing, and Packaging (ATP) are prominent. Six of the top ten global IC designers are from Taiwan. Despite the total revenue being less than 1/4 of the U.S., it remains in the global top 2. Additionally, Taiwan displays its extraordinary logistics and services capacities in Electronic Manufacturing Services (EMS), i.e., semiconductor distribution, encompassing testing, manufacturing, distributing, and repairing electronic components for OEM manufacturers. Taiwanese firms dominate 75% of the global EMS market, while the U.S. reaches 35.3%. Foxconn is the leading EMS provider, responsible for over half of the worldwide distribution revenue. Chips that can be sold directly to other companies downstream (You, 2021).

According to TSMC, the firm produced 6-inch wafers in its establishment. Currently, TSMC has four 12-inch wafer GIGAFAB fabs, four 8-inch wafer fabs, one 6-inch wafer fab in Taiwan, and two 8-inch wafer fabs at wholly owned subsidiaries, TSMC Washington in the United States and TSMC China Company Limited. In addition, the achievement in nanotechnology (NM) continues to progress. TSMC was the first semiconductor producer of 20nm technology. 2013 TSMC reached 16nm technology mass production; in 2018 with 7nm technology. Moving to 2020, TSMC led the foundry to produce 5nm chips; in 2022, it moved to 3 nm technology production (TSMC, 2024)⁵. With TSMC's 2nm Technology on the track, its yield rate is reported to be around 70% to 80%, compared to Intel's 50% and Samsung's only 20% (Techvedas, 2024). The 2nm technology is ahead of Intel for three years. TSMC remains in the leading position of OEM technology. Furthermore, Taiwan's semiconductor-related patents are substantial because of the innovative material input and procedural technology patents, which upgrade Taiwan to ODM.

5 TSMC, logic technology. Retrieved From <https://www.tsmc.com/english/dedicatedFoundry/technology/logic> (2024/8/14)

As the Boston Consulting Group (BCG) & Semiconductor Industry Association (SIA) (2021) of the United States identified, “if Taiwan could not produce chips for an entire year, the revenue of the global electronics industry would fall by nearly US\$ 500 billion (Tung, 2024:83)”, which underscoring Taiwan’s critical position in the global supply chain.

Table 1

Revenue of Taiwan’s Semiconductor Industry (Unit: Billion NT)

Year	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Industrial Revenue (Billion NT)	1,769.3	1,562.7	1,634.2	1,888.6	2,203.3	2,264.0	2,449.3
IC Design	454.8	385.6	411.5	481.1	576.3	592.7	653.1
IC Manufacturing	899.7	786.7	829.2	996.5	1,173.1	1,230.0	1332.4
<i>Foundry</i>	583.0	572.9	648.3	759.2	914.0	1,009.3	1,148.7
<i>Memory and other Manufacturing</i>	316.7	213.8	180.9	237.3	259.1	220.7	183.7
IC Packaging	287.0	296.6	272.0	284.4	316.0	309.9	328.3
IC Testing	127.8	120.8	121.5	126.6	137.9	131.4	140.0
WW Revenue (US\$ Billion/Growth%)	-	-	-	-	-	-	338.9
	31.8%	0.4%	-2.7%	4.8%	9.9%	-0.2%	1.1%

Year	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Industrial Revenue (Billion NT)	2,662.3	2,619.9	2,665.6	3,222.2	4,082.0	4,837.0	4,342.8
IC Design	617.1	641.3	692.8	852.9	1,214.7	1,32.0	1,96.5
IC Manufacturing	1,368.2	1,485.6	1,472.1	1,820.3	2,280.9	2,920.3	2,662.5
<i>Foundry</i>	1,206.1	1,285.1	1,312.5	1,629.7	1,941.0	2,684.7	2,492.5
<i>Memory and other Manufacturing</i>	162.1	200.5	159.6	190.6	287.9	2356	270.1
IC Packaging	333.0	344.5	346.3	377.5	453.4	466.0	393.1
IC Testing	144.0	148.5	154.4	171.5	203.0	218.7	190.6
WW Revenue (US\$ Billion/Growth%)	412.2	468.3	412.3	440.4	555.9	574.1	526.9
	21.6%	13.7%	-12.0%	6.8%	26.2%	3.3%	-8.2%

Source: Taiwan Semiconductor Industry Association, 2016, 2020, 2024. Overview on Taiwan Semiconductor Industry 2024 Edition (TSIA, 2024), pp. 4-5. Unit: Billion NT.

6. GEOPOLITICS CONFLICT, CLIP ALLIANCE, AND TSMC'S GLOBAL EXPANSION

Since 2018, former U.S. President Donald Trump has initiated a tech war against China, intensifying the G2 global competition. The U.S. launched a de-China supply chain initiative to block the “Made in China 2025” and China’s access to high-tech chips. Since the onset of the tech war, a chip alliance under Indo-Pacific Strategy has been consolidated, reinforcing chip monopoly and Taiwan’s role in the semiconductor division of labor.

Taiwan specializes in OEM and ODM, producing half the chip and more than 90% of high-tech chips. Chip production involves intricate processes that require highly specialized, capital and technological-intensive equipment, such as Extreme Ultraviolet (EUV) machines for photolithography, which are predominantly supplied by the Dutch ASML (21.6% of semiconductor equipment). Nearly 90% of the components for EUV machines are from four countries—the U.S., Netherlands, Japan (14.8% Electron), and Germany—and involve more than ten suppliers’ companies (You, 2021). The Equipment Coalition may successfully restrict Huawei’s catch-up in the high-tech industry and reinforce Taiwan’s structural position, but not without a cost.

The overconcentration of chip production in Taiwan raises concerns about the risks. China’s threat to invade the island disseminates anxiety worldwide and increases the pressure to push Taiwan to partially relocate chip production and its production expertise to other alliances. As geopolitical tensions escalate, controlling AI and military operations hinges on advanced IC algorithms and computing power. War in the Taiwan Strait will affect approximately 70% of global chip production as they pass through Taiwan at certain stages of their life cycles. Therefore, Ferguson argued, “A Taiwan Crisis May Mark the End of the American Empire” (Ferguson, 2021), underscoring a major geopolitical conflict centered on Taiwan’s ability to produce high-end logic chips.

To distribute the potential risk of the global economy, TSMC is asked to establish three foundries in Arizona by 2030 to produce 3nm chips. In addition, TSMC in Japan’s Kumamoto foundry is in place, and the potential plant in Germany is being negotiated. Relocating TSMC to the alliance’s countries enhances TSMC’s competitiveness while boosting potential competition in foundry production in the future. TSMC, to rebalance the pressure from the U.S., also actively negotiates with China to set up foundries producing 28 and 16-inch wafers despite being a relatively backward technology (Ota, 2022:90). However, they may not be capable of reproducing TSMC’s miracle because Taiwan’s miracle is embedded in context-specific regional and local networks and clustering culture, and fast follower strategy.

The positive side is that Taiwan's triple bilateral relations with the U.S., Japan, and India may complement Taiwan's disadvantages. Taiwan can strengthen its memory chips and critical chemical materials from Japanese firms and cooperate with Tokyo University to boost its research capacity in strategic IC materials. Moreover, Taiwan could advance in software development through a strategic partnership with India's IC sector. These bilateral collaborations enable East Asia to block China's catch-up in technical terrain, increasing geopolitical and regional security with a surveillance supply chain. Under the Indo-Pacific Strategy scheme, TSMC, a "trusted foundry" for the Ministry of Defense for the U.S. and Japan, has promised to set up two foundries to produce chips specifically for regional security (Lin 2022; Ota, 2022:280-281).

In addition, geopolitical tension and the de-China industrial chain drive the foreign FDI outflow from China to Taiwan, Japan, India, Singapore, Thailand, Malaysia, and the U.S. Taiwan's FDI has increased in the past few years. For example, in 2023, ASML decided to invest 1 billion USD in Taiwan, while Nvidia announced the set up of two centers (Lin, 2022). Taiwan's government uses the opportunities to launch new R&D regulations to encourage big corporations to establish research centers here, with preferential tax exemption of up to 25% corporate income tax⁶. In sum, this recent development has created push and pull forces that benefit Taiwan. Xi's social control measures and anti-Taiwanese independentist policies have created a push force to trigger the outflow of capital and talent. In contrast, Taiwan is receiving FDI and recruiting international talents worldwide to fill the increasing demand and robust labor shortage.

7. CONCLUSION

Semiconductor development requires technology, capital, and know-how; only some developing countries can achieve or maintain absolute competitiveness. Taiwan's case offers an example of reflection of its long trajectory and catch-up development. However, Taiwan's case showcases that Taiwan's semiconductor achievement relies on the establishment of multi-level comparative advantages, ranging from the structural and friendly position in self-constraint OEM production within the international division of labor to East Asia's intra-industrial regional division of labor, which contributes the critical chip material's inputs and feedback loops to contribute the ODM, as well as Taiwan's

6 Article 10-2 of the Statute of Industrial Innovation provides a strategic layout for Taiwan's future development of the semiconductor industry and can be called the "Taiwan version of the Chip Act." Source: Statute for Industrial Innovation (2023), Law and Regulation Database of the Republic of China (2024).

Hsinchu Science Park's local networking and their industrial complementaries and collaboration based on cooperation and competition. Notably, the firm's fast-follower strategies in the 21st century are critical in converting the comparative advantages into a competitive advantage, above all, by its outstanding procedural and systematic managerial capacity to upgrade and upscale in OEM and ODM. Ultimately, the geopolitical tension pushes alliance networking to take shape, strengthening Taiwan's existing partnership and adding Japan and India's imperative selective affinity partnerships in the Indo-Pacific strategy, consolidating Taiwan's leadership in chip production.

8. REFERENCIAS

- Amable, B. (2000). Institutional complementarity and diversity of social systems of innovation and production. *Review of International Political Economy*, 7(4), 645-687. <https://doi.org/10.1080/096922900750034572>
- Amsden, A. H., & Chu, W. W. (2003). *Beyond late development: Taiwan's upgrading policies*. MIT press.
- Amsden, A. (1985). The State and Taiwan's Economic Development. In Evans PB, Rueschemeyer D, Skocpol T. (Eds.), *Bringing the State Back In*. (pp. 78-107). Cambridge University Press.
- Blim, M. L. (1990). *Made in Italy: small-scale industrialization and its consequences*. Praeger.
- Boston Consulting Group (BCG) & Semiconductor Industry Association (SIA). (2021). *Strengthening the Semiconductor Supply Chain in an Uncertain Era*. BCG and SIA report [Archivo PDF]. https://www.semiconductors.org/wp-content/uploads/2021/05/BCG-x-SIA-Strengthening-the-Global-Semiconductor-Value-Chain-April-2021_1.pdf
- Breznitz, D. (2007). *Innovation and the state: Political choice and strategies for growth in Israel, Taiwan, and Ireland*. Yale University Press.
- Chandler, A. (1984). The Emergence of Market Capitalism. *Business History Review* 58, 473-503.
- Chandler, A. (1992). The Emergence of Market Capitalism. In Mark G. & Richard S. (Eds.), *The Sociology of Economic Life* (pp. 131-158). Westview Press.
- Chang, C. C. (2023). Morris Chang: KUO TING, LI brought me back to Taiwan. Without him, there will be no TSMC. The Central News Agency, The Republic of China. <https://www.cna.com.tw/news/afe/202311090238.aspx>
- Chang, H. J. (1999). The economic theory of the developmental state. In Meredith W. C. (Eds.), *The developmental state* (pp. 182-199). Cornell University.

- Chen, D. S. (2008). *Making it Integrated: Organizational Networks in Taiwan's Integrated-Circuit Industry*. Socio Publishing, Ltd.
- Chen, J. H., & Jan, T. S. (2005). A system dynamics model of the semiconductor industry development in Taiwan. *Journal of the Operational Research Society*, 56(10), 1141-1150. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601958>
- Chu, W. W. (2002). *The Mechanism of Economic Growth*. Taipei: Taiwan: A Radical Quarterly in Social Studies Research Series.
- Ciravegna, L. (2012). *Promoting Silicon Valleys in Latin America: Lessons from Costa Rica*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203127285>
- Clark, P. (2020). Reports: TSMC lost market share 2Q20. *eeNews Analog and MEMS*. <https://www.eenewseurope.com/en/reports-tsmc-lost-market-share-2q20/>
- Crane, G. T. (1982). The Taiwanese ascent: system, state, and movement in the world-economy. In Friedman, Edward (Eds.), *Ascent and decline in the world-system*. (pp. 93-113). Sage.
- Deyo, F. C. (1987). *The Political Economy of the New Asian Industrialism*. Cornell University Press.
- Dicken, P. (2007). *Global shift: Mapping the changing contours of the world economy*. SAGE Publications Ltd.
- Evans, P. (1995). *The Embedded Autonomy: State and Industrial Transformation*. Princeton University Press.
- Ferguson, N. (2021). A Taiwan Crisis May Mark the End of the American Empire. *Bloomberg*. <https://www.bloomberg.com/opinion/articles/2021-03-21/niall-ferguson-a-taiwan-crisis-may-end-the-american-empire>
- Frost, E & Kwangyin L. (2023). TSMC founder: "In the chip sector, globalization is dead." *CommonWealth Magazine*. <https://english.cw.com.tw/article/article.action?id=3396>
- Gereffi, G. (1989). Rethinking development theory: Insights from East Asia and Latin America. *Social Forum* 4, 505–533. <https://doi.org/10.1007/BF01115062>
- Gereffi, G. (2001). Beyond the producer-driven/buyer-driven dichotomy the evolution of global value chains in the internet era. *IDS bulletin*, 32(3), 30-40. <https://doi.org/10.1111/j.1759-5436.2001.mp32003004.x>
- Gereffi, G., & Korzeniewicz, M. (Eds.). (1994). *Commodity chains and global capitalism*. Greenwood Press.
- Gereffi, G. & Lee, J. (2016). Economic and Social Upgrading in Global Value Chains and Industrial Clusters: Why Governance Matters. *J Bus Ethics* 133, 25–38. <https://doi.org/10.1007/s10551-014-2373-7>
- Gerschenkron, A. (1962). *Economic Backwardness in Historical Perspective*. Harvard University Press.

- Hirschman, A. (1958). *The Strategy of Economic Development*. Yale University Press.
- Johnson, C. (1982). *MITI and the Japanese miracle: The growth of industrial policy, 1925-1975*. Stanford University Press.
- Law and Regulation Database of the Republic of China. (2024). Enforcement Rules of Act for Establishment and Administration of Science Parks. National Science and Technology Council, The Republic of China (Taiwan).
<https://law.moj.gov.tw/ENG/LawClass/LawAll.aspx?pcode=H0160005>
- Lin, H. T. (2022). Taiwan Wafer Law Consolidates Industry Leading Position. *Wealth Magazine*.
- Lin, L. F. (2011). Taiwanese IT Pioneers: Chintay Shih. Computer History Museum Archive [Archivo PDF].
<https://archive.computerhistory.org/resources/access/text/2012/02/102745999-05-02-acc.pdf>
- Lin, O. C. (1998). Science and technology policy and its influence on economic development in Taiwan. In Rowen (Eds.), *Behind East Asian Growth: The Political and Social Foundations of Prosperity* (pp. 199-220). Routledge.
<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203446942-16/science-technology-policy-influence-economic-development-taiwan-otto-lin>
- Miller, C. (2023). *Chip War: The Fight for the World's Most Critical Technology*. Taipei: Commonwealth Editorial.
- North, D. C. (1990). *Institutions, institutional change and economic performance* (Vol. 4). Cambridge university press.
- Ota, Yasuhiko (2022). *The Geopolitics of Semiconductor*. YEREN Publishing.
- Padilla, P. R. & Jennifer, A. (2014). El surgimiento de la política insutrial. En Ramón P. P. (Eds.), *Fortalecimiento de las cadenas de valor como instrumento de la política industrial: Metodología y experiencia de la CEPAL en Centroamérica* (pp. 33-75). Comisión Económica para América Latina y el Caribe.
- Saxenian, A. (2000a). The Origins and Dynamics of Production Networks in Silicon Valley. In Richard S. (Eds.), *Entrepreneurship: The Social Science View* (pp. 308-331). Oxford University Press.
- Saxenian, A. (2000b). Silicon Valley's new immigrant entrepreneurs. *San Diego Working Papers* (May), No. 15, University of California, pp. 2-30.
<https://escholarship.org/content/qt88x6505q/qt88x6505q.pdf>
- Schmitz, H. (1995). Collective efficiency: Growth path for small-scale industry. *The journal of development studies*, 31(4), 529-566.
<https://doi.org/10.1080/00220389508422377>
- Statute for Industrial Innovation. (2023). Law and Regulation Database. Republic of China. <https://law.moj.gov.tw/ENG/LawClass/LawAll.aspx?pcode=J0040051>

- Techvedas (2024). Samsung's 3nm Yield Woes: GAA Gamble Backfires, TSMC Takes the Lead?. Techovedas.
https://techovedas.com/samsungs-3nm-yield-woes-gaa-gamble-backfires-tsmc-takes-the-lead/#google_vignette
- TSIA. (2024). Overview of Taiwan Semiconductor Industry 2016, 2020, 2024 Edition. Taiwan Semiconductor Industry Association.
<https://www.tsia.org.tw/EN/PubOverview?nodeID=60>
- TSMC. (2023). TSMC Annual Report 2023. TSMC website.
<https://investor.tsmc.com/static/annualReports/2023/english/index.html>
- TSMC. (2024). Logic Technology.
<https://www.tsmc.com/english/dedicatedFoundry/technology/logic>
- Tung, C. Y., (Eds.) (2024). Taiwan and the global semiconductor supply chain: 2023 in review. Representative Taipei Representative Office in Singapore
- Wang, J. H. (2010). The Limits of Fast Follower: Taiwan's Economic Transition and Innovation. Chuliu editorial.
- Wu, S. H. & Shen J. C. (1999). Taiwan Semiconductor Industry's Formation and Development: Managing Capital in Taiwan. Yuan-Liou Publishing.
- Yang, A. L. (1997). IC godfather, Morris Chang's Strategic Legend. Commonwealth Magazine, Vol 191. <https://www.cw.com.tw/article/5106307>
- Yang, A. L. (2004). IC Godfather, Morris Chang's Strategic Legend. Commonwealth Publisher.
- You, H. & Allison, C. (Eds.) (2021). Semiconductors and the U.S.-China Innovation Race Geopolitics of the supply chain and the central role of Taiwan. Foreign Policy (FP). <https://foreignpolicy.com/2021/02/16/semiconductors-us-china-taiwan-technology-innovation-competition/>

Modelos semi-márkov para la evaluación del tiempo, lugar, magnitud y profundidad de los sismos ocurridos en el sur del Perú 2023

Semi-markov models for the evaluation of time, place, magnitude and depth of earthquakes in southern Peru 2023

Carlos Risco Franco¹, Joel Salomón Ríos Nima^{1*}, Marlene Ánge-la Payano Méndez^{1**}

RESUMEN

El Perú se sitúa en la región sísmica del Pacífico Sur y experimenta con frecuencia sismos significativos. Entre los eventos más relevantes se encuentran el sismo de 8.4 grados de magnitud ocurrido en Arequipa en el año 2001, el sismo de magnitud 7.9 en Ica en agosto de 2007 y nuevamente un sismo de magnitud 6.3 en Arequipa en julio de 2017. Estos eventos subrayan la necesidad de realizar estudios de riesgo sísmico en la región. Este estudio es de tipo descriptivo y correlacional, con un diseño transversal, cuyo objetivo es identificar las áreas en el sur del Perú con mayor riesgo de experimentar sismos de alta magnitud. Los datos provienen del Instituto Geofísico del Perú y abarcan el periodo de 1960 a 2023, analizando sismos con magnitud igual o superior a 5.5 Mw. Se aplicó la metodología de (Sadeghian, 2012), basada en el modelo semi-Márkov, para predecir tiempo y ubicación de eventos sísmicos, extendiendo este modelo también a los estados de la profundidad. Se destacan las zonas de Pisco-Ica y Chala-Atico como las de mayor riesgo para la ocurrencia de sismos de gran magnitud.

Palabras Clave: Sismo, semi-Márkov, Clúster Análisis.

Recibido: 24/03/2024
Aceptado: 21/08/2024
Publicado: 27/09/2024

¹ Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú

Correspondencia:
crisco@uni.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-1323-436X>

^{1*} Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú

Correspondencia:
jordan.poma.c@uni.pe

<https://orcid.org/0009-0001-0799-5536>

^{1**} Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú

Correspondencia:
marlene.payano.m@uni.pe

<https://orcid.org/0009-0004-2883-838X>

Licencia:



Revista de la Facultad de Ingeniería Económica, Ingeniería Estadística y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Ingeniería

ABSTRACT

Peru is located in the seismically active South Pacific region and frequently experiences significant earthquakes. Among the most notable events are the 8.4-magnitude earthquake in Arequipa in 2001, the 7.9-magnitude earthquake in Ica in August 2007, and another 6.3-magnitude earthquake in Arequipa in July 2017. These events underscore the need for seismic risk studies in the region.

This study is descriptive and correlational, with a cross-sectional design, aiming to identify the areas in southern Peru with the highest risk of experiencing high-magnitude earthquakes. The data comes from the Geophysical Institute of Peru and covers the period from 1960 to 2023, analyzing earthquakes with a magnitude of 5.5 Mw or higher. The methodology of Sadeghian (2012), based on the semi-Markov model, was applied to predict the time and location of seismic events, extending this model to the states of depth as well. The Pisco-Ica and Chala-Atico zones are highlighted as having the highest risk for high-magnitude earthquakes.

1. INTRODUCCIÓN

América del Sur, incluyendo Perú, forma parte del Cinturón de Fuego del Pacífico, una región donde la tierra libera más del 85% de su energía a través de terremotos y erupciones volcánicas. Este alto índice de sismicidad se debe a que en el borde Oeste de América del Sur se produce la colisión entre las placas de Nazca y Sudamérica, la primera más débil se introduce por debajo de la segunda originando el proceso conocido como subducción, el mismo que se constituye en la principal fuente generadora de terremotos en el Perú (Tavera, 2001).

En los últimos 20 años, el sur del Perú ha experimentado varios sismos de alta magnitud, mencionaremos dos de ellos.

El 23 de junio de 2001, un terremoto de magnitud 7.9 Mw afectó toda la región sur de Perú, incluyendo las ciudades de Arica e Iquique en Chile, así como La Paz en Bolivia. El epicentro del terremoto fue localizado en la región sur, cerca de la línea de costa, específicamente a 80 km al noroeste de la localidad de Ocoña en el departamento de Arequipa (Tavera et al., 2001).

El último gran sismo generado por el proceso de convergencia de placas ocurrió el 15 de agosto de 2007, con una magnitud de 7.9 Mw, conocido como el 'sismo de Pisco' debido a que su epicentro se ubicó a 60 km al oeste de esta ciudad. El sismo causó daños significativos en aproximadamente el 80% de las

viviendas de Pisco y afectó de manera menor a localidades cercanas. Además, generó un tsunami que se originó frente a las localidades al sur de la península de Paracas. (Tavera et al., 2007).

Por lo tanto, es evidente la necesidad de prevenir eventos sísmicos y también de identificar los lugares con mayor riesgo de sismos de alta magnitud, lo que permitiría priorizar recursos para la prevención, preparación y alerta de la población del país.

En la literatura se encuentra disponible una amplia gama de modelos estadísticos para la ocurrencia de terremotos. Por ejemplo, el modelo de Poisson proporciona un enfoque típico para una serie aleatoria de eventos. Este modelo asume que las ocurrencias de terremotos son eventos independientes en el espacio y tiempo. Sin embargo, esta función “sin memoria” no es adecuada para este tipo de eventos. Un nuevo enfoque basado en modelos semi-Markov permite tomar en consideración la suposición más realista de la dependencia de los eventos en el espacio y el tiempo. Por ejemplo, la probabilidad de ocurrencia de un terremoto (en la misma zona sísmica) depende de la magnitud del evento anterior, así como del tiempo transcurrido (Masala, 2012).

Masala (2012), aplica el modelo semi-Markov de tiempo discreto, para estimar la ocurrencia de los terremotos. Y utiliza las ecuaciones de evolución, cuya solución le permite determinar las probabilidades de intervalo. Además, para la distribución de los tiempos de espera, considera un modelo paramétrico y utiliza la Distribución de Weibull Generalizada.

Sadegian (2012) también aplica el modelo semi-Markov a datos de Sismos y señala, “en nuestro trabajo dividimos la provincia de Teherán en seis regiones, y por otro lado aplicó el modelo semi-Markov a intervalos de la magnitud, para ello agrupó los terremotos según su magnitud en tres clases. Finalmente utilizando el modelo semi-Markov, procede a predecir la probabilidad del lugar de ocurrencia de sismos en la provincia de estudio.

Altinok y Kolcak (1999) aplican la teoría semi-Markov (método no paramétrico) al modelo, sobre sismos ocurridos en el norte de la falla Anatolian entre 1902 y 1992. Ellos asumen que dos sismos consecutivos ocurridos en la misma zona de discontinuidad estructural no son eventos independientes, pero ellos dependen del intervalo de tiempo entre ellos. Además, ellos obtienen las probabilidades de ocurrencia, determinando las probabilidades de transición de región a región y transiciones de magnitud a magnitud de esos sismos.

Garavaglia y Pavani (2011), proponen un proceso de renovación de Markov, y para modelar los tiempos de espera, proponen una mezcla de distribuciones exponencial y Weibull, se estiman sus parámetros siguiendo el método de máxima verosimilitud. Validan su modelo utilizando datos de terremotos de alta gravedad ocurridos en Turquía durante el siglo XX. Según ellas, los resultados muestran una buena concordancia con los hechos reales.

Alvarez (2005) también aplica un modelo de renovación. Afirma que las distribuciones de los tiempos de espera dependen sólo en los tipos del último y siguiente evento. En lo que respecta a los tiempos de espera, el autor propone la distribución de Weibull dentro de un enfoque paramétrico. Los parámetros y las probabilidades de transición se estiman mediante el método clásico de máxima verosimilitud. Finalmente, el modelo lo prueba con una base de datos de terremotos de tres tipos de gravedad ocurridos en Turquía durante el siglo XX.

Como se puede observar, el uso del modelo semi-Márkov se justifica debido a su aplicación previa en la evaluación de riesgos y pronósticos de la ocurrencia de sismos, en contraste con la consideración de otros modelos como el proceso Poisson o el proceso de Márkov, los cuales se han descartado por no ser adecuados para este caso específico de evaluación sísmica.

El objetivo principal de este proyecto es identificar una zona en la región sur del Perú con alta probabilidad de ocurrencia de sismos de gran magnitud y profundidad superficial, para luego elaborar pronósticos para un período de tiempo determinado.

En este estudio, se utilizó la información sobre los sismos ocurridos en el sur del Perú desde 1960 hasta junio de 2023, obtenida del sitio web del Instituto Geofísico del Perú (IGP).

Mi agradecimiento sincero al Instituto de Estudios Económicos y Sociales (IECOS), en particular a su director el Mg. Rafael Vásquez y al personal administrativo por el apoyo constante para la culminación del presente artículo.

2. METODOLOGÍA

2.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio es de tipo correlacional, ya que el modelo semi-Márkov asume una dependencia temporal entre sismos consecutivos, así como en los

periodos de permanencia en diferentes zonas geográficas, magnitudes y profundidades.

El estudio es de corte longitudinal, porque se estudia en un periodo de tiempo, de las variables ubicación geográfica, magnitud y profundidad, desde 1960 hasta junio del 2023.

2.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

Un proceso estocástico se define como una colección de variables aleatorias que evolucionan en el tiempo X_t , t representa el tiempo, tomando valores en un conjunto E de estados. Para ilustrarlo, es similar al electrocardiograma que un médico utiliza de un paciente en un momento específico para diagnosticar el funcionamiento del corazón. El médico debe diagnosticar basándose únicamente en una realización del proceso estocástico, que representa gráficamente el comportamiento del corazón del paciente en ese momento.

De manera análoga, la magnitud de los sismos se registra cada vez que estos ocurren. Tenemos registros de sismos desde 1960 hasta 2023, y su representación gráfica es comparable a un electrocardiograma de un paciente. Es por esto, por lo que en un proceso estocástico no se aplica el concepto de población y muestra, ya que no es posible retroceder en el tiempo y obtener otro registro del mismo proceso.

2.3 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Las variables consideradas en este estudio son las siguientes:

- Fecha del sismo: indica el día, mes y año en que ocurrió.
- Hora del sismo: momento exacto en que se produjo el sismo, especificado en horas, minutos y segundos.
- Ubicación geográfica del sismo: se refiere al lugar exacto donde ocurrió el sismo, determinado por su latitud y longitud.

La latitud es la distancia angular entre un punto específico de la Tierra y la línea ecuatorial, medida a lo largo del meridiano en el que se encuentra dicho punto. Dependiendo del hemisferio en el que se sitúe el punto, puede ser latitud norte o sur.

Por otro lado, la longitud mide el ángulo a lo largo del ecuador terrestre desde cualquier punto hasta el meridiano de Greenwich en Londres, que se acepta como longitud 0 en la mayoría de las sociedades modernas. Las

líneas de longitud son círculos máximos que atraviesan los polos y se conocen como meridianos.

La magnitud del sismo se determina mediante la escala de magnitud de momento (denotada como M_w), la cual evalúa el tamaño de los terremotos en función de la energía liberada durante el evento. Esta medida específicamente representa el momento del terremoto, definido como la rigidez de la Tierra multiplicada por el deslizamiento promedio en la falla y el tamaño del área que se movió (Masala, 2012).

Por otro lado, la profundidad del sismo se refiere a la distancia medida en kilómetros desde la superficie hasta la falla donde ocurrió el sismo.

2.4 EL MODELO SEMI-MARKOV

El modelo semi-markov, se define de la siguiente manera (Janssen & Manca, 2006). En un espacio de probabilidad (Ω, A, P) , dadas las variables aleatorias

$$J_n: \Omega \rightarrow E, S_n: \Omega \rightarrow N \quad (1)$$

El proceso (J_n, S_n) es un proceso semi-Markov de tiempo discreto si la matriz Q asociada con el proceso homogéneo, viene dado por

$$Q = [Q_{ij}(t)] = [P(J_{n+1} = j, S_{n+1} - S_n \leq t | J_n = i)] \text{ con } i, j \in E; t \in N \quad (2)$$

Introducimos la matriz de transición P del proceso de Markov subyacente de la siguiente manera:

$$P = [p_{ij}] = [\lim_{t \rightarrow \infty} Q_{ij}(t)] \text{ con } i, j \in E; t \in N \quad (3)$$

Definimos la probabilidad de que el proceso abandone el estado i dentro de un tiempo t como:

$$H_i(t) = [P(S_{n+1} - S_n \leq t | J_n = i)] \quad (4)$$

La siguiente relación también es válida:

$$H_i(t) = \sum_{j=1}^m Q_{ij}(t) \quad (5)$$

Introduzcamos las siguientes probabilidades que son específicas del caso discreto homogéneo:

$$B = [B_{ij}(t)] = [P(J_{n+1} = j, S_{n+1} - S_n = t | J_n = i)] \quad (6)$$

De la definición de Q obtenemos inmediatamente:

$$b_{ij}(t) = \begin{cases} Q_{ij}(0) = 0, & \text{si } t = 0 \\ Q_{ij}(t) - Q_{ij}(t - 1), & \text{si } t > 0 \end{cases} \quad (7)$$

La función de distribución condicional de los tiempos de espera, dado el estado actual y el estado siguiente, viene dado por:

$$F = [F_{ij}(t)] = [P(S_{n+1} - S_n \leq t | J_n = i, J_{n+1} = j)] \quad (8)$$

Las siguientes relaciones se pueden deducir fácilmente:

$$F_{ij}(t) = \begin{cases} Q_{ij}(t)/p_{ij}, & \text{si } p_{ij} \neq 0 \\ U_i(t), & \text{si } p_{ij} = 0 \end{cases} \quad (9)$$

Algoritmo para resolver las ecuaciones de evolución en el caso homogéneo:

Fijemos un horizonte de tiempo $[0, T]$ y una subdivisión finita con intervalos de longitud h .

Los datos de entrada son la matriz de transición P y las distribuciones de tiempo de espera $F_{ij}(t)$. Las matrices F son $m \times m$ (m denota el número de estados) y deben evaluarse para $t=1, \dots, k$ usando las distribuciones previamente determinadas, establecemos la relación evidente $F(0)=0$.

Las matrices Q se definen como $Q(t) = F(t) \times P$ (producto "elemento por elemento") (10)

Las matrices B están dadas por

$$B(t) = \begin{cases} 0, & \text{si } t = 0 \\ Q(t) - Q(t - 1), & \text{si } t > 0 \end{cases} \quad (11)$$

Deducimos entonces las matrices H de la siguiente manera:

$$H_{ij}(t) = \begin{cases} 0, & \text{si } i \neq j \\ \sum_{k=1}^m Q_{ik}(t), & \text{si } i = j \end{cases} \quad (12)$$

Estas matrices representan la probabilidad de salir del estado i dentro del tiempo t . Esto es representan la probabilidad que ocurra un sismo en el estado i , en el tiempo t .

Lo contrario a lo anterior, representa la matriz D definida por $D(t) = I - H(t)$. (13)

La probabilidad que no ocurra un sismo en el tiempo t .

2.5 CLUSTER ANÁLISIS

La teoría del análisis de conglomerados, especialmente los métodos jerárquicos, se ha basado en el trabajo de L. Kaufman y P. Rousseeuw (2005): Los métodos jerárquicos, son técnicas de agrupamiento que construye una jerarquía de clusters. En lugar de requerir un número predefinido de clusters como en otros métodos, este método genera una estructura en forma de árbol o dendrograma que muestra cómo los clusters se fusionan o dividen en cada etapa del proceso.

Principales características y pasos del método jerárquico son:

Medida de similitud: Se elige una medida de similitud entre los objetos, como la distancia euclidiana, la correlación, etc. Esta medida determina cuán cercanos o similares son dos objetos.

Construcción del dendrograma: Se comienza con cada objeto como un cluster individual y se van fusionando gradualmente los clusters más cercanos o separando los menos similares, según la medida de similitud elegida. Este proceso se representa gráficamente en un dendrograma, que es un árbol que muestra la secuencia de fusiones y divisiones.

Elección del método de enlace: Existen diferentes métodos de enlace que determinan cómo se calcula la distancia entre clusters para decidir cuáles fusionar en cada paso. Algunos métodos comunes son el enlace simple, completo (o máximo), promedio y el enlace de Ward, entre otros.

Corte del dendrograma: Para obtener un número específico de clusters, se realiza un corte en el dendrograma a una altura determinada. La elección

de este punto de corte puede hacerse visualmente o mediante criterios específicos, como la máxima discrepancia o coherencia interna de los clusters resultantes.

2.6 PROCEDIMIENTO PARA LA APLICACIÓN DEL MODELO SEMI-MARKOV

Para ejecutar el presente trabajo, se precedió de la siguiente manera. Se identificaron las cinco zonas geográficas con mayor concentración de sismos utilizando las variables de latitud y longitud mediante el análisis de conglomerados o Cluster Analysis, método jerárquico, con medida de similitud la distancia euclídeana, método de enlace el promedio y el corte del dendrograma se realizó visualmente buscando obtener diez grupos. Inicialmente se exploraron estos diez grupos, de los cuales se seleccionaron solo aquellos con la mayor concentración de sismos. Estas cinco zonas, en el modelo semi-Márkov, se consideran como estados.

Para aplicar el modelo semi-Márkov, primero se estima la matriz de transición P . Esta matriz es constante debido a que se trata de un modelo semi-Márkov homogéneo, donde las probabilidades de transición se mantienen constantes a lo largo del tiempo.

En el siguiente paso, se determinan los parámetros que describen la distribución de los tiempos de espera de cada transición.

Para este propósito, extraemos de nuestra base de datos los tiempos de espera empíricos y aplicamos la distribución de Weibull o Gamma, según cuál se ajuste mejor a los datos. Los parámetros de la distribución de los tiempos de espera de cada transición se estiman mediante el método de máxima verosimilitud (Masala, 2012).

Finalmente, se estiman las matrices para calcular las probabilidades de intervalo de tiempo y realizar los pronósticos correspondientes.

Además, se aplica el modelo semi-markov a la magnitud de los sismos, clasificándolos en tres intervalos o estados, lo que permite 9 posibles transiciones. El procedimiento es similar al aplicado en el caso de las zonas geográficas.

Igualmente, se aplica el modelo semi-markov a la profundidad de los sismos, dividiéndola en tres intervalos o estados, lo que también permite 9 posibles transiciones. Posteriormente, se sigue un procedimiento similar al aplicado en el caso de las zonas geográficas.

Finalmente, combinando los resultados anteriores, llevamos a cabo las predicciones para la zona con mayor riesgo de ocurrencia de sismos de alta magnitud (Magnitud > 5) y sismos superficiales (Profundidad < 60 km), que son de especial interés debido a su peligrosidad y al potencial de causar mayores daños.

Para realizar los cálculos se utilizaron los softwares, SPSS, R, Excel y Google EarthPro.

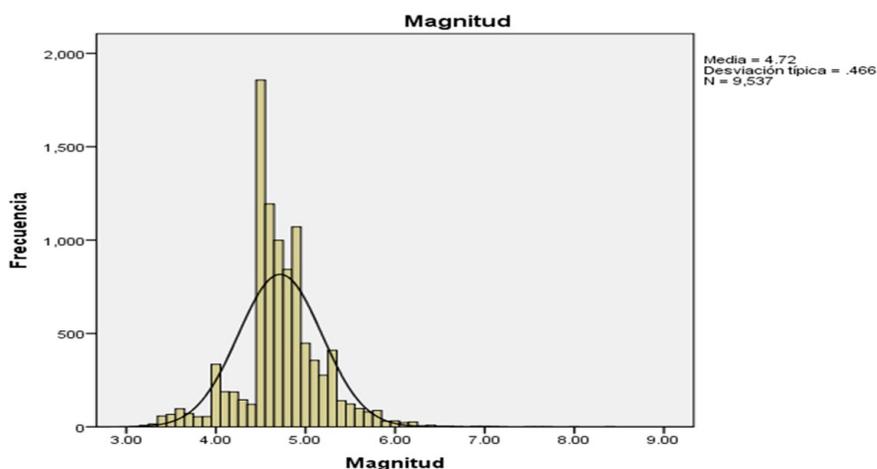
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para identificar las zonas de mayor actividad sísmica, se utilizaron los datos de sismos publicados regularmente por el ICC en su página web, abarcando el periodo desde enero de 1960 hasta junio del 2023, con una magnitud igual o mayor a 3. Para la aplicación del modelo semi-Márkov, se consideraron únicamente los sismos con magnitudes iguales o superiores a 5.5 en las mismas fechas y limitados a las 5 zonas geográficas identificadas previamente.

3.1 RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LOS SISMOS DEL SUR DEL PERÚ

Figura 1

Frecuencia de la magnitud de los sismos



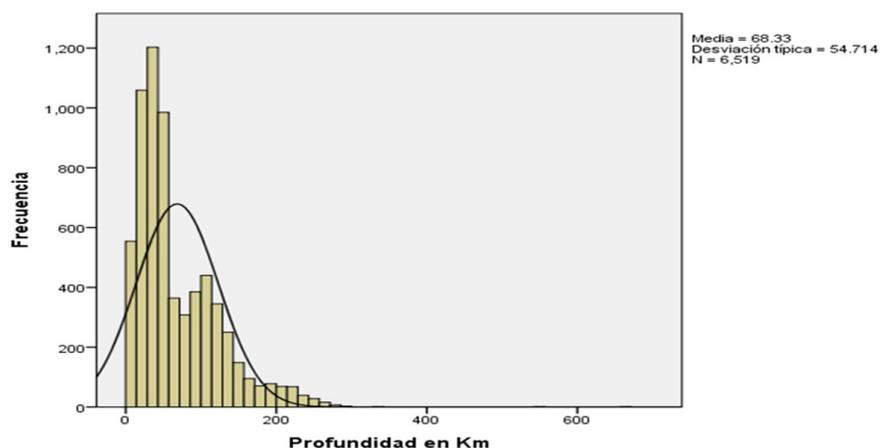
Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Como se puede observar en la Figura Nº 1, la mayoría de los sismos se concentran en magnitudes entre 4.5 y 5.0 Mw. Sin embargo, también se

observa la presencia de sismos con magnitudes superiores a 6.0 Mw, los cuales pueden ser catalogados como terremotos.
La profundidad de los sismos – características generales

Figura 2

Frecuencia de la profundidad de los sismos



Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Como se puede apreciar en la Figura 2, se observa un considerable número de sismos con profundidades inferiores a 60 km, los cuales son conocidos por su capacidad destructiva al tratarse de sismos superficiales.

Tabla 1

Valores descriptivos para los sismos del sur del Perú

Estadísticos	Profundidad en Km	Magnitud Mw
Media	68.33	4.7818
Mediana	48	4.7
Desv. estándar	54.714	0.38569
Mínimo	5	4
Máximo	661	8.4
Válidos	6519	6519
Perdidos	0	0

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Como se muestra en la tabla 1, la profundidad media de los sismos es de 68 km, con una desviación estándar de 54.71 km. Esto implica que aproximadamente el 50% de los sismos se localizan por debajo de esta profundidad, lo cual corresponde a los sismos superficiales, conocidos por ser los más destructivos.

La media de la magnitud es de 4.7 Mw. Nos preocupa que aproximadamente el 50% de los sismos tengan magnitudes superiores a esta media pues corresponde a sismos de alta magnitud.

3.2 IDENTIFICACIÓN DE LAS ZONAS SÍSMICAS

Los datos han sido obtenidos de la página web del Instituto Geofísico del Perú, IGP. (IGP, 2023)

Los sismos del sur del Perú han sido considerados aquellos que se encuentran dentro de las coordenadas Latitud desde -13.001 (que corresponde a la ciudad de Chincha) hasta la latitud -19.49 que corresponde al grupo de sismos alrededor de la ciudad de Tacna, en los cuales se incluyen algunos sismos alrededor de la ciudad de Arica en el norte de Chile. Y respecto a las longitudes consideradas, los sismos con longitudes desde -69.27 hasta -77.63. Además, se han considerado los sismos con magnitud mayor o igual a 3.

Para asegurar la replicabilidad del presente estudio, es crucial considerar los datos proporcionados por el IGP correspondientes a las latitudes y longitudes mencionadas en el párrafo anterior, así como la base de datos que incluye los sismos de las 5 zonas identificadas con mayor frecuencia. Estos sismos deben cumplir con la condición de tener magnitudes iguales o superiores a 5.5 Mw, los cuales fueron utilizados para aplicar el modelo semi-Márkov a los estados geográficos, así como a la magnitud y profundidad de los sismos.

Para identificar las áreas con mayor concentración de sismos, se utilizó la herramienta estadística CC, aplicando variables de latitud y longitud con distancia euclidiana y método promedio dentro de los grupos. Se obtuvieron N grupos, de los cuales se seleccionaron arbitrariamente n grupos que muestran una mayor concentración de sismos de manera gráfica, los cuales fueron incluidos en el estudio, mientras que los demás no se consideraron. Las zonas identificadas se presentan a continuación.

Tabla 2

Zonas sísmicas identificadas con mayor actividad sísmica en el sur del Perú

Zona 1	Maca – Sallalli
Zona 2	Pisco - Ica
Zona 3	Chala - Atico
Zona 4	Tacna - Tarata
Zona 5	Mollendo - Camana

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

A continuación, se muestran las figuras de las zonas geográficas, donde los sismos están representados como puntos, utilizando el programa Google EarthPro y las bases de datos correspondientes.

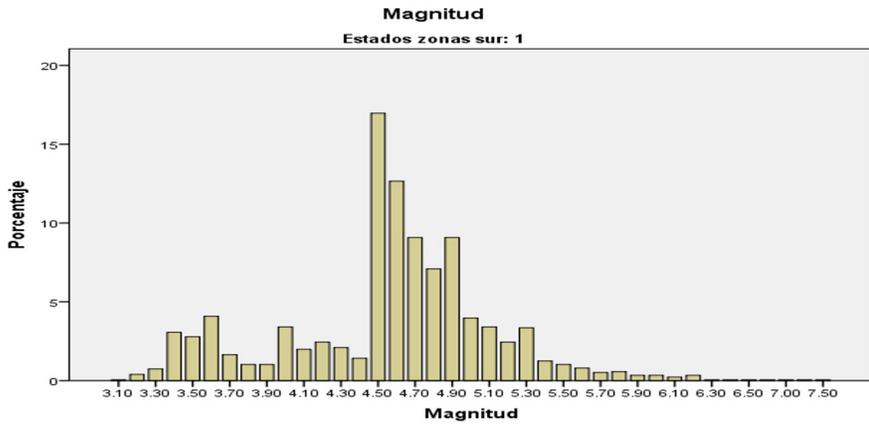
Figura 3

Zona 1: Maca – Sallalli



Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Figura 4
Frecuencia de la Magnitud de los sismos de la Zona 1 Maca-Sallalli



Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

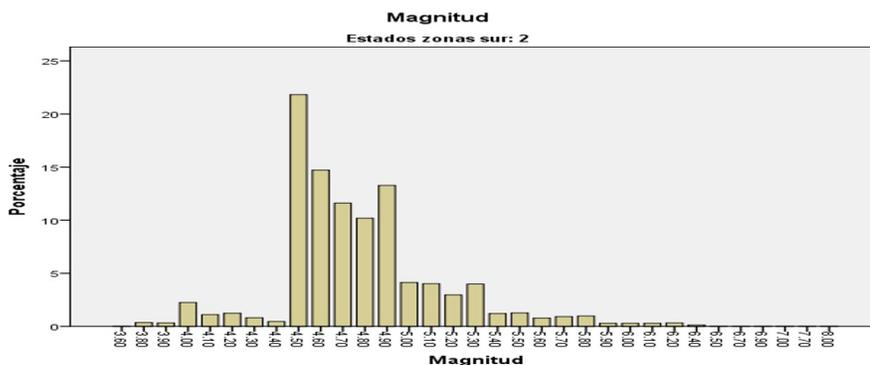
Figura 5
Zona 2 Pisco – Ica



Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Figura 6

Frecuencia de la Magnitud de los sismos de la Zona 2 Pisco-Ica



Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Figura 7

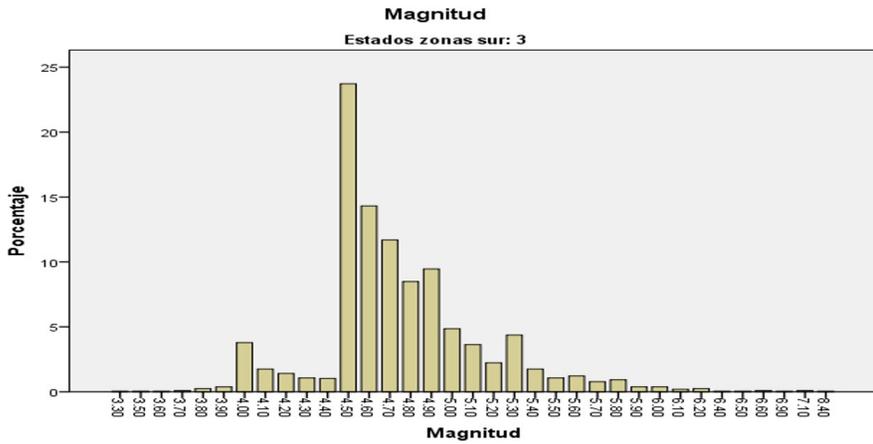
Zona 3 Chala – Atico



Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Figura 8

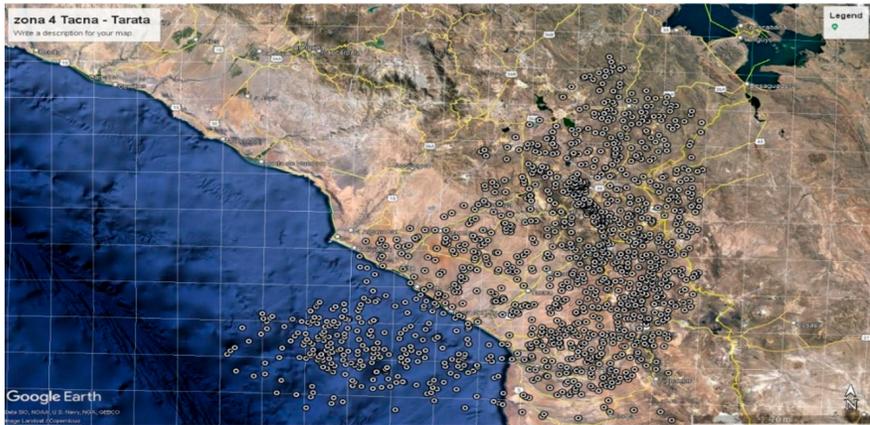
Frecuencia Magnitud de los sismos de la Zona 3 Chala – Atico



Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

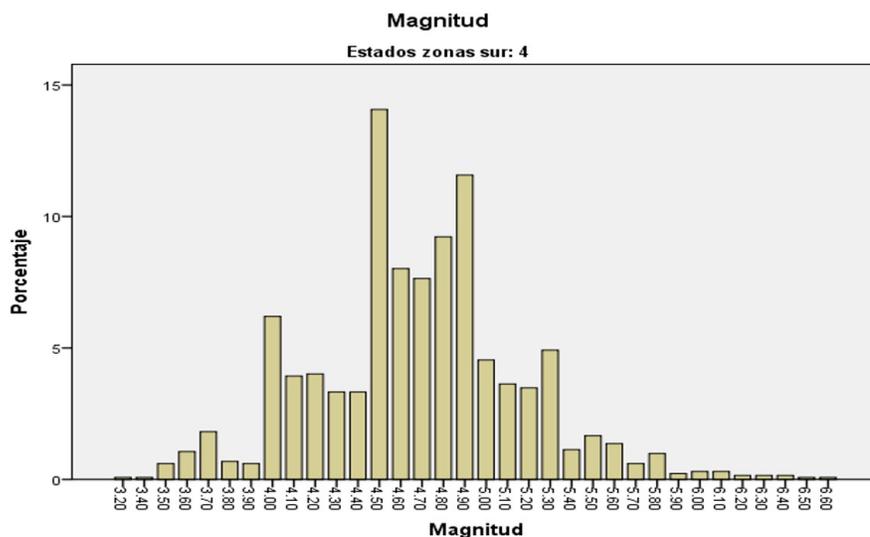
Figura 9

Zona 4 Tacna-Tarata



Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Figura 10
Magnitud de los sismos de la Zona 4 Tacna-Tarata



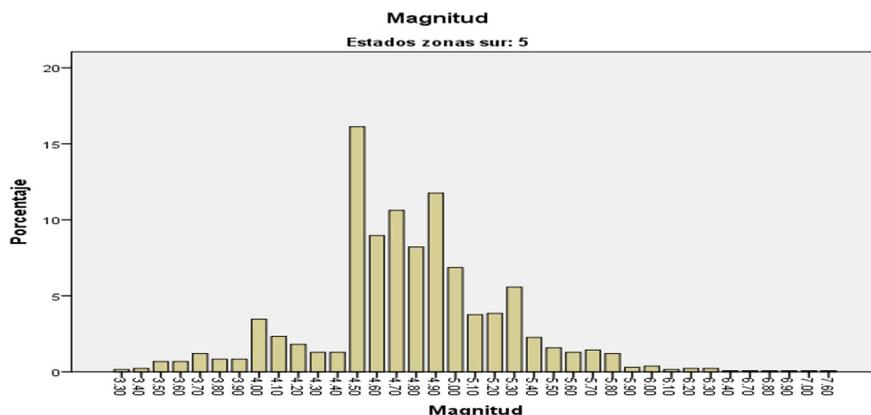
Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Figura 11
Zona 5 Mollendo – Camaná



Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Figura 12
Magnitud de los sismos de la Zona 5 Mollendo-Camaná



Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Como se puede observar en la Figura 12, se nota un aumento significativo en el porcentaje de sismos de magnitud 4.4 Mw a 4.5 Mw, manteniéndose alto hasta alcanzar una magnitud de 5.3 Mw. Además, se registran sismos con magnitudes entre 6.0 Mw y 7.6 Mw, los cuales se consideran como terremotos.

3.3 APLICACIÓN DEL MODELO SEMI-MARKOV A LAS ZONAS GEOGRÁFICAS IDENTIFICADAS

Para la aplicación del modelo semi-Markov, se consideraron los sismos con magnitud mayor o igual a 5.5 Mw, de las 5 zonas geográficas identificadas en el punto anterior.

Tabla 3
Matriz de transición de las zonas geográficas

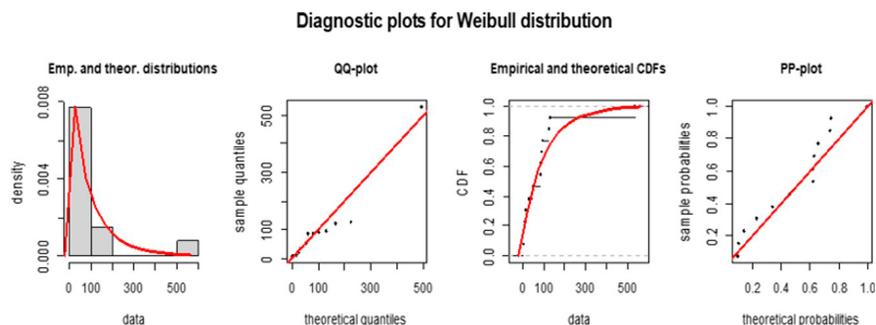
Estados	Maca-Sallalli	Pisco-Ica	Chala-Atico	Tacna-Tarata	Mollendo-Camaná
Maca-Sallalli	0.1688	0.2857	0.2597	0.1558	0.1299
Pisco-Ica	0.2155	0.2759	0.1724	0.1724	0.1638
Chala-Atico	0.1262	0.2330	0.2621	0.2039	0.1748
Tacna-Tarata	0.1842	0.2763	0.2105	0.1579	0.1711
Mollendo-Camaná	0.1571	0.2429	0.3000	0.1571	0.1429

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Cálculo de los parámetros de las distribuciones de los tiempos de espera para cada transición, Weibull (W) o Exponencial, según corresponda el mejor ajuste.

Figura 13

Distribución de Weibull para los tiempos de permanencia en la transición t11



Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Tabla 4

Parámetros de forma y escala de las distribuciones de los tiempos de espera

Transiciones	Param. Forma	Param. Escala	Distribución
t11	0.8584378	89.1998131	weibull
t12	1.219276	73.510288	weibull
t13	0.8810227	76.1155414	weibull
t14	0.7755798	71.5592617	weibull
t15	0.5995549	41.2208355	weibull
t21	1.087901	80.155344	weibull
t22	0.02066156		Exponencial
t23	1.262244	38.744752	Weibull
t24	1.551228	63.134962	Weibull
t25	1.200646	50.091955	Weibull
t31	1.582026	74.393902	Weibull
t32	0.8679904	65.8911397	Weibull
t33	0.9191447	58.7440574	Weibull
t34	0.9887603	39.9986462	Weibull
t35	1.120683	46.396619	Weibull
t41	0.8073415	43.2033854	Weibull
t42	1.153229	60.40362	Weibull
t43	1.095177	49.90906	Weibull
t44	1.169947	101.961268	Weibull
t45	0.01122712		Exponencial
t51	1.018869	62.59436	Weibull
t52	0.7381157	68.2313454	Weibull
t53	0.7950644	40.1406398	Weibull
t54	1.120759	62.051584	Weibull
t55	0.6976586	53.926287	Weibull

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Tabla 5

Cálculo de las probabilidades de acuerdo con las distribuciones de los tiempos de espera, $F_{ij}(t)$, para $t=1$ mes

Estados	Maca-Sallalli	Pisco-Ica	Chala-Atico	Tacna-Tarata	Mollendo-Camaná
Maca-Sallalli	0.3246	0.2849	0.3562	0.3992	0.5624
Pisco-Ica	0.2906	0.4620	0.5152	0.2704	0.4175
Chala-Atico	0.2116	0.3966	0.4168	0.5288	0.4585
Tacna-Tarata	0.5252	0.3599	0.4360	0.2126	0.2860
Mollendo-Camaná	0.3767	0.4203	0.5477	0.3578	0.4853

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Tabla 6

Cálculo de las probabilidades de acuerdo con las distribuciones de los tiempos de espera, $F_{ij}(t)$, para $t= 3$ meses

Estados	Maca-Sallalli	Pisco-Ica	Chala-Atico	Tacna-Tarata	Mollendo-Camaná
Maca-Sallalli	0.6349	0.7219	0.6862	0.6972	0.7975
Pisco-Ica	0.6784	0.8443	0.9448	0.8233	0.8675
Chala-Atico	0.7412	0.7304	0.7724	0.8924	0.8777
Tacna-Tarata	0.8361	0.7948	0.8515	0.5786	0.6359
Mollendo-Camaná	0.7649	0.7068	0.8505	0.7806	0.7606

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Tabla 7

Cálculo de Q_1 para $t = 1$ mes

Estados	Maca-Sallalli	Pisco-Ica	Chala-Atico	Tacna-Tarata	Mollendo-Camaná
Maca-Sallalli	0.0548	0.0814	0.0925	0.0622	0.0730
Pisco-Ica	0.0626	0.1274	0.0888	0.0466	0.0684
Chala-Atico	0.0267	0.0924	0.1093	0.1078	0.0801
Tacna-Tarata	0.0968	0.0995	0.0918	0.0336	0.0489
Mollendo-Camaná	0.0592	0.1021	0.1643	0.0562	0.0693

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Tabla 8

Cálculo de Q_3 para $t = 3$ meses

Estados	Maca-Sallalli	Pisco-Ica	Chala-Atico	Tacna-Tarata	Mollendo-Camaná
Maca-Sallalli	0.1072	0.2063	0.1782	0.1087	0.1036
Pisco-Ica	0.1462	0.2329	0.1629	0.1419	0.1421
Chala-Atico	0.0935	0.1702	0.2025	0.1820	0.1534
Tacna-Tarata	0.1540	0.2196	0.1793	0.0914	0.1088
Mollendo-Camaná	0.1202	0.1716	0.2551	0.1227	0.1087

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Tabla 9

Cálculo de H1 para t = 1 mes

Estados	Maca-Sallalli	Pisco-Ica	Chala-Atico	Tacna-Tarata	Mollendo-Camaná
Maca-Sallalli	0.3640	0	0	0	0
Pisco-Ica	0	0.3939	0	0	0
Chala-Atico	0	0	0.4163	0	0
Tacna-Tarata	0	0	0	0.3705	0
Mollendo-Camaná	0	0	0	0	0.4511

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Tabla 10

Cálculo de H3 para t = 3 meses

Estados	Maca-Sallalli	Pisco-Ica	Chala-Atico	Tacna-Tarata	Mollendo-Camaná
Maca-Sallalli	0.7039	0	0	0	0
Pisco-Ica	0	0.8260	0	0	0
Chala-Atico	0	0	0.8015	0	0
Tacna-Tarata	0	0	0	0.7530	0
Mollendo-Camaná	0	0	0	0	0.7783

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

3.4 APLICACIÓN DEL MODELO SEMI-MARKOV A LA MAGNITUD DE LOS SISMOS

Para aplicar el modelo semi-Markov a la magnitud de los sismos, se ha tenido en cuenta que el estudio está dirigido a sismos de gran magnitud, siendo así, se procedió a clasificar los sismos en tres intervalos: De magnitud 5.5 Mw a 5.99, de 6.00 Mw a 6.49 y de 6.50 a más. Estos intervalos constituyen los tres estados en el modelo semi-Márkov.

Para los cálculos se ha procedido de la misma manera como en el caso de las zonas geográficas.

El primer paso es hallar la matriz de transición.

Tabla 11

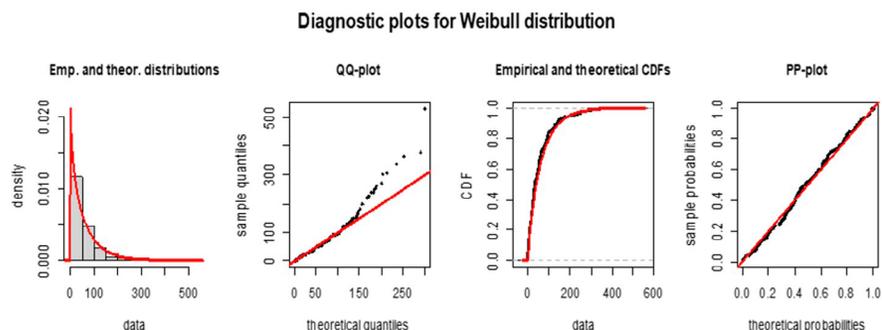
Matriz de transición para los estados de la magnitud de los sismos

Estados	De 5.50 a 5.99	De 6.00 a 6.49	De 6.50 a mas
De 5.50 a 5.99	0.7640	0.1880	0.0480
De 6.00 a 6.49	0.7830	0.1690	0.0480
De 6.50 a mas	0.6250	0.2500	0.1250

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Figura 14

Distribución de Weibull para los tiempos de permanencia en la transición t11



Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Tabla 12

Parámetros de forma y escala de la distribución de los tiempos de espera para cada transición de la magnitud de los sismos

Transición	P. Forma	P. Escala	Distribución
t11	0.9147	60.3114	Weibull
t12	1.0090	59.0916	Weibull
t13	0.8589	64.0177	Weibull
t21	0.9339	68.9664	Weibull
t22	21.0433	7.9878	Cauchy
t23	0.9220	70.7382	Weibull
t31	0.9577	53.8768	Weibull
t32	0.9485	29.2336	Weibull
t33	0.6652	18.6559	Weibull

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Y así, se procedió de la misma manera como en el caso de las zonas geográficas, llegamos al cálculo de H3, para t = 3 meses:

Tabla 13
Cálculo de H3 para $t = 3$ meses

Estados	De 5.50 a 5.99	De 6.00 a 6.49	De 6.50 a mas
De 5.50 a 5.99	0.7660	0	0
De 6.00 a 6.49	0	0.7628	0
De 6.50 a mas	0	0	0.8572

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

3.5 APLICACIÓN DEL MODELO SEMI-MARKOV A LA PROFUNDIDAD DE LOS SISMOS

Definición de los estados de la profundidad:

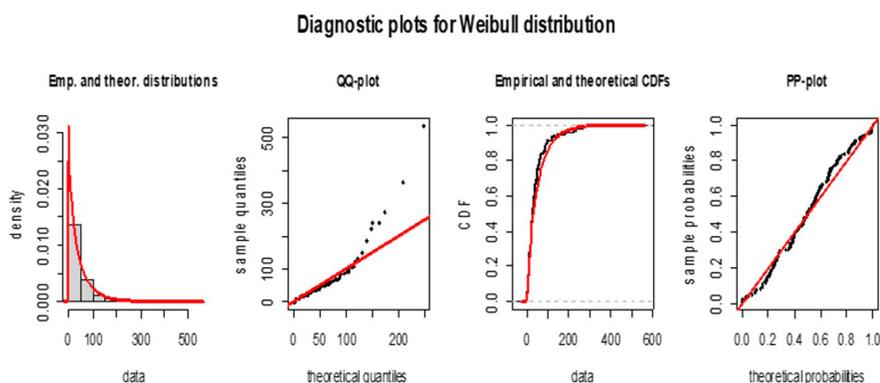
Estado 1: Hasta 60 Km, Estado 2: De 60 a 100 Km, Estado 3: Mas de 100 Km

Tabla 14
Matriz de transición de los estados de la profundidad

Estados	hasta 60Km	De 60 a 100Km	Más de 100Km
hasta 60Km	0.544	0.199	0.257
De 60 a 100Km	0.536	0.167	0.298
Más de 100Km	0.556	0.188	0.256

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Figura 15
Distribución de Weibull para los tiempos de permanencia en la transición t11



Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

Tabla 15

Parámetros de forma y escala de las distribuciones de los tiempos de espera en los estados de la profundidad

Transiciones	P. Forma	P. Escala	Distribución
t11	0.8851	47.2165	Weibull
t12	0.8164	47.6679	Weibull
t13	1.2009	68.4277	Weibull
t21	0.8953	44.6217	Weibull
t22	1.1513	116.2301	Weibull
t23	1.2728	71.7330	Weibull
t31	0.9337	68.4589	Weibull
t32	0.9294	94.0653	Weibull
t33	0.9615	75.6627	Weibull

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

En forma similar al caso de las zonas geográficas, la aplicación del modelo semi-Márkov a los estados de la profundidad, llegamos a calcular H_3 , para $t = 3$ meses.

Tabla 16

Cálculo de H_3 para $t = 3$ meses

Estados	hasta 60Km	De 60 a 100Km	Más de 100Km
hasta 60Km	0.8062	0	0
De 60 a 100Km	0	0.7610	0
Más de 100Km	0	0	0.6966

Fuente: Elaboración propia. Datos IGP.

4. DISCUSIÓN

Se han identificado 5 zonas geográficas con mayor frecuencia de sismos de magnitud mayor a 3.0 Mw, para lo cual se ha usado la herramienta estadística Cluster Análisis. Las zonas identificadas son: Zona 1: Maca-Sallalli; Zona 2: Pisco-Ica; Zona 3: Chala-Atico; Zona 4: Tacna-Tarata y Zona 5: Mollendo-Camaná. De acuerdo con la metodología del modelo semi-Márkov, que se basa en la matriz de transición de los estados o zonas geográficas y en la matriz H_i (para $i=1,3,6$), que representa las probabilidades de ocurrencia de sismos en dichas zonas, podemos afirmar que las zonas geográficas segunda (Pisco-Ica) y tercera (Chala-Atico) presentan los mayores riesgos de ocurrencia de sismos de gran magnitud, con probabilidades de 0.82 y 0.80, respectivamente, en un periodo de 3 meses (ver Tabla 10, Cálculo de H_3 para $t = 3$ meses para los estados de las zonas geográficas).

Para el caso de ocurrencia de sismos en las magnitudes (estados), podemos afirmar que es el tercer intervalo, el que presenta la mayor probabilidad de ocurrencia, con 0.85, lo cual nos indica que hay una mayor probabilidad que ocurra un sismo con mayor magnitud a 6.5Mw, en un periodo de 3 meses.

Para el caso de los estados de la profundidad, el resultado ha sido en el primer estado (hasta 60 Km), con la mayor probabilidad de 0.80, en sismos catalogados como superficiales, lo cual también es preocupante, dado que estos sismos son los más destructivos.

Se tomó en cuenta la afirmación teórica de (Sadegian, 2012) que “Las probabilidades de transición desde zonas geográficas a otras zonas geográficas, son independientes de las probabilidades de transición desde las magnitudes a otras magnitudes”. En el presente trabajo se extiende esta idea a la independencia de las probabilidades de transición desde los estados de la profundidad a otros estados de la profundidad.

Combinando los resultados de las tres dimensiones (Zonas geográficas, Magnitud y Profundidad) para sismos de alta magnitud (Magnitud mayor a 6.5 Mw), resultó para Pisco-Ica la probabilidad de ocurrencia de $0.826 * 0.8572 = 0.71$ y para Chala-Atico, $0.8015 * 0.8572 = 0.70$ en un periodo de 3 meses.

Si, además, en el periodo de 3 meses, consideramos a la profundidad superficial (profundidad hasta 60 Km) resultaría $0.8062 * 0.71 = 0.5724$ y $0.8062 * 0.70 = 0.5643$ las probabilidades de ocurrencia de sismos de alta magnitud y superficiales; y en las zonas de mayor riesgo, esto es, para Pisco-Ica y para Chala-Atico respectivamente.

Entre las limitaciones al presente trabajo, se considera el ámbito de estudio, el cual abarca la región sur del Perú, el cual podría ser muy amplio. Si el modelo es aplicado a zonas de menor ámbito, los resultados podrían ser más precisos.

5. CONCLUSIONES

1. Se ha identificado 5 zonas de mayor concentración de sismos en el sur del Perú, Zona 1: Maca-Sallalli;
Zona 2: Pisco-Ica;
Zona 3: Chala-Atico;
Zona 4: Tacna-Tarata y
Zona 5: Mollendo-Camaná.
2. Con la aplicación del modelo semi-Márkov, a las zonas geográficas de mayor concentración de sismos del sur del Perú, se ha identificado la Zona 2 (Pisco-Ica) con probabilidad 0.82, pronóstico en un periodo de tiempo de 3 meses (ver Tabla 10, Cálculo de H3 para $t = 3$ meses para los estados de las zonas geográficas).
3. Para el caso de ocurrencia de sismos en las magnitudes (por estados), se afirma que es el tercer estado, la que presenta la mayor probabilidad de ocurrencia, con 0.85, lo cual nos indica que hay una alta probabilidad que ocurra un sismo con magnitud mayor a 6.5, en un periodo de 3 meses, (Ver Tabla 13 Cálculo de H3 para $t = 3$ meses).
4. También se ha aplicado el modelo semi-Márkov a los estados de la profundidad, resultando el primer estado (Profundidad hasta 60Km, sismos superficiales) con 0.8062, la mayor probabilidad de ocurrencia, (Ver Tabla 26 Cálculo de H3 para $t = 3$ meses).
5. Combinando los resultados anteriores, para sismos de alta magnitud (Magnitud > 6.5), resulta para la Zona 2 (Pisco-Ica) una probabilidad de ocurrencia de 0.71, pronóstico en un periodo de tiempo de 3 meses.
6. Si además consideramos a los sismos con profundidad superficial (Profundidad < 60 Km), para la Zona 2 (Pisco-Ica) la zona geográfica con mayor riesgo, y alta magnitud, resultó una probabilidad de ocurrencia de 0.57, pronóstico en un periodo de tiempo de 3 meses.

6. REFERENCIAS

- Altinok, Y., & Kolcak, D. (1999). An application of the semi-Markov model for earthquake occurrences in North Anatolia, Turkey. *Journal of the Balkan Geophysical Society*, 2(4), 90-99.
https://www.balkangeophysoc.gr/online-journal/1999_V2/nov1999/pdf/v2-4-1.pdf
- Alvarez, E. E. (2005). Alvarez, Estimation in stationary Markov renewal processes, with application to earthquake forecasting in Turkey. *Environmental Science, Engineering, Mathematics Methodology and Computing in Applied Probability*, 7, 119-130. <https://doi.org/10.1007/s11009-005-6658-2>
- Garavaglia, E., & Pavani, R. (2011). About earthquake forecasting by Markov renewal processes. *Methodology and Computing in Applied Probability*, 13, 155-169. <https://doi.org/10.1007/s11009-009-9137-3>
- IGP, I. G. (2023). Descargar Datos. Instituto Geofísico del Perú.
Obtenido de <https://ultimosismo.igp.gob.pe/descargar-datos-sismicos>
- Janssen, J., & Manca, R. (2006). *Applied semi-Markov processes*. Springer Science & Business Media. <https://doi.org/10.1007/0-387-29548-8>
- Leonard Kaufman, Peter J. Rouseeuw (2005) *Finding Groups in Data. An Introduction to Cluster Analysis*. Wiley-Interscience
- Masala, G. (2012). Earthquakes occurrences estimation through a parametric semi-Markov approach. *Journal of Applied Statistics*, 39(1), 81-96.
<https://doi.org/10.1080/02664763.2011.578617>
- Sadeghian, R. (2012). Forecasting time and place of earthquakes using a Semi-Markov model (with case study in Tehran province). *Journal of Industrial Engineering International*, 8, 1-7. <https://doi.org/10.1186/2251-712X-8-20>
- Tavera, H. (2001). Peligro sísmico en Lima y el país. *Revista del Centro de Estudios y Prevención de desastres*, 8(14), 30-35. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/832>
- Tavera, H., Salas, H., Jimenez, C., Antayhua Vera, Y. T., Vilcapoma, L., Millones, J., ... & Rodríguez, S. (2001). El terremoto de la región del sur del Perú del 23 de junio de 2001. Instituto Geofísico del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/1121>
- Tavera, H., Bernal, I., & Salas, H. (2007). El sismo de Pisco del 15 de agosto, 2007 (7.9 Mw) departamento de Ica - Perú (informe preliminar). Instituto Geofísico del Perú. <http://hdl.handle.net/20.500.12816/1115>

Percepción de ciberbullying en estudiantes de pregrado de la Universidad Nacional de Ingeniería, Lima-Perú

Perception of cyberbullying in undergraduate students at the National University of Engineering, Lima-Perú

Elba Sissi Acevedo Rojas¹, Yenny Desiret Cabrera Millán²

Recibido: 21/12/2023
Aceptado: 14/05/2024
Publicado: 27/09/2024

¹ Universidad Católica de Lyon, Lyon, Francia

Correspondencia:
eacevedor@uni.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-1090-6012>

² Ministerio Público, Lima, Perú

Correspondencia:
ycabrera@mpfn.gob.pe
<https://orcid.org/0000-0002-6306-0452>

Licencia:



Revista de la Facultad de Ingeniería Económica, Ingeniería Estadística y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Ingeniería

RESUMEN

El ciberbullying es una modalidad de violencia entre pares que se manifiesta mediante el empleo de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). La creencia previa de que los casos de bullying disminuían a medida que las personas maduraban ha sido cuestionada por investigaciones que demuestran la persistencia de esta problemática en el ámbito universitario. Objetivo: Este estudio tiene como objetivo analizar la prevalencia de las víctimas, la frecuencia de las agresiones y la observación de conductas violentas que se dan a través de los medios digitales. Metodología: es cuantitativo de tipo exploratorio-descriptivo; la muestra fue probabilística y la conformaron 374 estudiantes universitarios. Instrumentos de recogida de datos: el instrumento trabajado fue ad hoc y un Alfa de Cronbach de 0.903, además de su validez de contenido mediante juicio de expertos. Resultados: los resultados señalaron que los estudiantes hombres son frecuentemente agresores y usan diversas modalidades para su fin. Por otro lado, las mujeres, en su mayoría, suelen ser víctimas. De cada 100 universitarios, 14 son agresores, 29 son víctimas y 57 espectadores de manera recurrente. Conclusiones: se ha observado un aumento constante de estos incidentes, en gran parte debido a la aparición de una plataforma de manifestación más eficaz: las redes sociales.

Palabras Clave: *ciberbullying, ciberacoso, ciber espectadores, ciber victimización, ciber agresión.*

ABSTRACT

Cyberbullying is a form of peer violence that manifests itself through the use of information and communication technologies (ICT). The previous belief that bullying decreased as people matured has been challenged by research showing the persistence of this problem at the university level. Aim: This study aims to analyze the prevalence of victims, the frequency of aggressions and the observation of violent behaviors occurring through digital media. Methodology: it is quantitative of an exploratory-descriptive type; the sample was probabilistic and was made up of 374 university students. Data collection instruments: the instrument used was ad hoc and had a Cronbach's Alpha of 0.903, in addition to its content validity through expert judgment. Results: the results indicated that male students are frequently aggressors and use various modalities for this purpose. On the other hand, women, for the most part, tend to be victims. Out of every 100 university students, 14 are aggressors, 29 are victims and 57 are recurrent bystanders. Conclusions: A steady increase in these incidents has been observed, largely due to the emergence of a more effective platform for manifestation: social networks.

Keywords: *cyberbullying, cyberharassment, cyber bystanders, cyber victimization, cyber aggression.*

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se menciona el término “bullying” o acoso, suele evocarse la imagen de situaciones ocurridas durante la etapa escolar o en momentos de inmadurez en la vida de una persona. Es menos común considerar que este problema pueda trascender los entornos escolares y afectar a otras poblaciones, como la universitaria. Además, es importante destacar que la mayoría de las investigaciones sobre el acoso o bullying se han centrado principalmente en estudiantes de educación básica, con una proporción considerablemente menor de estudios enfocados en la educación superior (Méndez et al., 2019; Rivadulla & Rodríguez, 2019).

Comúnmente se asume que en la etapa universitaria los conflictos con los compañeros disminuirán o se resolverán por completo; no obstante, esta percepción no se ajusta a la realidad. En el ámbito universitario, está emergiendo una forma de violencia en constante aumento, el acoso virtual o cibernético, impulsado por la amplia disponibilidad y facilidad de uso de dispositivos como los teléfonos celulares. Durante esta etapa, las agresiones verbales, la exclusión social, la discriminación basada en factores económicos o raciales,

así como los abusos laborales, representan las manifestaciones de acoso más prevalentes (Méndez et al., 2019; Caurcel & Crisol, 2022).

La agresión entre pares, previamente considerada perjudicial en los entornos físicos, ha experimentado una agravación significativa al trasladarse y arraigarse en los espacios virtuales. En estos contextos, las redes sociales se han convertido en el terreno común para la difusión de contenido que contiene tanto violencia explícita como implícita. Esta transición ha resultado en una mayor revictimización para aquellos que son objeto de ataques, ya que las víctimas no se encuentran seguras ni siquiera en sus propios hogares. Esta forma de crueldad se perpetúa de manera continua y se caracteriza por un alto grado de compartición de contenido agresivo. Además, la proliferación de dispositivos móviles y el acceso generalizado a las redes sociales han llevado a que un gran número de personas estén conectadas las 24 horas del día, lo que les permite ser testigos de actos de acoso publicados en línea. Sin embargo, la decisión de intervenir o tomar medidas ante estas manifestaciones de ciberagresiones puede variar significativamente (Caurcel & Crisol, 2022).

Entonces, ¿qué constituye el acoso o bullying? Se refiere al hostigamiento físico, psicológico, emocional y social que un individuo o un conjunto de personas perpetrar contra otro. El acoso se caracteriza por una serie de atributos distintivos: en primer lugar, implica una víctima que es objeto de ataques, ya sea por parte de un grupo o un agresor individual; en segundo lugar, existe una disparidad de poder entre el acosador o acosadores y la víctima; en tercer lugar, la acción agresiva tiende a ser persistente y se prolonga durante un periodo específico; por último, la intimidación puede llevarse a cabo tanto en solitario como en grupo, pero suele dirigirse a sujetos individuales, rara vez afectando a un conjunto de personas (García-Maldonado et al., 2011; Serrano & Serrano, 2014; Riese & Urbansky, 2018; Rivadulla & Rodríguez, 2019).

Por su parte, Muñoz (2018) lo define como una forma de agresión interpersonal a compañeros de una institución educativa en la que se intenta de alguna manera continuar con el daño de diversas formas; y, ello, a causa de un desequilibrio de poder entre el agresor y la víctima. Este acoso o violencia se manifiesta de forma: social, individual o física. En este marco, Hernández y Solano (2007) explican seis diferencias puntuales sobre el bullying tradicional:

la identidad del acosador que puede ser desconocida o no por la víctima, la facilidad con la que se hacen las agresiones, la rápida e inmediata difusión del acoso, el alcance a una amplia audiencia de estas conductas, la permanencia en el tiempo de las acciones por medio utilizado y la vulnerabilidad permanente de la víctima. (p.11)

Un informe de la UNESCO (2018) dio a conocer una disminución del bullying en casi la mitad de los países, pero se evidenció un alza significativa al tratarse de bullying en medio digitales, más conocido como ciberbullying. Por lo que es importante reconocerlo para buscar su erradicación. El ciberbullying denominado también, como ciberacoso, que se manifiesta cuando una persona es avergonzada, amenazado/a, acosado/a, por otra persona que usa las tecnologías digitales como: Internet, teléfonos móviles, u otras tecnologías telemáticas. Dicha agresión puede incluso prolongarse hasta la cotidianidad del o la agredida (por ejemplo, mediante WhatsApp o mensajes instantáneos) (Jiménez y Farré, 2015).

De la misma forma, Redondo et al. (2017) lo definen como aquella conducta agresiva e intencional mediada a través de cualquier dispositivo electrónico donde es notoria su reiteración; además, que está dirigida por un individuo o grupo hacia una persona indefensa. Sobre este fenómeno en comparación al acoso tradicional se emplea cualquiera de las posibilidades de uso de las nuevas tecnologías de la información y comunicación (TIC) para hostigar a su víctima sin que exista límite; ya que las publicaciones en la nube permanecerán allí, aunque se las busque eliminar. Bajo este formato de agresión, la víctima no podrá encontrar descanso a su sufrimiento; dado que, muchas veces el agresor-a o agresores incluso, suelen colocar sus datos en diferentes páginas (incluyendo las de contenido sexual), y quienes lo hacen se mantienen en el anonimato, generando mayor daño a la víctima, ya que así, mantienen su impunidad (Méndez et al., 2019).

En la investigación realizada por Serrano y Serrano (2014) algunos universitarios entrevistados justificaron que la agresión que se generaba en las redes sociales, como el Facebook se producía debido a que las personas suelen aceptar a desconocidos. También, mencionaron que los motivos por el que unos agreden a otros a través de las redes sociales se dan por los siguientes casos: por envidia (85%), competencia (75%), vulnerabilidad (72%), lucha de poder (52%).

Por su parte Bernardo et al. (2020) en la investigación realizada a estudiantes universitarios españoles, ellos afirmaron que por las situaciones de acoso en la institución estaban pensando abandonar la universidad, 148 estudiantes que sufrieron de acoso manifestaron no contar con el apoyo del profesorado y de ellos un 64,9% pensó en abandonar la universidad.

Por otro lado, en la misma investigación, fueron 353 estudiantes que afirmaron haber sufrido de acoso, pero contaron con el apoyo de sus docentes. No

obstante, el 85,4% de ese resultado pensó, de igual forma, abandonar la universidad. Los estudiantes que sufrieron de acoso y no contaron con el apoyo del gremio estudiantil fueron 310 y, de ellos, un 80,6% pensó en abandonar la institución; y, en la misma línea, los estudiantes que han sufrido de acoso y que, además, cuentan con el apoyo de su colectivo fueron un total de 159 y de esa cifra 75,8% siente que debe abandonar la universidad (Bernardo et al., 2020). Se puede inferir de la investigación que, no es garantía contar con el apoyo del profesorado o del gremio de estudiantes para que una víctima de acoso permanezca en la universidad; en cambio, la tranquilidad emocional sí lo es.

En otro estudio realizado en una universidad mexicana y otra española evidenciaron que los hombres suelen ser los mayores agresores y, las víctimas en su mayoría suelen ser mujeres, de igual forma manifiestan que no hay muchas investigaciones de acoso o ciberacoso desagregadas por sexo (Muñoz, 2018; Rivadulla & Rodríguez, 2019). En los hallazgos de Rivadulla y Rodríguez (2019), un 45,2% de las mujeres acosadas señaló que sus antiguos amigos fueron sus agresores. En el caso de los hombres agresores, manifestaron que 66,7% no ha sido amigo de su víctima. Por otro lado, los estudiantes encuestados afirmaron que más del 50% había acosado a su víctima en grupo de entre 2 a 5 personas; y, en solitario, las mujeres acosadoras fueron un 20,6% y los hombres un 27,8%.

En la investigación realizada por Cauce y Crisol (2022) en tiempos de pandemia a estudiantes de la Universidad de Granada, evidenciaron que la cibervictimización antes de pandemia fue de 16,2% pero durante la pandemia esta se redujo a 8,0%; en cambio, los ciberagresores antes de la pandemia fueron 8,4% sin rol y con rol 68,8%; y, luego, en ambos casos aumentaron a 8,7% sin rol y con rol 79,4% durante la pandemia. Estos datos son un claro ejemplo de que el acoso trasciende lo físico y, que ahora, la tecnología está facilitando el actuar de los victimarios.

Para Méndez et al. (2019), los principales agentes del acoso son: las víctimas, los observadores (testigos o espectadores) y los agresores o llamadas también: cibervíctimas, ciberagresores y ciberobservadores (Souza et al., 2022). Asimismo, las principales variables con las que se ha asociado a quienes son acosadores(as) son: falta de empatía, "crueldad emocional, tenencias psicóticas, conductas machistas, problemas conductuales, personalidad antisocial, susceptibilidad a la presión de pares, ansiedad y depresión, algunos acosadores tienen alta inteligencia social y estatus", no tienen sentimientos de culpa, en cambio justifican sus agresiones a las rupturas en sus relaciones de parejas e

incluso, se producen las extorsiones a la expareja, los celos, la intolerancia, los prejuicios sexuales y raciales, los estereotipos de género, entre otros. Muchos agresores existen a causa de la normalización de la violencia que se produce desde edades tempranas (Oliveros, et al., 2012; Hymel & Swearer, 2015, p. 15; Caurcel & Crisol, 2022).

Garaigordobil (2011) por su parte, afirma que muchos bullies suelen crearse perfiles anónimos e inclusive falsos, pues de ese modo es más difícil su identificación; y ello, los hace reflejar un comportamiento provocador y de intimidación permanente. Las razones de este comportamiento agresivo muchas veces ocurren debido a que los ambientes familiares son poco afectivos y muchas veces agresivos respecto a la resolución de conflictos. Avilés (2009) refuerza esta premisa, cuando señala que los adolescentes que actúan de una forma violenta son porque lo aprendieron en el hogar; ya que, en algunos casos, suele ser el nicho de propagación de agresiones y malos tratos. Por lo que estos adolescentes proyectan su enojo a través de las redes sociales, buscando de esta manera el deseo de intimidar y dominar a otros que consideran más vulnerables.

Por otro lado, las consecuencias del ciberbullying para las víctimas suelen ser funestas, las más comunes son la baja autoestima, insomnio, enuresis, ansiedad, cefalea, dolor abdominal, infelicidad, pérdida de confianza en sí mismo-a y dificultades académicas (García-Maldonado et al., 2012). También, depresión, estrés, miedo, ira, frustración, somatizaciones y, en situaciones extremas puede llevar a la violencia juvenil e incluso suicidio (Garaigordobil, 2015). Asimismo, las víctimas que se llenan de ira, ya sea por la impunidad que tiene el agresor o el anonimato puede llevarlas a convertirse en agresoras (Caurcel & Crisol, 2022).

Como se mencionó previamente, el ciberbullying se distingue por su impacto emocional particularmente devastador en comparación con las agresiones físicas. Esto se debe al hecho de que las publicaciones de contenido multimedia denigrante son percibidas como altamente perjudiciales en relación con las formas tradicionales de agresión. En este contexto, las víctimas a menudo se enfrentan a una dificultad notable para escapar de esta forma de violencia, ya que las agresiones tienden a perdurar y reproducirse de manera continua a través de diversos medios informáticos durante un periodo prolongado. Además, resulta fútil intentar eliminar todos los archivos compartidos en plataformas en línea, lo que agrava aún más la situación (Smith, 2006).

En este tipo de violencia las consecuencias no solo generan daño a las víctimas sino, incluso, para los otros implicados tales como: agresores y espectadores

quienes también se ven afectados por esta forma de conducta. Por ejemplo, los ciberacosadores suelen sufrir de insomnio, cefalea, ansiedad, falta de empatía, ausentismo y suspensión escolar y en casos más extremos trastornos de conducta e inclusive conducta delictiva, algunas veces también, pueden manifestar conductas psicopatológicas y psicosomáticas (García-Maldonado, et al., 2012). En el caso de los espectadores, pueden incluso sentir culpa por no hacer algo, pero también, miedo de ser las nuevas víctimas; en ambos casos el sentimiento que les genera es ansiedad (Sánchez et al., 2016).

Para mitigar o eliminar esta forma de violencia que está causando un aumento en el número de víctimas, es esencial enfocarse en los observadores, espectadores o testigos, ya que ellos representan actores que pueden proporcionar apoyo a la víctima o mostrar indiferencia ante la situación. En este contexto, la investigadora finlandesa Salmivalli (2010) destaca que los observadores desempeñan un papel crucial en la persistencia del ciberbullying, dado que este fenómeno tiene un componente grupal que lo vincula con la necesidad de aprobación entre los participantes. En consecuencia, los espectadores tienen un rol determinante en los esfuerzos para combatir el acoso. Salmivalli conceptualiza el acoso y el ciberacoso como un proceso de violencia grupal, lo que significa que los observadores pueden expresar apoyo al agresor en algunos casos o manifestar su rechazo hacia la conducta violenta. De manera similar, Machackova y Pfetsch (2016) señalan que la actitud empática de los espectadores puede contribuir a detener el acoso, mientras que una actitud pasiva puede prolongar la duración de este.

La importancia del trabajo con los espectadores radica en la empatía hacia la víctima. Los espectadores o testigos pueden ser verdaderos agentes de cambio; por lo que, rechazar la conducta agresiva, mostrar su apoyo y dar soporte a la víctima, puede generar un cambio social (Acevedo, 2020). Por lo que es una necesidad urgente que se trabajen políticas de prevención frente al acoso en todas sus formas, que trabajen en una comunicación más asertiva y empática, pero para ello se requiere que este tipo de problemas sea parte de una agenda política, que las autoridades universitarias o escolares hagan suyo esta problemática para de esa forma poder enfrentarla (Barlińska et al., 2013).

El objetivo general de este artículo es determinar la percepción del ciberbullying en estudiantes pregrado de la UNI matriculados en el periodo académico, 2020-II. Y, los objetivos específicos son los siguientes: (OE1) determinar la percepción de ciberbullying en los agresores de violencia cibernética. (OE2) determinar la percepción de ciberbullying en las víctimas; y, (OE3) determinar la frecuencia con que los espectadores perciben conductas de ciberbullying.

Investigar el tema del ciberbullying dentro de la Universidad es de vital importancia. En primer lugar, el ciberbullying es un problema creciente que afecta a personas de todas las edades y ámbitos sociales, y la comunidad universitaria no está exenta de ello. Sin embargo, los trabajos realizados en el contexto universitario son más escasos comparados con los realizados en niveles académicos inferiores (López, 2017; Laorden-Gutiérrez et al., 2023).

Se trabajó con el estudiantado de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), ya que, al ser una institución de prestigio y con un enfoque en áreas técnicas y científicas, tiene la responsabilidad de liderar investigaciones que aborden problemas emergentes en la sociedad, como es el caso del ciberbullying. Al no haber una investigación primigenia sobre este tema en la UNI, existe una brecha de conocimiento que necesita ser llenada para comprender mejor la prevalencia, las causas y las implicaciones del ciberbullying en este contexto específico.

Asimismo, la difusión de videos íntimos a través de redes sociales¹, subrayan la urgencia de abordar este problema de manera sistemática y científica. Investigar el ciberbullying en la Universidad de Ingeniería no solo permitirá identificar y comprender mejor los desafíos específicos que enfrentan los estudiantes, sino que también proporcionará una base sólida para el desarrollo de políticas, programas de prevención y recursos de apoyo que puedan mitigar este problema y promover un entorno universitario seguro y saludable para todos los miembros de la comunidad.

2. METODOLOGÍA

El presente trabajo de investigación es cuantitativo de diseño no experimental, primero, debido a que se busca cuantificar el fenómeno del ciberbullying, segundo, porque no existe manipulación de las variables de investigación. Asimismo, es de corte transversal, ya que la recolección de datos se realizó en un solo momento a los estudiantes de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Lima (Hernández, et al., 2016). A su vez, la investigación es de tipo exploratorio-descriptiva. Exploratorio porque se está llevando a cabo un estudio inicial para comprender este fenómeno del ciberbullying, las investigadoras se están centrando en la recopilación de datos para identificar patrones, tendencias o relaciones que puedan existir en el tema de estudio, así como sus características y comportamientos. Esto debido a que existe muy poca información

1 Monzón (2019) #Estamos hartas. <https://elcomercio.pe/lima/hartas-difundieron-mi-video-intimo-qui-se-suicidarme-video-noticia-ecpm-639961-noticia/>

al respecto, no solo sobre la situación del ciberbullying del estudiantado universitario de la UNI, sino también, a nivel nacional e incluso, regional.

En la misma línea, es descriptivo ya que, se centra en recopilar datos que permitan entender cómo es el fenómeno en estudio, sin necesariamente profundizar en las causas o explicaciones subyacentes. En lugar de buscar relaciones causales, se concentra en proporcionar una imagen clara y precisa del objeto de estudio (Hernández et al., 2016).

Población y Muestra

Estuvo conformada por estudiantes de pregrado de la UNI y según la Oficina de Registro Central y Estadística (2020) de la misma universidad, esta población estuvo conformada por 11378 estudiantes de pregrado matriculados en el periodo 2020-II; de las cuales las mujeres representan el 15 % de la población y 85 % hombres. El recojo de la muestra fue probabilística simple, es decir, que cada miembro de la población tenía la misma oportunidad de ser incluido en la muestra, lo que ayuda a garantizar la representatividad de la muestra y a reducir el sesgo en los resultados (Hernández, et al., 2016). La muestra tuvo un 95% de confianza y 5% de margen de error.

$$n = N \times ne / Ne$$
$$n = 372$$

Donde:

- n es el tamaño de la muestra deseada.
- N es el tamaño total de la población (11378).
- ne es el nivel de confianza expresado en términos decimales (por ejemplo, 0.95 para un nivel de confianza del 95%).
- Ne es el tamaño de la población de donde se extrae la muestra (11378, ya que se trata de una muestra aleatoria simple de la misma población). Además, es el margen de error expresado en términos decimales (por ejemplo, 0.05 para un margen de error del 5%).

Tabla 1

Recojo de datos por facultades de la UNI

Facultad	Respuestas	Facultad	respuestas
FC	11	FIQT	25
FIIS	18	FIGMM	21
FIEE	25	FIM	78
FIC	13	FAUA	47
FIA	47	FIEECS	98
FIP	13	Total	396

Fuente: Google form

Para aplicar el cuestionario se conversó con docentes de diversas facultades para que compartan la encuesta virtual con sus estudiantes. El formulario Google contenía la información del objetivo de la investigación, así como su posterior análisis, también se hizo referencia al anonimato de los datos recojidos y al consentimiento informado. Por lo que se cumplió con los principios éticos de la investigación. La encuesta también contenía algunos criterios de exclusión, tales como: código y correo UNI, necesarios para su resolución. Se obtuvo un recojo de 396 datos, luego se procedió a realizar las exclusiones necesarias de acuerdo con los filtros señalados (código UNI y si son estudiantes actuales de pregrado). Al final, la muestra estuvo conformada por 374 estudiantes que dieron a conocer sus percepciones sobre tres aspectos: como agresores, víctimas o espectadores en ciberbullying.

Tabla 2

Muestra de estudiantes que participaron de la investigación disgregados por sexo

Test	Varones	Mujeres	Total
	294	80	374

Fuente: Elaboración propia

Instrumento

Para el recojo de la información se implementó una encuesta elaborada ad hoc a partir de la literatura científica que tenían relación al tema de estudio.

El instrumento es una encuesta tipo Likert en el que los ítems estuvieron conformados por afirmaciones; y, para responderla, los y las estudiantes podían elegir entre cuatro alternativas, Nunca (N), Rara Vez (RV), Frecuentemente (F) y Muy Frecuentemente (MF), la calificación fue entre 1 a 4 de manera respectiva. Al instrumento se le realizó una validación a través del procedimiento denominado validez por contenido mediante juicio de expertos (tabla 2 y 3), con relación a la fiabilidad este mostró una alta consistencia interna de Alfa de Cronbach ($\alpha = 0.903$) que de acuerdo con Ñaupás et al. (2018), corresponde a una excelente confiabilidad.

Dicho instrumento tuvo un total de 37 ítems de preguntas cerradas. De los cuales 7 ítems contienen preguntas generales (2 ítems son filtros, para descartar a personas que no forman parte de la comunidad (correo y código UNI) y demográficas tales como: género, edad, estado civil, ciclo relativo del estudiante y la facultad donde se encuentran) los 30 restantes están referidos a los objetivos específico: percepción de agresor-a (10 ítems), que buscó determinar la frecuencia de agresión cibernética hacia los estudiantes de pregrado. Los siguientes 10 ítems relacionados al objetivo específico dos, que buscó determinar la percepción de la víctima de ciberbullying a través de afirmaciones que manifiesten tal situación. Y los 10 últimos ítems, relacionado con el objetivo específico tres, que buscó determinar la frecuencia con que los espectadores perciben conductas de ciberbullying hacia sus pares.

Tabla 3

Puntaje de validación del instrumento

1	2	3	4	5
Nula	Baja	Aceptable	Buena	Muy buena
El 50% de los ítems no cumple con el indicador.	Entre el 51% a 70% de los ítems cumplen con el indicador	Entre el 71% y 80% de los ítems cumplen con el indicador	Entre el 81% y 90% de los ítems cumple con el indicador	Más del 90% de los ítems cumple con el indicador

Fuente: Zapata (2019)

El reporte de los expertos fue el siguiente:

Tabla 4
Resultados de la validación del instrumento²

Validación	Experto 1	Experto 2	Experto 3
Resultado	1,00	0,88	0,76
	Validez muy buena	Validez buena	Validez aceptable

Fuente: Zapata (2019)

Procedimiento de recogida y análisis de datos

Como técnica de recolección de datos, su distribución se realizó a través del formulario Google que fue compartida a los docentes de la universidad para que a su vez lo compartan con sus estudiantes. Se explicó a cada docente respecto a la investigación y los objetivos de este. De la misma forma, en el formulario virtual se informó a los estudiantes los objetivos, la voluntariedad de la investigación, se garantizó la anonimidad para cada uno de los informantes y se requirió el consentimiento informado.

Por otro lado, los resultados de las respuestas se lograron visualizar al instante, ello debido a la factibilidad del google form. Para el análisis se utilizó el programa Microsoft Excel que fue conveniente para la estadística descriptiva. Se calcularon las frecuencias y los porcentajes para conocer la distribución de los resultados. Asimismo, se trabajó con la data fragmentada según el género, es decir, separada en hombres y mujeres, para realizar comparaciones directas.

3. RESULTADOS

De los encuestados, 21% fueron mujeres y 79% hombres, lo cual es una estadística proporcional a la población real de los estudiantes de pregrado de dicha universidad. Las tablas 4, 5 y 6 muestran los resultados del análisis estadístico, frecuencias y porcentajes, de cada uno de los objetivos específicos, categorizando la población de acuerdo con el género (masculino y femenino).

² Los expertos pertenecen a diferentes universidades nacionales y extranjeras. El Experto 1: Fernández Sánchez, Universidad Autónoma San Luis de Potosí, México; Experto 2: Violeta Nolberto, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú; Experto 3: Juan Carlos Ancajima, Universidad Nacional de Piura, Perú.

Tabla 5

Estudiantes agresores-as de ciberbullying en la universidad

Indicadores/Frecuencia	N		RV		F		MF	
	H	M	H	M	H	M	H	M
	F(%)	F(%)	F(%)	F(%)	F(%)	F(%)	F(%)	F(%)
Utilizar redes sociales para amenazar.	263(89.5)	76(95.0)	29(9.9)	4(5.0)	1(0.3)	0(0.0)	1(0.3)	0(0.0)
Subir contenido para burlarse.	223(75.9)	75(93.8)	62(21.1)	4(5.0)	7(2.4)	1(1.3)	2(0.7)	0(0.0)
Menospreciar por su lugar de procedencia.	246(83.7)	74(92.5)	46(15.6)	5(6.3)	1(0.3)	1(1.3)	1(0.3)	0(0.0)
Referencia a los rasgos físicos para burlarse.	199(67.7)	66(82.5)	87(29.6)	12(15.0)	7(2.4)	2(2.5)	1(0.3)	0(0.0)
Publico información falsa.	280(95.2)	78(97.5)	11(3.7)	2(2.5)	3(1.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
Enviar mensajes ofensivos.	212(72.1)	63(78.8)	72(24.5)	17(21.3)	8(2.7)	0(0.0)	2(0.7)	0(0.0)
Acosar hasta hacerle sentir mal.	275(93.5)	76(95.0)	16(5.4)	4(5.0)	2(0.7)	0(0.0)	1(0.3)	0(0.0)
Publico información personal.	270(91.8)	72(90.0)	22(7.5)	8(10.0)	2(0.7)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)
Sentir satisfacción al burlarme de otros.	231(78.6)	74(92.5)	53(18.0)	6(7.5)	8(2.7)	0(0.0)	2(0.7)	0(0.0)
Chantajear a otros.	274(93.2)	78(97.5)	17(5.8)	2(2.5)	3(1.0)	0(0.0)	0(0.0)	0(0.0)

Fuente: Elaboración propia

Notas. Nunca (N) Rara Vez (RV), Frecuentemente (F), Muy Frecuentemente (MF). La frecuencia relativa ha sido obtenida respecto a la cantidad de personas en cada género.

Al analizar la tabla 4 se puede apreciar que, el mayor porcentaje de hombres y mujeres encuestados señalaron que nunca (N) cometieron acoso cibernético, en los siguientes casos: respecto a subir contenido para burlarse (H=75.9%, M=93.8%); menospreciar por su lugar de procedencia (H=83.7%, M=92.5); referenciar los rasgos físicos para burlarse (H=67.7%, M=82.5); enviar mensajes ofensivos (H=72.1, M=78.8%); sentir satisfacción al burlarme de otros (H=78.6%, M=92.5%). No obstante, se puede evidenciar que son los hombres quienes en mayor medida señalaron haber cometido actos de ciberbullying al

menos una vez (RV), F y MF, ya que ellos presentan los mayores porcentajes en el indicador usar las redes sociales para amenazar, H=9,9%, M=5,0%; H=0,3%, M=0,0%; H=0,3%, M=0,0%, respectivamente. Asimismo, ellos más que las mujeres, se burlan de los rasgos físicos H=29,6%, M=15,0%; envían mensajes ofensivos H=24,5%, M=21,3%; suben contenido para burlarse H=21,1%, M=5,0% y sienten satisfacción al burlarse de otros H=18,0%, M=7,5%. En la misma línea, si bien las mujeres estén por debajo de cometer actos de ciberbullying respecto a los hombres, de los 10 indicadores solo en tres tienen mayor incidencia: al burlarse de los rasgos físicos (RV=15%), (F=2.5%), el envío de mensajes ofensivos (RV=21,3%) y subir contenido para burlarse (RV=5.0%), (F=1,3%).

Tabla 6
Estudiantes víctimas de ciberbullying en la universidad

Indicadores / frecuencia	N		RV		F		MF	
	H	M	H	M	H	M	H	M
	F(%)	F(%)	F(%)	F(%)	F(%)	F(%)	F(%)	F(%)
Recibir amenazas.	193 (65.6)	53(66.3)	87(29.6)	25(31.3)	11(3.7)	1(1.3)	3(1.0)	1(1.3)
Información personal expuesta.	204(69.4)	47(58.8)	78(26.5)	29(36.3)	11(3.7)	4(5.0)	1(0.3)	0(0.0)
Recibir burlas sin motivo aparente.	189(64.3)	48(60.0)	80(27.2)	29(36.3)	22(7.5)	3(3.8)	3(1.0)	0(0.0)
Ser chantajeado por internet.	250(85.0)	64(80.0)	35(11.9)	14(17.5)	8(2.7)	2(2.5)	1(0.3)	0(0.0)
Recibir mensajes de texto ofensivos.	173(58.8)	34(42.5)	91(31.0)	34(42.5)	24(8.2)	10(12.5)	6(2.0)	2(2.5)
Compartieron información falsa sobre mí.	236(80.3)	50(62.5)	49(16.7)	26(32.5)	6(2.0)	2(2.5)	3(1.0)	2(2.5)
Ser objeto de burla de publicaciones.	209(71.1)	61(76.3)	63(21.4)	15(18.8)	17(5.8)	1(1.3)	5(1.7)	3(3.8)
Recibir mensajes ofensivos por rasgos físicos.	215(73.1)	59(73.8)	66(22.4)	19(23.8)	11(3.7)	1(1.3)	2(0.7)	1(1.3)
Ser menospreciado por el lugar de procedencia.	238(81.0)	69(86.3)	42(14.3)	9(11.3)	11(3.7)	1(1.3)	3(1.0)	1(1.3)
Sentirse muy mal por las agresiones recibidas.	228(77.6)	44(55.0)	52(17.7)	28(35.0)	8(2.7)	6(7.5)	6(2.0)	2(2.5)

Fuente: Elaboración propia

Notas. Nunca (N), Rara Vez (RV), Frecuentemente (F), Muy Frecuentemente (MF). La frecuencia relativa ha sido obtenida respecto a la cantidad de personas en cada género.

Respecto al examen de la tabla 5 en cada indicador tanto hombres y mujeres en su mayoría señalaron que nunca fueron víctimas de acoso cibernético, y se puede verificar en las siguientes dimensiones: información personal expuesta (H=69.4%, M=58.8%); recibir mensajes de texto ofensivos (H=58.8%, M=42.5%); compartieron información falsa de mí (H=80.3%, M=62.5%); sentirse muy mal por las agresiones recibidas (H=77.6%, M=55.0%). En 6 de las 10 conductas el porcentaje se mantiene en un intervalo de variación de 1 a 4 por ciento. En contraste, se puede observar que son las mujeres las mayores víctimas de ciberbullying, ya que son ellas las que señalan que en 7 de las 10 conductas descritas la frecuencia RV, F y MF han sido en su mayoría pasibles de esta forma de violencia. Es necesario destacar que en todos los ítems señalados por lo menos en alguna ocasión tanto hombres como mujeres fueron víctimas de ciberacoso; y, las cifras más altas se han encontrado en las siguientes conductas: recibir mensajes ofensivos, un 31% de los hombres y un 42,5%; en información personal expuesta ellas señalaron ser víctimas en 36,3% y ellos 26,5%; en burlas sin motivo ellas afirmaron 36,3% y ellos 27,2%; y, respecto a las amenazas ellas 31,3% y ellos 29,6%. En el ítem sentirse mal luego de haber recibido esta violencia (RV) H=17,7%, M=35,0%; (F) H=2,7%, M=7,5% y (MF) H=2,0%, M=2,5% de lo recogido se aprecia que son las mujeres las más afectadas por esta situación; pero, el estudiantado en general no toma estas agresiones con indiferencia o como un juego, sino, que esta situación también impacta en su salud.

Tabla 7

Estudiantes que han sido testigos o espectadores ciberbullying en la UNI

Indicadores / frecuencia	N		RV		F		MF	
	H	M	H	M	H	M	H	M
	F(%)	F(%)	F(%)	F(%)	F(%)	F(%)	F(%)	F(%)
Apoyar si molestan por internet a alguien.	64(21.8%)	15(18.8)	104(35.4)	25(31.3)	103(35.0)	31(38.8)	23(7.8)	9(11.3)
Evidenciar agresión por redes sociales.	162(55.1)	37(46.3)	101(34.4)	34(42.5)	29(9.9)	7(8.8)	2(0.7)	2(2.5)
Defender a quienes están siendo agredidos.	101(34.4)	24(30.0)	100(34.0)	29(36.3)	81(27.6)	20(25.0)	12(4.1)	7(8.8)
Recibo apoyo al ser objeto de burlas.	101(34.4)	25(31.3)	95(32.3)	25(31.3)	78(26.5)	18(22.5)	20(6.8)	12(15.0)
Ser indiferente cuando molestan a un desconocido	77(26.2)	19(23.8)	111(37.8)	41(51.3)	75(25.5)	12(15.0)	31(10.5)	8(10.0)
Conocer a estudiantes que realizan ciberbullying.	165(56.1)	38(47.5)	92(31.3)	26(32.5)	33(11.2)	14(17.5)	4(1.4)	2(2.5)
Existen casos de ciberbullying en la universidad.	79(26.9)	10(12.5)	141(48.0)	43(53.8)	58(19.7)	20(25.0)	16(5.4)	7(8.8)
Existen casos de ciberbullying en la facultad	103(35.0)	17(21.3)	135(45.9)	43(53.8)	39(13.3)	14(17.5)	17(5.8)	6(7.5)
Acompaño a denunciar un acto de ciberbullying.	191(65.0)	51(63.8)	76(25.9)	21(26.3)	24(8.2)	5(6.3)	3(1.0)	3(3.8)
Sugiero que denuncie un acto de ciberbullying.	128(43.5)	29(36.3)	78(26.5)	23(28.8)	69(23.5)	18(22.5)	19(6.5)	10(12.5)

Fuente: Elaboración propia

Notas: Nunca (N), Rara Vez (RV), Frecuentemente (F), Muy Frecuentemente (MF). La frecuencia relativa ha sido obtenida respecto a la cantidad de personas en cada género.

En la tabla 6, un mayor número de encuestados manifestó haber atestiguado conductas de ciberbullying en la universidad y la facultad por lo menos alguna vez (RV), H=48% y M=53,8%; H= 45,9% y las M=53,8%, respectivamente; (F) H=19,5% y M=25%; H=13,3; 17,5% respectivamente; (MF) H=5,4% y M=8,8%; H=5,8% y M=7,5% respectivamente; estos porcentajes evidencian que son las mujeres las mayores espectadoras de agresión tanto en la universidad como en la facultad. Asimismo, esto se condice con los datos del indicador si evidenció agresión en las redes (RV) H=34,4% y M=42,5; (F) H=9,9%, M=8,8%; (MF) H=0,7%, M=2,5%. De la misma forma, un 15,0% de las mujeres MF recibe apoyo cuando es objeto de burlas, mientras que, para el mismo indicador, el por-

centaje de varones es apenas de 6,8%; respecto al indicador acompañamiento a la víctima, son mayormente las mujeres quienes aconsejan a las víctimas a denunciar la agresión 12,5% con relación a 6,5% de los hombres; y, en la misma línea, quienes acompañan a la víctima a realizar la denuncia son más las mujeres 3.8% respecto a los hombres 1,0%.

Por otro lado, con relación al indicador si es indiferentes frente a actos de acoso cibernético, los hombres señalaron ser menos indiferentes respecto a las mujeres, H=26,2% y M=23,8%; sin embargo, las diferencias más relevantes se observan en 6 de las 10 conductas analizadas respecto a quienes nunca han evidenciado agresión por redes sociales (H=55.1%, M=46.3%); nunca han defendido a quienes están siendo agredidos (H=34.4%, M=30.0%); nunca conocieron a estudiantes que realizan ciberbullying (H=56.1%, M=47.5%); no existen casos de ciberbullying en la universidad (M=26.9%, F=12.5%); no existen casos de ciberbullying en la facultad (M=35.0%, F=21.3%); nunca sugirieron que denuncie un acto de ciberbullying (M=43.5%, F=36.3%).

4. DISCUSIÓN

La discusión se realiza teniendo como base los objetivos específicos de la investigación.

OE1: Frecuencia de agresiones de violencia cibernética. Los resultados obtenidos en la investigación señalan que son los universitarios hombres que tienen la mayor participación como agresores en las conductas de ciberbullying o ciberacoso. Entre las de mayor incidencia se encuentran: burlarse de los rasgos físicos (29.6%), subir contenido para burlarse (21.1%) y enviar mensajes ofensivos (24,5%) en cambio, sus pares mujeres que participan como agresoras en los mismos casos de violencia asciende a (15.0%), (5.0%) y (21,3%), respectivamente.

En la misma línea, en un estudio realizado a adolescentes en Dichas evidencias también son confirmadas por Oliveros et al. (2012) quienes encontraron que los hombres provocaban más de la mitad de las agresiones. Por su parte Serrano y Serrano (2014) manifiestan que, 17% de los universitarios ha discutido e insultado a través del internet, 22% ha inventado chismes y lo ha difundido por las redes sociales, y 10% ha retocado fotos y los ha publicado. 14% de los estudiantes ha creado cuentas falsas para molestar, el 4% ha difundido videos y 11% ha compartido fotografías.

Asimismo, Oliveros et al. (2016) en una investigación realizada a una facultad de medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, confirman que los hombres suelen ser más acosadores que las mujeres. Esto se condice con Chocarro & Garaigordobil (2019), ellos mencionan que en España los estudiantes hombres generan más actos de ciberbullying que las mujeres, pero solo con una ligera diferencia. Esto se confirma con los hallazgos de Caurcel y Crisol (2022), en el que manifiestan que los agresores más recurrentes son los hombres con un 13,5% y para las mujeres un 5,1%; en el caso de ser agresores sin rol 73,9% y las mujeres 67,9%. Es preciso señalar que, Rivadulla y Rodríguez (2019) manifiestan lo siguiente: si bien los hombres son los mayores ciberagresores, estos han iniciado esta forma de violencia con edades de entre 13 a 15 años (51,9%) en cambio las mujeres empezaron con edades entre los 16 a 17 años (39,7%). Los motivos más recurrentes por el cual señalan que agredieron a sus pares fueron las características físicas (H=38,9%) y (M=30,2%), querer hacer una broma (H=48,1%) y (M=43,7%), orientación sexual (H=31,5%) y (M=11,9%).

Muy diferente los resultados de la investigación de Méndez et al. (2019) quienes afirmaron que 7,3% del estudiantado encuestado fueron ciberagresores, y de ese porcentaje son las mujeres las mayores agresoras.

OE2: Frecuencia de las víctimas de violencia cibernética. Respecto al segundo objetivo específico, los resultados hallados por las investigadoras muestran que las mujeres son potencialmente propensas a ser mayores víctimas de ciberbullying respecto a sus pares hombres. Los casos de mayor frecuencia de violencia son las siguientes: suelen recibir mensajes de texto ofensivos (M=42,5%) y (H=31,0%); son expuestas de manera pública con su información personal (M=36,3%) y (H=26,5%); recibir burlas sin motivo aparente (M=36,3%) y (H=27,2%).

Por su parte, Amemiya, et al. (2019), en una investigación a una universidad nacional en Lima, encontraron que el índice de víctimas se encuentra relacionada al género, siendo el femenino el más vulnerado. De la misma forma, Serrano y Serrano (2014) señalaron que en las instituciones mexicanas investigadas un 21% de la población de licenciatura recibió mensajes ofensivos, 11% siente que han sido discriminados en internet, 34% recibió videos e imágenes de desnudos por internet, un 20% videos de actos sexuales y un 17% mensajes con proposiciones sexuales. En la misma línea, en la investigación realizada por Rodríguez y Rivadulla (2018) a estudiantes de seis universidades españolas, señalaron que la mayoría de las mujeres indican que cuando las acosan se sienten enfadadas (57,75%), se sienten mal (38,50%) y en menor medida les

preocupa lo que los demás puedan pensar sobre lo que les está sucediendo (31,02%).

La persona que las acosan suele ser identificada por ellas, como un chico de su curso (41,18%), también determinan la duración de la violencia, que suele estar en el rango de dos o tres semanas (55,61%) y la forma en la que les acosan es mayormente por mensajes o SMS (41,18%). En una nueva investigación Rivadulla y Rodríguez (2019), afirmaron que tanto hombres como mujeres fueron víctima de acoso cibernético por los siguientes motivos: difusión de rumores (M=54,4%) y (H=55,6%); difusión de información personal (M=44,7%) y (H=48,9%); fotos y videos comprometidos (M=14,8%) y (H=16,7%); amenazas (M=89,9%) y (H=77,8%); insultos/ofensas (M=97,5%) y (H=94,4%) de lo hallado por Rivadulla y Rodríguez se afirma que las víctimas de esta forma de agresión pueden ser hombres o mujeres de forma indistinta.

En los hallazgos de Bernardo et al. (2020), se estudió la situación de las víctimas de ciberacoso de los que un grupo considerable quiere abandonar la institución y otro, no. Asimismo, las víctimas en algunos casos cuentan con el apoyo del docente y de los pares. En promedio un 64,9% de las que fueron víctima de ciberacoso piensa abandonar la institución. Aunque, un 84,4% de las víctimas tiene apoyo del profesorado y un 75,8% de las que han sufrido acoso sí tiene apoyo del colectivo, piensan de todas formas que sí deben abandonar la universidad. Estos resultados confirman que las víctimas suelen sufrir aparatosos daños a su salud mental, volviéndolas más vulnerables socialmente, más aún si la agresión se dio por las redes sociales, pues constituye un lugar donde el agresor/a puede llegar a intimidar fácilmente a su víctima.

OE3: Frecuencia de las observadores o testigos de la violencia cibernética. Respecto al tercer objetivo específico, se encuentra el papel del observador/a. En la investigación, tanto hombres y mujeres señalaron haber sido espectadores de violencia cibernética. Siendo las mujeres (M=53,8%) las mayores testigos respecto a los hombres (H=45,9%). Asimismo, ante la pregunta si existen casos de ciberbullying en la facultad el estudiantado respondió RV (M=53,8%) y (H=45,9%); F (M=17,5%) y (H=13,3%); MF (M=7,5%) y (H=5,8%). En la pregunta si en la universidad se han presentado casos de ciberbullying respondieron RV (M=53,8%) y (H=48,0%); F (M=25,0%) y (H=19,7%); MF (M=8,8%) y (H=5,4%). Por otro lado, los estudiantes señalaron que a pesar de ser observadores de esta forma de violencia nunca acompañó a denunciar un acto de ciberbullying N (M=63,8%) y (H=65,0%); y sugirió a la persona que denuncie el acto (M=36,3%) y (H=43,5%), es preciso afirmar que quienes se mostraron más reacios a apoyar a la víctima han sido los hombres. Por otro lado, Oliveros et al. (2012) no destacó a ningún género como el mayor recurrente en adoptar la

posición de testigo en el ciberbullying, ya que ambos de forma similar evidenciaron actos de violencia en esta naturaleza. Esta investigación se condice con lo hallado por Oliveros et al. (2016), quienes señalan en su investigación que las mujeres han sido espectadoras de violencia muchas más oportunidades respecto a los hombres. Sin embargo, para Chocarro y Garaigordobil (2019), encontraron que son los hombres quienes observan más casos de ciberbullying respecto a las mujeres.

Por otro lado, Rivadulla y Rodríguez (2019), mencionan de forma general que los estudiantes que presenciaron actos de ciberbullying estudiaban en universidades públicas 33,7% y privadas 26,5%. Se condice con los resultados de Méndez et al. (2019) quienes manifiestan que 17,4% de los estudiantes observó un acto de ciberacoso. En la misma línea, Tlalolin (2017), señala que la comunidad universitaria ha normalizado conductas violentas, por lo que a veces es difícil su detección por parte de los espectadores. Por su parte Donoso-Vázquez et al. (2017), se manifiestan en el binomio agresor/a y espectador/a, y refieren que resulta incongruente que no exista uniformidad en las estadísticas de agresores/as y observadores/as en las diferentes investigaciones, por lo que, para ellos, el grado de responsabilidad percibida se relaciona con la auto-percepción de los individuos, siendo así el agresor con menor reconocimiento y el de observador con mayor índice.

5. CONCLUSIONES

Esta investigación, coincidiendo con las investigaciones mencionadas anteriormente, concluye que sí existe una significativa frecuencia de violencia cibernética en la comunidad estudiantil. En el caso de los estudiantes de pregrado, se encontró que, en promedio, 15.9% de hombres han realizado ciberbullying de manera concurrente y en todas sus formas, lo cual representa al doble porcentual que las mujeres (8.5%). Respecto a los agresores que lo hicieron en una oportunidad, esta cifra aumenta, en 55.4% y un 40.0% para el caso de las mujeres. Y las formas más recurrentes fueron: burlarse de los rasgos físicos de otros, enviar mensajes privados ofensivos, realizar publicaciones con tono de burla y menospreciar al resto por su lugar de procedencia. En general, la frecuencia con la que el agresor actúa de forma cibernética es en 52.1% de población estudiantil.

Asimismo, existe una percepción significativa del estudiantado víctima de ciberbullying. La investigación halló que un promedio de 33.9% mujeres y un 27.4% de hombres han sido víctimas frecuentes de ciberbullying en todas sus

manifestaciones. Siendo las más recurrentes los mensajes de textos ofensivos, burlas sin motivos aparentes, amenazas y exposición de información personal. En términos generales 67.4% de la población estudiantil (hombres y mujeres) han señalado haber sido víctimas frecuentes de ciberbullying.

La investigación también arrojó que los y las estudiantes espectadores/as perciben conductas de ciberbullying en diversos espacios del campus universitario y en todas sus manifestaciones de manera frecuente, 60.2% los hombres y un 66.9% las mujeres, han sido testigos de dicha violencia. Sin embargo, esta cifra aumenta si solo se toma como muestra a aquellos que han sido testigos en tan solo una ocasión, y el resultado es 95.6% para los hombres y 97.5% las mujeres. Por lo que es importante señalar que, en las instituciones escolares de diferentes niveles, no solo deben enfocarse en el binomio víctima – agresor, sino, además, adicionar a un participante como el espectador. Si bien es cierto, éste último se ha caracterizado muchas veces por no intervenir empáticamente en apoyo a la víctima, sino más bien, por su indiferencia o refuerzo a la conducta del agresor.

Asimismo, resulta crucial disponer de una muestra más extensa, diversa y con menor brecha de género entre hombres y mujeres. Esto nos posibilitaría determinar si los índices de ciberbullying observados se replican en otros entornos universitarios y en diferentes áreas de estudio, más allá de las que se ha investigado hasta ahora.

Esta investigación está diseñada para que otros investigadores o instituciones interesadas puedan replicar el estudio del ciberbullying en entornos universitarios. La replicación implica seguir cuidadosamente la misma metodología utilizada en este estudio, lo que incluye la técnica de muestreo, los instrumentos de recolección de datos y los procedimientos de análisis (Hernández, et al., 2016). De la misma manera, permite determinar si se obtienen resultados similares en diferentes contextos.

Es esencial que los investigadores tengan acceso a una población estudiantil similar y utilicen métodos de muestreo comparables para garantizar la generalización de los hallazgos. La replicación de esta investigación no solo valida los resultados encontrados, sino que también permite explorar la consistencia de los hallazgos en diversos contextos y poblaciones.

Recomendaciones:

Conviene señalar que si bien la investigación se ha enfocado en recoger las percepciones de los estudiantes que se autorreconocían como: agresor, víctima y espectador, se hubiese enriquecido aún más con el complemento de una investigación cualitativa, luego de que los informantes resolvieran la encuesta. Es así como el trabajar con un focus group o realizar entrevistas a algunos informantes de la investigación se hubiese obtenido las respuestas a las siguientes preguntas: ¿por qué piensan que un agresor actúa de esa manera?, ¿qué lo motiva hacerlo? Paralelamente, también es importante seguir investigando en las consecuencias de esta forma de violencia y su impacto en la salud mental de los estudiantes universitarios.

Por el momento, esta investigación ha servido para diagnosticar la situación de esta universidad nacional y conocer de primera mano, las percepciones de los agentes que intervienen en dicho acto de violencia. Y a partir de los resultados, implementar políticas educativas que incidan en su reducción y posterior, eliminación, considerando no solo a los estudiantes sino, además, a todos los miembros de la comunidad universitaria con la finalidad de que se conozca cuál debería ser el procedimiento de actuación en caso sean espectadores de ciberbullying u otras formas de violencia que mellen la dignidad de las personas.

De la misma forma, se considera importante y necesario capacitar y sensibilizar a los miembros de la comunidad universitaria sobre bullying y ciberbullying, siendo relevante la formación de las ventajas de las TIC, asimismo, incidir en el mal uso que muchas personas realizan sobre dichos medios cibernéticos, y resaltar los daños a la dignidad de la persona que han sido afectadas por la violencia entre pares. Explicar, que el impacto de esta forma de agresión trasciende lo físico generando mayores daños a la salud mental de por vida.

6. REFERENCIAS

- Acevedo, E. (2020). Hostigamiento sexual universitario: el espectador como agente de cambio. EDUNI.
- Amemiya I, Oliveros M, Acosta Z, Martina M, Barrientos A. (2019) Violencia y estrés percibido por estudiantes de primer año de medicina de una universidad pública, 2016. *Anales de la facultad de medicina* 80(4):482-7. DOI: <https://doi.org/10.15381/anales.v80i4.16296>
- Avilés, J. (2009). Cyberbullying, diferencias entre el alumnado de secundaria. *Boletín de Psicología*, (96), 79-96. <https://www.uv.es/seoane/boletin/previos/N96-6.pdf>
- Barlińska, J., Szuster, A. & Winiewski, M. (2013). Cyberbullying among Adolescent Bystanders: Role of the Communication Medium, Form of Violence, and Empathy. *Journal Community & Applied Social Psychology*, 23(1), 37-51. <https://doi.org/10.1002/casp.2137>
- Bernardo, A.B., Tuero, E., Cervero, A., Dobarro, A., & Galve-González, C. (2020). Acoso y ciberacoso: Variables de influencia en el abandono universitario. *Comunicar*, 64, 63-72. <https://doi.org/10.3916/C64-2020-06>
- Caurcel, M. & Crisol, E. (2022) Ciberacoso en estudiantes universitarios antes y durante el confinamiento por la COVID-19. *Educación XX1*, 25(1), enero-junio, 67-91. <https://doi.org/10.5944/educXX1.30525>
- Chocarro, E. & Garaigordobil, M. (2019). Bullying y Cyberbullying: diferencias de sexo en víctimas, agresores y observadores. *Pensamiento Psicológico*, 17(2), 57-71. <https://www.redalyc.org/journal/801/80162885004/>
- Donoso-Vázquez, T., Rubio, M.J. & Vilà, R. (2017). Las ciberagresiones en función del género. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 197-214. <https://doi.org/10.6018/rie.35.1.249771>
- Garaigordobil, M. (2011). Prevalencia y consecuencias del cyberbullying: una revisión. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 11(2), 233-254. <https://www.redalyc.org/pdf/560/56019292003.pdf>
- Garaigordobil, M. (2015). Cyberbullying en adolescentes y jóvenes del País Vasco: Cambios con la edad. *Anales De Psicología*, 31(3), 1069-1076. <https://doi.org/10.6018/analesps.31.3.179151>
- García-Maldonado, G., Joffre-Velázquez, V. M., Martínez-Salazar, G. J., & Llanes-Castillo, A. (2011). Cyberbullying: forma virtual de intimidación escolar. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 40(1), 115-130. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80619286008>

- García-Maldonado, G., Martínez-Salazar, G., Saldívar-González, A., Sánchez-Nuncio, R., Martínez-Perales, G. & Barrientos-Gómez, M. (2012). Factores de riesgo y consecuencias del ciberbullyng en un grupo de adolescentes: Asociación con bullying tradicional. *Boletín médico del Hospital Infantil de México*. 69(6), 463-474. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-11462012000600007
- Hernández, M., & Solano, I. (2007). Ciberbullying, un problema de acoso escolar. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 10(1), 17-36. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=331427206002>
- Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, P. (2016). *Metodología de la investigación*. Mc Graw Hill Education.
- Hymel, S. & Swearer, S (2015). Four Decades of Research on School Bullying. *Americal Psychologist*, 70(4), 293–299. <https://doi.org/10.1037/a0038928>
- Jiménez-M. S. y J.Ma^a. Farré M. (2015). Adicción a las nuevas tecnologías. ¿La epidemia del S.XXI?. España: Siglantana.
- Laorden-Gutiérrez, C., Serrano-García, C.; Royo-García, P.; Giménez-Hernández, M.; y Escribano, C. (2023). La relación entre bullying y ciberbullying en el contexto universitario. *Pulso. Revista De educación*, (46), 127–145. <https://doi.org/10.58265/pulso.5935>
- López, M. (2017). Acoso escolar y cibernético en estudiantes universitarios. *Revista de Investigación en Educación*, 15(1), 11-26. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5966880>
- Machackova, H. & Pfetsch, J. (2016). Bystanders' responses to offline bullying and cyberbullying: The role of empathy and normative beliefs about aggression. *Revista escandinava de psicología*, 57(2), 169-176. <https://doi.org/10.1111/sjop.12277>
- Méndez, I., Ruiz Esteban, C., Martínez, J. P. y Cerezo, F. (2019). Ciberacoso según características sociodemográficas y académicas en estudiantes universitarios. *Revista Española de Pedagogía*, 77 (273), 261-276. <https://reunir.unir.net/handle/123456789/10120>
- Muñoz, G. (2018). Cinco explicaciones del acoso escolar. Panorama general de la investigación y algunos resultados en secundarias de aguas calientes. Universidad Autónoma de México
- Ñaupas, H.; Valdivia, M.; Palacios, J. & Romero, H. (2018). *Metodología de la Investigación Cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Ediciones de la U.
- Oficina de Registro Central y Estadística. (2020). Población estudiantil por sexo. Periodo 2020-2. Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado de <https://www.orce>.

uni.edu.pe/estadistica_alumnos_2017.php?flag=poblaSexo&periodo=20202

- Oliveros, M., Amemiya, I., Condorimay, Y., Oliveros, R., Barrientos, A. & Rivas, B. (2012). Ciberbullying: Nueva tecnología electrónica al servicio del acoso escolar en alumnos de dos distritos de Lima, Perú. *Anales de la Facultad de Medicina*, 73(1). http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1025-55832012000100003
- Oliveros, M., Perales, A., Zavala, S., Amemiya, I., Pinto, M. & Ramos, A. (2016). Percepción de bullying en alumnos de sexto año de la escuela de medicina de una universidad pública de Lima 2015. *Anales de la Facultad De Medicina*, 77(3), 231-236. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1025-55832016000300006&script=sci_arttext
- Redondo, J., Luzardo-Briceño, M., García-Lizarazo, K., & Inglés, C. (2017). Impacto psicológico del ciberbullying en estudiantes universitarios: un estudio exploratorio. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 8(2), 458-478. <https://doi.org/10.21501/22161201.2061>
- Riese, J., & Urbansky, J. (2018). Programa Olweus para Prevenir el Acoso Escolar. En S. C. Alfredo, *El acoso escolar una visión comparada*. Universidad Nacional Autónoma de México. https://www.defensoria.unam.mx/web/publicaciones/UNA_VISION_COMPARADA.pdf
- Rivadulla, J. C., & Rodríguez, M. (2019). Ciberacoso escolar: experiencias y propuestas de jóvenes universitarios. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), pp. 179-201. <https://doi.org/10.5944/ried.22.2.23541>
- Rodríguez, M., & Rivadulla, J. (2018). Perception and Experiences About Cyberbullying in University Students. @ tic revista d'innovació educativa, (21), 10-22. <https://doi.org/10.7203/attic.21.12926>
- Salmivalli, C. (2010). Bullying and the peer group: A review. *Aggression and Violent Behavior*, 15(2), 112-120. <https://psycnet.apa.org/record/2009-17877-001>
- Sánchez, L., Crespo, G., Aguilar, R., Bueno, F., Bueno, F., Aleixandre, R. & Valderrama J. (2016). Los adolescentes y el ciberacoso. Universidad de Valencia. <http://hdl.handle.net/10261/163035>
- Serrano, C. & Serrano, R. (2014). Ciberacoso en estudiantes universitarios: diagnóstico y medidas correctivas para intervenir en la violencia de género expresada en redes sociales. *Revista de Comunicación de la SEECI*, (35E), 94-101. <http://dx.doi.org/10.15198/seeci.2014.35E.94-101>

Smith, P. (2006). Ciberacoso: naturaleza y extensión de un nuevo tipo de acoso dentro y fuera de la escuela. Congreso Educación Palma de Mallorca.
<https://redined.mecd.gob.es/xmloi/bitstream/handle/11162/5384/01220063000099.pdf>

Souza, S. B., Ferreira, P. C., Veiga Simão, A.M., Falla, D. (2022). The dynamic of cyberbullying in university students: moderating effects of gender and culture. *Multidisciplinary Journal of Educational Research*, 12(3), 322-347. <http://dx.doi.org/10.447/remie.8999>

Tlalolin, B. (2017). ¿Violencia o violencias en la universidad pública? Una aproximación desde una perspectiva sistémica. *El Cotidiano*, (206), 39-50.
<https://www.redalyc.org/pdf/325/32553518005.pdf>

United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2018). School violence and bullying: Global status and trends, drivers, and consequences. UNESCO. Recuperado de <http://www.infocoonline.es/pdf/BULLYING.pdf>

NOTA

1. Agradecimientos: A los docentes que compartieron el formulario Google con sus estudiantes, a los estudiantes que de la misma forma lo hicieron con sus compañeros/as.
2. Se adjunta cuestionario que mide el nivel de Percepción de ciberbullying en estudiantes de pregrado de la Universidad Nacional de Ingeniería, en caso desee hacer uso de él, por favor comunicarse al correo de la autora 1 para los permisos necesarios.

7. APÉNDICE

Cuestionario para medir el nivel de Percepción de ciberbullying en estudiantes de pregrado de la Universidad Nacional de Ingeniería

Indicaciones previas

Bienvenido(a) y gracias por su disposición a participar en este importante trabajo de investigación, el cual se encuentra dirigido a ESTUDIANTES de pregrado pertenecientes a la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), matriculados en el periodo 2020-2.

Al responder este formulario usted brindará información valiosa para construir evidencia empírica acerca de la existencia de ciberbullying en la población estudiantil de la UNI. En ese sentido lo invitamos a que sea un espacio de re-

flexión y así pueda contestar de la manera más sincera posible.

Es importante, considerar que el Cyberbullying es una modalidad de agresión que se realiza con el fin de burlarse, menospreciar, o acosar a alguien usando el internet (generalmente de forma anónima y prácticamente de forma pública). Tenga en cuenta que, al continuar, usted estará contestando este formulario de manera voluntaria y anónima. Asimismo, sus respuestas serán utilizadas únicamente para fines de la presente investigación.

Datos filtro

La presente investigación está estrictamente dirigido a estudiantes de pregrado pertenecientes a la Universidad Nacional de Ingeniería, es por esa razón que necesitamos la confirmación de que cumpla con estas condiciones.

¿Actualmente eres estudiante de Pregrado? Sí No
 Si su respuesta es 'No' de por concluida la encuesta.

¿Actualmente eres alumno/a de la Universidad Nacional de Ingeniería? Sí No
 Si su respuesta es 'No' de por concluida la encuesta.

Preguntas transversales

A continuación, se presentará un conjunto de preguntas relacionadas a características sociodemográficas, las cuales solo tienen un fin estadístico. Su participación se mantendrá anónima.

Indica tu género. Femenino Masculino Otros

¿Cuál es tu edad? Menos de 18 años 18 a 22 años 22 a 26 años 26 a 30 años 30 años a más

Actualmente, ¿Cuál es tu estado civil? Soltero Conviviente Casado Otro

Actualmente, ¿En qué ciclo relativo te encuentras?

Primero Segundo Tercero Cuarto Quinto Sexto Séptimo Octavo Noveno Décimo

Actualmente, ¿Cuál es tu facultad? FC FIIS FIEE FIEECS FIC FIA

FIP FIQT FIGMM FIM FAUA

Responda la frecuencia con la que ocurren las siguientes acciones en redes sociales:

1	2	3	4
N	RV	F	MF
Nunca	Rara vez	Frecuentemente	Muy Frecuentemente

N°	Indicadores / ítems	1	2	3	4
		N	RV	F	MF
1.	He utilizado las redes sociales para amenazar a otros.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	He subido contenido a redes sociales solo para burlarme de los demás.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	He menospreciado las opiniones de otros solo por su lugar de procedencia.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	He hecho referencia a los rasgos físicos de otros solo para burlarme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	He publicado en las redes sociales información falsa de otros para perjudicarlos.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	He enviado mensajes ofensivos a través del celular o redes sociales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	He acosado a alguien que no me agrada hasta hacerle sentir mal.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	He publicado en las redes sociales información personal de alguien sin consultarle.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	He sentido satisfacción al burlarme de otros por redes sociales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.	He chantajeado a alguien para que haga lo que deseo por redes sociales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Responda la frecuencia con la que ocurren las siguientes acciones en redes sociales:

1	2	3	4
N	RV	F	MF
Nunca	Rara vez	Frecuentemente	Muy Frecuentemente

N°	Indicadores / ítems	1	2	3	4
		N	RV	F	MF
1.	He recibido amenazas por redes sociales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Han expuesto mi información personal en redes sociales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	He recibido burlas en redes sociales sin motivo aparente.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	He sido chantajeado a través del internet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	He recibido mensajes de texto ofensivos en mi celular o redes sociales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	Han compartido información falsa solo para perjudicarme.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	He sido objeto de burla de publicaciones en redes sociales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8.	He recibido mensajes ofensivos por mis rasgos físicos en redes sociales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9.	He sido menospreciado por mi lugar de procedencia en internet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10.	Me siento muy mal por las agresiones que he recibido por las redes sociales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Responda la frecuencia con la que ocurren las siguientes acciones en redes sociales:

1	2	3	4
N	RV	F	MF
Nunca	Rara vez	Frecuentemente	Muy Frecuentemente

N°	Indicadores / ítems	1	2	3	4
		N	RV	F	MF
1.	He apoyado a mis compañeros(as) cuando los/las están molestando por internet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	Mis compañeros(as) suelen agredir a otros por redes sociales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	He defendido a personas que están siendo agredidas por redes sociales así no los conozca.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	Mis compañeros(as) me apoyan cuando recibo burlas por las redes sociales.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	He sido indiferente cuando por redes sociales molestan a alguien que no conozca para evitar problemas.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	He conocido a los(las) estudiantes que realizan ciberbullying a otros(as)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	En la universidad existen muchos casos de ciberbullying	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	En mi facultad existen muchos casos de ciberbullying	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Cuando un compañero(a) ha sido víctima de ciberbullying he acompañado a denunciar el acto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	Cuando un compañero(a) ha sido víctima de ciberbullying he sugerido que él o ella denuncie el acto.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Estudio de casos

10 años de la Iniciativa de la Franja y la Ruta (IFR) como estrategia de desarrollo de infraestructura global y cooperación internacional impulsada por la república popular China

10 years of the Belt and Road Initiative (BRI) as a global infrastructure development and international cooperation strategy promoted by the people's republic of China

Jhon Valdiglesias Oviedo¹, Kiara Lizeth Lazo Cervantes^{1*}

RESUMEN

La finalidad de este estudio es examinar las tendencias de la inversión china dentro del contexto de la Iniciativa de la Franja y la Ruta (IFR); además de reconocer las oportunidades que surgen para América Latina. Para ello, se recopiló la literatura que sintetiza las relaciones entre estas dos economías. Asimismo, se recurrió a diversas fuentes de información para evaluar los proyectos chinos en diversas regiones y compararlos con los de América Latina. Los resultados confirman un fuerte dinamismo de China, aunque recientemente suavizado por una mayor adversidad al riesgo. A su vez, hay un importante impulso con algunas grandes inversiones en la región; sobre todo en Sudamérica. Se concluye que la región posee condiciones favorables para capitalizar las oportunidades generadas por la IFR.

Palabras Clave: China, Inversión, Construcción, IFR, Comercios.

Recibido: 06/05/2024
Aceptado: 25/07/2024
Publicado: 27/09/2024

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

Correspondencia:
jvoysa@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-5847-213X>

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú

Correspondencia:
kiara.lazo1@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/0009-0001-1976-0048>

Licencia:



Revista de la Facultad de Ingeniería Económica, Ingeniería Estadística y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Ingeniería

ABSTRACT

The purpose of this study is to examine trends in Chinese investment within the context of the Belt and Road Initiative (BRI) and to recognize the opportunities that arise for Latin America. To this end, the literature summarizing the relations between these two economies was compiled. Likewise, various sources of information were used to evaluate Chinese projects in different regions and compare them with those of Latin America. The results confirm a strong dynamism in China, although recently softened by greater adversity to irrigation. At the same time, there is an important momentum with some large investments in the region, especially in South America. It is concluded that the region has favorable conditions to capitalize on the opportunities generated by the IFR.

Keywords: *China, Investment, Construction, IFR, Trade.*

1. INTRODUCCIÓN

La IFR, lanzada en 2013 por el gigante asiático, es vista como uno de los proyectos de inversión y desarrollo más ambiciosos de la era moderna. Inspirada en la histórica Ruta de la Seda (RS), conocida por la travesía de Marco Polo que realizó en la Edad Media entre el continente de Europa y Asia Oriental, más adelante el Pacífico Meridional y América del Sur es influenciada por la actual IFR. Esta iniciativa no solo busca promover el comercio y la inversión, sino también fortalecer la influencia global de China, siendo comparada por algunos críticos con el Plan Marshall estadounidense (Beeson, 2018).

La IFR inicia su desarrollo en la región occidental de China, que incluye las zonas menos favorecidas del territorio. Desde allí, el proyecto se expande a regiones históricamente menos desarrolladas, incluyendo las zonas del sur, central y sureste del continente asiático. Al invertir, el proyecto desempeña un rol fundamental en la reducción global de la pobreza mediante realización de grandes proyectos de infraestructura, fomentando la cooperación internacional, el intercambio cultural y los beneficios mutuos. En ese contexto, la IFR tiene el potencial de atraer grandes volúmenes de capital externo en beneficio del sistema económico. Sus proyectos abarcan desde la construcción de carreteras y puertos hasta la producción de fuentes de energías sostenibles y el desarrollo de tecnologías de los datos, facilitando la interconexión global en múltiples niveles. Por su parte, los países finales en incorporarse a la IFR fueron los latinoamericanos. En 2017, Panamá fue el primero en América Latina en suscribir un acuerdo de entendimiento para incorporarse al proyecto. Desde entonces, las autoridades chinas han instado a otras naciones latino-

americanas a sumarse al proyecto chino, logrando un relativo éxito, ya que un número significativo de países se ha sumado en los años posteriores. Sin embargo, el capital chino en el territorio es heterogéneo y ha generado debates sobre su impacto real.

Algunos críticos sostienen que la suscripción de los memorándums de entendimiento no alteraría de manera notable la inversión china, ya que, sin estos acuerdos, el flujo de inversión sería similar. De hecho, antes del lanzamiento de IFR el país asiático ya había realizado inversiones significativas en varias naciones latinoamericanas. Luego a su adhesión, estas inversiones anteriores fueron reclasificadas para su integración al IFR. En cualquier caso, la adhesión a la IFR sigue siendo una oportunidad importante para cerrar las brechas de infraestructura en América Latina.

En esta línea, el propósito de este estudio es examinar la dirección del capital chino en el marco de la IFR durante los últimos diez años puesto que existen vacíos significativos en la comprensión de cómo se distribuyen estas inversiones a nivel regional y cuáles son las oportunidades específicas que se presentan para América Latina (Khanal & Zhang, 2023). Este análisis es crucial, ya que la región posee un gran potencial para beneficiarse de la iniciativa, pero también enfrenta desafíos únicos que deben ser abordados.

La relevancia de este estudio se fundamenta en varios aspectos. Primero, la IFR es una iniciativa de inversión masiva que afecta directamente a la economía global y a las economías emergentes. Entender las tendencias de inversión en este contexto es esencial para evaluar su impacto económico general. Segundo, aunque América Latina no es el foco principal de la IFR, la región ha comenzado a atraer inversiones significativas del gobierno chino. Identificar las posibilidades y retos específicos en el territorio Latinoamericano facilitara a los gobiernos involucrados en la elaboración de leyes, y a los líderes del sector empresarial a tomar decisiones estratégicas informadas.

Además, la literatura disponible sobre la IFR se ha enfocado predominantemente en Asia y África, dejando un vacío en el conocimiento sobre el impacto de esta iniciativa en América Latina. Este estudio busca llenar ese vacío, proporcionando un análisis comparativo de las inversiones chinas en diferentes regiones y destacando las oportunidades específicas para América Latina. Finalmente, evaluar el impacto de estas inversiones en la región puede ofrecer lecciones valiosas para otros países y regiones que buscan atraer inversiones similares, contribuyendo así a la formulación de estrategias económicas más efectivas para fomentar el crecimiento sostenible.

Para este propósito, se realizó un estudio exhaustivo de la literatura disponible y se recopilaron datos de diversas fuentes, como informes económicos y bases de datos internacionales. En este sentido, en el artículo se presentan la revisión de la literatura y los antecedentes; luego, se detalla la metodología empleada; a continuación, se examinan los resultados; y finalmente, se discuten las implicaciones y se presentan las conclusiones.

2. ANTECEDENTES

Desde finales del siglo XX, China ha emergido como una de las economías más dinámicas y poderosas del mundo, impulsada por una combinación de políticas de apertura económica, inversión en infraestructura y una mano de obra competitiva (Zheng, 2005). Este crecimiento ha catapultado a China de una economía emergente hacia una que abarca cada una de las fases del ciclo de producción en varias áreas, del bosquejo a la repartición (ICEX, 2022). Las estrategias de inversión y comercio de China han extendido considerablemente su influencia a múltiples continentes, apuntando no solo al crecimiento económico sino también al objetivo estratégico de posicionar a China como centro del sistema económico mundial (Foot, 2006).

Una consecuencia directa de este ascenso ha sido el progreso de uno de los vínculos económicos más importantes y complejas de nuestra era: la conexión del gigante asiático y la nación estadounidense. Este vínculo, que inicialmente prometía beneficios mutuos, se ha visto sometido a tensiones significativas, especialmente a partir de 2018, con el comienzo de la Guerra Comercial entre ambas naciones.

Durante la administración de Donald Trump, Estados Unidos implementó una serie de aranceles a los productos chinos, acusando prácticas comerciales desleales y violación de propiedad intelectual. En respuesta, China implementó medidas similares sobre productos estadounidenses. Esta disputa comercial entre las dos potencias económicas, que ocurrió entre enero de 2018 y octubre de 2019, tuvo repercusiones importantes en el comercio mundial (Anguiano, 2020).

Un ejemplo de estas repercusiones es el aumento de inversiones en desarrollo como Filipinas y Vietnam, y disminución de inversiones en China por parte de compañías tecnológicas de Estados Unidos debido al conflicto comercial. Sin embargo, algunas opiniones discrepan, señalando que este fenómeno ya se venía observando antes del conflicto. Es decir, muchas empresas transnacionales se instalaron inicialmente en China debido a los bajos costos laborales

ofrecidos con la apertura económica. Sin embargo, a medida que China se desarrolló, los costos laborales también se incrementaron (Bujosa, 2020).

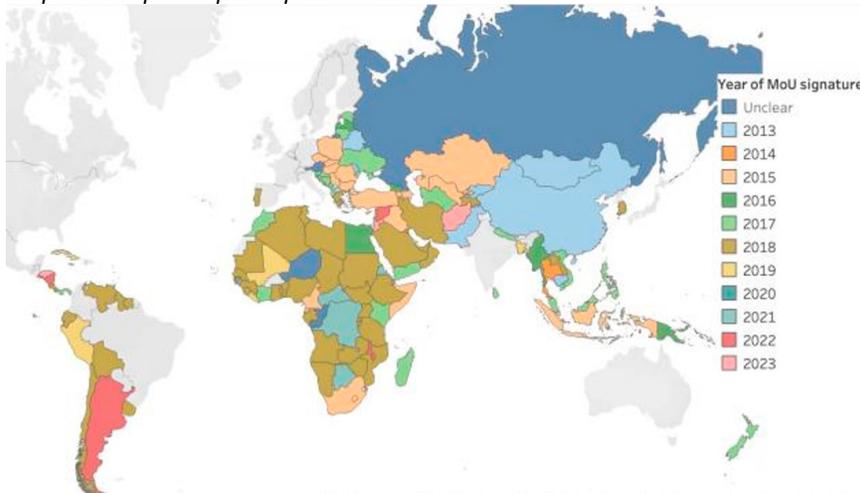
Empero, las amenazas estadounidenses han impulsado al gobierno chino a acelerar su transición de un sector de manufactura a gran escala hacia uno orientado a la investigación y la alta tecnología. Este cambio orientaría a las marcas chinas a sustituir el paradigma del “Made in China” por el “Design in China”, mejorando su ventaja competitiva en el comercio local y en el comercio global (Siby & Arunchalam, 2018).

Una de las grandes oportunidades para China se encuentra en su mercado interno, que constituye una base económica crucial para mitigar los impactos externos. Para fomentar el crecimiento de este mercado, son necesarias reformas económicas progresivas, especialmente en las regiones occidentales del país asiático. Precisamente, es en estas regiones, generalmente las más empobrecidas de China, donde comienza a desarrollarse la IFR.

La IFR, actualmente incluye aproximadamente 150 países distribuidos en todos los continentes. Esta iniciativa se creó con el objetivo de promover la cooperación internacional, la conectividad y, posteriormente, mejorar el comercio internacional como hoja de ruta hacia un desarrollo económico compartido y armonizado a nivel mundial (Rahman, 2022).

Figura 1

Mapa de los países participantes en la IFR



Nota. Información tomada de Nedopil, 2024. MoU (Memorando de Entendimiento) *

A lo largo de estos años, la IFR ha incluido numerosos proyectos de desarrollo físico e inversión financiera que abarcan áreas como transporte, producción de energía sostenible y avances en la tecnología de datos, optimizando la conexión global sin dificultades. La iniciativa sigue siendo uno de los planes de infraestructura más grandes jamás iniciados por un solo país.

A pesar de la buena imagen que proyectan los ideales de la iniciativa, existen algunas países que son reticentes a adoptarla dado que los productos chinos representan una competencia directa para los productos locales y posibles efectos negativos en el empleo en los países que abarca la iniciativa; por ejemplo, Europa. No obstante, China ha avanzado significativamente con algunos países de esta región. Por ejemplo, Alemania ha realizado inversiones considerables en el Este de China. Además de estas inversiones, China ha logrado obtener importantes transferencias tecnológicas tanto de empresas alemanas operando en su país como a través de la compra y adquisición de compañías dentro de su jurisdicción.

Justamente, en el gobierno de Merkel, en 2016, la compañía nacional de ferrocarriles Deutsche Bahn firmó el Memorando de Entendimiento (MoU) con China Railways con la finalidad del desarrollo grupal del Puente Terrestre Euroasiático. Esta ruta comienza en las ciudades chinas del este, como Lianyungang y Qingdao, y se extiende a través de Kazajistán, Rusia, Bielorrusia y Polonia, llegando finalmente a países de Europa occidental como Alemania y los Países Bajos, permitiendo el transporte de mercancías en tren, lo que reduce significativamente el tiempo de tránsito en comparación con el envío marítimo, que puede tardar varias semanas más (Gaspers, 2016).

En Europa, solo Italia del G7 se unió a IFR en 2019, lo cual tenía un significado simbólico dado su papel en los destinos finales de la antigua RS. Por otro lado, esta decisión provocó críticas en algunas naciones de Europa. Italia en 2023 decidió retirarse del proyecto del gigante asiático a consecuencia de las limitadas ventajas económicas obtenidas, el escaso incremento en las exportaciones hacia China y un notable crecimiento en las importaciones (Mazzocco & Palazzi, 2023). Además, influyeron las percepciones de tensión geopolítica derivadas del respaldo implícito del gobierno chino al gobierno ruso en la guerra contra Ucrania. Por su lado, Francia es una de las principales economías europeas con significativas relaciones comerciales con China y aunque inicialmente criticó la participación de Italia en la IFR, su perspectiva ha evolucionado positivamente hacia una postura más favorable hacia China. Esto se debe a que el capital del gigante asiático dentro del sistema económico francés supera a la realizada en Italia. Además, se resalta la exportación de aeronaves y distintas mercancías provenientes de Francia dirigiéndose al comercio chino.

Entre tanto, la transferencia de tecnología es un elemento fundamental al que los países participantes en la iniciativa china deberían apuntar. La expansión de tecnologías de información como son el 5G y 6G son fundamentales para mejorar las cadenas de valor en las que China juega un papel central. A esta versión tecnológica de la IFR, se le ha denominado DSR (Digital Silk Road), término que fue reconocido por el presidente Xi en 2017, marcando un nuevo capítulo de la economía digital y en la táctica diplomática del gobierno chino. El DSR se destacó aún más a lo largo de la pandemia global de COVID-19, ya que permitió a China superar las limitaciones físicas de las fronteras nacionales y mantener el continuo avance de los proyectos de la IFR en el extranjero sin enfrentar pérdidas significativas en las inversiones.

En el caso del sudeste asiático, las inversiones en DSR están concentradas en cinco áreas: Telecomunicaciones, 5G, Centros de Datos, Fintech y Comercio Electrónico. Al mismo tiempo, se puede resaltar que Indonesia, Singapur y Malasia son los tres principales destinos de las inversiones, asegurando colectivamente el 52.3 por ciento de todos los proyectos de la DSR (Zheng, 2024). En otro extremo, China ha enfrentado desafíos con la ejecución de varios proyectos que resultaron inviables. Por ejemplo, los proyectos cancelados en Sri Lanka debido a una elevada carga financiera en 2020. Inicialmente, el costo del proyecto se estimó en 276.27 mil millones de rupias, con una parte financiada por el Banco EXIM de China. Sin embargo, tras la cancelación de los contratos chinos, el nuevo costo estimado se redujo a solo 54.7 mil millones de rupias. Otro proyecto en espera es el del Ferrocarril Trans-Himalaya, que está paralizado desde 2014, principalmente porque Nepal carece de recursos propios para realizar un estudio de factibilidad del proyecto, y China no ha mostrado disposición para financiar dicho estudio. Un caso parecido, es el desarrollo de la tubería petrolera de Pakistán, con costos de transporte de hidrocarburos significativamente elevados en el transporte marítimo (Nouwens, 2023).

Estas experiencias ilustran cómo muchos gobiernos en Asia y el Pacífico han debido cancelar proyectos por falta de viabilidad financiera para cubrir los costos de inversión requeridos. Como resultado, China no solo adopta una postura más cautelosa en la selección de proyectos, especialmente aquellos con riesgos geopolíticos más altos, sino que los proyectos tienden a ser de menor escala en promedio en comparación con el pasado.

Asimismo, el paradigma de desarrollo chino ha recibido severas críticas debido a cuestiones como la carencia de democracia, la vulneración de derechos humanos y la contaminación ambiental. En respuesta a estas críticas, China emplea diversas estrategias en su diplomacia, ajustándose a distintos contextos y circunstancias.

Específicamente, el país asiático ha establecido objetivos estatales como es la creación de una China verde. En el primer Foro del IFR en 2017, el líder del gobierno Xi Jinping, enfatizó que es crucial aumentar esfuerzos para fomentar la cooperación en la defensa y construcción de un ecosistema robusto que permita lograr las metas del plan de Acción 2023 para el Desarrollo Sustentable (Xinhua, 2017).

Desde otro punto de vista, existen preocupaciones sobre los riesgos ambientales asociados con la IFR. Los impactos potenciales de esta iniciativa son diversos, ya que la construcción de infraestructura podría llevar a la pérdida de ecosistemas y la deforestación, entre otros problemas. También podría acelerar la extracción de recursos ambientales, como agua, arena, etc. No obstante, estos problemas ambientales no son exclusivos de esta iniciativa, pero sin una gobernanza ambiental efectiva, las inversiones en infraestructura y otros proyectos de desarrollo pueden causar daños permanentes (Coenen et al., 2020). Por otro lado, se argumenta que la inversión china conduciría a la trampa de la deuda o al neocolonialismo, pero aún no están demostradas de manera concluyente (Zheng, 2010). Estas críticas, aunque presentes, no han afectado significativamente la percepción de la iniciativa en América Latina, donde las oportunidades de desarrollo y cooperación continúan siendo valoradas positivamente.

Cabe advertir que los contactos de China con América Latina son de larga data. Los primeros contactos se dieron a través del movimiento migratorio chino hacia países de Latinoamérica, causado por la recesión económica que se dio en el siglo XIX en zonas campesinas del territorio chino. Por ello, durante la dinastía Qing, se establecieron tratados con otros países para elevar la calidad de vida de su población que laboraba fuera del territorio chino a consecuencia de las dificultades en su llegada. Unos de pactos formales fueron con la nación peruana en 1875 (Bonialian, 2021).

la Republica china, creada en 1912, mantuvo los tratados previamente establecidos. Más adelante en 1960, Cuba, país que abarcaba tres cuartas del comercio latinoamericano con China, reconoció a la República Popular China, distanciándose significativamente de los otros gobiernos de la región, que en su mayoría eran opositores al comunismo y actuaban a favor de Estados Unidos. En 1970, la República Popular China logró un acercamiento significativo con Estados Unidos, culminando con su reconocimiento oficial. Posteriormente, los países de Latino América siguieron este ejemplo, lo que resultó en un incremento considerable de los negocios bilaterales del territorio chino con Latinoamérica. Aunque el intercambio comercial global entre china y América Latina ha aumentado, el capital se caracteriza por ser mayoritariamente

unilateral. Principalmente, China invierte en América Latina en sectores como industrias de transporte, terminales marítimas y energías sostenibles. La adquisición de la mina de hierro Shougang Hierro Perú, fue el primer capital importante del gobierno chino en el exterior del continente en 1992.

El conflicto comercial de China con Estados Unidos ha generado un entorno de tensiones internacionales, en el que los países latinoamericanos encuentran oportunidades económicas importantes. Es el caso de México que experimentó un considerable aumento en sus exportaciones hacia Estados Unidos, sobrepasando al gobierno chino en el ámbito de los socios comerciales. Además, el gobierno brasileño experimentó incrementos notables en el comercio de soya provenientes del gigante asiático afectando el comercio del gobierno estadounidense en este ámbito. Estos desarrollos destacan la capacidad de la región para aprovechar cambios en el panorama global en beneficio propio, facilitando la firma de acuerdos comerciales y, especialmente, incrementando las inversiones chinas en países latinoamericanos que enfrentan significativos déficits de infraestructura.

Por su parte, las economías latinoamericanas quedaron atrapadas en la trampa del ingreso medio debido que son más susceptibles a la desaceleración económica, de tal modo que comparando las ventajas con las consecuencias negativas de los choques externos, el aprovechamiento de oportunidades es marginal. Esto puede ser explicado por diversas teorías económicas, pero lo cierto es que la falta de acción por parte de las autoridades y entidades nacionales es un problema persistente en el país. Aunque cada economía es diferente en América Latina, es común que prevalezcan economías rentistas, altamente dependientes de las tarifas comerciales de los recursos primarios exportados de manera que es el principal índice de su perspectiva económica (Alarco & Castillo, 2018). En este sentido, tanto China como EE. UU. representan mercados potenciales para los productos latinoamericanos. En síntesis, sobre la trampa de la deuda, se han generado comentarios mixtos, pero estas mismas son escasas en Latinoamérica.

En Perú las inversiones chinas son importantes. En 2024 la empresa china Cosco Shipping participa con el 60% de la inversión en la construcción del Puerto Chancay, que será el más moderno de sudamérica. Una iniciativa, suspendida, es la construcción del “tren bioceánico” cuyo objetivo es unificar Brasil y Perú hasta las costas del Océano Pacífico (Parkinson, 2021). En contraparte, el gobierno peruano ha propuesto la creación de ferrocarriles de corta distancia para la conexión de ciudades dentro del territorio peruano. Esta sugerencia aún no ha progresado.

Mientras tanto, los gobiernos de América Latina muestran un considerable desconocimiento sobre las capacidades de construcción de infraestructura de las empresas chinas, especialmente en el ámbito de infraestructuras avanzadas como trenes de alta velocidad, ciudades inteligentes y energías renovables. Reducir las diferencias culturales es fundamental para establecer alianzas con las empresas dentro de la economía local, permitiendo así el cumplimiento de la deuda gubernamental y trasladando el financiamiento al sector privado. Sin embargo, la corrupción gubernamental podría limitar la capacidad para aprovechar las ventajas de la iniciativa china.

Para mantener una conexión eficiente entre China y Latinoamérica, las autoridades del gobierno chino sostienen que debe haber cierta alineación con aspectos del modelo chino, al menos en parte. Por ejemplo, la estabilidad interna es un pilar crucial para el crecimiento económico en China, proporcionando un marco seguro y predecible que atrae inversiones, permite una planificación a largo plazo y mantiene la confianza en las instituciones.

Es fundamental recordar que, en la década de 1980, China impulsó su crecimiento económico mediante la explotación de petróleo, a pesar de que su nivel de desarrollo era inferior al de muchas economías latinoamericanas en ese período. Sin embargo, los excedentes obtenidos permitieron a China enfocarse en el desarrollo de sus sectores manufacturero y tecnológico, reduciendo progresivamente la dependencia de los recursos primarios. Actualmente, el mercado chino lidera la comercialización de insumos y artefactos de alta tecnología.

El intercambio comercial del gobierno chino con Latinoamérica resulta desventajoso en la actualidad, restringiendo sus oportunidades para salir de la trampa del ingreso medio, ya que han continuado enfocándose en la exportación de recursos naturales (Paus, 2014). Esto ha llevado a un declive en las tasas de crecimiento económico, impidiendo la creación de valor añadido y avances significativos. Es importante destacar que el crecimiento de China siguió un patrón comparable al de los Tigres Asiáticos. En este contexto, Taiwán y Corea del Sur aprovecharon intensivamente sus recursos minerales, acumulando superávits que luego emplearon para impulsar su propia manufactura y exportar productos de alto valor añadido y tecnología avanzada.

En América Latina, las debilidades internas constituyen las principales barreras para aprovechar las ventajas brindadas por la Iniciativa de la Franja y la Ruta (IFR). La desconfianza y los desacuerdos continuos en la región, especialmente en relación con la extracción de recursos primarios, obstaculizan el progreso de la iniciativa. Además, la resistencia al capital extranjero en diversas áreas

complica aún más la situación. La falta de legitimidad también juega un papel crucial, impidiendo una comunicación efectiva de los beneficios potenciales de la IFR a las comunidades locales. Este déficit de legitimidad afecta la percepción de las oportunidades de vinculación, intercambios, capacitación, y las posibilidades educativas y laborales que la iniciativa busca ofrecer.

El desafío principal radica en la corrupción, que agrava los problemas mencionados. La corrupción ha aumentado, reflejándose en largos y complejos trámites burocráticos para iniciar nuevos proyectos. Como consecuencia, se ve afectado el suministro de servicios fundamentales, permisos y servicios estatales cruciales como la enseñanza, atención médica y protección. Esta situación limita el desarrollo de proyectos más ambiciosos, como la construcción de infraestructuras, la creación de energías sostenibles, la explotación minera y el establecimiento de economías de libre mercado en Zonas Económicas Especiales (ZEE).

3. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo este estudio, se ha adoptado un enfoque cualitativo-descriptivo centrado en analizar el impacto de la Iniciativa de la Franja y la Ruta (IFR) en América Latina. El estudio se basa en una exhaustiva revisión de literatura académica y técnica que abarca la historia de la IFR, su influencia global y su dinámica específica en la región.

En primer lugar, se recopilaron datos secundarios de informes de organismos internacionales y estadísticas comerciales confiables, incluyendo el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2024), la base de datos UN Comtrade (s.f.), Nouwens (2023), Economist Intelligence Unit (2023), y Nedopil (2024). Estos datos proporcionan el marco necesario para comprender el contexto económico y comercial de la región en relación con la IFR.

Posteriormente, se aplicaron técnicas de análisis descriptivo para identificar tendencias, puntos críticos y patrones en los datos económicos y comerciales desde 2010 hasta la actualidad. Además, se examinaron estudios de caso de proyectos emblemáticos de la IFR en diferentes regiones latinoamericanas, lo que permitió una comprensión más profunda de sus impactos específicos. Finalmente, se realizó un contraste entre los resultados obtenidos y los datos recopilados con el fin de evaluar las consistencias y discrepancias entre la literatura revisada y la realidad observada. Este enfoque metodológico integral busca ofrecer una visión completa y fundamentada de las implicaciones de la IFR para América Latina.

4. RESULTADOS Y DISCUSIONES

Según datos del Fondo Monetario Internacional, se prevé un crecimiento económico en el comercio chino del 4.6% en 2024 y del 4.1% en 2025. Este aumento supera considerablemente el de Estados Unidos, que se estima en un 2.7% y un 2.1% para esos mismos años. Estos pronósticos indican que el progreso proyectado para China se está cumpliendo, acercándola a su objetivo de convertirse en la principal potencia global en un futuro cercano.

El progreso de China se mantiene a pesar de las limitaciones impuestas por Estados Unidos, como la restricción en la exportación de semiconductores avanzados. Además, se han implementado nuevas regulaciones que impiden a las empresas estadounidenses invertir en sectores tecnológicos clave en China, incluyendo semiconductores avanzados, computación cuántica e inteligencia artificial. En respuesta, China ha establecido controles sobre la exportación de galio, germanio y otros minerales esenciales para la producción de chips avanzados.

Por otro lado, se prevé que la economía china supere el crecimiento promedio de América Latina y el Caribe para los años 2023 y 2024. En 2022, el crecimiento de China fue inferior al promedio de estas regiones debido a la política de COVID-cero, que provocó un cierre económico en ese periodo. Es importante destacar que, en los próximos años, América Latina experimentará un crecimiento más modesto a pesar de tener un PIB per cápita inferior al de China.

Tabla 1
Proyecciones de crecimiento económico

	Proyecciones			
	2022	2023	2024	2025
Mundo	3.4	3.2	3.2	3.2
Economías avanzadas	2.7	1.6	1.7	1.8
EE. UU.	2.1	2.5	2.7	1.9
Economías emergentes y en desarrollo	4	4.3	4.2	4.2
China	3	5.2	4.6	4.1
América Latina y el Caribe	4	2.3	2	2.5

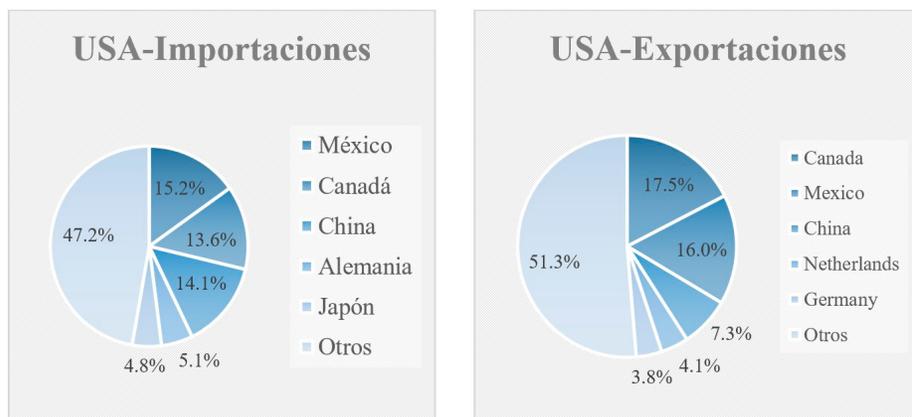
Fuente: Fondo Monetario Internacional, 2024.

En el contexto de las tensiones comerciales entre China y Estados Unidos, México ha comenzado a incrementar sus exportaciones hacia EE. UU., aunque

sigue ocupando el segundo lugar detrás de Canadá. Por su parte, China se mantiene como el tercer socio comercial de Estados Unidos, aunque su participación está en constante declive. En 2023, la contribución de China es menos de la mitad en comparación con la de Canadá o México.

Figura 2

EE. UU.: Principales socios comerciales, 2023



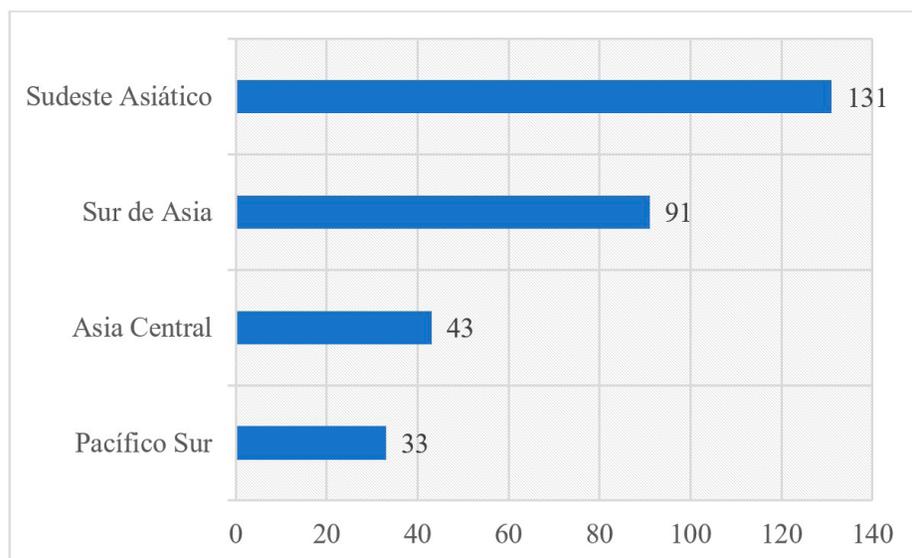
EE. UU.: Principales socios comerciales, 2023

Dado que EE. UU. es la principal potencia global, sus requerimientos de importación son sumamente elevados. En consecuencia, no solo México y Canadá se benefician del redireccionamiento comercial causado por el conflicto comercial, sino también otros socios comerciales en Asia, Europa y América Latina, como Japón, Corea del Sur, Alemania, Reino Unido, Países Bajos, Brasil, entre otros.

En la Figura 3 se muestra la cantidad de proyectos en la región de Asia-Pacífico desde 2013 hasta 2023. Tras el lanzamiento de esta iniciativa en 2013, centrada en Asia Central y el Sudeste Asiático, estas áreas inicialmente concentraban un mayor volumen de proyectos. Sin embargo, después de más de una década, la relevancia de Asia Central ha disminuido en comparación con la de Asia del Sur, particularmente en Pakistán.

Figura 3

Número de proyectos de la IFR en el Asia Pacífico entre el 2013 al 2023



Según las autoridades chinas, la Iniciativa de la Franja y la Ruta (IFR) permite a los países participantes solicitar al gobierno chino la construcción de infraestructuras diseñadas según sus necesidades específicas. Además, tienen la oportunidad de proponer mejoras para las infraestructuras ya establecidas. Sin embargo, algunos críticos señalan que esta iniciativa podría estar creando una “trampa de deuda”, donde los países endeudados se vean presionados a alinearse políticamente con China a nivel internacional.

Este descenso se debe a los riesgos geopolíticos, ya que estos países son percibidos como rivales internacionales de China y podrían enfrentar restricciones comerciales similares a las que EE. UU. ha impuesto recientemente.

Tabla 3

Cambio de los principales países de destino para los inversionistas chinos en los 10 años de la IFR

Ranking	Destino	2023	2013	Ranking	Destino	2023	2013
1	Singapur	1	2	21	Camboya	21	N/A
2	Indonesia	2	44	22	México	22	30
3	Malaysia	3	18	23	Israel	23	31
4	Hong Kong	4	3	24	Ecuador	24	64
5	Tailandia	5	35	25	Perú	25	42
6	Vietnam	6	41	26	Alemania	26	10
7	Suiza	7	7	27	Brasil	27	26
8	UAE	8	11	28	US	28	1
9	Arabia Saudita	9	15	29	Austria	29	25
10	Chile	10	22	30	France	30	20
11	India	11	33	31	Suecia	31	13
12	Bangladesh	12	52	32	Australia	32	5
13	Sudáfrica	13	49	33	Marruecos	33	60
14	Nueva Zelanda	14	17	34	Mongolia	34	N/A
15	Rusia	15	9	35	Pilipinas	35	39
16	Qatar	16	24	36	Japón	36	4
17	Egipto	17	51	37	Irlanda	37	N/A
18	Colombia	18	50	38	Argelia	38	61
19	Kazakstán	19	38	39	Dinamarca	39	14
20	South Corea	20	28	40	Serbia	40	N/A

Fuente: Economist Intelligence Unit, 2023.

Este panorama sugiere que las inversiones chinas podrían aumentar considerablemente en las economías latinoamericanas. Por ejemplo, el interés de China en México se centra en la cadena de valor de productos manufacturados destinados a Estados Unidos. Si EE. UU. impone nuevas restricciones a productos mexicanos que contienen componentes chinos, China podría buscar alternativas en otros países latinoamericanos con acuerdos comerciales con EE. UU., como Perú o Colombia.

Varios países de América Latina han firmado tratados de libre comercio tanto con China como con EE. UU. Este enfoque pragmático en la región debería impulsar un aumento en las inversiones. No obstante, el nivel actual de inver-

sión sigue siendo insuficiente para abordar las deficiencias de infraestructura o superar la trampa del ingreso medio. El número de naciones latinoamericanas que se unen a la IFR está creciendo rápidamente. China proyecta que esta iniciativa podría involucrar hasta al 70% de la población global.

Tabla 4

Crecimiento de los compromisos de inversión y construcción de los países en la IFR para cada año.

		2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
África	Construcción	-9%	-7%	9%	-26%	3%	-46%	-16%	8%	47%
	Inversión	-48%	12%	-49%	170%	-7%	-64%	234%	-39%	114%
Asia Central	Construcción	-89%	-62%	1409%	-70%	48%	-54%	764%	-93%	368%
	Inversión	-74%	-76%	211%	-36%	342%	-	100%	-68%	53%
Este de Asia	Construcción	-18%	24%	-25%	5%	7%	26%	-45%	41%	-63%
	Inversión	83%	-66%	90%	20%	95%	-68%	-43%	129%	94%
Europa	Construcción	-33%	-23%	267%	-59%	79%	-37%	160%	-74%	-15%
	Inversión	-17%	-7%	7%	-33%	56%	-80%	35%	-	100%
Latinoamérica	Construcción	-39%	-25%	172%	-25%	-52%	-20%	60%	423%	-95%
	Inversión	-92%	227%	-38%	749%	-41%	-25%	-51%	4%	108%
Medio oeste	Construcción	19%	60%	-22%	55%	-19%	-59%	36%	14%	35%
	Inversión	0%	769%	32%	-8%	24%	-92%	322%	341%	-43%
Pacífico	Construcción	5%	18%	272%	-60%	-17%	-56%	-	100%	-43%
	Inversión	-55%	-64%	117%	-56%	253%	-	100%	-	-
Asia del sur	Construcción	294%	-58%	-36%	45%	-3%	-64%	-7%	-25%	171%
	Inversión	309%	-32%	-26%	102%	-62%	103%	-93%	197%	-42%
Sudeste de Asia	Construcción	101%	28%	-18%	1%	39%	-25%	-40%	16%	8%
	Inversión	170%	-33%	61%	-20%	-53%	52%	-69%	143%	27%

Fuente: Nedopil, 2024.

Asia Central y el Sur de Asia han sido las regiones que más han recibido inversiones chinas en forma de construcción, seguidas por África y América Latina. Según la metodología de Nedopil (2024), se define como inversión la adquisición de acciones en empresas existentes, mientras que la construcción se refiere a la creación de nuevos activos. En 2023, Bolivia destacó como el país con el mayor incremento de inversiones chinas a nivel global, gracias a la compra de acciones en empresas de minería de litio. A pesar de los esfuerzos previos de Bolivia para desarrollar baterías a partir de este mineral, los resultados han sido limitados.

En cuanto a la construcción de nueva infraestructura, el Puerto de Chancay en Perú ha sido un foco importante para el capital chino, especialmente en los años 2021 y 2022. En Perú, China posee importantes operaciones mineras de hierro y cobre, que podrían ser exportadas a través de este puerto. Sin embargo, es notable la alta dependencia de América Latina en la explotación de recursos naturales, con pocos avances en la generación de valor agregado o en el avance a posiciones superiores en la cadena de valor.

El proceso de industrialización no se limita únicamente a China, sino que ha promovido el progreso de diversas economías a nivel mundial. Desde el comienzo de la Iniciativa de la Franja y la Ruta (IFR) hace más de una década, China ha realizado inversiones significativas en sectores clave como logística, turismo y servicios públicos. Según las autoridades chinas, estas iniciativas están destinadas a promover el desarrollo económico y social en los países que participan en esta iniciativa.

Tabla 5

Crecimiento de la participación en IFR en diferentes sectores

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Agricultura	95%	-57%	73%	-11%	-20%	-50%	8%	-51%
Químicos	125%	83%	-75%	229%	-5%	10%	-44%	32%
Energía	-23%	-5%	-7%	12%	-37%	1%	23%	-14%
Entretenimiento	400%	236%	-62%	100%	-88%	-100%		63%
Finanzas	-52%	71%	-54%	-81%	-22%	-44%	3560%	-100%
Salud	-13%	165%	-79%	136%	-50%	423%	91%	-92%
Logística	144%	193%	-89%	-80%	630%	35%	-77%	-18%
Minería y metales	-1%	1%	201%	-23%	-61%	66%	-16%	158%
Bienes raíces	-11%	58%	-20%	2%	-59%	41%	-31%	70%
Tecnología	-81%	146%	45%	-29%	-37%	-88%	793%	1046%
Transporte	-24%	9%	71%	-11%	-40%	-27%	18%	-6%
Turismo	820%	6%	-85%	-11%	-100%			7%
Servicios públicos	41%	-44%	-31%	160%	-63%	169%	-78%	27%
Otros	-54%	230%	-24%	-22%	-49%	-7%	36%	-61%

Fuente: Nedopil, 2024.

En 2023, la Iniciativa de la Franja y la Ruta (IFR) ha experimentado un aumento en sus compromisos en áreas como tecnología, minería y bienes raíces. Los países de América Latina deben identificar los segmentos más avanzados dentro de las cadenas de valor en las que China también está involucrada. Para lograr esto, es esencial comenzar con sectores de alta producción, como minería, petróleo y agroindustria.

Actualmente, América Latina alberga el 60% de las reservas globales de litio, con Bolivia y Argentina liderando en esta área. Esta ventaja estratégica ofrece una oportunidad excepcional para negociar la fabricación de baterías en la región, en línea con los planes chinos. El litio no solo favorece la generación de energías renovables, sino que otros minerales también contribuyen a la producción de baterías para dichas energías. Aprovechando sus vastas reservas de metales críticos y estableciendo alianzas estratégicas con China y otros países, América Latina puede fomentar la transferencia de tecnología, atraer inversiones y desarrollar capacidades industriales locales. Esto impulsará tanto el crecimiento económico como la sostenibilidad ambiental en la región.

Tabla 6

Principales empresas inversionistas chinas en la IFR (2023)

Contemporary Amperex Tech	15.20%
Zijin Mining	10.80%
Southern Power Grid	9.30%
Zhejiang Huayou Cobalt	8.80%
China Molybdenum	5.40%
Minmetals	5.10%
Alibaba	4.00%
China Communications Construction	3.50%
Shandong Xinhai, BaoWu Steel (Baosteel)	3.40%
GEM	3.30%
Hailiang	2.30%
Bytedance	2.30%
China National Nuclear	2.10%
West China Cement	2.10%
Shenzhen Xingyuan	1.90%
Aviation Industry Corp. (AVIC)-led consortium	1.80%
Hefei Xinmei Materials	1.70%
China Communications Construction, Guangxi Beibu	1.60%
China Railway Construction	1.60%
Inventronics	1.60%
Hunan Zhongwei	1.60%
Zhonghuan International Group	1.40%
BYD	1.40%
China National Petroleum Corp. (CNPC)	1.40%
China Energy Engineering	1.40%
China National Geological & Mining Corp	1.40%

En cuanto a la implicación de los actores empresariales chinos, se ha observado un notable aumento en las inversiones realizadas por empresas privadas a través de la adquisición de activos o acciones de empresas ya establecidas, como se detalla en la Tabla 6. En lo que respecta a la construcción de nuevas infraestructuras en los países participantes en la iniciativa china, sigue predominando la presencia de empresas públicas de la gigante asiática, como se ilustra en la Tabla 7.

Tabla 7

Principales empresas constructoras chinas en la IFR (2023)

Power Construction Corp. (PowerChina)	20.10%
China Petroleum and Chemical (Sinopec)	16.80%
China National Petroleum Corp. (CNPC)	10.10%
China Railway Construction	9.80%
China Energy Engineering	8.00%
China Communications Construction	7.80%
China National Building Material	5.70%
China National Machinery Industry (Sinomach)	5.50%
State Construction Engineering	4.70%
Power Construction Corp. (PowerChina), Dongfang Electric	3.00%
China Energy Construction Corporation	2.50%
China Railway Engineering	1.60%
Minmetals	1.60%
China National Chemical Engineering	1.50%
China Three Gorges	1.30%

La preeminencia de las compañías públicas en la construcción de infraestructuras en China contrasta significativamente con la frecuente falta de calidad en las instituciones estatales en América Latina. Muchas de estas entidades en la región carecen tanto de la capacidad como de los materiales esenciales necesarios para cumplir con funciones básicas, como ofrecer servicios públicos de calidad en sus respectivas áreas.

En América Latina, destacan empresas estatales como Codelco en Chile en el sector minero, y Petrobras en Brasil, Ecopetrol en Colombia, Petroamazonas en Ecuador, y Pemex en México en el ámbito de los hidrocarburos. Sin embargo, estas entidades no han logrado generar suficiente riqueza para superar la trampa del ingreso medio. Además, algunos países carecen completamente de compañías públicas en ciertos sectores.

En general, la capacidad de negociación de América Latina frente a China es limitada, en contraste con la habilidad de China para atraer inversiones extranjeras a su territorio.

4. CONCLUSIONES

China, con más de una década del proyecto de la Iniciativa de la Franja y la Ruta (IFR), ha incorporado a más de 150 países en su esfuerzo por fortalecer la conectividad, el comercio, la construcción de infraestructuras y otras formas de integración. Entre las regiones que reciben más inversión y asistencia extranjera de China destacan África y el Este asiático, ambas consideradas estratégicas para el gigante asiático. En los últimos años, América Latina ha comenzado a adquirir mayor relevancia, especialmente desde 2018, y más recientemente debido a recursos como el litio. Los sectores económicos clave para la inversión china incluyen el transporte, como puertos, carreteras, trenes y aeropuertos, así como las energías verdes, como la eólica y solar.

En 2023, se observó un notable aumento en la inversión en Sudamérica, particularmente en la adquisición de activos de litio en Bolivia. Además, destaca la inversión en el Puerto de Chancay en Perú, iniciada hace algunos años. Sin embargo, los niveles de inversión en la región aún son inferiores a los de otras áreas. Un factor a considerar es la creciente aversión al riesgo por parte de China; es decir, fracasos en proyectos en países como Pakistán y Sri Lanka, debido a terrorismo o problemas de pagos, han llevado a China a ofrecer proyectos más pequeños en la actualidad.

Este contexto debe ser tenido en cuenta por los gobiernos de América Latina, quienes deben mejorar sus fortalezas internas para negociar mejor las oportunidades ofrecidas por la IFR. Las naciones latinoamericanas deben aprovechar sus recursos naturales de manera similar a como lo hizo China y posteriormente agregarles valor. Es esencial que el desempeño de las entidades gubernamentales y la capacidad de negociación de los líderes políticos en América Latina mejoren sustancialmente para atraer las inversiones necesarias en la región. De esta manera, se evitará que las inversiones sean percibidas como meros instrumentos de corrupción que benefician únicamente a los gobernantes en detrimento del interés nacional.

5. REFERENCIAS

- Alarco, G. & Castillo C. (2018). América Latina en la trampa de los ingresos medios o del lento crecimiento. *Análisis económico*, 33(82), 5-29. Recuperado en 07 de julio de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-66552018000100005&lng=es&tlng=es.
- Anguiano, E. (2020). Rivalidad China-Estados Unidos y la pandemia del Covid-19 / China-US rivalry and the covid-19 pandemic. *EconomíaUNAM*, 17(51), 86–95. <https://doi.org/10.22201/fe.24488143e.2020.51.548>
- Beeson, M. (2018). Geoeconomics with Chinese characteristics: the BRI and China's evolving grand strategy. *Economic and Political Studies*, 6, 240 - 256. <https://doi.org/10.1080/20954816.2018.1498988>
- Bonialian, M. (2021). Relaciones económicas entre China y América Latina. Una historia de la globalización, siglos XVI-XXI. *Historia mexicana*, 70(3), 1231-1273.. <https://doi.org/10.24201/hm.v70i3.4182>
- Bujosa Fluxà, S. (2020). La reforma y apertura económica de China (1978-1993): de la planificación al mercado. <https://dspace.uib.es/xmlui/handle/11201/154378>
- Coenen, J., Bager, S., Meyfroidt, P., Newig, J., & Challies, E. (2021). Environmental governance of China's belt and road initiative. *Environmental Policy and Governance*, 31(1), 3-17. <https://doi.org/10.1002/eet.1901>
- Economist Intelligence Unit (2023). China Going Global Investment Index 2023: The Belt and Road Initiative's second decade [Archivo PDF]. https://pages.eiu.com/rs/753-RIQ-438/images/China-going-global-investment-index-2023.pdf?mkt_tok=NzUzLVJJUS00MzgAAAG0xaYNOTBEBPkhagIEIs-PoQa6DEb4-ulfxMb-
- FMI. (2024). Perspectivas de la economía mundial. A un ritmo constante, pero lento: Resiliencia en un contexto de divergencia. Washington D. C. Abril. <https://www.imf.org/es/Publications/WEO/Issues/2024/04/16/world-economic-outlook-april-2024>.
- Foot, R. (2006). Chinese strategies in a US-hegemonic global order: accommodating and hedging. *International Affairs*, 82, 77-94. <https://doi.org/10.1111/J.1468-2346.2006.00516.X>.
- Gaspers, J. (2016). Germany Wants Europe to Help Shape China's Belt and Road Initiative. *The Diplomat*. <https://thediplomat.com/2016/12/germany-wants-europe-to-help-shape-chinas-beltand-road-initiative/>
- ICEX (2022). Informe Económico y Comercial. <https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/094/documentos/2022/07/documentos-anexos/DOC2022912052.pdf>
- Khanal, S., & Zhang, H. (2023). Ten years of China's Belt and Road Initiative: A bibliometric review. *Journal of Chinese Political Science*, 29(1), 361-395. <https://doi-org.up.idm.oclc.org/10.1007/s11366-023-09873-z>

- Mazzocco, I., & Palazzi, A. L. (2023). Italy Withdraws from China's Belt and Road Initiative. The Center for Strategic and International Studies. <https://www.csis.org/analysis/italy-withdraws-chinas-beltand-road-initiative>.
- Nedopil, C. (2024). China Belt and Road Initiative (BRI) Investment Report 2023. Griffith Asia Institute, Griffith University (Brisbane) and Green Finance & Development Center [Archivo PDF]. https://greenfdc.org/wp-content/uploads/2024/02/Nedopil-2024_China-BRI-Investment-Report-2023.pdf
- Nouwens, M. (2023). China's Belt and Road Initiative a Decade on. En T. Huxley, L. Kuok, Asian Pacific Regional Security Assessment 2023: key development and trends. The International Institute for Strategic Studies. <https://www.iiss.org/publications/strategic-dossiers/asia-pacific-regional-security-assessment-2023/aprsa-chapter-4/>
- Parkinson, J. (2021). Estudos analíticos sobre o Corredor Bioceânico. *Interações*, 22(4), 1061-1076. <https://doi.org/10.20435/inter.v22i4.3484>
- Paus, E. (2014). Latin America and the Middle-Income Trap. ECLAC, Financing for Development Series, No. 250. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2473823>
- Rahman, Z. U. (2022). A comprehensive overview of China's belt and road initiative and its implication for the region and beyond. *Journal of Public Affairs*, 22(1). <https://doi.org/10.1002/pa.2298>
- Siby, K. M., & Arunchalam, P. (2018). The US-China Trade Competition: An Overview. MPRA paper No. 87236. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/87236/>
- UN Comtrade Database. (s.f.). Acceso gratuito a datos detallados de comercio global. <https://comtradeplus.un.org/?ReturnUrl=/data/>
- Xinhua. (2017). Full text of President Xi's speech at opening of Belt and Road forum. Retrieved from http://www.xinhuanet.com/english/2017-05/14/c_136282982.htm
- Zheng, B. (2005). China's "Peaceful Rise" to Great-Power Status. *Foreign Affairs*, 84, 18. <https://doi.org/10.2307/20031702>
- Zheng, L. (2010). Neo-colonialism, ideology or just business?: China's perception of Africa. *Global Media and Communication*, 6(3), 271-276. <https://doi-org.up.idm.oclc.org/10.1177/1742766510384964>
- Zheng, W. (2024). China's digital silk road (DSR) in southeast Asia: Progress and challenges. *Edu.sg*. https://www.iseas.edu.sg/wp-content/uploads/2024/01/ISEAS_Perspective_2024_1.pdf

Recaudación de los servicios tecnológicos UNI: 2009 - 2023

Revenue from UNI's technological services: 2009 - 2023

Gerald Salazar Quiroz¹

RESUMEN

Se presenta como Estudio de caso el comportamiento de los recursos directamente recaudados por concepto de servicios tecnológicos, definido como la suma de las específicas de servicios de investigación y desarrollo (1.3. 3 9. 2 3) y los servicios a terceros (1.3. 3 9. 2 9), de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) entre el periodo 2009 a 2023. Bajo un enfoque de extensionismo tecnológico, los ingresos recaudados y la gestión de estos servicios por parte de la UNI pueden ser considerados como indicadores del cumplimiento de la función de la universidad como proveedor de servicios derivados del conocimiento en el sector productivo. Los datos obtenidos muestran una tendencia a la baja, especialmente en los servicios a terceros, mientras que los servicios de investigación y desarrollo (I+D) se mantienen estables en el promedio de años, pero que aún no recuperan niveles de ingresos previos a la pandemia de la COVID-19. Este trabajo también propone líneas de modernización para la gestión de servicios tecnológicos de la universidad, a partir de las disposiciones de la Presidencia del Consejo de Ministros (PCM) con respecto a las actividades de comercialización de servicios prestados en exclusividad por parte de las instituciones públicas.

Palabras Clave: *servicios tecnológicos, extensionismo tecnológico, gestión pública, productividad*

Recibido: 14/04/2024
Aceptado: 15/07/2024
Publicado: 27/09/2024

¹ Universidad Nacional
Mayor de San Marcos,
Lima, Perú

Correspondencia:
gerald.salazar@unmsm.
edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-8157-2654>

Licencia:



Revista de la Facultad de
Ingeniería Económica,
Ingeniería Estadística y
Ciencias Sociales de la
Universidad Nacional de
Ingeniería

ABSTRACT

The behavior of the resources directly collected for technological services is presented as a case study, defined as the sum of the specific resources for research and development services (1.3. 3 9. 2 3) and services to third parties (1.3. 3 9. 2 9), of the National University of Engineering (UNI) between the period 2009 to 2023. Under a technological extension approach, the income collected and the management of these services by the UNI can be considered as indicators of compliance of the university's function as a provider of services derived from knowledge in the productive sector. The data obtained shows a downward trend, especially in third-party services, while research and development (R&D) services remain stable over the average number of years, but have not yet recovered income levels prior to the COVID-19 pandemic. This work also proposes modernization lines for the management of technological services of the university, based on the provisions of the Presidency of the Council of Ministers (PCM) with respect to the marketing activities of services provided exclusively by public institutions.

Keywords: *technological services, technological extensionism, public management, productivity*

1. INTRODUCCIÓN

El último informe de la OCDE (2023) resalta la dependencia de la economía peruana con las exportaciones de materias primas, especialmente el cobre, lo que la expone a riesgos ante las fluctuaciones de los precios internacionales. La necesidad de diversificar la economía y fomentar la innovación sigue siendo un desafío significativo para el país en el futuro cercano.

En este sentido, varios estudios han destacado la importancia de la absorción de la tecnología para aumentar la productividad empresarial, considerando la falta de acceso a ella como una falla de mercado que los Estados abordan a través de programas de extensionismo que ofrecen servicios tecnológicos a las empresas.

Las investigaciones se han centrado principalmente en evaluar el impacto de las políticas para apoyar la productividad en diversos sectores a través de capacitaciones, asesorías y desarrollo de I+D bajo demanda de las empresas. Una referencia mundial en este ámbito es el Manufacturing Extension Partnership (MEP) de EE.UU., una asociación público-privada que ofrece soluciones integrales a los fabricantes estadounidenses a través de 51 Centros MEP autónomos.

En el caso de Perú, los Centros de Innovación y Transferencia Tecnológica (CITE) son la referencia en programas de extensionismo tecnológico, brindando servicios para los sectores productivos del país, con resultados e impactos que se investigan continuamente. Sin embargo, algunos estudios han señalado desafíos como la informalidad empresarial que dificulta la evaluación del impacto de estos servicios (Jaramillo & Diaz, 2010). Por otro lado, Alferes (2018) ha estudiado la contribución de los CITE a la mejora de los sistemas productivos locales; y, Parían (2021) la percepción de las empresas sobre la gestión del CITE agroindustrial Ica.

Además de los CITE, las universidades públicas pueden brindar servicios tecnológicos como resultado de tener infraestructura, equipos y personal especializado. La gestión de estos servicios se sitúa en la intersección entre la gestión pública, el extensionismo tecnológico y la diversificación económica.

Este estudio de caso pretende describir la situación de los servicios tecnológicos de la Universidad Nacional de Ingeniería, a través del análisis de los ingresos registrados en el portal de Consulta Amigable del MEF, promoviendo así una mayor atención a una de las dimensiones de los servicios tecnológicos: su gestión y administración.

Se espera que futuros trabajos puedan explorar diversas dimensiones de los servicios tecnológicos, como la difusión, publicidad y marketing; los desafíos asociados a la obsolescencia tecnológica y los procesos y protocolos a seguir conforme al Sistema Nacional de Abastecimiento del Estado Peruano; la escasez de investigaciones aplicadas utilizando los equipos disponibles; la competencia entre el uso de equipos para servicios tecnológicos y su aplicación académica y de enseñanza; así como la percepción restrictiva por cuanto los laboratorios o talleres pertenecen exclusivamente a las facultades, lo que limita las oportunidades de colaboración, desarrollo y cooperación.

Finalmente, este trabajo apela a la responsabilidad institucional de modernizar la gestión pública de la universidad. Esta suposición y condición se enmarcan en la Política Nacional de Modernización de la Gestión Pública, como un proceso para avanzar hacia una administración más eficiente y transparente.

2. DESCRIPCIÓN DEL CASO

Los servicios se definen como actividades no tangibles destinadas a satisfacer las necesidades, deseos o demandas de individuos, empresas u otras entidades, sin generar un bien físico palpable.

A medida que la producción de bienes tangibles se intensifica, surge la necesidad de servicios para apoyar esta producción, como transporte, contabilidad, almacenamiento, entre otros. Para el caso de una economía del conocimiento, se advierte que los servicios basados en el uso del conocimiento y la información son claves en el crecimiento económico.

Los servicios tecnológicos (ST) o servicios científicos y tecnológicos (SCT) son definidos por diversos organismos y normativas como actividades que abarcan desde la investigación, diseño y desarrollo experimental e industrial (WIPO, 2023), hasta la asistencia técnica, capacitación y consultoría al sector productivo (Resolución Ejecutiva N° 042-2021-ITP/DE, 2021). Estos servicios pueden incluir producción, difusión y aplicación (Ley N° 31250, 2021), ensayos y asistencias especializados (CONCYTEC, 2015), determinaciones, cursos, asesorías y consultorías, entre otros.

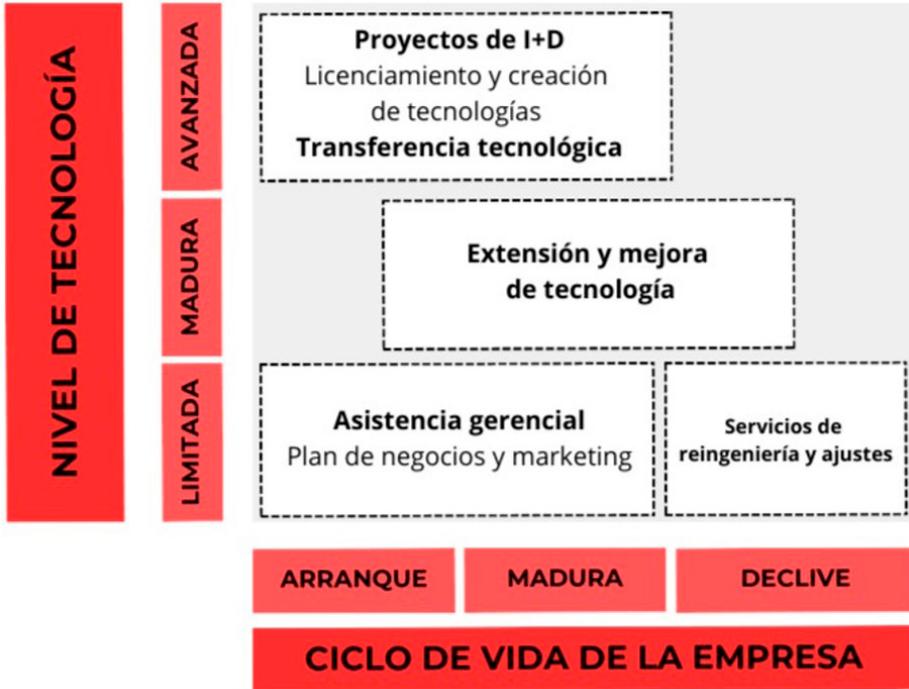
Para el caso de servicios especializados, las empresas suelen acudir a universidades y centros de investigación. Esta interacción está enmarcada en la Vinculación Universidad-Empresa, o también llamada Vinculación Tecnológica (VT) (Argentina.gob.ar., 2022).

Esta colaboración entre la industria y la academia es mutuamente beneficiosa: la industria se beneficia del apoyo académico, particularmente en investigación básica, lo que mejora su productividad y reduce costos; mientras que la academia tiene la oportunidad de desafiar y mejorar su producción científica y tecnológica al responder a las necesidades de la sociedad. Cuando se transfiere la propiedad del conocimiento entre estos actores, la vinculación se convierte en transferencia tecnológica; de lo contrario, se trataría de servicios tecnológicos.

En la figura 1, mostramos el marco de acción de las diversas actividades, desde el punto de vista de la necesidad tecnológica de una empresa.

Figura 1

Campo de acción de la transferencia y el extensionismo tecnológico



Nota. Información del CONCYTEC (2015).

Jaramillo de Souza (2023) ha identificado diversos problemas a partir de las empresas que acceden a los servicios de los CITE. Entre ellos, el bajo nivel de absorción de nuevos conocimientos, escasez de recursos humanos y financieros, debilidad en la organización de las MYPES y limitada articulación con los centros de investigación o universidades.

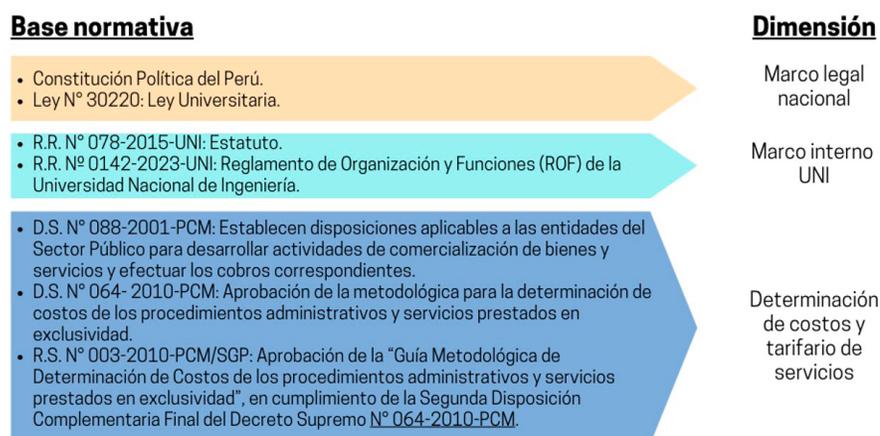
Para atender estas fallas del mercado, los estados despliegan políticas específicas como son los Programas de Extensión o Extensionismo Tecnológico (PET) para ayudar a las empresas a acceder a servicios especializados y así incentivar su incursión en actividades de I+D+i para la mejora de su productividad. Estas políticas se operacionalizan a través de entidades públicas y/o privadas que atienden a sectores productivos, como es el caso de los CITE y/o la colaboración con universidades y centros de investigación. Esta vinculación entre Estado, Academia y Empresa, tiene características importantes a resaltar, y que se expondrán en la siguiente sección.

2.1 Servicios tecnológicos brindados por entidades públicas de I+D

El gobierno peruano ha regulado los servicios que ofrece bajo el principio de subsidiariedad, mediante el Decreto Supremo N° 088-2001-PCM (2001), Decreto Supremo N° 064-2010-PCM (2010), Resolución de Secretaría de Gestión Pública N° 003-2010-PCM/SGP (2010) que presentan la metodología para determinar los costos de los bienes y servicios. Además, restringe las actividades comerciales definidas como “venta o alquiler de bienes o servicios, que no son suministrados en exclusividad por las Entidades del Sector Público, (...) y que generalmente se brinda en condiciones de competencia con el sector privado” a la existencia de una ley expresa que habilita la comercialización. En la figura 2, mostramos un diagrama con el marco legal mencionado

Figura 2

Marco legal aplicable a los servicios tecnológicos



Esta normativa, plantea un interesante desafío al principio de subsidiariedad del Estado. Aunque inicialmente la universidad adquiere equipos especializados como parte de su función de enseñanza superior, el continuo cambio tecnológico exige que los equipos y el personal sean cada vez más especializados, lo que podría permitirle competir con el sector privado, una actividad que la Constitución Política prohíbe. En el caso de los CITEs, su norma de creación, el Decreto Legislativo N° 1228, permite esta competencia pero la limita a responder únicamente bajo demanda.

2.2 Marco normativo UNI relacionado con los servicios tecnológicos

El Reglamento de Organización y Funciones (Resolución Rectoral N° 0142-2023-UNI, 2023), asigna al Vicerrectorado de Investigación la responsabilidad de promover la generación de recursos derivados de las actividades de investigación, desarrollo tecnológico, patentes u otros derechos de propiedad intelectual.

Asimismo, confiere a la Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica (DITT) la responsabilidad de establecer planes, programas y proyectos de transferencia tecnológica, así como diseñar y ofrecer productos y servicios de innovación y tecnología adaptativa.

En la acción estratégica 4.5 del Plan Estratégico Institucional (PEI), se define que la universidad busca aumentar los recursos obtenidos directamente mediante la mejora de la oferta de bienes y servicios, utilizando como indicador la “tasa de variación de captación de recursos directamente recaudados” (Resolución Rectoral N° 1362-2024-UNI, 2024).

En la Política de Investigación (Resolución Rectoral N° 1716, 2017), se norma que la promoción de la prestación de servicios especializados y la relación universidad-empresa son acciones prioritarias.

Es importante destacar también la Resolución Rectoral N° 0825 (2017), que define las tasas de retención para los recursos directamente recaudados. No se incluyen los costos de los servicios en el TUPA, ni existe un tarifario específico para los servicios tecnológicos que ofrece la universidad.

Para contextualizar el marco normativo de la UNI, se presenta en la tabla 1 una comparación con la normativa del CITE-ITP.

Tabla 1

Comparación de la normativa aplicable a los servicios tecnológicos entre la UNI y los CITE-ITP

Categoría normativa	UNI	CITE-ITP	Observaciones
Organización y funciones	R.R. N° 0142-2023: ROF - UNI	D.S. N° 005-2016: ROF - ITP	Mientras que el ROF de la UNI le otorga una función general a la DITT de organizar y ofertar los servicios. El ROF del ITP le da mayor capacidad operativa al tener direcciones especializadas en la gestión de los servicios de los CITE.
Gestión de los servicios	Descentralizada, autónoma y dispersa	Administración centralizada, operatividad descentralizada	<p>Los servicios tecnológicos que brinda los CITE se gestionan operativamente en el territorio en el que se encuentran, mientras que la gestión administrativa está a cargo direcciones específicas del ITP:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dirección de Estrategia, Desarrollo, Innovación y Fortalecimiento de los CITE - Dirección de Operaciones - Dirección de Seguimiento y Evaluación <p>En el caso de la UNI, la DITT sería la única dirección con competencias sobre los servicios. En la práctica, cada laboratorio que brinda servicios define sus estrategia, operación y seguimiento.</p>
Gestión digital de los servicios	No tiene	Tiene el Sistema de Servicios de Innovación Productiva (SSIPRO) del ITP	<p>Los CITE registran sus servicios a través del SSIPRO. Además el ITP cuenta con el portal ITP Data.</p> <p>La UNI no tiene un portal dedicado a sus servicios tecnológicos, una ventanilla virtual o un sistema de gestión dedicado.</p>
Costeo de procedimientos administrativos y servicios	No tiene	R. E. N° 042-2021-ITP/DE: Directiva "Metodología para la determinación de tarifas basada en costos del ITP"	La universidad no ha costeado sus servicios, a diferencia de los CITE-ITP que tiene una metodología, una clasificación de sus servicios y tarifarios en constante actualización por cada uno de los 24 CITEs desplegados en el Perú.

Gestión de los servicios tecnológicos	No tiene	R.E. N.° 100-2022-ITP: Disposiciones sobre el diseño y aplicación de esquemas promocionales para el acceso a los servicios tecnológicos que brinda el ITP”	<p>El ITP ha desarrollado un conjunto de directivas para los servicios tecnológicos en el marco de las normativas dictadas por la PCM con respecto a los servicios brindados en exclusividad por entidades públicas.</p> <p>Además de eso, la existencia de tres direcciones con tareas específicas de coordinación de las actividades de los CITE (estratégico, operación y evaluación) le da la capacidad al ITP para focalizar acciones específicas de mejoras.</p> <p>En el caso de la UNI, no existe desarrollo específico para la gestión de los servicios, dejando esto en manos de las facultades, que a su vez delegan en los laboratorios. No se considera acá la normativa sobre las tasas de retención de RDR, debido a que es una normativa que no atañe a la gestión de los servicios.</p>
		R.E. N.° 42-2021-ITP: Marco conceptual para la programación, ejecución y control de servicios que brinda el ITP	
		R.D.E. N° 3-2021-ITP/DE: Disposiciones para la creación, desarrollo estratégico y extinción de los CITE públicos y unidades técnicas del ITP	

Nota: Se puede notar que la universidad no ha desarrollado su normativa específica para los servicios tecnológicos, poniéndolos en desventaja con respecto a los CITE.

3. ANÁLISIS

El propósito del presente trabajo es reportar la recaudación por recursos directamente recaudados (RdR) de los servicios asociados a la I+D, definidos a partir de la suma de dos partidas de recaudación de la Universidad Nacional de Ingeniería.

La muestra del presente trabajo son los ingresos por RdR de toda la universidad por concepto de las específicas de ingresos 1.3. 3 9. 2 3 (servicios de investigación y desarrollo) y 1.3. 3 9. 2 9 (servicios a terceros) en el periodo del 2009 al 2023 (figura 3).

La primera partida, servicios de investigación y desarrollo, incluye las actividades que la literatura define como “servicios tecnológicos”, a saber: análisis, asesorías, consultorías, diseño de productos, etc. Por otro lado, los servicios a

terceros tienen una definición amplia que también incluye de forma no excluyente, a consultorías y asesorías.

Figura 3

Partidas presupuestarias establecidas por MEF que son usadas en este trabajo.

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	CLASIFICADOR ECONÓMICO
1.3	VENTA DE BIENES Y SERVICIOS Y DERECHOS ADMINISTRATIVOS	Genérica
1.3.3	VENTA DE SERVICIOS	Sub-Genérica
1.3.3.3	SERVICIOS DE EDUCACIÓN, RECREACIÓN Y CULTURA	
1.3.3.3.1.2	Servicio de capacitación: recursos provenientes de los cursos de capacitación.	
1.3.3.3.1.5	Servicios académicos: ingresos generados por los servicios académicos que presta una entidad como son: preparación académica, internet, computación, postgrado, entre otros.	
1.3.3.3.1.99	Otros servicios académicos: son los ingresos provenientes de la prestación de servicios de educación no considerados anteriormente.	
1.3.3.9	OTROS INGRESOS POR PRESTACIÓN DE SERVICIOS	Detalle de Sub-Genérica
1.3.3.9.2.3	Servicios de investigación y desarrollo: son ingresos provenientes de análisis y exámenes de laboratorio, evaluaciones, estudios especializados para la investigación y desarrollo.	Específica y detalle de específica
1.3.3.9.2.9	Servicios a terceros: son ingresos provenientes de servicios a terceros que brindan las entidades públicas. Incluye servicios de asesoría, consultoría y evaluación técnica, entre otros.	
1.3.3.9.2.10	Servicios meteorológicos e hidrometeorológicos: son ingresos provenientes de la venta de información meteorológica e hidrológica (parámetros meteorológicos e hidrológicos, tendencias y mapas climáticos, pronósticos y estudios meteorológicos, hidrológicos y agrometeorológicos, entre otros).	
1.3.3.9.2.11	Servicios cartográficos: son ingresos que provienen del pago por los servicios cartográficos del sistema de información geográfica	
1.3.3.9.2.12	Servicios metrológicos: son ingresos provenientes de los servicios de medición.	

Nota. Información tomada de Resolución Directoral N° 0032-2023-EF/50.01 (2023).

Debe mencionarse, que los valores de la muestra se han obtenido del portal de Consulta Amigable del MEF que ofrece datos globales de la institución, pero no detalles específicos como la unidad UNI que generó el servicio, el tipo de servicio o la fecha en que se realizó.

Estos datos se encuentran en los registros internos de la universidad, a los cuales no se ha tenido acceso. Futuros trabajos podrán identificar el tipo de servicio, el giro de los usuarios y, en particular, si los servicios registrados en la partida 1.3. 3 9. 2 9 (servicios a terceros) incluyen el uso de laboratorios, el desarrollo de talleres de capacitación o algún tipo de asesoría relacionada con la capacidad de I+D de la universidad.

Con respecto a los servicios I+D (1.3. 3 9. 2 3), se esperaría que esta partida

sea la que contenga los servicios que son atendidos directamente en los laboratorios y/o centros de investigación. Sin embargo, el presente trabajo no ha podido encontrar una directriz pública que diferencie en qué casos las partidas son usadas.

Finalmente, es importante mencionar que no existe una ventanilla única de gestión y/o venta de los servicios de la universidad, por lo que cada Facultad o Centro de investigación, lleva a cabo la administración de sus servicios de forma autónoma.

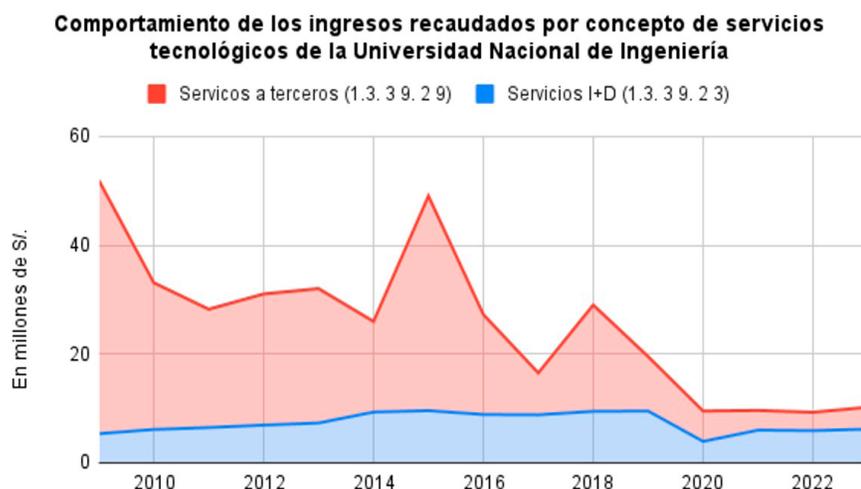
3.1 Ingresos RdR UNI por servicios tecnológicos del 2009 al 2023

En la figura 4, se ilustra la evolución de los ingresos por servicios tecnológicos durante el período comprendido entre 2009 y 2023. En color rojo, los servicios a terceros (1.3. 3 9. 2 9) y en azul (1.3. 3 9. 2 3), los de investigación y desarrollo.

En la figura se puede observar un declinamiento continuo de los servicios a terceros, con dos picos en el 2015 (S/. 39 millones) y el 2018 (S/. 19 millones). En comparación con el año 2009, los ingresos en esta partida en el año 2023 representa casi una 10ma parte.

Figura 4

Comportamiento de los ingresos por concepto de servicios de investigación y desarrollo y servicios a terceros



Fuente: Elaboración propia en base a la información del MEF.

Un comportamiento opuesto se puede identificar en los servicios de I+D (1.3. 3 9. 2 3), que ha mantenido un monto promedio de casi S/. 7 millones anuales, durante 15 años. El año 2020, durante la pandemia de la COVID-19 los ingresos se reducen casi a la mitad, pero posteriormente se recuperan a montos cercanos al promedio.

Tabla 2

Ingresos RdR por servicios de investigación y desarrollo y terceros realizados desde el año 2009 al 2023 en S/.

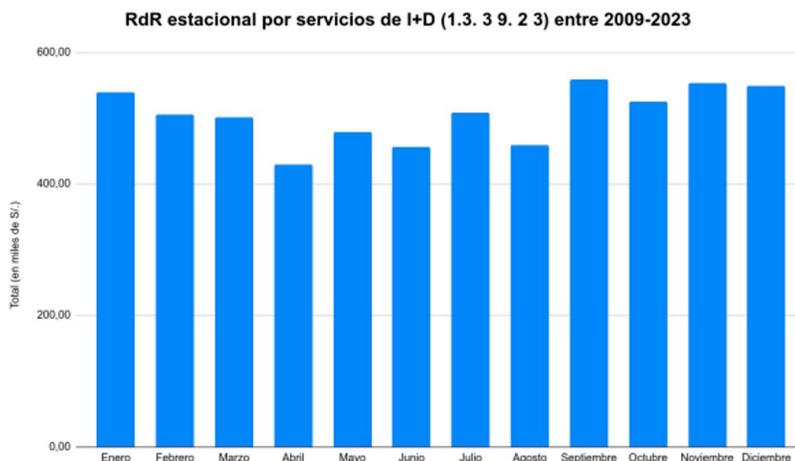
#	Año	Recaudado por servicios I+D (1.3. 3 9. 2 3)	Recaudado por servicios a terceros (1.3. 3 9. 2 9)	Subtotal
1	2009	5.358.499,00	46.530.018,00	51.888.517,00
2	2010	6.131.694,00	26.946.441,00	33.078.135,00
3	2011	6.485.597,00	21.726.898,00	28.212.495,00
4	2012	6.935.431,00	24.080.264,00	31.015.695,00
5	2013	7.320.525,00	24.681.564,00	32.002.089,00
6	2014	9.331.949,00	16.635.505,00	25.967.454,00
7	2015	9.591.518,00	39.433.790,00	49.025.308,00
8	2016	8.883.434,00	18.354.604,00	27.238.038,00
9	2017	8.824.230,00	7.690.911,00	16.515.141,00
10	2018	9.464.864,00	19.528.934,00	28.993.798,00
11	2019	9.514.342,00	9.996.155,00	19.510.497,00
12	2020	3.940.905,00	5.566.338,00	9.507.243,00
13	2021	6.010.203,00	3.609.938,00	9.620.141,00
14	2022	5.917.057,00	3.359.207,00	9.276.264,00
15	2023	6.201.661,00	4.007.186,00	10.208.847,00
Total		109.911.909,00	272.147.753,00	382.059.662,00

Nota: Elaboración propia

Para tener una idea sobre la estacionalidad de los servicios tecnológicos, la figura 5 presenta los ingresos globales promedio por mes durante el periodo de 2009 al 2023 de solo de los servicios de I+D (1.3. 3 9. 2 3). Haciendo un promedio para todos los meses de todos los años, la universidad ha tenido un ingreso mensual promedio de S/. 400,000 de forma sostenida.

Figura 5

Comportamiento de los ingresos por concepto de servicios de investigación y desarrollo y servicios a terceros

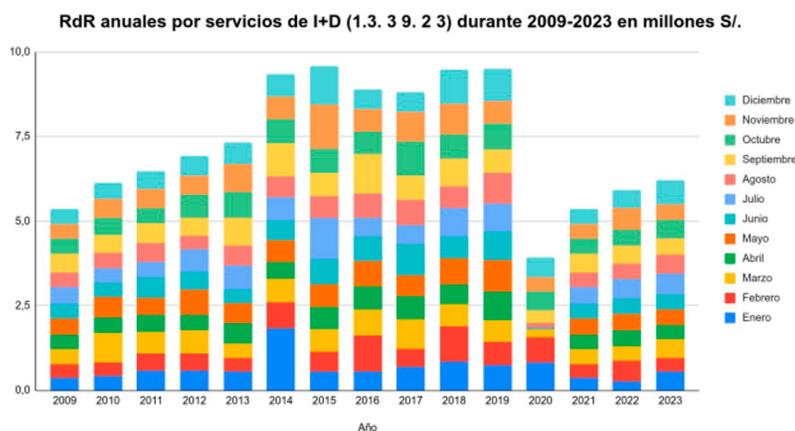


Nota. Elaboración propia en base a la información del Ministerio de Economía y Finanzas.

Finalmente, para conocer el aporte de cada mes al ingreso anual por concepto de servicios de investigación y desarrollo, mostramos en la figura 6, los ingresos por cada año, diferenciando el monto proporcional que aportó cada mes a los RdR recaudados.

Figura 6

Comportamiento de los ingresos por concepto de servicios de investigación y desarrollo y servicios a terceros



Nota. Elaboración propia en base a la información del Ministerio de Economía y Finanzas.

4. CONCLUSIONES

Los Recursos Directamente Recaudados (RdR) por conceptos de servicios de I+D y servicios a terceros, que colectivamente llamamos “servicios tecnológicos” presentados en este trabajo revelan una tendencia a la baja desde el año 2010, incluso durante los períodos previos a la pandemia. Sin embargo, el comportamiento de cada uno de los componentes ha sido diferente, ya que los servicios a terceros no han dejado de caer, mientras que los servicios de I+D se mantienen en el rango de +/- 25% del promedio durante los últimos 15 años.

La tabla 2 muestra los valores desde el año 2009, evidenciando un declive continuo en los servicios prestados a terceros, con dos excepciones destacadas en 2015 (S/. 39 millones) y 2018 (S/. 19 millones). En comparación con 2009, los ingresos de esta partida en 2023 representan aproximadamente una décima parte.

Este declive podría ser resultado de la existencia de los CITE, cuya función es proporcionar servicios tecnológicos especializados en cadenas productivas específicas. Por ejemplo, el CITEccal (CITE de Cuero y Calzado), ubicado cerca del campus de la UNI, ofrece servicios de capacitación, desarrollo de productos, investigación y desarrollo, y análisis de laboratorio, compitiendo con la universidad bajo la ventaja de tener laboratorios certificados y una gestión especializada. Sin embargo, sin tener detalles sobre la descripción de cada servicio en esta partida, no es posible detectar posibles causas de la caída. Presentamos algunas conclusiones clave:

- Para el caso de los servicios de investigación y desarrollo, la tendencia a mantener ingresos estables en los años previos a la pandemia podría sugerir la existencia de un nicho económico aún no identificado al que la universidad atiende a través de servicios especializados de investigación y desarrollo. Esta hipótesis se refuerza al observar que mensualmente los ingresos promedios durante el periodo 2009 a 2023 superan los S/. 400K de forma estable, por lo que se puede afirmar que los ingresos no son estacionales.
- A partir de la figura 5, que muestra los RdR de la partida de servicios de I+D para el mismo periodo diferenciando por el monto que aporta cada mes, podemos afirmar que no hay un mes en específico donde los servicios de la universidad sean más demandados.

- Si es importante reconocer que los ingresos del año 2023 aún no recuperan los niveles pre pandemia de la COVID-19, y se encuentran a niveles del año 2009.
- Al igual que en el caso de los servicios a terceros, sin tener información detallada de los servicios no es posible identificar los giros económicos que generaron estos recursos.
- Además, esta información podría estar dispersa en los diferentes laboratorios, centros de investigación o facultades.

No hay duda que la UNI cuenta con equipos altamente especializados, recursos humanos calificados e infraestructura adecuada, lo que le permite ofrecer servicios tecnológicos a través de sus centros de investigación y laboratorios especializados. Y aunque se puede observar la estabilidad de los servicios, se puede inferir considerando que los ingresos por conceptos de servicios de investigación y desarrollo se ha mantenido en un promedio de S/. 7.327.460,60 con una desviación estándar de 24.6% durante 15 años, futuros trabajos con acceso a la información interna contable de la universidad podrán identificar qué centros o laboratorios aportan más a los RdR y si el costeo permite cubrir al menos los costos de producción de los servicios.

Finalmente, la revisión de la normativa indica que no existen directrices específicas que permitan gestionar los servicios tecnológicos de forma eficiente y eficaz habiendo pasado más de 14 años desde la aprobación del Decreto Supremo N° 064-2010-PCM (2010), lo cual indica una falta de atención por parte de la Universidad a este tema.

Propuesta de mejora

Se propone que la institución: i) inicie el proceso de costeo de sus servicios tecnológicos de acuerdo con el Decreto Supremo N° 064-2010-PCM (2010), ii) cree una unidad de gestión especializada que estaría a cargo de la gestión de estos servicios: formulación de proyectos de inversión para actualizar la infraestructura asociada a los mismos, diseño de lineamientos para distinguir entre los laboratorios académicos, investigación y servicio, administración del sistema para monitorear y evaluar los servicios; y formalización de un tarifario para los servicios.

Este proceso de costeo, deberá estar acompañado por un proceso integral de modernización de la gestión de sus servicios tecnológicos en diversas di-

menciones, incluyendo la actualización normativa de acuerdo con el Decreto Supremo N° 064-2010-PCM (2010), la implementación de una gestión por procesos conforme a la Resolución de Secretaría de Gestión Pública N° 006-2018-PCM/SGP (2018), y la mejora de la calidad de acuerdo con la Norma Técnica N° 001-2022-PCM-SGP (2022). En este trabajo, hemos indicado las principales etapas y las oficinas involucradas. En la figura 7 mostramos un esquema de las posibles etapas de esta propuesta.

Llevar a cabo este proceso de modernización no solo fortalecerá la gestión de los servicios tecnológicos, sino que permitirá, también, la creación de un catálogo de servicios diseñado para satisfacer las necesidades específicas del desarrollo tecnológico en el sector productivo, respetando los límites impuestos por el principio de subsidiariedad sobre las entidades estatales. Además, será una oportunidad para que la Dirección de Innovación y Transferencia Tecnológica pueda implementar un modelo basado en la experiencia de otras instituciones que brindan servicios tecnológicos y conectarlo con las políticas de extensionismo que el Estado Peruano viene promoviendo.

Figura 7

Diagrama de etapas de la propuesta de mejora de la gestión de servicios tecnológicos de la Universidad Nacional de Ingeniería



5. REFERENCIAS

- Alferes, P. J. P. (2018). Estudio de Casos: Análisis de la Contribución de los Centros de Innovación Tecnológica-CITE, en los Sistemas Locales y Sectoriales de Innovación [Tesis para optar el grado académico de Magister en Gestión y Política de la Innovación y la Tecnología]. Pontificia Universidad Católica del Perú. Escuela de Posgrado. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/9870>
- Argentina.gob.ar. (2022). Unidad de Vinculación Tecnológica. <https://www.argentina.gob.ar/ciencia/agencia/unidad-de-vinculacion-tecnologica>
- CONCYTEC. (2015). Programa Especial de Transferencia Tecnológica. Consejo Nacional de Ciencias, Tecnología e Innovación Tecnológica. <http://www.concytec.gob.pe/transferencia/index.php/presentacion>
- Decreto Supremo N° 064-2010-PCM de 2010 [Presidencia del Consejo de Ministros]. Decreto Supremo que aprueba la metodología de determinación de costos de los procedimientos administrativos y servicios prestados en exclusividad comprendidos en los Textos Únicos de Procedimientos Administrativos de las Entidades Públicas, en cumplimiento del numeral 44.6 del artículo 44° de la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General. 4 de junio de 2010.
- Decreto Supremo N° 088-2001-PCM de 2001 [Presidencia del Consejo de Ministros]. Decreto que aprueba el Reglamento General del Organismo Supervisor de la Inversión Privada en Telecomunicaciones. 17 de julio de 2001.
- Jaramillo, M., & Díaz, J. (2010). Evaluación de los programas de apoyo a las PyME en Perú. En G. López - Acevedo, & H. Tan, Evaluación de impacto de los programas para PyME en América Latina y el Caribe (pp. 117-138). Banco Mundial.
- Jaramillo de Souza, S. (2023). Impacto del modelo CITE sobre el crecimiento de la productividad de las PYME en el Perú: Una evaluación exploratoria empleando asignación endógena del tratamiento [Tesis para optar el grado académico de maestro en Administración Pública]. Universidad Católica Sedes Sapientiae. Escuela de Posgrado. <https://hdl.handle.net/20.500.14095/2047>
- Ley N° 31250 de 2021. Ley del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación (SINACTI), Normas Legales, N° 31250. 2 de julio de 2021. Diario oficial El Peruano.
- Norma Técnica N° 001-2022-PCM-SGP de 2022. [Presidencia del Consejo de Ministros]. Norma técnica para la gestión de la calidad de servicios en el sector público. 17 de noviembre de 2022.

OCDE. (2023). Estudios Económicos de la OCDE: Perú 2023. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. <https://doi.org/10.1787/f67c8432-es>

Parían, R. M. S. (2021). Percepción de la gestión de I+D+I del Citeagroindustrial Ica en empresas agrícolas y agroindustriales de la región Ica [Tesis para optar el grado académico de Maestro en Administración y Finanzas]. Universidad Autónoma de Ica. Facultad de Ingeniería, Ciencias y Administración. Programa Académico de Administración y Finanzas.
<http://repositorio.autonomadeica.edu.pe/handle/autonomadeica/1438>

Resolución de Secretaría de Gestión Pública N° 003-2010-PCM/SGP de 2010 [Presidencia del Consejo de Ministros]. Se aprueba el Manual de Funcionamiento del Centro de Mejor Atención al Ciudadano - Centro MAC, el mismo que como Anexo forma parte integrante de la presente Resolución; cuyas disposiciones son de obligatorio cumplimiento en todos los Centros MAC a nivel nacional. 8 de abril de 2021.

Resolución de Secretaria de Gestión Pública N° 006-2018-PCM/SGP de 2018. [Presidencia del Consejo de Ministros]. Se aprueba la Norma Técnica N° 001-2018-SGP, Norma Técnica para la implementación de la gestión por procesos en las entidades de la administración pública, la misma que como anexo forma parte integrante de la presente Resolución. 27 de diciembre de 2018.

Resolución Directoral N° 0032-2023-EF/50.01 de 2023. [Ministerio de Economía y Finanzas]. Resolución Directoral que aprueba el Cuadro de Plazos de la Fase de Ejecución Presupuestaria y los Clasificadores Presupuestarios para el Año Fiscal 2024, Normas Legales, N° 38. 31 de diciembre de 2023.

Resolución Ejecutivo N° 042-2021-ITP/DE de 2021. [Ministerio de la Producción]. Metodología para la determinación de tarifas basada en costos del instituto tecnológico de la producción – ITP. 2 de junio de 2021.

Resolución Rectoral N° 0142-2023-UNI de 2023. [Universidad Nacional de Ingeniería]. Reglamento de Organización y Funciones de la Universidad Nacional de Ingeniería, el cual consta de II Títulos, VII Capítulos, 114 Artículos y 01 Anexo, cuyo texto forma parte integrante de la Resolución Rectoral N° 142-2023-UNI. 10 de agosto de 2023.

Resolución Rectoral N° 0825 de 2017. [Universidad Nacional de Ingeniería]. Aprobar las “Tasas de Retención para las actividades que generan Recursos Directamente Recaudados en la UNI”. 2 de junio de 2017.

Resolución Rectoral N° 1362-2024-UNI de 2024. [Universidad Nacional de Ingeniería]. Aprobar el Plan Estratégico Institucional de la Universidad Nacional de Ingeniería, Periodo 2020-2027 Ampliado, de acuerdo a las pautas establecidos por el

Centro Nacional de Planeamiento Estratégico en la Guía para el Planteamiento Institucional, formando parte de la presente Resolución. 19 de abril de 2024.

Resolución Rectoral N° 1716 de 2017. [Universidad Nacional de Ingeniería]. Aprobar las “Políticas de Investigación en la Universidad Nacional de Ingeniería”, que contiene: Introducción, Principios, Objetivos y 08 Líneas de Políticas de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación (I+D+I), cuyo texto forma parte integrante de la presente Resolución Rectoral. 9 de noviembre de 2017.

WIPO. (2023). Nice classification. Recuperado 29 de enero de 2024, de https://www.wipo.int/classifications/nice/nclpub/en/fr/?basic_numbers=show&class_number=42&explanatory_notes=show&gors=&lang=en&menulang=en&mode=flat%C2%ACion=&pagination=no&version=20230101

Entrevista

Róger Rumrill García: Amazonía e Interculturalidad

Entrevista: Rafael Vásquez Rodríguez¹



Foto: Casa de la Literatura Peruana, 2023.

Róger Rumrill García, escritor y periodista loreto, vivió su adolescencia en diversos pueblos de la selva peruana. Hasta la fecha, ha publicado 32 libros que abordan el tema de la Amazonía desde la historia, el ensayo, la narración, el guion de cine, la poesía y el periodismo, desde una perspectiva multidimensional y holística. Su obra ha recibido diversos reconocimientos, entre ellos el Premio Casa de la Literatura Peruana otorgado por el Ministerio de Educación y el reconocimiento como Personalidad Meritoria de la Cultura Peruana por el Ministerio de Cultura, ambos otorgados en 2023. Entre sus publicaciones más recientes se encuentran el libro de cuentos *Narraciones de la Amazonía*, la biografía novelada *Miguelina* sobre la icónica y paradigmática vida de la yurimagüina Miguelina Acosta Cárdenas y la novela *La Virgen del Samiria*, que es parte de una saga narrativa sobre la utopía amazónica. El segundo tomo se titula *Las Estirpes Amazónicas*, siempre explorando el mito de la utopía amazónica instalada en la literatura de la amazonía peruana.

¹ Universidad Nacional de Ingeniería, Lima (Perú)
Email: rvasquezr@uni.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0001-8195-0638>

La novela La Virgen del Samiria nos sirve de marco en la siguiente entrevista para conversar con el autor sobre su obra y la interculturalidad que emerge de sus páginas.

Rafael Vásquez Rodríguez (RVR). El prologoista de la segunda edición de *La Virgen del Samiria*, el notable lingüista Gustavo Solís Fonseca, indica que eres un “Chulla Chaqui Feliz” haciendo un paralelo con la famosa frase de José María Arguedas al autodefinirse como un “demonio feliz”. ¿Quién es Róger Rumrill para Róger Rumrill?. ¿Es más bien un “Shapingo”?

Róger Rumrill: Empecemos explicando el término *Chulla Chaqui*, que hace referencia a una deidad forestal que forma parte de la mitología indígena de la Amazonía y que sobre la cual existen dos versiones. Una de ellas la describe como un ser maligno, destructor, que roba seres humanos. La otra versión que yo planteo en mis libros representa al *Chulla Chaqui* como un dios ecológico y defensor del bosque amazónico desde una concepción cosmocéntrica.

Cabe señalar que en la Amazonía existen figuras similares, como el *Shapingo* y otros seres con distintos nombres. Además no hay que olvidar que el mundo amazónico, a diferencia del occidental y eurocéntrico, es un mundo poblado de deidades de las especies, donde cada ente de la naturaleza tiene una ‘madre’, reflejando una visión matriarcal: el río tiene madre, el bosque tiene madre, la laguna tiene madre, y así sucesivamente.

RVR: Además, el *Shapingo* es un pequeño demonio travieso que va de un lado a otro a su antojo, tal como lo ha hecho Róger Rumrill a lo largo de su vida. Naciste en Iquitos, estudiaste la secundaria en Pucallpa, continuaste en Lima en el Colegio Guadalupe, y luego regresaste a la selva, al valle del Alto Mayo, más precisamente al centro del paraíso: Soritor². Cuéntanos, ¿cómo llegaste a Soritor?

Róger Rumrill: Un día estábamos conversando con un grupo de amigos, entre ellos el poeta César Calvo Soriano, autor de *Las tres mitades de Ino Moxo y otros brujos de la Amazonía*, en la ciudad del Cusco. Los estudiantes le preguntaron a César sobre su vida, y él respondió: ‘Pregúntenle a él, su vida es una novela’. Y, efectivamente, el día que escriba mi vida, será una novela de varios tomos. Mi vida ha sido extraordinaria: nací en Iquitos y a los ocho meses mi padre falleció. Él trabajaba como cubicador de madera en la empresa maderera Astoria Manufacturing Company, la primera empresa norteamericana que se estableció después de que los ingleses se marcharan luego de lucrar con el negocio del caucho a fines del siglo XIX y principios del siglo XX.

² Soritor es distrito de la provincia de Moyobamba, San Martín. Está ubicado en medio de los feraces valles de los ríos Indoche, Óchique y Tónchima.

Tiempo después, mi madre, viuda con tres hijos (mis dos hermanas y yo), nos trasladó a Pucallpa. Corrían los años 1939 y 1940, tiempos en que se estaba construyendo la carretera Lima–Huánuco–Pucallpa, la primera carretera de integración que conectaba la costa, la sierra y la Amazonía, inaugurada por Prado en 1942. Mi madre trabajaba en la carretera administrando un pequeño restaurante.

Mi madre murió cuando yo tenía ocho años. En su agonía, le dijo a mi hermana mayor Teresa, que tenía 12 años: ‘Cásate pronto para que reúnas a tus hermanos’, porque era lógico y previsible que, al morir mi madre y no tener padre, se produciría una diáspora de los hermanos, y así fue. Dos de mis hermanas se fueron a Iquitos y yo me quedé en Pucallpa con una hermana menor. Mi hermana mayor regresó dos veces a buscarme, pero yo no quería irme porque a los 14 años vendía helados y pasaba mis días en el cine “Pucallpa”, soñando con las películas del oeste y los héroes como Red Ryder y otros personajes del lejano oeste. Finalmente, un día mi hermana volvió a Pucallpa con un anzuelo: trajo una colección de libros del gran cuentista Constancio C. Vigil y me dijo, ‘Si vienes conmigo, estos libros serán tuyos’. Corrí a la lancha *La Libertad* y así me fui a Iquitos. Había sido atrapado por los hermosos relatos del extraordinario narrador uruguayo.

Pasé un tiempo en Iquitos y luego tuve un período maravilloso. Mi hermana que era maestra rural, que se había casado con un hombre de Soritor que, al igual que ella, era maestro rural, nos llevó a vivir con ellos. En esa época, los maestros rurales, como los policías, iban de pueblo en pueblo cada año y así pasé un año en el río Itaya, otro en Bagazán, en el río Ucayali, y así sucesivamente. Esos fueron años maravillosos, los de mayor aprendizaje, porque son años en los que uno aprende de todo. Viví en contacto con la naturaleza, con los pueblos, con los ribereños. A pesar de ser un lector voraz y de haber viajado mucho por el mundo, puedo afirmar que mi mejor aprendizaje y conocimiento de la Amazonía provienen de esos años, porque aprendí a leer, a sentir, a dialogar con el gran libro de la Naturaleza, absorbiendo sus olores, sus sabores, escuchando sus melodías.

A los 20 años, me casé con una linda muchacha de Soritor, el pueblo donde vivían las mujeres más hermosas de San Martín. Luego fui a Pucallpa e Iquitos para convertirme en maestro y fue entonces cuando comenzó mi carrera literaria. Mi primer cuento lo publiqué a los 16 años, pero a los 20, ya en Iquitos como maestro, tenía un programa en Radio Nacional llamado ‘Quién es quién en la cultura peruana’, escribía una columna en el periódico *El Oriente*, el decano de la prensa loreтана, y además fundé el grupo cultural *Bubinzana*, un grupo generacional que marcó un hito y un cambio en la visión de la literatura amazónica hasta hoy.

RVR: Luego te tenemos en París y otras ciudades más de Europa. Regresas al Perú para continuar tu obra sobre la Amazonia. ¿Cómo es esa etapa de tu vida?

Roger Rumrill: Me voy a Europa porque... bueno, ésta es una anécdota increíble. Yo ganaba 3 soles como maestro, te hablo de los años 1965. Con ese sueldo tan precario, no tenía dinero para comprarme libros. Entonces, iba a leer a la biblioteca pública municipal donde la bibliotecaria, Marcia Ríos, me prestaba libros para llevar a mi casa. Además, como escribía una columna cultural todos los días, tenía que estar bien informado del que hacer cultural tanto de Iquitos, Lima y el mundo. Así que me iba a 'solapear' (mirar las solapas de los libros) en la librería más grande de Iquitos, la librería Mosquera, que se había instalado en la época del caucho. Cuando murió el dueño, don Nemesio Mosquera, sus dos hijas heredaron el negocio. Un día, mientras estaba 'solapeando' para informarme sobre los nuevos libros que llegaban, una de las hijas que se llamaba Avia me llamó la atención:

-Oye muchacho, ¿Qué haces?, yo te veo todos los días venir a solapear libros, pero nunca compras un solo libro.

Me acerqué, le pedí disculpas. Y le expliqué por qué no compraba libros.

-Gano 3 soles y soy periodista, le dije

-¿Y qué cosa escribes?

-Lo que usted está leyendo-. Tenía el periódico en su escritorio. Me miró y me dijo: -No puede ser, eso no es posible, cómo alguien que tiene... ¿Qué edad tienes?

-20 años- respondí.

-¿Y puede escribir una columna como ésta?, yo pensaba que el autor Róger Rumrill era un hombre de 80 años, un erudito. Bien, ahora sí puedes venir a leer todos los días. Quedas autorizado-.

Uno de esos días, y aquí termino la anécdota, lanzó un grito y dijo:

-¡Gaby!, aquí está el hombre que estás buscando-.

Miré por todos lados. ¿El hombre? ¿Dónde está el hombre?, el único hombre era yo.

-¿Quién es?- dijo la citada Gaby.

Gaby era la Dra. Gabriela Porto de Power, Directora de la Sexta Región de Educación, Decana de la Facultad de Educación de la Universidad de la Amazonía Peruana, la esposa del hombre más rico de Iquitos, la mujer más poderosa que había en la ciudad de Iquitos y quizás en la Amazonía. Me dijo:

-¿Tú eres Roger Rumrill, el que escribe esa columna?

-Sí doctora-, respondí.

A partir de ese momento la Dra, Power se convirtió en mi mecenas y a través de mí, de otros escritores y artistas. Un día, menos de un mes después, me dijo:

-Tú te vas a París, no te puedes quedar un minuto más en Iquitos.

-Doctora, no tengo dinero para mi pasaje.

-Te compro los libros de tu biblioteca. ¿Cuántos libros tienes en tu casa?

-500.

-La Facultad de Educación te los compra.

Ése mismo día ordenó el pago. Luego le dije:

-Doctora, pero tengo un problema aún mayor que resolver. Estoy casado y tengo dos hijitas-

-¿Por qué estas casado tan joven?

Luego me preguntó:

-¿Tu esposa tiene algún título académico?

Le contesté: - Sí, Doctora. Es la mejor madre del mundo. Solo ha terminado su primaria.

Se quedó pensando unos minutos y luego me dijo con un tono firme y seguro:

-Déjame resolver este problema.

Diez días después me llamó a su despacho y puso en mis manos la Resolución Ministerial firmada por el Ministro de Educación, por la cual nombraban a mi esposa como Auxiliar de Educación del Colegio Nacional Rosa Agustina de Donayre. Me miró fijamente y me dijo:

-Ahora sí te vas a París. No quiero verte un minuto más en esta ciudad.

Así fue como me fui a París como corresponsal del diario Expreso de aquella época, el Expreso progresista. Y comenzó mi vida europea: fui corresponsal en Europa durante dos años y medio y me di tiempo para estudiar cine y como alumno libre en la Universidad.

Quiero terminar esta parte diciendo lo siguiente: a Mariátegui muchas veces le dijeron que era un europeísta y él respondía: 'En Europa aprendí a conocer y a amar al Perú'. Yo puedo decir que en Europa aprendí a amar más la Amazonía y ahí firmé mi compromiso. Lo he dicho y lo repito muchas veces: la Amazonía no es solo un tema de estudio, de investigación, material de novela o ensayo. Es mucho mas que eso... ¡la Amazonía es mi destino!

RVR. Róger, has publicado *La Virgen del Samiria* que ya tiene dos ediciones y como parte de una saga. Editada por Sinco Editores y con prólogo de Gustavo Solís Fonseca, quien la describe como una novela indígena y totalizadora, en la que presentas una denuncia fundamental y una propuesta. Cuéntanos, ¿qué se esconde detrás de *La Virgen del Samiria*?

Róger Rumrill: Gustavo Solís Fonseca, uno de los más destacados lingüistas peruanos especializados en la Amazonía, sostiene que *La Virgen del Samiria* es una novela indígena porque incorpora la utopía indígena en la literatura amazónica. Solís Fonseca la compara con las novelas de Arguedas, que también tienen el tema indígena como fondo, como leitmotiv, como el universo de su narrativa. Esta saga constará de tres tomos: el primero es *La Virgen del Samiria*, el segundo es *Las estirpes amazónicas*. Y el tercero, en el que estoy trabajando actualmente, se titula *Terrabona, hacia la tierra sin mal*. Como señala Ricardo González Vigil, uno de los críticos literarios peruanos más reconocidos, esta saga utópica introduce la utopía amazónica en la literatura de la región, de la misma manera que la utopía indígena se ha integrado en la literatura andina.

La novela abarca un período de 100 años y narra la historia de una familia. Es una “novela de tesis” que, además de su carácter utópico, postula que todas las actividades extractivas y el sistema mercantil en la Amazonía han sido devastadoras para la naturaleza y para las culturas y pueblos, especialmente los indígenas. En la novela, los hijos de la familia Reátegui enfrentan destinos trágicos: uno se convierte en narcotraficante otra en prostituta y así todos tienen un destino trágico.

La idea de la novela surgió en los años 90, cuando un amigo me llamó por teléfono y me pidió que escribiera sobre los impactos que sobre los ecosistemas de la reserva nacional Pacaya Samiria estaban provocando las operaciones de la compañía Texas Crude, compañía norteamericana que inició sus operaciones durante el gobierno de Fujimori.

Respondiendo la llamada de mi amigo, le pedí a Enrique Zileri, Director de Carretas donde escribía en esa época, viajar al Pacaya Samiria para escribir sobre el tema. Viajamos con un fotógrafo y como veníamos de una revista influyente de Lima, la empresa que tenía su campamento principal en “Hamburgo”, en el río Samiria, seguramente con la intención de taparnos los ojos y la conciencia, nos trataron como reyes, nos alojaron en un bunker y nos dieron un cocinero chino. Al día siguiente, en un bote cargado de alimentos que solicité para donar a las comunidades del Samiria, partimos para instalarnos en el primer campamento de operaciones de la Texas Crude.

Instalado en el campamento, mientras desayunábamos, observé un mosquitero colgado en uno de los tambos de los obreros. Le pregunté al administrador:

-¿Hay alguien enfermo en ese mosquitero?-

El administrador contestó:

-No hay nadie y seguramente alguien se olvidó de arreglar su mosquitero-

-Eso es imposible. Porque yo soy amazónico y sé que nadie en la selva se olvida de arreglar su mosquitero cuando se levanta-

Entonces, con acento nervioso, me dijo:

-Sí, hay alguien. Está la visitadora-

Le pedí verla y hablar con ella. Era una muchacha de 19 años, de tez color caoba, cabellos largos y negros y unos ojos de choloque profundamente tristes. Hermosa, mágica y misteriosa como la Amazonía y violada como la Amazonía de hoy. Esa noche había atendido a 60 trabajadores. Su tristeza era insondable. Así nació la novela *La Virgen del Samiria*. Así nació la saga.

RVR: ¿Por eso tu prologuista dice que es una gesta de conciencia y enseñanza de saberes?

Róger Rumrill: Así es. La novela tiene historia, economía, mitos, leyendas, tiene páginas de erotismo, capítulos sobre shamanismo, es una novela totalizadora del mundo amazónico.

RVR: Además, denuncia el homicidio de la vida en su totalidad. Desde la visión limitada de la cultura occidental, el homicidio se define como matar a un semejante. Sin embargo, aquí se habla de un homicidio de la vida en general, de todo ese ciclo vital. Esto contrasta con la visión mezquina de la cultura occidental que jerarquiza la vida de los seres humanos por encima de la vida de los demás seres vivos del universo.

Róger Rumrill: Explicándolo en términos antropológicos y científicos, lo que quiero decir es que, en la concepción indígena andino-amazónica, se tiene una visión cosmocéntrica, que es opuesta a la concepción antropocéntrica. Para el cosmocentrismo, todo está interrelacionado en un mundo biofísico; en esta visión, la naturaleza está intrínsecamente conectada con la cultura. En contraste, el eurocentrismo distingue entre naturaleza y cultura, considerándolas como entidades separadas.

Para la cosmovisión indígena, la naturaleza es vista como la madre, y como tal, debe ser respetada, amada, cuidada. Y se debe pedir permiso para utilizar sus bienes. En cambio, la concepción eurocéntrica patriarcal-colonial-occidental considera la naturaleza como un recurso económico, un insumo a ser explotado hasta

su agotamiento. Este pensamiento, que se considera moderno y eurocéntrico, es el que está conduciendo al planeta a la catástrofe.

RVR: Y lo hace mediante diversos mecanismos destructivos como la explotación del caucho, la minería, la deforestación, los monocultivos, el tráfico de especies, el narcotráfico e incluso la educación cuando no es intercultural...

Róger Rumrill: Así es. Ahora que mencionas la interculturalidad, quiero dirigirme a los estudiantes universitarios. Perú es una nación multilingüe, multicultural y multiétnica. Sin embargo, el Estado es monocultural y de origen colonial, lo que lo hace disfuncional para nuestra nación. Por lo tanto, nuestra agenda y reto en Perú es realizar una profunda reforma de este Estado neocolonial para que sea compatible con nuestra nación. Todo el racismo que afecta a nuestro país es parte de esta fractura. Tenemos que construir un estado intercultural, no solamente en la educación.

Un ejemplo de esto se ve en la justicia: el derecho aplicado por magistrados, abogados y jueces es el derecho positivo de origen romano, el monismo, que no solo no tiene nada que ver con el derecho consuetudinario de los pueblos indígenas, sino que a menudo lo ignora y desprecia.

Para ser una nación justa y equitativa, necesitamos reformar profundamente este Estado neocolonial para que sea compatible con la nación multilingüe y multiétnica que es Perú. No se trata solo de promover la interculturalidad en la educación; el Estado peruano debe ser intercultural. En Perú hay 55 pueblos y naciones: cuatro andinos (Quechua, Aimara, Jaru, Jaqaru) y 51 amazónicos. Somos el país más rico culturalmente. Por lo tanto, necesitamos que el actual Estado neocolonial se ajuste a la nación que tenemos. Mis novelas, ensayos y toda mi actividad de reflexión y creación, abordan esta inmensa y compleja realidad.

RVR: Y en la novela incluyes aspectos diversos y entretenidos como el personaje juliaqueño Tobías Mamani quien termina viviendo en la selva, el mito del jaguar como rey del bosque, la selva vista como paraíso e infierno a la vez, o el caso del jurista Antonio de León Pinelo, quien en su tesis sanmarquina planteaba que...

Róger Rumrill: Planteaba que en el Pacaya Samiria está el Jardín del Edén: el Pacaya es el río Éufrates y el Samiria es el río Tigris de la Biblia.

RVR: Todo ello y mucho más lo encontramos en la novela La Virgen del Samiria de Róger Rumrill, a quien agradecemos por esta entrevista, una entrevista que se convierte en un mensaje para los jóvenes estudiantes y significa para la universidad un llamado sobre la forma de educarnos en pleno Siglo XXI de cara a los grandes problemas y dilemas de la actualidad.

Reseñas

Crítica de la economía política de David Ricardo, de la teoría del valor a la teoría del comercio internacional

Reseña de Juan Narciso Ojeda Cárdenas ¹

Recibido: 10/07/2024
Aceptado: 10/08/2024
Publicado: 27/09/2024

¹ Universidad del Mar,
Oaxaca, Mexico

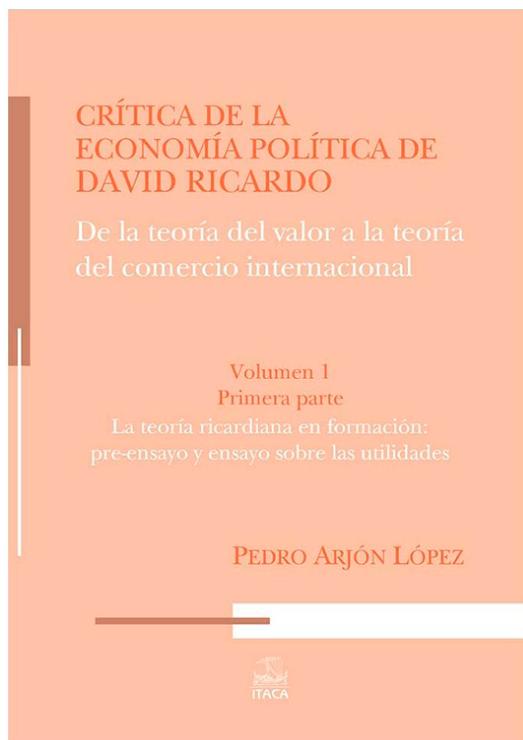
Correspondencia:
juanojeda3150@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0000-8739-8477>

Licencia:



Revista de la Facultad de
Ingeniería Económica,
Ingeniería Estadística y
Ciencias Sociales de la
Universidad Nacional de
Ingeniería



El libro *Crítica de la Economía Política de David Ricardo: de la teoría del valor a la teoría del comercio internacional* destaca la solvencia intelectual de su autor, Pedro Arjón López, cuyo mérito radica en identificar errores y omisiones en la obra de un autor clásico como David Ricardo, aspectos que otros estudiosos de renombre han pasado por alto.

La excepcional preocupación teórica de Arjón para desentrañar los secretos de la economía y su revisión crítica de autores consagrados le permiten encontrar diferencias, semejanzas, problemas y cambios de paradigmas que también se reflejan en la ciencia económica. Esta notable competencia ha quedado demostrada en su labor académica en la Universidad del Mar (UMAR) de México y en otros centros educativos. Cabe mencionar que el Dr. Arjón también publicó un artículo en la prestigiosa revista *Investigación Económica* de la Facultad de Economía de la UNAM, titulado “La teoría de la Utilidad de David Ricardo” (*Investigación Económica*, Vol. XLV, 256, octubre-diciembre de 2006, pp. 161-193), el cual representa un antecedente importante para este libro.

En su obra, Arjón ejemplifica cómo el abuso de los modelos matemáticos y la consideración de múltiples variables puede complicar los análisis económicos. Por ejemplo, en economía se utiliza y abusa del término “equilibrio”, aunque, como demuestra la historia, siempre han existido crisis, estancamientos y depresiones, como la provocada por la COVID-19, que reflejan que las economías generalmente se encuentran en un estado de desequilibrio.

El primer volumen de la obra de Arjón se desarrolla en 252 páginas, divididas en cuatro capítulos y un prefacio que resume las principales líneas maestras del trabajo. Arjón muestra que el modelo económico de David Ricardo se construyó en cuatro etapas: i) la primera, anterior a 1815; ii) la segunda, centrada en la reflexión sobre el “Ensayo sobre las Utilidades” y culminando en la publicación de *Principios* (1817); iii) la tercera, que abarca el periodo posterior a la publicación de su obra y la defensa de su teoría; y iv) la cuarta etapa, relacionada con la búsqueda de una medida invariable de valor. Esto revela que el pensamiento de Ricardo evolucionó no solo debido a las críticas de otros contemporáneos, sino también por el contexto de la Revolución Industrial, cuyas leyes empezaban a entenderse. En el marco de una economía capitalista, cuyo despliegue e inestabilidad dificultaban la realización de investigaciones tanto económicas como sociales, Ricardo fue adaptando sus ideas a medida que cambiaba su entorno.

Debe recordarse que la obra de David Ricardo se construye en una época en la que la influencia de Adam Smith en Inglaterra ya había superado el debate entre mercantilistas, quienes consideraban el oro y la acumulación de riqueza como esenciales, y los fisiócratas, que sostenían que la clave residía en la tierra para la producción de alimentos. En esta discusión también intervino Thomas Malthus, quien argumentó que los alimentos crecen de manera aritmética, mientras que la población aumenta de forma geométrica. La visión de Malthus era valiosa, ya que anticipaba que las tierras cultivables podrían agotarse, lo

que llevaría a la humanidad a enfrentar hambre debido a los límites físicos de los recursos naturales, un concepto que posteriormente se denominó “rendimientos decrecientes”.

Los economistas de esa época no podían prever las diversas corrientes que surgirían, las cuales, sin las precauciones adecuadas, distorsionarían los principios originales de los pensadores al adaptar sus enfoques para favorecer los intereses de los centros económicos que dominan el mundo actual. Esta manipulación ha beneficiado a ciertos grupos económicos, como lo demuestra la investigadora mexicana Viri Ríos (Viridiana Ríos, Grijalbo, 2021).

El capítulo I, titulado “La Teoría Ricardiana de las Utilidades”, aborda uno de los temas clave del análisis de Arjón. En él se estudia el contexto del problema de las utilidades, explorando la historia y revisando los distintos planteamientos de Ricardo en su polémica con otros autores clásicos. Este capítulo contiene 33 citas de diversos pensadores, lo que dificulta su lectura. La metodología empleada podría haberse enriquecido con un análisis más profundo, reduciendo el número de citas textuales para permitir una lectura más fluida del tema.

El capítulo II, que tiene solo once páginas, se concentra en estudiar el marco analítico general de David Ricardo. Aunque se presenta el modelo económico de Ricardo, no se incluyen sus ecuaciones, lo que limita la comprensión detallada del mismo.

El capítulo III está dedicado al estudio de la renta, su surgimiento y evolución. Incluye ecuaciones, modelos y datos empíricos, ofreciendo un análisis detallado de cómo David Ricardo conceptualiza la renta. Siguiendo la tradición de investigación de los economistas, este capítulo está bien logrado y cumple con su objetivo central de ilustrar el tema de la renta de manera efectiva.

El capítulo IV, titulado “De la constancia del salario real”, también está bien trabajado, aunque su extensión podría justificar su desarrollo en un libro especializado. La complejidad de este capítulo requiere un análisis más profundo, que podría abordarse en una futura investigación con mayor detalle.

El libro se enriquece con cuatro apéndices que complementan los análisis y añaden detalles que no se pudieron tratar exhaustivamente en los capítulos. La obra del Dr. Pedro Arjón es significativa porque demuestra la complejidad de la ciencia económica y subraya la importancia de regresar a los clásicos para comprender mejor sus teorías y señalar, cuando sea necesario, los puntos controversiales que plantea, como los identificados por Arjón en la obra de David

Ricardo. Estos aspectos incluyen:

- Las fluctuaciones de los precios.
- El flujo y reflejo de los metales preciosos.
- La inestabilidad de los sistemas monetarios de la época.
- La pugna entre terratenientes y burgueses.
- Las guerras comerciales entre países.
- Los problemas sociales emergentes, como la pauperización de la clase obrera.

En resumen, este libro destaca a Pedro Arjón como uno de los teóricos mexicanos que más se preocupa por entender en su totalidad la colosal producción de David Ricardo.

ECONOMÍA Y RECURSOS NATURALES Universidad del Pacífico (2004)

Reseña de Genaro Armando Rodríguez Carbajal ¹

Recibido: 22/07/2024
Aceptado: 12/08/2024
Publicado: 27/09/2024

¹ Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú

Correspondencia:
grodriguez@uni.edu.pe
<https://orcid.org/0009-0005-0275-7183>

Licencia:



Revista de la Facultad de Ingeniería Económica, Ingeniería Estadística y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Ingeniería



El libro “La economía de los recursos naturales”, editado por el Centro de Investigación de la Universidad del Pacífico y escrito por Elsa Galarza Contreras, adquiere notable relevancia en el contexto de la actual emergencia mundial frente al cambio climático (incluyendo eventos como temperaturas extremas) y las respuestas de los países y organismos internacionales al respecto. El contenido del libro destaca por su interés en vincular los recursos naturales con

la economía, incorporando los fundamentos de la ciencia ambiental. La autora sustenta su análisis en cada capítulo, abordando temas sensibles como naturaleza, ecología, población, externalidades, la renta, los impuestos, el equilibrio bioeconómico, la eficiencia social, las concesiones, el derecho de propiedad, la disposición privada y estatal, así como el papel de los gobiernos, dinamizando la agenda mediante la remediación, la salvaguarda y la búsqueda de soluciones sostenibles para los problemas medioambientales vinculados a los recursos naturales.

El libro, compuesto por 291 páginas, incluye importantes gráficos, tablas y una extensa bibliografía en cada capítulo. A continuación, se presentan algunas citas destacadas:

- Página 11: “La evidencia sobre la degradación ambiental como obstáculo para el desarrollo comienza a manifestarse en la discusión internacional durante la década de 1980...”
- Página 19: “Existen muchas ideas en torno al desarrollo sostenible que no pueden ser plasmadas en su totalidad en una definición... No solo basta con mantener la biodiversidad a través de los siglos: también se deben considerar factores sociales, como el grado de cohesión de las sociedades y su inclinación a formar asociaciones responsables.”
- Página 20: “Los pobres son simultáneamente víctimas y agentes del deterioro ambiental: cerca de la mitad de los pobres del mundo vive en zonas rurales, vulnerables desde el punto de vista ambiental, y depende de los recursos naturales, sobre los cuales tienen escaso control legal, para su subsistencia.”
- Página 21: “Mientras que los países del norte están preocupados por el calentamiento global y la quema de combustibles fósiles, los países del sur, con menores ingresos, se preguntan por qué deben contribuir a solucionar un problema causado por el crecimiento industrial de sus vecinos del norte.” En la misma página se menciona: “Como los países pobres no pueden escapar de los problemas ambientales, serán ellos los primeros beneficiados de las mejoras en las condiciones de su entorno.”

Asimismo, se indica que los recursos naturales no solo se clasifican en renovables y no renovables, sino que tienen una ponderación de externalidad, en la que sus variaciones, tanto positivas como negativas, dependen de factores duraderos, agotables, sustitutos y de valoraciones a corto, mediano y largo plazo. Estos límites están marcados por el impacto agrícola debido al cambio

climático, como lluvias, inundaciones y sequías; la sobreexplotación en el caso de la pesca; la deforestación de los bosques; y, de manera aún más grave, la contaminación atmosférica. Además, no se puede ignorar el impacto devastador de las guerras, como en Palestina y Ucrania, que no solo intensifican la emisión de gases de efecto invernadero, vulnerando tratados, acuerdos y límites de uso, sino que también plantean el riesgo del empleo de armas nucleares con graves repercusiones humanitarias a nivel mundial.

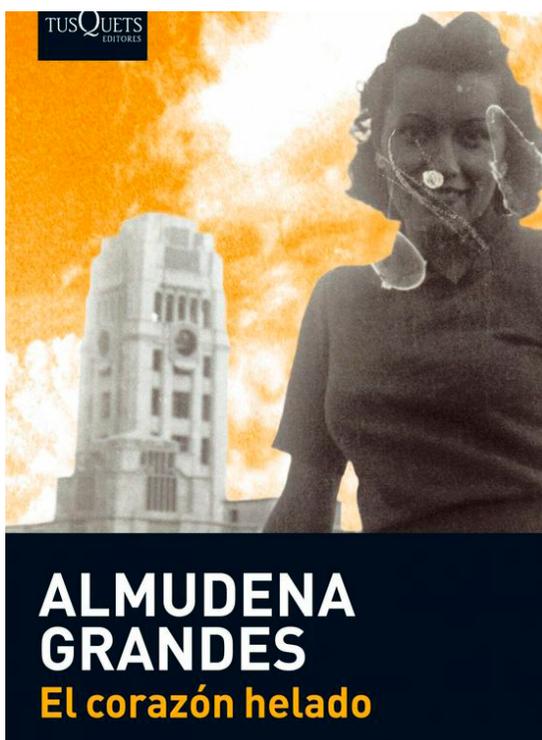
Incorporar los acontecimientos recientes es fundamental para tomar mayor contacto con la cruda realidad de un país que, a pesar de la riqueza de sus recursos naturales en tierra, agua y bosques, enfrenta un estado de postergación en su capacidad para añadir valor a cada uno de estos recursos y para implementar soluciones viables en un escenario que estamos llamados a mejorar, tanto en la comprensión como en la validez de las soluciones factibles y duraderas. Soluciones que son urgentemente necesarias, pero para las cuales aún no se cuenta con la capacidad de atención directa y efectiva. Estas soluciones son evidentes y la rica experiencia las respalda: paz y fin de las guerras, salud, educación, empleo, renovación y conservación de los recursos naturales, así como ciencia, tecnología e innovación al servicio de los pueblos.

El libro que estamos analizando muestra que el actual escenario de cambios climáticos requiere un análisis más amplio y profundo, utilizando los medios que la ciencia y la tecnología disponen hoy en día. Por ello, las disciplinas profesionales que observan y orientan estos fenómenos deben considerar las raíces geológicas, químicas, económicas, sociales y, en última instancia, políticas de estos cambios.

La actualización del libro “La economía de los recursos naturales”, cuya primera edición data de 2004, y su ampliación en el ámbito académico se vuelven indispensables para abordar, con la capacidad necesaria, la interrelación entre la economía, la naturaleza y el desarrollo social, y, en consecuencia, con el bienestar de la población mundial. En resumen, es una propuesta para una comprensión común entre la naturaleza y el desarrollo humano.

La epopeya republicana de España en la obra de Almudena Grandes

Sablina Angulo¹



Recibido: 05/08/2024
Aceptado: 19/08/2024
Publicado: 27/09/2024

¹ Escuela de idiomas NU-MOR, Barcelona, España

Correspondencia:
sablinahare@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0003-2951-1832>

Licencia:



Revista de la Facultad de Ingeniería Económica, Ingeniería Estadística y Ciencias Sociales de la Universidad Nacional de Ingeniería

Almudena Grandes (1960 -2021) reconocida escritora española, merecedora del Premio Nacional de Narrativa (2018) nos ha legado extraordinarias obras de ficción que incluyen historias reales en base a un gran trabajo de documentación. Entre sus obras, en las que vincula sociología, política, historia y literatura, destaca “El corazón helado”, novela que narra el conflicto social en España, no resuelto aún, como consecuencia del golpe de estado contra el gobierno republicano, en 1936. Todo este engranaje en narrado, literariamente, en el romance entre Álvaro Carrión y Raquel Fernández. Él, Álvaro, hijo de un aventurero que se alistó en el destacamento español, “División Azul”, para apoyar

a Hitler en la invasión a la Unión Soviética y que, como muchos franquistas en la posguerra, se hiciera de una gran fortuna apropiándose de los bienes y propiedades de familias republicanas. Ella, Raquel, nieta de republicanos vejados por el franquismo y refugiados en Francia, país en el que lucharían contra el nazismo en la Segunda Guerra Mundial.

Los personajes de “El corazón helado” están magistralmente desarrollados. Álvaro Carrión es un hombre exitoso que, tras la muerte de su padre, descubre un legado de mentiras y secretos que desafía todo lo que creía saber sobre su familia. Raquel Fernández, por su parte, es una mujer fuerte y decidida que también busca la verdad sobre su propia familia y su conexión con los Carrión. Los personajes secundarios, como los amigos y familiares de ambos protagonistas, enriquecen la trama con sus propias historias y perspectivas.

La novela está estructurada en dos líneas temporales principales: una que transcurre en el periodo de confrontación entre republicanos y franquistas, y otra en la actualidad. Esta estructura permite a Grandes tejer una narrativa rica y detallada, donde los eventos del pasado tienen repercusiones profundas en el presente. La historia avanza a través de los descubrimientos de Álvaro y Raquel, quienes intentan desentrañar los secretos de sus respectivas familias y comprender cómo sus historias están interconectadas.

Almudena Grandes aborda temas profundos y relevantes en su novela. La memoria histórica es uno de los ejes centrales, explorando cómo los eventos traumáticos, la confrontación entre republicanos y franquistas, siguen afectando a las generaciones posteriores. La novela también trata sobre la identidad y la búsqueda de la verdad, mostrando cómo los personajes luchan por reconciliarse con un pasado lleno de dolor y secretos. Además, se exploran temas de amor, traición, y la redención a través del entendimiento y la aceptación de la historia familiar.

El estilo de Almudena Grandes es detallado y evocador. Su habilidad para crear atmósferas vívidas y personajes creíbles es evidente en cada página. La narrativa es emotiva y envolvente, logrando que el lector se sienta profundamente conectado con los personajes y sus historias. Grandes utiliza una prosa rica y descriptiva, que enriquece la experiencia de lectura y proporciona una interpretación dramática de estos hechos.

“El corazón helado” es un relato descarnado de la historia de España, especialmente en relación con la Guerra Civil y sus consecuencias. La novela no solo narra los eventos históricos, sino que también muestra cómo estos eventos han dejado cicatrices perdurables en las familias y en la sociedad española en

general. A través de los personajes y sus historias, Grandes consigue humanizar la historia, haciendo que el lector reflexione sobre la historia del conflicto que atravesó toda la sociedad española.

En resumen, “El corazón helado” es una novela poderosa y conmovedora que combina una trama intrigante con personajes complejos y una exploración profunda de temas históricos y personales. Almudena Grandes demuestra una vez más su maestría narrativa, ofreciendo una obra que es tanto un homenaje a las víctimas de la Guerra Civil Española como una reflexión sobre la memoria y la identidad.

Uno de los aspectos destacables de esta novela, es el homenaje que rinde al enorme heroísmo de las mujeres que lucharon por sus derechos que habían ganado con el gobierno republicano. En este sentido, es conmovedor el testimonio de una mujer que se marcha a luchar al lado de los republicanos contra el golpe de estado fascista de Francisco Franco y anota en la carta de despedida a su hijo: “Te darás cuenta de que las ideas son mucho más de lo que parecen, son una manera de vivir, una manera de enamorarse y de entender el mundo, a la gente, todas las cosas. Siento que estoy haciendo lo que tengo que hacer. Y lo hago por amor a Manuel, por amor a mí misma, por amor a mi país, por amor a mis ideas, y por amor a vosotros también (refiriéndose a sus hijos), para que tengáis una vida mejor, para que viváis una vida más libre, más justa, más feliz.”

Leer esta obra maestra de Almudena Grandes ayuda a comprender el pasado reciente y el presente de este país, que tiene que ver con una guerra que afectó dramáticamente al pueblo español y que deja pendiente una tarea muy importante: reconciliación con memoria y justicia.

Instrucciones para los autores

NORMAS BÁSICAS PARA LA PUBLICACIÓN EN LA REVISTA

La Revista IECOS, indexada en LATINDEX, CROSSREF, es una publicación de acceso abierto que se publica semestralmente y que tiene como propósito fundamental difundir estudios originales y relevantes referidos a los avances y resultados de investigaciones en diversos campos de las ciencias Sociales, con énfasis en la economía, sociología, política y estadística aplicada.

Los tipos y contenidos de los trabajos a presentar son los siguientes:

- 1. Artículos de investigación científica:** Éstos son documentos académicos que presentan los resultados de una investigación original. Por lo general, siguen una estructura estándar que incluye i) introducción, ii) antecedentes, iii) metodología, iv) resultados, v) discusión, vi) conclusiones, y vii) referencias. Los artículos de investigación están diseñados para contribuir al conocimiento existente en un campo específico.
- 2. Ensayos:** Los ensayos son textos que, a menudo, reflejan las opiniones o interpretaciones del autor sobre un tema particular. Aunque pueden basarse en evidencia empírica, no necesariamente presentan nuevos hallazgos de investigación. Por lo general, siguen una estructura estándar que incluye: i) introducción (Presentación del tema, declaración de la tesis o argumento principal, contextualización del tema en su relevancia actual); ii) Desarrollo: (Argumentos principales, evidencias y ejemplos que respaldan la tesis, contrargumentos y refutaciones si es necesario); iii) Conclusión (Recapitulación de la tesis y los puntos principales, Reflexión sobre la importancia del tema, posibles implicaciones o sugerencias para futuras investigaciones); iv) Referencias.
- 3. Estudios o Reportes de caso:** Estos documentos detallan el análisis profundo de un caso específico de interés. Los estudios de caso suelen proporcionar una descripción detallada del caso, su contexto y sus implicaciones. Por lo general, siguen una estructura estándar que incluye: i) introducción (Contexto del caso, Objetivos del estudio), ii) Descripción del caso: Detalles sobre el entorno, los participantes, los eventos, etc.), iii) Análisis: (Interpretación de los datos y eventos, identificación de problemas o patrones significativos, relación con teorías o conceptos relevantes). iv) Conclusiones (Hallazgos clave del estudio, lecciones aprendidas, recomendaciones o sugerencias basadas en el análisis); v). Referencias.
- 4. Estados del arte (Revisión de literatura de un tema específico):** Estos documentos resumen y analizan el estado actual del conocimiento en un campo específico. Por lo general, siguen una estructura estándar que incluye: i) Introducción; (Explicación del tema o campo de estudio, justificación de la importancia del estado del arte); ii) Revisión de literatura: (Resumen de las investigaciones anteriores relevantes, identificación de tendencias, vacíos en la investigación, controversias, etc.); iii) Metodología: (Explicación de los criterios de selección de las fuentes, métodos utilizados para recopilar y analizar la literatura); iv) Análisis: (Síntesis de la información revisada, discusión de los principales hallazgos); v) Conclusiones y dirección futura: (Resumen de los puntos

clave, sugerencias para futuras investigaciones, reflexiones sobre la dirección del campo); vi) Referencias.

5. Apreciación crítica: se centra en la revisión y evaluación profunda de trabajos académicos previamente publicado, evaluando su metodología, resultados y contribuciones al campo de estudio.

6. Entrevistas: máximo 2400 palabras.

7. Reseñas de publicaciones: máximo 800 palabras.

8. Informes de eventos: máximo 1500 palabras.

Consideraciones formales:

- Los trabajos enviados a la revista IECOS (con excepción de las entrevistas, reseñas e informes de eventos) podrán tener una extensión máxima de 8000 palabras.
- Título principal:
 - ✓ Conciso y sin abreviaturas; el título no deberá exceder las 12 palabras. Deberá presentarse en español e inglés.
- Autores:
 - ✓ Se indicará el nombre y apellido(s), indicando el grado académico, ORCID, filiación institucional y la dirección electrónica institucional. En el caso de varios autores, los nombres serán colocados según orden alfabético.
- Resumen:
 - ✓ Un máximo de 250 palabras, en un solo párrafo, el resumen debe ser estructurado con: objetivos, metodología, resultados y conclusiones.
 - ✓ Palabras claves: Máximo cinco palabras
- Abstract: Traducción del resumen en idioma inglés.
 - ✓ Keywords: Traducción de las palabras clave al idioma inglés

Referencias bibliográficas y citas:

- Las citas, al igual que sus respectivas referencias, se redactarán siguiendo las normas generales de APA (séptima edición). El correcto citado es obligatorio, a fin de cumplir con la ley de derechos de autor y protección de propiedad intelectual.
- Como referencias, se presentarán únicamente aquellas que han sido citadas en el artículo. No se permiten referencias que no estén citadas en el texto.

Convocatorias y arbitraje:

- Las convocatorias se realizarán, formalmente, dos veces al año, durante los períodos de enero - junio, y de julio - diciembre. Además, por consideraciones específicas, se podrán hacer convocatorias extraordinarias.
- Los artículos que cumplan estas condiciones, serán sometidos al sistema de revisión bajo la modalidad de arbitraje "doble ciego". En el caso que un artículo no fuera aceptado, la decisión es inapelable.

Datos de Contacto:

- iecos@uni.edu.pe



revista iecos

Journal of Economics, Applied Statistics and Social Science

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN
FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA, ESTADÍSTICA Y CIENCIAS SOCIALES
UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA

