



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

**DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN**

**MODELO MULTICRITERIO CON ENFOQUE DIFUSO INTUICIONISTA
PARA LA TOMA DE DECISIONES**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

PRESENTA:

M.A.T.I. ARMANDO PÉREZ AGUILAR

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

DR. PABLO PANCARDO GARCÍA

EN CODIRECCIÓN:

DR. MIGUEL ÁNGEL ORTIZ BARRIOS

CUNDUACÁN, TABASCO, A: NOVIEMBRE 2024



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO

DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN

**MODELO MULTICRITERIO CON ENFOQUE DIFUSO INTUICIONISTA
PARA LA TOMA DE DECISIONES**

TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE:
DOCTOR EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

PRESENTA:

M.A.T.I. ARMANDO PÉREZ AGUILAR

BAJO LA DIRECCIÓN DE:

DR. PABLO PANCARDO GARCÍA

EN CODIRECCIÓN:

DR. MIGUEL ÁNGEL ORTIZ BARRIOS

CUNDUACÁN, TABASCO, A: NOVIEMBRE 2024

Declaración de Autoría y Originalidad

En la Ciudad de Cunduacan, el día 21 del mes de Noviembre del año 2024, el que suscribe **Armando Pérez Aguilar** alumno del Programa de **Doctor en Ciencias de la Computación** con número de matrícula 211H18001, adscrito a la **División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información**, de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, como autor de la Tesis presentada para la obtención del grado de Doctor y titulada **MODELO MULTICRITERIO CON ENFOQUE DIFUSO INTUICIONISTA PARA LA TOMA DE DECISIONES** dirigida por el Dr. Pablo Pancardo García y el Dr. Miguel Ángel Ortiz Barrios.

DECLARO QUE:

La Tesis es una obra original que no infringe los derechos de propiedad intelectual ni los derechos de propiedad industrial u otros, de acuerdo con el ordenamiento jurídico vigente, en particular, la LEY FEDERAL DEL DERECHO DE AUTOR (Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la Ley Federal del Derecho de Autor del 01 de Julio de 2020 regularizando y aclarando y armonizando las disposiciones legales vigentes sobre la materia), en particular, las disposiciones referidas al derecho de cita.

Del mismo modo, asumo frente a la Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría o falta de originalidad o contenido de la Tesis presentada de conformidad con el ordenamiento jurídico vigente

Cunduacan, Tabasco a 21 de Noviembre 2024.


Armando Perez Aguilar



UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN



2024
Felipe Carrillo
PUERTO
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
PÚBLICA

Cunduacán, Tabasco a 19 de noviembre de 2024

Oficio No. 1512/DACYTI/CP/2024

Asunto: Autorización de impresión de Tesis

C. Armando Pérez Aguilar

Egresado del Doctorado en Ciencias de la Computación

En virtud de que cumple satisfactoriamente los requisitos establecidos en el Reglamento General de Estudios de Posgrado vigente en la Universidad, informo a Usted que se autoriza la impresión del trabajo recepcional "**Método multicriterio difuso intuicionista para la toma de decisiones**", para presentar examen y obtener el Grado de Doctor en Ciencias de la Computación.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un afectuoso saludo.

Atentamente

MTE. Óscar Alberto González González
Director

UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO



DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS
DE LA INFORMACIÓN

C.c.p. Dr. Eddy Arquímedes García Alcocer. - Encargado del Despacho de la Coordinación de Posgrado DACYTI
Archivo.
Consecutivo.

M.T.E. OAGG/EAGA

Carretera Cunduacán-Jalpa Km. 1, Colonia Esmeralda, C.P. 86690,
Cunduacán, Tabasco, México.
Tel: (993) 358 1500 ext. 6727; (914) 336 0616; Fax: (914) 336 0870
E-mail: direccion.dacyti@ujat.mx

Carta de Cesión de Derechos

Villahermosa, Tabasco a 21 de Noviembre de 2024.

Por medio de la presente manifiesto haber colaborado como AUTOR en la producción, creación y/o realización de la obra denominada **Modelo multicriterio con enfoque difuso intuicionista para la toma de decisiones**.

Con fundamento en el artículo 83 de la Ley Federal del Derecho de Autor y toda vez que, la creación y/o realización de la obra antes mencionada se realizó bajo la comisión de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco; entendemos y aceptamos el alcance del artículo en mención, de que tenemos el derecho al reconocimiento como autores de la obra, y la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco mantendrá en un 100% la titularidad de los derechos patrimoniales por un período de 20 años sobre la obra en la que colaboramos, por lo anterior, cedemos el derecho patrimonial exclusivo en favor de la Universidad.

COLABORADOR



Armando Pérez Aguilar

TESTIGOS



Dr. Pablo Pancardo García



Dr. Miguel Ángel Ortiz Barrios

Índice general

Índice de Tablas	III
Resumen	VII
Abstract	VIII
1. Introducción	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.2.1. Definición del problema	2
1.2.2. Preguntas de investigación	4
1.3. Hipótesis	4
1.4. Objetivos	4
1.4.1. Objetivo general	4
1.4.2. Objetivos específicos	5
1.5. Justificación	5
1.6. Metodología	6
2. Marco teórico	9
2.1. Marco referencial	9
2.1.1. Trabajos relacionados con conjuntos difusos intuicionistas	10
2.1.2. Trabajos relacionados con AHP	11
2.1.3. Trabajos relacionados con DEMATEL	13
2.1.4. Trabajos relacionados con CoCoSo	14

2.2. Marco conceptual	17
2.2.1. Lógica difusa	17
2.2.2. Conjuntos Difusos	17
2.2.3. Conjuntos Difusos Intuicionistas	18
2.2.4. Proceso de Jerarquía Analítica Difuso Intuicionista AHP-IF	18
2.2.5. Laboratorio de Prueba y Evaluación de Toma de Decisiones DEMATEL-IF	19
2.2.6. Solución de compromiso combinada CoCoSo	19
2.3. Marco tecnológico	19
2.3.1. Definiciones de los conjuntos difusos intuicionistas	20
2.3.2. Algoritmo del método Proceso de jerarquía analítica difuso intuicionista IF-AHP	21
2.3.3. Algoritmo del Laboratorio de Ensayo y Evaluación de Decisiones Difusas Intuicionistas (IF-DEMATEL)	24
2.3.4. Algoritmo del método Combined Compromise Solution (CoCoSo)	27
3. Desarrollo de la metodología	30
3.1. Definir el equipo de expertos.	30
3.2. Identificar los criterios y subcriterios de Covid-19.	32
3.3. Aplicación de la encuesta.	36
3.4. Diseño del modelo de evaluación.	36
3.5. Implementación del método IF-AHP	37
3.6. Interdependencia entre criterios (DEMATEL-IF)	41
3.7. Índice de Prioridad de Riesgo (IPR): CoCoSo	47
4. Resultados	50
4.1. Importancia de criterios y subcriterios	51
4.2. Interrelaciones en el modelo de priorización	54
5. Discusión	59
6. Conclusiones y Trabajos Futuros	63
6.1. Conclusiones	63

6.2. Trabajos futuros	65
Referencias	68
Anexos	80

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Índice de tablas

1.	Ponderación para evaluar las respuestas de la entrevista.	31
2.	Información del equipo de experto.	31
3.	Caracterización de los criterios de priorización.	33
4.	Ponderación relativa de los expertos	37
5.	Matriz de comparación original de expertos	38
6.	Matriz de comparaciones recíprocas de expertos	38
7.	Matriz intuicionista difusa agregada para los criterios	39
8.	Pesos relativos finales para los criterios de priorización de pacientes en los SU . . .	40
9.	Pesos locales (PL) y globales (PG) de los criterios y subcriterios de priorización . .	41
10.	Matriz de influencia directa del IF para los criterios de priorización (responsable de la toma de decisiones 1)	42
11.	Matriz de influencia directa en el CFS - Responsable de la toma de decisiones 1 (Criterios de priorización)	42
12.	Matriz de influencia directa Crisp - Responsable de la toma de decisiones 1 (Criterios de priorización)	42
13.	Matriz agregada de influencia directa para los criterios de priorización	43
14.	Matriz de influencia directa normalizada para los criterios de priorización	43
15.	Matriz de influencia total para los criterios de priorización	43
16.	Puntuaciones $D + R^T$ y $D - R^T$ de los elementos de decisión incluidos en el modelo de priorización para los pacientes Covid-19 ingresados en urgencias.	43
17.	KPI y escalas de evaluación para los criterios y subcriterios de priorización	48
18.	Valores de KPI para pacientes Covid-19 ingresados en el SU mostrado	48

19. Resultados de CoCoSo: la suma de la comparabilidad ponderada (S_i), las secuencias de comparabilidad ponderadas por potencia (P_i), el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) y la jerarquización.	49
20. Análisis comparativo entre el enfoque propuesto y otros métodos de jerarquización .	61
21. Contraste entre los IPR/clasificaciones derivados del enfoque propuesto y los métodos de evaluación comparativa	61

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Índice de figuras

1.1. Metodología propuesta	8
3.1. Modelo de toma de decisiones multicriterio	36
3.2. Mapas de Relación-prominencia para los criterios	45
3.3. Mapas de Relación-prominencia para los Síntomas Covid-19	45
3.4. Mapas de Relación-prominencia para las Comorbilidades	46
3.5. Mapas de Relación-prominencia para los Antecedentes de vacunación	46
3.6. Mapas de Relación-prominencia para el Perfil sociodemográfico	46
4.1. Ventajas del método integrado de priorización de pacientes MCDM	50
4.2. Importancia de los criterios	51
4.3. Relación causa-efecto	55

Resumen

Cuando muchos pacientes contagiados con COVID-19 acuden al servicio de urgencias hospitalarias, y los recursos sanitarios son escasos, los médicos tienen que decidir a qué paciente hospitalizar. En esta decisión pueden utilizarse muchos criterios contradictorios y los juicios médicos pueden variar significativamente de un médico a otro. Teniendo en cuenta el contexto mencionado, en este estudio se desarrolla un modelo de toma de decisiones multicriterio (MCDM) para medir el riesgo de evolución desfavorable para la salud (Índice de Prioridad de Riesgo, IPR) en cada paciente con COVID-19 y decidir la mejor opción de alta/tratamiento en consecuencia. Nuestro modelo se compone de tres métodos: Proceso Analítico Jerárquico Difuso Intuicionista (IF-AHP), Laboratorio de Ensayo y Evaluación de Toma de Decisiones Difuso Intuicionista (IF-DEMATEL) y Solución de Compromiso Combinada (CoCoSo). Se presenta un estudio de caso con pacientes COVID-19 en un hospital público mexicano para validar el enfoque propuesto. Esta investigación ha propuesto un marco híbrido de MCDM que resulta ventajoso sobre los demás propuestos en la literatura, ya que incorpora: i) incertidumbre, ii) vaguedad, iii) vacilación de los expertos, iv) evaluación de la interdependencia, v) intervenciones a corto y largo plazo, vi) IPR y niveles de riesgo, y vii) vías de intervención específicas para los pacientes. Los resultados demostraron que los Síntomas COVID-19 y las Comorbilidades son los factores más importantes al momento de priorizar a los pacientes infectados, mientras que el manejo de la sintomatología juega un papel clave en la definición del itinerario del paciente en el sistema sanitario.

Palabras claves: MCDM, Difuso Intuicionista, IF-AHP, IF-DEMATEL, CoCoSo.

Abstract

When many patients infected with COVID-19 present to the hospital emergency department, and healthcare resources are scarce, physicians have to decide which patient to hospitalize. Many conflicting criteria may be used in this decision, and medical judgments may vary significantly from one physician to another. Considering the above context, we develop a multi-criteria decision-making model (MCDM) to measure the risk of unfavorable health outcomes (Risk Priority Index, RPI) in each patient with COVID-19 and decide the best discharge/treatment option. Our model is composed of three methods: Intuitionistic Fuzzy Analytic Hierarchical Analytic Process (IF-AHP), Intuitionistic Fuzzy Decision Making Test and Evaluation Laboratory (IF-DEMATEL), and Combined Compromise Solution (CoCoSo). A case study with COVID-19 patients in a Mexican public hospital is presented to validate the proposed approach. This research has proposed a hybrid MCDM framework that is advantageous over others proposed in the literature, as it incorporates: i) uncertainty, ii) vagueness, iii) expert hesitancy, iv) interdependence assessment, v) short and long-term interventions, vi) RPI and risk levels, and vii) patient-specific intervention pathways. The results showed that COVID-19 Symptoms and Comorbidities are the most critical factors when prioritizing infected patients. At the same time, symptomatology management is vital in defining the patient's pathway in the healthcare system.

Keywords: MCDM, Intuitionist Fuzzy, IF-AHP, IF-DEMATEL, CoCoSo.

Capítulo 1

Introducción

1.1. Antecedentes

La toma de decisiones es una práctica que se realiza en la vida cotidiana de manera constante, hay decisiones que se pueden tomar sin necesidad de la ayuda de alguna herramienta. Sin embargo, hay decisiones donde se tienen varias opciones y una cantidad grande y compleja de información con múltiples criterios. En muchas ocasiones esos criterios son ambiguos o difusos, lo cual dificulta la toma de decisiones de manera directa.

Esta actividad se vuelve más complicada cuando la toma de decisiones tiene que ver con situaciones donde se maneja grandes cantidades de información. Por ejemplo, cuando se realizan inversiones millonarias en una empresa o para elegir alguna estrategia para mitigar el calentamiento global. Mas difícil aún, cuando la toma de decisiones tiene que ver con la salud o vida de una persona. Es por ello que se han desarrollado métodos y herramientas que se utilizan en las organizaciones y en la industria, que permiten evaluar numerosas operaciones basadas en múltiples consideraciones (Peng et al., 2017).

Derivado de lo anterior, la toma de decisiones a través de Modelos con múltiples criterios (MCDM) se usa en diversos ámbitos. No obstante, en el sector salud cada día tiene más auge

para diferentes situaciones. Por ejemplo, en la toma de decisiones para adquirir equipos médicos o compras de medicamentos. Por otro lado, hay investigaciones que se preocupan por la predicción temprana de riesgo de mortalidad de pacientes contagiados con Covid-19, como lo menciona (Hu et al., 2020). El modelo propuesto por Hu y coautores trabaja con aprendizaje automático, sin embargo, el tamaño de su muestra es relativamente pequeño, por lo consiguiente la interpretación de sus hallazgos podría ser limitada o sesgada. Sobre todo, cuando se deja a un lado criterios o información con características ambiguas o con vaguedad.

Aunado a lo anterior, existen investigaciones donde determinan criterios sobresalientes (edad, diabetes mellitus y raza) en pacientes contagiados de Covid-19 y que fueron hospitalizados (Killerby, 2020), pero no demuestran una relación dependiente entre dichos criterios. Es por ello que los MCDM son de gran ayuda e importancia en muchas circunstancias, sobre todo, cuando los criterios tienen características imprecisas y se hace más compleja su aplicación.

En su investigación (Velasquez & Hester, 2013), afirman que los Métodos de Toma de Decisión Multicriterio (MCDM) han evolucionado para adaptarse a varios tipos de aplicaciones. Se han desarrollado decenas de métodos, incluso con pequeñas variaciones de los métodos existentes, lo que ha provocado la creación de nuevas ramas de investigación.

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Definición del problema

El Hospital Comunitario de la Ciudad de La Venta, Huimanguillo, Tabasco (HCLV), da servicio a una población de 10,822 personas de la localidad, más los habitantes de las poblaciones aledañas que hacen uso del HCLV, por ser el más cercano a sus hogares; haciendo un total de 54,981 usuarios potenciales (Consejo Nacional de Población (CONAPO), 2023). Esta área geográfica no queda fuera del contexto ocasionado por la pandemia de COVID-19 que ha causado estragos en la salud y vida de las personas a nivel mundial. En los hospitales de todo el mundo se han implementado diferentes estrategias siguiendo los protocolos de la Organización Mundial de la

Salud (OMS).

Sin embargo, según (Blanco-Taboada et al., 2022), la Covid-19 se comporta de manera diferente en cada región. En consecuencia, los criterios empleados en otros lugares para predecir la gravedad de un contagiado con Covid-19, pueden no coincidir con los que se deben emplear en la demarcación. Se encuentra plenamente determinado que los factores de riesgo no son los mismos en todos los países o incluso localidades de un mismo país. Por lo que aspectos tales como edad, sexo o presencia de comorbilidades deben ser analizados conforme al comportamiento de la enfermedad en la localidad (Blanco-Taboada et al., 2022). Un mal diagnóstico o un diagnóstico inoportuno puede llevar a que los pacientes no reciban la atención médica adecuada y esto ocasiona que su salud se deteriore de manera considerable, y en ocasiones lleguen a perder la vida. Aunado a lo anterior, se necesita priorizar la atención de los pacientes para poder gestionar de manera eficiente los recursos disponibles. Es sabido que la mayoría de los hospitales están limitados en recursos humanos, materiales, económicos, medicamentos y tiempo.

Hay esfuerzos que se han realizado para la priorización de riesgos en pacientes con Covid-19 utilizando métodos de toma de decisiones multicriterio, donde contemplan criterios de laboratorio y un conjunto de datos de pacientes (Albahri et al., 2021). También existen investigaciones que usan métodos para la toma de decisiones multicriterio para la priorización de criterios de pacientes internados en hospitales públicos a ser admitidos en unidades de cuidados intensivos (Özkan et al., 2021). Aunque en los dos casos anteriores, no se considera la información ambigua o difusa.

El escenario antes planteado representa una situación en donde se tienen que tomar decisiones, las cuales involucran tomar en consideración múltiples criterios; adicionalmente se puede observar que los criterios son muchos y en ocasiones se contraponen. Por lo tanto, valorar esos criterios muchas veces es complejo porque son ambiguos, imprecisos y depende de la percepción o experiencia de los expertos. Dado lo anterior, es fundamental la aplicación de algún modelo que incluya los aspectos difusos de los criterios, así como la intuición de los expertos.

1.2.2. Preguntas de investigación

Por lo antes expuesto, se formularon las siguientes preguntas de investigación:

- ¿De qué forma se pueden combinar métodos multicriterio y lógica difusa para tomar decisiones en entornos con criterios múltiples y difusos?
- ¿Qué mecanismo se requiere para asignar pesos a los criterios en escenarios con vaguedad?
- ¿Qué criterios son suficientes para formular un modelo computacional eficiente que permita jerarquizar el nivel de riesgo de pacientes de Covid-19?
- ¿Qué tan eficiente es un modelo para la toma de decisiones multicriterio difuso intuicionista en la priorización de nivel de riesgo en pacientes contagiados de Covid-19?

1.3. Hipótesis

Un modelo integrado por métodos de toma de decisiones multicriterio con enfoque difuso intuicionista permite priorizar el nivel de riesgo de los pacientes potenciales de Covid-19.

1.4. Objetivos

A continuación se presentan los objetivos general y específicos que sirvieron de guía para esta investigación.

1.4.1. Objetivo general

Construir un modelo multicriterio con enfoque difuso intuicionista que permita priorizar la atención médica a pacientes con Covid-19 dependiendo de su nivel de riesgo en escenarios con

vaguedades.

1.4.2. Objetivos específicos

- Analizar información literaria relacionada al proyecto
- Definir el equipo de trabajo integrado por expertos.
- Definición y selección de criterios, subcriterios y alternativas necesarios para el desarrollo del proyecto.
- Analizar y seleccionar los métodos multicriterio con manejo de la incertidumbre.
- Diseñar el modelo integrador con los métodos seleccionados.
- Identificar las interrelaciones entre los elementos del modelo y jerarquizar las alternativas.
- Probar y validar el modelo.

1.5. Justificación

La importancia de esta investigación radica en la combinación de diferentes métodos MCDM difuso e intuicionista que benefician, en primer lugar, al conocimiento generado a partir de la combinación de la teoría de dos áreas disciplinarias (Toma de decisiones-Investigación de operaciones y Lógica difusa-Ciencias de la computación), así como a la relación entre grupos multidisciplinarios e interdisciplinarios que estén relacionados con el estudio de los métodos para la toma de decisiones y el personal de salud que brindan un servicio a los pacientes.

En segundo lugar, que ayuda a lograr los objetivos de los investigadores inmersos en el proyecto relacionado con priorizar a pacientes de Covid-19, dependiendo de su nivel de riesgo en escenarios con vaguedades. Al contar con la colaboración de expertos se garantiza una mayor eficiencia en poder lograr los objetivos, ya que permite la solución de problemas complejos a tra-

vés de la integración de múltiples disciplinas (medicina, ciencias de la computación, investigación de operaciones).

Por otro lado, el desarrollo de este proyecto tiene un gran valor, ya que ayuda a obtener resultados cuantitativos en situaciones que contienen información ambigua o con incertidumbre y apoya a la toma de decisiones basada en un proceso analítico. Los modelos cuantitativos convencionales ayudan a los tomadores de decisiones, pero no los sustituyen, la experiencia e intuición de un ser humano no puede ser minimizada y mucho menos pasar desapercibida.

Por consiguiente, nuestra propuesta trató precisamente de incluir la experiencia e intuición en un modelo MCDM. Esto es, contar con un modelo computacional que permita integrar métodos multicriterio con lógica difusa intuicionista e implementarlo para priorizar la atención de pacientes con Covid-19; lo cual es de gran ayuda para la sociedad. De igual manera, el modelo computacional, producto de este proyecto, permite ayudar a la toma de decisiones, ya que se les dará la atención médica a pacientes con mayor nivel de riesgo y necesiten una atención prioritaria, esto quiere decir que se atenderá primero a quien requiera una atención urgente y tiempo después a los pacientes que estén con menor riesgo. Con esto se hace un uso más eficiente de los recursos humanos (médicos, enfermeras y personal de apoyo), materiales (equipos, camas, ventiladores, oxígeno, material médico, etc.) y financieros (compra de medicamentos, pagos de servicios, salarios, etc.).

1.6. Metodología

En este apartado se describe la metodología que se sigue para construir el modelo para priorizar la atención de pacientes posiblemente contagiados con Covid-19. Dicho modelo está integrado por tres métodos para la toma de decisiones multicriterio (IF-AHP, IF-DEMATEL y Co-CoSo). La metodología consta de nueve fases (Figura 1.1). A continuación, se describen las fases propuestas:

- Fase 1: Identificar los síntomas de Covid-19 de pacientes locales: En esta etapa se realiza

un análisis de los síntomas más comunes que presentan los pacientes de jurisdicción del HCLV. Se consultó la base de datos de la Secretaría de Salud relacionado a expedientes de pacientes contagiados con Covid-19.

- Fase 2: Definir los elementos a considerar dentro del modelo (objetivo, criterios, subcriterios y las alternativas): Se aplicaron técnicas de investigación para recabar información relacionada a los criterios de los expertos (personal de salud).
- Fase 3: Asignar valores a los elementos definidos: En esta fase se les asignaron valores a los criterios y subcriterios definidos en la etapa anterior, a partir de la experiencia de los expertos.
- Fase 4: Diseñar la estructura jerárquica de criterios y subcriterios considerando los síntomas.
- Fase 5: Analizar y seleccionar los métodos para la toma de decisiones multicriterio: En esta etapa se realizó un análisis de métodos MCDM que sean útiles para cumplir los objetivos.
- Fase 6: Adecuar los métodos seleccionados: Los métodos seleccionados en el paso 5 son adaptados para el manejo de la vaguedad, de la experiencia e intuición.
- Fase 7: Identificar la interrelación existente en los elementos: En esta etapa se aplica un método MCDM previamente analizado y seleccionado, para identificar las relaciones que existen entre cada unos de los elementos y medir su consistencia.
- Fase 8: Jerarquizar las mejores alternativas: En esta fase se analizan las alternativas que cumplen con el objetivo y a partir de la implementación de un método MCDM para la evaluación de alternativas, se eligen y jerarquizan las mejores.
- Fase 9: Probar y evaluar el modelo computacional: En este apartado se puso a prueba el modelo y se validó su eficiencia.

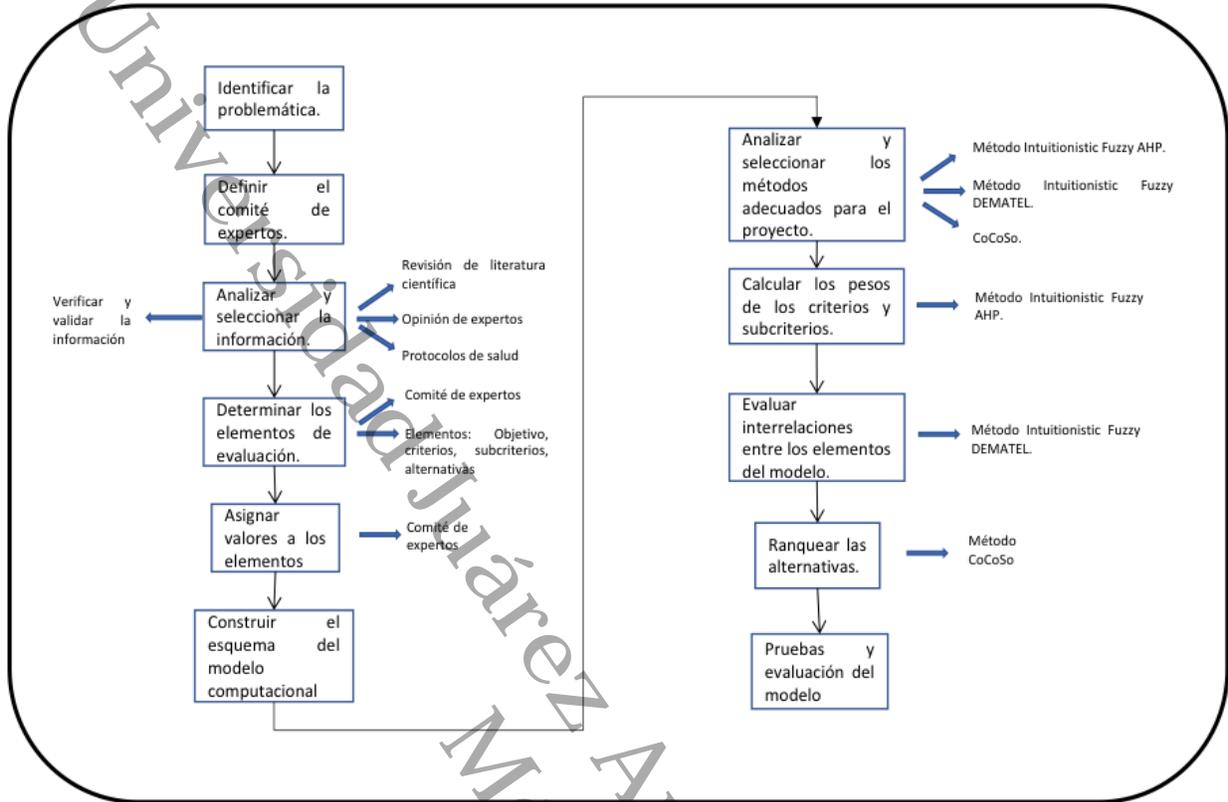


Figura 1.1: Metodología propuesta

Capítulo 2

Marco teórico

2.1. Marco referencial

Los métodos para la toma de decisiones multicriterios (MCDM) son elementos de gran importancia en situaciones donde se tienen muchos criterios para tomar una decisión.

En la propuesta de (Cinelli et al., 2014) se menciona que los MCDM son un grupo de enfoques que permiten tener en cuenta explícitamente múltiples criterios, con el fin de ayudar a individuos o grupos a clasificar, seleccionar y/o comparar diferentes alternativas.

Existen diversos MCDM, por ejemplo, el método Proceso Analítico Jerárquico (del inglés Analytic Hierarchy Process, AHP), desarrollado por (Saaty, 1980), el cual define que son teorías de medición de criterios intangibles, que sirven para dar una solución a los procesos para la toma de decisiones a problemas complejos. Así mismo, DEMATEL (Decision-Making Trial and Evaluation Laboratory), es un método que puede ser utilizado para tomar decisiones difíciles o complejas. Es el acrónimo de Laboratorio de prueba y evaluación de toma de decisiones.

Por su parte (Singhal et al., 2018a) comentan que una de las características de DEMATEL es la de recoger opiniones de los expertos, convertir los criterios en información cualitativa y poste-

riormente analizarla, así mismo, comenta que DEMATEL evalúa las relaciones interdependientes entre los elementos mas relevantes. (Si et al., 2018) afirman que este método ha sido muy utilizado en la última década.

Por otro lado, el método de Solución de Compromiso Combinada (del inglés Combined Compromise Solution, CoCoSo) desarrollado por (Yazdani et al., 2019), es un método relativamente nuevo, se basa en el método de Peso Aditivo Simple (por sus siglas en ingles SAW) y en el modelo de producto ponderado exponencialmente. Este método utiliza una secuencia de comparabilidad por dos medios (regla de multiplicación y potencia ponderada de la distancia) (Peng et al., 2020). La esencia de este método se centra en la combinación de perspectivas de compromiso y aunque tiene pocos años de crearse, se ha podido demostrar que puede ser aplicable en diversas áreas. Por ejemplo, (Yazdani et al., 2019), presenta en su artículo un algoritmo para la toma de decisiones de compromiso combinado (CoCoSo) con la ayuda de otras estrategias.

2.1.1. Trabajos relacionados con conjuntos difusos intuicionistas

Los conjuntos difusos intuicionistas son herramientas muy poderosas para procesar información vaga (Atanassov, 1999). De la misma forma, se caracterizan por un grado de pertenencia y un grado de no pertenencia. (Atanassov, 1999) afirma que para tratar mejor la información imprecisa e incierta en la toma de decisiones se introduce la definición de conjuntos difusos intuicionistas. (Faizi et al., 2020), mencionan que en las últimas décadas varios investigadores y profesionales se han centrado en el desarrollo y la aplicación de métodos de toma decisiones en grupo con criterios múltiples.

Así mismo, (Ejegwa et al., 2014), confirman que la teoría de los conjuntos difusos ha mostrado aplicaciones significativas en muchos campos de estudio. Sobre todo, por tratar con varias coberturas lingüísticas, por ejemplo, (Ejegwa et al., 2014), hacen mención a las variables “muy”, “mas o menos”, “altamente”, etc. las cuales se involucran en problemas con entorno difuso intuicionista.

2.1.2. Trabajos relacionados con AHP

Los métodos multicriterio son modelaciones matemáticas que involucran la posibilidad de elegir entre varias opciones. El método AHP es uno de ellos, es una herramienta muy eficiente para resolver problemas complejos y apoyar a encontrar una solución más adecuada.

Desarrollado por (Saaty, 1980), son teorías de medición de criterios intangibles, que sirven para dar una solución a los procesos para la toma de decisiones ante problemas complejos. El método AHP ha tenido mucho interés en los últimos tiempos, algunos ejemplos de sus aplicaciones son los siguientes:

En el trabajo de (Shihab et al., 2018) se empleó para comprender los factores que afectan el rendimiento de los proyectos implementados en el sector del agua potable en la India, AHP se utilizó para desarrollar pesos de estos factores.

En el artículo de (Ardakani et al., 2017), AHP es aplicado para resolver el problema de suministro de agua de rehabilitación de tuberías para redes de distribución de agua. De la misma manera, este método tiene aplicación en complejas redes de trabajo para identificar los nodos más importantes y evaluar la importancia de cada nodo, tal como se muestra en (Bian et al., 2017). Para explicar si el método era eficiente utilizaron el coeficiente de Kendall.

La parte industrial no queda fuera del contexto del uso de AHP. (Taibi & Atmani, 2017) diseñaron una propuesta de método combinado y les proporcionan a los tomadores de decisiones un modelo de clasificación para la elección de espacios industriales basado en la utilización de Sistemas de Información Geográfica (GIS). En la propuesta de (Ortiz-Barrios et al., 2021) mencionan que el objetivo concreto es la adopción de un enfoque multicriterio que incorpore la dinámica actual de la programación de los sistemas flexibles de taller de trabajo inteligentes (FJSS por sus siglas en inglés). De esta forma, proponen un método integrado y mejorado de un algoritmo de despacho basado en el AHP difuso (FAHP) y el TOPSIS (del inglés Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution).

Por otro lado, (Chybowski et al., 2016), realizaron un análisis multicriterio tomando en cuenta los elementos más importantes para un esquema de confiabilidad de un sistema de sellado de tubos de popa instalado en barcos de alta mar, los criterios que se tomaron en cuenta fueron: confiabilidad, seguridad y costos. Por otra parte, (Singh & Nachtnebel, 2016) realizaron un análisis para la implementación de plantas hidroeléctricas en Nepal, en la cual tenían que seleccionar el tamaño apropiado; el método fue aplicado para los criterios: social, económico, ambiental, técnico, y político; como resultado se demostró que el tamaño mediano y grande son los más apropiados.

En otro ejemplo más, (Yadav & Sharma, 2016) realizaron el diseño de un modelo de selección de proveedores para una compañía automotriz en la India, con enfoque AHP, que buscaba proporcionar guía y dirección a la gerencia en funciones de compra sobre la base de los criterios identificados en el entorno de fabricación heterogéneo.

El sector salud no queda fuera de este contexto, (Sandoval & Rodríguez, 2019) elaboraron una propuesta para calificar aplicaciones móviles médicas según el nivel de calidad, se basan en una lista de atributos que toda aplicación móvil debe tener. Su trabajo se dividió en tres secciones, la primera consistió en determinar elementos considerados como críticos para la calidad de un producto de software móvil en el área médica. El segundo paso consistió en utilizar el método AHP para calificar aplicaciones móviles. Complementando dicho método se propone una rúbrica de evaluación como métrica para calificar las aplicaciones y determinar cuándo pueden ser recomendadas al usuario utilizando el rango de evaluación del AHP más el número cero. Finalmente, se muestra una prueba de aplicación realizada a cinco aplicaciones móviles concernientes al monitoreo cardíaco.

En su trabajo de Análisis de la medicina basada en evidencia y su uso en la formación de pregrado, (Sánchez Garrido et al., 2021) tienen como objetivo, en primer lugar, determinar los elementos fundamentales de la medicina basada en evidencia. En segundo lugar, la selección de los criterios a priorizar mediante diagramas de Pareto. Por último, determinan elementos mediante el método AHP para el empleo de la medicina basada en evidencias.

2.1.3. Trabajos relacionados con DEMATEL

Es el acrónimo de laboratorio de prueba y evaluación de toma de decisiones (DEMATEL). Es un método que se utiliza en la solución de problemas donde se tienen que tomar decisiones complejas. Se considera un método eficaz para la identificación de los componentes de la cadena causa-efecto de un sistema complejo. Evalúa las relaciones interdependientes entre factores más relevantes y busca encontrar las más relevantes a través de un modelo estructural visual (Si et al., 2018).

Una de sus características es la de recabar las opiniones de expertos y convertir los criterios en datos cualitativos y poderlos analizar (Singhal et al., 2018b). Es un método muy utilizado durante los últimos tiempos, se ha realizado un gran número de estudios sobre la aplicación de DEMATEL y se han propuesto muchas variantes diferentes en la literatura, como lo mencionan (Si et al., 2018).

Por ejemplo, (Copé García-Aguado & Carrasco Pena, 2020), en su investigación mencionan que el objetivo de su trabajo es evaluar mediante métodos para la toma de decisión multicriterio las posibilidades de aplicación de procedimientos a la protección balística de plataformas navales. Proponen un trabajo práctico que reside en la aplicación del método DEMATEL, el cual consiste en un proceso pautado que inicia con la definición de los criterios que se quieren analizar. Posteriormente proceden a la recolección de datos de parte de los expertos. Con los datos recopilados se diseña una matriz de relación.

De la misma forma (de Campos et al., 2021) menciona en su proyecto, que el objetivo de su investigación es doble: en primer lugar, busca identificar los factores críticos para la implementación exitosa de la logística inversa (RL) en el Proceso de Atención Farmacéutica Brasileña (PCP), y en segundo lugar, busca determinar las relaciones de causa y efecto entre ellos. Utilizaron el muestreo de bola de nieve para seleccionar los estudios de RL relevantes, y el razonamiento deductivo y la clasificación para identificar los factores críticos, y un laboratorio gris de prueba y evaluación de toma de decisiones (DEMATEL) para evaluar las relaciones de causa y efecto entre ellos.

Por otro lado, (Chang et al., 2011) comentan que su investigación es precursora en la aplicación del método DEMATEL para encontrar factores que influyen en la elección de proveedores. El método DEMATEL evalúa el desempeño de los proveedores para encontrar criterios de factores clave para mejorar el desempeño y proporciona un enfoque novedoso de información para la toma de decisiones en la selección de proveedores. Este proyecto propone un cuestionario DEMATEL difuso que se distribuye a diecisiete profesionales de compras de la industria electrónica. Los resultados de la investigación encuentran que la entrega estable de bienes es la mayor influencia y la conexión más fuerte con otros criterios.

Los autores (Zhang & Deng, 2019), mencionan que la aplicación de la regla de Dempster en la combinación de múltiples pruebas contradictorias a menudo provoca resultados contrarios a la intuición. Sin embargo, comenta que se deben explorar nuevos métodos eficaces con un costo aceptable. En esta investigación, un nuevo modelo basado en DEMATEL, propone tener en cuenta el peso de cada evidencia. En primer lugar, la matriz de relación total está determinada por la similitud entre la evidencia. En segundo lugar, se calcula la prominencia y la importancia. Y finalmente, el resultado de combinación promedio ponderado se puede obtener según la regla de combinación de Dempster. Para demostrar que el modelo propuesto es eficiente se utilizan ejemplos numéricos, tanto para tratar con evidencia contradictoria como para reducir la complejidad computacional.

2.1.4. Trabajos relacionados con CoCoSo

CoCoSo es un método relativamente nuevo, se basa en el método SAW y en el modelo de producto ponderado exponencialmente (Yazdani et al., 2019). Se sabe que este método fue desarrollado por Yazdani, el cual utiliza una secuencia de comparabilidad por dos medios (regla de multiplicación y potencia ponderada de la distancia) (Peng et al., 2020). La esencia de este método se centra en la combinación de perspectivas de compromiso, aunque este método es de nueva creación, se ha podido demostrar que puede ser implementado en diversas áreas.

Por ejemplo, (Yazdani et al., 2019), presentan en su artículo un algoritmo para la toma de

decisiones de compromiso combinado (CoCoSo) con la ayuda de otras estrategias. Los autores describieron un caso real de la elección de empresas de logística y transporte en Francia a partir de un proyecto de cadena de suministro. En su artículo recomiendan realizar algunas comparaciones con otros estudios y métodos que permitan validar el rendimiento del algoritmo propuesto.

Así mismo, (Zolfani et al., 2019) en su estudio proponen un nuevo modelo MCDM híbrido, que puede considerarse como una contribución a la investigación. Presenta una evaluación sencilla que engloba los métodos CoCoSo y el método Mejor-Peor (en inglés Best-Worst Method, BWM) para la selección de proveedores sostenibles. Se basa en un análisis directo que implica muy pocos cálculos matemáticos. Este estudio puede ser aplicable a problemas similares de toma de decisiones.

Este método también ha sido utilizado en el área automotriz, (Biswas et al., 2019) lo proponen en un modelo holístico basado en una solución de compromiso combinada (CoCoSo) y un método de importancia de criterios para la selección de vehículos eléctricos a batería (BEV por sus siglas en inglés). En su investigación realizaron un análisis de sensibilidad para verificar la robustez del modelo propuesto, este modelo puede ser aplicado a otros problemas de evaluación de la sostenibilidad.

Por otro lado, (Yazdani et al., 2019) implementaron CoCoSo gris (CoCoSo-G) para medir el desempeño de proveedores de una empresa constructora en Madrid, siete criterios de un estudio previo relevante son la base para evaluar el desempeño de los proveedores, utilizaron la ayuda de expertos para la evaluación cualitativa de los proveedores. El método CoCoSo-G fue implementado para publicar la puntuación de cada proveedor y clasificarlos, se comparó el resultado con el método de Evaluación Proporcional Compleja y es evidente que CoCoSo-G facilita el proceso de evaluación al mismo tiempo que muestra resultados confiables.

De la misma manera (Peng et al., 2020), propusieron en su proyecto de investigación la aplicación del modelo Pythagorean fuzzy MCDM, que se basa en CoCoSo y el método de Importancia de Criterios mediante la Correlación entre Criterios (CRITIC) con una función de puntuación, que puede ponderar tanto la preferencia subjetiva como la objetiva. Presentan algunas operaciones

nuevas y sus relaciones que eliminan muchas condiciones y enriquecen la amplia gama de aplicaciones.

Por otro lado, (Wen et al., 2020) sugirieron extender el método original CoCoSo a un método lingüístico difuso vacilante como una herramienta adecuada para mejorar la viabilidad del método en el proceso de toma de decisiones. En este proceso extendido, los pesos subjetivos y objetivos de los criterios se consideran simultáneamente. Así mismo, para estandarizar la matriz de decisión inicial, se consideran los criterios de destino cuyos valores están en forma lingüística. De la misma forma, el método CoCoSo combinado con la neutrosófica se presenta como una buena técnica para la selección de un lugar de eliminación de residuos sólidos. Utiliza valores de intervalo para aumentar su aplicabilidad a los problemas del mundo real mediante el uso de ventajas de los conjuntos neutrosóficos (Karaşan & Bolturk, 1908).

El área de la salud no queda fuera de este contexto, es por ello que (Wen et al., 2020), proponen el modelo lingüístico probabilístico SWARA-CoCoSo como que ayude a la selección de proveedores logístico de cadena de frío de medicamentos desde diferentes perspectivas para reducir los riesgos de transporte y almacenamiento de medicamento. Para resolver este problema de toma de decisiones multicriterio, proponen un modelo basado en la combinación del método Análisis de la Relación de Evaluación de Peso Escalonada (SWARA por sus siglas en inglés) y CoCoSo (solución de compromiso combinada) en el entorno lingüístico probabilístico.

Así mismo, continuando con el enfoque logístico, (Wen et al., 2019) proponen el método de solución de compromiso combinada (CoCoSo). Este método es combinado con una estrategia de agregación para obtener una solución de compromiso, para resolver el problema de la selección de proveedores de servicio 3PL (*Third Party Logistics*).

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Lógica difusa

En la lógica convencional un hecho puede tener solamente dos valores, es falso o verdadero. Esta lógica es útil cuando se trata de hechos que en forma determinista pueden ser calificados como falsos o verdaderos. Sin embargo, en muchas situaciones de la vida real muchos hechos pueden tener un abanico de calificativos tales como falso, un tanto falso, parcialmente cierto, cierto, etcétera. Esto es, existe incertidumbre al momento de calificar si un hecho es falso o verdadero.

A partir de lo anterior surge la lógica difusa, la cual fue expresamente concebida para calificar hechos o variables que pueden tener un abanico amplio de calificativos lingüísticos que cubren un rango que van desde falso hasta verdadero (Zadeth, 1965). A diferencia de la lógica convencional que es bivaluada (falso/verdadero), la lógica difusa es multivaluada y permite representar de modo formal (matemáticamente) la incertidumbre y la vaguedad, proporcionando herramientas formales para su tratamiento.

Como indica (Zadeth, 1965), una enorme cantidad de problemas reales en el mundo pueden resolverse como: dado un conjunto de variables de entrada (conocido como espacio de entrada), se obtiene un valor adecuado de variables de salida (conocido como espacio de salida). Y en este proceso la lógica difusa permite establecer una correspondencia adecuada para dar significado (en vez de precisión) a los criterios, a partir de los calificativos lingüísticos.

2.2.2. Conjuntos Difusos

En 1965 Zadeh propone por primera vez la noción de Conjunto Difuso, surgiendo lo que se conoce como Teoría de Conjuntos Difusos. Los conceptos se asocian a conjuntos difusos (asociando valores de pertenencia de los hechos/variables a dicho conjunto), en un proceso llamado fuzzificación. Una vez que se tienen los valores fuzzificados se pueden aplicar reglas lingüísticas

a dichos valores y obtener una salida, que podrá seguir siendo difusa o defuzzificada para obtener un valor discreto (crisp).

De este modo, a diferencia de la teoría clásica de conjuntos basada en la lógica binaria, de manera que un elemento pertenece o no pertenece a un conjunto, en la teoría de conjuntos difusos, un elemento forma parte de un conjunto con un cierto grado de pertenencia. De tal forma que una proposición además de poder ser falsa o verdadera, también podría ser parcialmente falsa o verdadera. Este grado de pertenencia se expresa mediante un número en el intervalo $[0, 1]$.

Así, en un conjunto difuso se tiene una transición suave entre los límites de lo que sería un conjunto crisp con sólo dos valores (falso, verdadero). El Universo del discurso se define como todos los posibles valores que puede tomar una determinada variable o elemento entre esos dos valores.

2.2.3. Conjuntos Difusos Intuicionistas

En (Atanassov, 1999) se define a los conjuntos difusos intuicionistas (IFS por sus siglas en inglés) mediante tres funciones: función de membresía, función de no membresía y función de hesitación (incertidumbre). Donde, a) la función de membresía asigna un valor de pertenencia a cada elemento del conjunto, indicando cuán perteneciente es un elemento al conjunto. b) la función de no membresía representa la falta de pertenencia de un elemento al conjunto. c) la función de hesitación mide la indecisión o incertidumbre en la asignación de membresía y no membresía.

2.2.4. Proceso de Jerarquía Analítica Difuso Intuicionista AHP-IF

El AHP es un enfoque estructurado para la toma de decisiones que utiliza una estructura jerárquica de criterios y alternativas para evaluar y priorizar opciones. El método AHP utiliza una escala de comparación para determinar las relaciones de importancia relativa entre los criterios

y las alternativas. Al incorporar los Conjuntos Difusos Intuicionistas: El AHP-IF extiende el AHP al permitir la representación de la incertidumbre y la ambigüedad utilizando conjuntos difusos intuicionistas en lugar de números precisos. En este contexto, los valores de membresía, no membresía y hesitación se utilizan para describir la información disponible de manera más realista (Atanassov, 1999).

2.2.5. Laboratorio de Prueba y Evaluación de Toma de Decisiones DEMATEL-IF

Por su parte, (Si et al., 2018) describen que este método hace referencia a la combinación de las técnicas DEMATEL y conjuntos difusos intuicionistas (IFS) para abordar problemas de toma de decisiones multicriterios en los que la incertidumbre y la ambigüedad desempeñan un papel importante. Esta combinación permite una representación más precisa de las relaciones entre los factores y una toma de decisiones más robusta en entornos inciertos.

2.2.6. Solución de compromiso combinada CoCoSo

Conforme mencionan (Yazdani et al., 2019), CoCoSo es un método relativamente nuevo, está basado en el método SAW y en el modelo de producto ponderado exponencialmente. Se sabe que este método fue desarrollado por Yazdani y colaboradores. Así mismo demostraron que este método puede ser aplicable a cualquier área.

2.3. Marco tecnológico

En este apartado se explican detalles generales sobre los algoritmos de IF-AHP, IF-DEMATEL y CoCoSo. Los conjuntos difusos intuicionistas han sido aplicados en muchas áreas donde se contempla la incertidumbre, tal como se mencionó, fueron propuestos por primera vez por (Atanassov, 1999).

Estos conjuntos se definen como una función de pertenencia y no pertenencia. En los IFS, los

grados de pertenencia y no pertenencia son iguales a 1. Para aplicar los algoritmos de IF-AHP y IF-DEMATEL se requieren algunas definiciones de los IFS. Algunas definiciones de los conjuntos difusos intuicionistas son las siguientes:

2.3.1. Definiciones de los conjuntos difusos intuicionistas

Definición 1: Sea X un conjunto en un universo de discurso. Un conjunto difuso intuicionista I tiene la forma siguiente (Atanassov, 1996); (Ocampo & Yamagishi, 2020):

$$I = \langle x, \mu_I(x), \nu_I(x) \rangle, x \in X \quad (1)$$

Donde: $\mu_I(x) : X \rightarrow [0,1]$ se refiere al grado de pertenencia. $\nu_I(x) : X \rightarrow [0,1]$ se refiere al grado de no pertenencia y para cada $x \in X$, toma:

$$0 \leq \mu_I(x) + \nu_I(x) \leq 1 \quad (2)$$

Así mismo, el grado de desconocimiento o incertidumbre $\pi_I(x) : X \rightarrow [0,1]$ (Atanassov, 1996) se representa en la ecuación (3).

$$\pi_I(x) = \mu_I(x) - \nu_I(x), x \in X \quad (3)$$

Definición 2: Según (Anzilli & Facchinetti, 2016) y (Ocampo & Yamagishi, 2020), el proceso de defuzzificación en conjuntos difusos intuicionistas se define como en las ecuaciones (4-5). Sea C_ϕ un operador de defuzzificación. Este proceso se define en dos pasos diferentes como sigue: (1) transformación del conjunto difuso intuicionista en un conjunto difuso clásico, y (2) evaluación del conjunto difuso clásico mediante un método de defuzzificación. El operador de C_ϕ se representa como en la Ecuación (4).

$$C_\varphi(I) = \{ \langle x, \mu_I(x) + \varphi\pi_I(x), \nu_I(x) + (1 - \varphi)\pi(x) \rangle \mid x \in X \text{ with } \varphi \in [0, 1] \} \quad (4)$$

Se puede notar que $C_\varphi(I)$ es un subconjunto difuso clásico con una función de membresía como la dada en la Ecuación (5):

$$\mu_\varphi(x) = \mu_I(x) + \varphi\pi_I(X) \quad (5)$$

2.3.2. Algoritmo del método Juáres de jerarquía analítica difuso intuicionista IF-AHP

A continuación, se explican los pasos del algoritmo IF-AHP:

Paso 1: Definición de los criterios/subcriterios de evaluación del modelo relacionados a priorizar el nivel de riesgo de pacientes posiblemente contagiados de Covid-19.

Paso 2: Determinación de la escala que se utilizó en la evaluación comparativa por pares de los criterios. Donde los términos lingüísticos y sus respectivos números difusos intuicionistas triangulares son los siguientes (Karacan et al., 2020): Mucho más importante (0.33, 0.27, 0.40), Más importante (0.13, 0.27, 0.60), Igualmente importante (0.02, 0.18, 0.80), Menos importante (0.27, 0.13, 0.60), Mucho menos importante (0.27, 0.33, 0.40) (Ren & Liang, 2017).

Paso 3: Determinación de las ponderaciones de importancia del equipo de expertos que evaluarán los criterios/subcriterios relativos a priorizar el nivel de riesgo de pacientes posiblemente contagiados de Covid-19. Para evaluar a los expertos y asignarles un peso, se utiliza una escala difusa intuicionista triangular que es sugerida por (Boran et al., 2009). De acuerdo con esta escala, se utilizan cinco términos lingüísticos como Muy importante, Importante, Medio, Poco importante y Muy poco importante y sus correspondientes números difusos intuicionistas triangulares como (0.90, 0.05, 0.05), (0.75, 0.20, 0.05), (0.50, 0.40, 0.10), (0.25, 0.60, 0.15) y (0.10, 0.80, 0.10). Para asignar un peso a cualquiera de los expertos, se aplica la siguiente formulación.

Sea $D_k = (\mu_k, \nu_k, \pi_k)$ un número difuso intuicionista para la evaluación del k^{th} experto. El ω_k se refiere al peso del k^{th} experto.

$$\omega_k = \frac{\left\{ (\mu_k + \pi_k) \left(\frac{\mu_k}{\mu_k + \nu_k} \right) \right\}}{\sum_{(k=1)}^t \left((\mu_k + \pi_k) \left(\frac{\mu_k}{\mu_k + \nu_k} \right) \right)} \quad (6)$$

Paso 4: Construcción de la matriz de decisión intuicionista difusa agregada basada en las evaluaciones de comparación por pares de los expertos.

Sea $R^{(k)} = \left(r_{ij}^{(k)} \right)_{(m \times n)}$ es una matriz de decisión intuicionista difusa del $k^{(th)}$ experto. Se utiliza un operador denominado operador de agregación de promedios difusos intuicionistas (IFWA por sus siglas en inglés) para agregar todas las evaluaciones de comparación por pares de los expertos sobre los criterios/subcriterios (dimensión/subdimensión) relativos a la preparación para el desastre hospitalario.

$$r_{ij} = IFWA_{\omega} = \left(r_{ij}^1, r_{ij}^2, \dots, r_{ij}^t \right) = \omega_1 r_{ij}^{(1)} \oplus \omega_2 r_{ij}^{(2)} \dots \oplus \omega_t r_{ij}^{(t)} \quad (7)$$

Donde: $\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_t$ representan los pesos asociados a cada uno de los elementos individuales de las comparaciones por pares realizada por cada uno de los expertos, de igual forma, $r_{ij}^{(1)}, r_{ij}^{(2)}, \dots, r_{ij}^{(t)}$ son los valores individuales del elemento ij que se van a agregar, cada $r_{ij}^{(k)}$ representa un valor intuicionista difuso asociado a una dimensión o criterio k , donde t es el número total de dimensiones o valores a considerar (Xu, 2007).

$$IFWA_{\omega} = \left(1 - \prod_{k=1}^t \left(1 - \mu_{ij}^{(k)} \right)^{\omega_k}, \prod_{k=1}^t \left(\nu_{ij}^{(k)} \right)^{\omega_k}, \prod_{k=1}^t \left(1 - \mu_{ij}^{(k)} \right)^{\omega_k} - \prod_{k=1}^t \left(\nu_{ij}^{(k)} \right)^{\omega_k} \right) \quad (8)$$

En este caso, $r_{ij} = (\mu_{ij}, \nu_{ij}, \pi_{ij})$

Paso 5: Cálculo del ratio de consistencia (CR por sus siglas en inglés) para la matriz de

decisión difusa intuicionista agregada. Aquí, el CR se calcula considerando el grado de vacilación $\pi(x)$ de la matriz de decisión difusa agregada. El cálculo clásico de la CR es como en la Ecuación (9) que es propuesta por (Saaty, 1980).

$$CR = \frac{(\lambda_{max} - n)(n - 1)}{RI} \quad (9)$$

Sea, CR (Ratio de Consistencia), λ_{max} es el valor propio máximo de la matriz de comparación por pares (Aguarón & Moreno-Jiménez, 2003), n representa el número de criterios, RI es el índice aleatorio, que varía dependiendo del número de criterios n (Saaty, 1980).

En este caso, n es el número de criterios subcriterios (dimensión/subdimensión) relativos a priorizar el nivel de riesgo de pacientes posiblemente contagiados de Covid-19 que acuden a la unidad de urgencias. Un valor inferior a 0.10 es satisfactorio para un CR (Kahraman et al., 2017). Si el CR es superior a 0.10, hay que reevaluar la comparación por pares del experto. El valor cambiante del CR en tiempos de un cambio en el tamaño de las matrices se puede encontrar en (Baležentis & Baležentis, 2016).

Paso 6: Para el cálculo de los pesos difusos intuicionistas de la matriz de decisión difusa intuicionista agregada.

$$\bar{w}_i = -\frac{1}{n \ln 2} (\mu_i \ln \mu_i + v_i \ln v_i - (1 - \pi_i) \ln(1 - \pi_i) - \pi_i \ln 2) \quad (10)$$

Donde; \bar{w}_i es el peso intuicionista difuso, este valor representa un promedio ajustado o valor medio ponderado que refleja la importancia del criterio i bajo un enfoque difuso. La variable n es el número total de criterios o elementos en la matriz de decisión. El $\ln 2$ es un factor de normalización, que se usa para garantizar que los cálculos de información sean coherentes en una escala logarítmica. los valores de μ_i, v_i, π_i representan el grado de pertenencia, no pertenencia y la incertidumbre respectivamente, permitiendo que el sistema integre grados de certeza, negación y duda en la evaluación de criterios o alternativas (Saaty, 1980).

$$w_i = \frac{1 - \bar{w}_i}{n - \sum_{i=1}^n \bar{w}_i} \quad (11)$$

Donde; w_i es el peso ajustado final del criterio i , que será utilizado para la agregación y comparación de criterios en el proceso de toma de decisiones. \bar{w}_i es el valor inicial del peso del criterio i calculado en la fórmula anterior, n es el número total de criterios o alternativas consideradas, $\sum_{i=1}^n \bar{w}_i$ es la suma de los pesos \bar{w}_i de todos los criterios. Este término se utiliza para normalizar los pesos finales, asegurando que sumen a un total de 1 o que estén correctamente ajustados (Saaty, 1980).

Paso 7: En caso de que los pesos no están normalizados, hay que normalizarlos, se utiliza la siguiente Ecuación $\sum w_i = 1$ para garantizar la normalización de los pesos.

2.3.3. Algoritmo del Laboratorio de Ensayo y Evaluación de Decisiones Difusas Intuicionistas (IF-DEMATEL)

EL algoritmo de IF-DEMATEL incluye los siguientes pasos:

- Paso 1: Determinación de los criterios/subcriterios de evaluación (dimensión/subdimensión) relativos a la preparación de los hospitales para los desastres.
- Paso 2: Construcción de la matriz de relaciones directas. Las evaluaciones del grupo de expertos sobre el consenso están en conjuntos difusos intuicionistas. El grupo de expertos determina los valores $\mu_I(x)$ y $\nu_I(x)$. Los valores $\pi_I(x)$ se calculan como en la Ecuación (3), se encuentra en la sección 3.1. Los elementos de la evaluación de los expertos se representan como un estilo intuicionista de 2 tuplas. La escala de valoración es la siguiente: Influencia nula $\langle 0.1, 0.9 \rangle$, Influencia baja $\langle 0.35, 0.6 \rangle$, Influencia media $\langle 0.5, 0.45 \rangle$, Influencia alta $\langle 0.75, 0.2 \rangle$, e Influencia muy alta $\langle 0.9, 0.1 \rangle$.
- Paso 3: Cálculo del grado de pertenencia correspondiente del subconjunto difuso equivalente. Aquí, en este paso, para proceder, se requiere defuzzificar la evaluación de los expertos

que está en estilo intuicionista. Se sigue el procedimiento de (Anzilli & Facchinetti, 2016), tal y como se ha comentado en la definición (2). En el primer paso, el conjunto difuso intuicionista se convierte en un subconjunto difuso estándar correspondiente mediante $\mu(x) = 1/2 (1 + \mu_I(x) - \nu_I(x))$. Así, se construye la matriz de relación inicial-directa en subconjuntos difusos estándar.

- Paso 4: Defuzzificación de los valores del subconjunto difuso estándar. Para proceder en este paso, las funciones de pertenencia determinadas al final del Paso 3 se asignan a un número difuso triangular. La función de pertenencia de este número difuso triangular se calcula, como es habitual. Los valores obtenidos conforman los valores de la matriz de relación directa inicial en números crisp.
- Paso 5: Construcción de la matriz de relación directa normalizada. La matriz de relación directa normalizada (G) la cual representa el valor de normalización máximo que se utilizará para la matriz de relación directa. Los elementos de la matriz de relación directa sin normalizar se representan con x_{ij} . La sumatoria $\sum_{j=1}^n x_{ij}$ representa la influencia total que el criterio i -ésimo ejerce sobre todos los demás criterios j , es decir, es la suma de todas las influencias directas de un criterio dado sobre los otros, por el contrario, la sumatoria $\sum_{i=1}^n x_{ij}$ indica la influencia total recibida por el criterio j -ésimo desde todos los demás criterios i , es decir, la suma de las influencias directas que recibe un criterio. Esta matriz se calcula utilizando los pasos estándar de DEMATEL crisp como se muestran en las ecuaciones (12-14).

$$G = g^{-1}X \quad (12)$$

$$g = \max \left(\max_{1 \leq i \leq n} \sum_{j=1}^n x_{ij}, \max_{1 \leq j \leq n} \sum_{i=1}^n x_{ij} \right) \quad (13)$$

$$X = (x_{ij})_{n \times n} = \left(\frac{\sum_{K=1}^h w_k x_{ij}^k}{\sum_{K=1}^h w_k} \right)_{n \times n} \quad (14)$$

Donde: X Es la matriz de influencia directa agregada y normalizada. Aquí, X contiene los elementos $(x_{ij})_{n \times n}$, que representan las relaciones de influencia entre los criterios tras haber sido normalizadas. El tamaño de la matriz es $n \times n$, donde n es el número de criterios y $\sum_{K=1}^h w_k x_{ij}^k$ es la suma ponderada agrega las influencias directas de cada experto k . Así mismo, w_k representa el peso relativo del tomador de decisión como se muestra en la ecuación 14.

- Paso 6 - Generación de la matriz de influencia total T: Esta matriz se consigue empleando la ecuación 15, donde I simboliza la matriz de identidad. Como resultado, se obtienen las puntuaciones de prominencia $(D + R^T)$ y relación $(D - R^T)$ para identificar a los emisores y receptores (ecuaciones 16-17). Si $D - R^T > 0$, se concluye que el criterio/subcriterio es despachador; a su vez, si $D - R^T < 0$, el elemento de decisión se clasifica como receptor; en caso contrario, es neutro. Por otro lado, $D + R^T$ indica la fuerza de la interdependencia. Cuanto mayor sea este valor, más significativa es la interrelación causa-efecto.

$$T = G(I - G)^{-1} \quad (15)$$

Aquí, I se refiere a la matriz de identidad. Se identifican la causa neta y los efectos netos. Las siguientes ecuaciones (ecuaciones 16-17) se utilizan para calcular el vector de prominencia $D + R^T$ y la relación $D - R^T$.

$$D = \left(\sum_{j=1}^n t_{ij} \right)_{n \times 1} = (t_i)_{n \times 1} \quad (16)$$

$$R = \left(\sum_{i=1}^n t_{ij} \right)_{1 \times n} = (t_j)_{1 \times n} \quad (17)$$

- Paso 7 - Construcción del diagrama de relación prominencia- causa: Para ello, se obtiene un valor umbral θ en cada matriz T promediando los valores t_{ij} . Todos los t_{ij} por encima de θ se consideran interrelaciones significativas y, por tanto, se incluyen en el diagrama.

2.3.4. Algoritmo del método Combined Compromise Solution (CoCoSo)

En esta sección, se presenta el enfoque de Solución de Compromiso Combinada (CoCoSo) propuesto por (Yazdani et al., 2019). Este método surge de la integración entre la ponderación Aditiva Simple (SAW por sus siglas en inglés) y el Modelo de Producto Ponderado Exponencialmente (EWPM por sus siglas en inglés). El resultado es una solución de compromiso que ha demostrado su utilidad en diversas aplicaciones [(Chen et al., 2022), (Pamucar & Görçün, 2022), (Panchagnula et al., 2023), (Korucuk et al., 2023)]. El algoritmo CoCoSo es el siguiente:

- Paso 1 - Se define una métrica de rendimiento por cada subcriterio y criterio no dividido j . A continuación, los médicos del SUH deben recopilar los valores de la métrica (x_{ij}) en cada paciente i de Covid-19 durante el triaje. Como resultado, se genera la matriz (x_{ij}) que se muestra en la Ecuación 18. Aquí, n representa el número de elementos de decisión, mientras que m denota el número de pacientes Covid-19 recibidos en un periodo específico.

$$x_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}; i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n. \quad (18)$$

- Paso 2 - La disposición matricial presentada en el Paso 1 se normaliza utilizando la Ecuación 19 (factor de beneficio) y la Ecuación 20 (factor de costo):

$$r_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_i x_{ij}}{\max_i x_{ij} + \min_i x_{ij}}; \quad (19)$$

$$r_{ij} = \frac{\max_i x_{ij} + x_{ij}}{\max_i x_{ij} - \min_i x_{ij}}; \quad (20)$$

Donde; r_{ij} representa los criterios de beneficios (Ecuación 19) y r_{ij} (Ecuación 20) representa los criterios de costos.

- Paso 3 - La suma de las secuencias de comparabilidad ponderadas (S_i) y el peso de potencia de las secuencias de comparabilidad (P_i) para cada paciente Covid-19 se estiman utilizando la Ecuación 21 y la Ecuación 22 respectivamente. En esta fórmula, w_j indica el peso global del criterio/subcriterio obtenido a partir del método IF-AHP. El valor de S_i se obtiene a partir del enfoque de generación de relaciones grises:

$$S_i = \sum_{j=1}^n (w_j r_{ij}), \quad (21)$$

$$P_i = \sum_{j=1}^n (r_{ij})^{w_j}, \quad (22)$$

Donde; w_j representa el peso relativo del tomador de decisión. El valor P_i también se obtiene según la actitud multiplicativa de WASPAS.

- Paso 4 - Las prioridades relativas de los pacientes Covid-19 dentro de los SU se calculan empleando las estrategias de agregación k_{ia} (Ecuación 23), k_{ib} (Ecuación 24) y k_{ic} (Ecuación 25). Donde, k_{ia} , k_{ib} y k_{ic} representan las medias aritméticas de las sumas de las puntuaciones del Modelo de Suma Ponderada (WSM por sus siglas en inglés) (Eslami et al., 2021). Así mismo, Normalmente λ tiene el valor de 0.5 (Nosilia et al., 2021), pero puede variar en un análisis de sensibilidad, su valor esta en un rango de [0 y 1].

$$k_{ia} = \frac{P_i + S_i}{\sum_{i=1}^m (P_i + S_i)}, \quad (23)$$

$$k_{ib} = \frac{S_i}{\min_i S_i} + \frac{P_i}{\min_i P_i}, \quad (24)$$

$$k_{ic} = \frac{\lambda(S_i) + (1 - \lambda)(P_i)}{(\lambda \max_i S_i) + (1 - \lambda) \max_i P_i}, 0 \leq \lambda \leq 1. \quad (25)$$

Se interpreta que la Ecuación (23) k_{ia} expresa la media aritmética de las sumas de las puntuaciones de WSM y WPM, mientras que la Ecuación (24) k_{ib} expresa una suma de las puntuaciones relativas de WSM y WPM en comparación con las mejores. En la Ecuación (25) k_{ic} libera el compromiso equilibrado de las puntuaciones de los modelos WSM y WPM, así mismo, λ_{\max} se refiere al valor máximo que puede tomar λ , que es 1 (Nosilia et al., 2021). Sin embargo, la flexibilidad y la estabilidad de la propuesta CoCoSo pueden depender de otros valores. La clasificación final de las alternativas se determina en función de los valores k_i (Ecuación 26) (tan significativos como mejores):

$$k_i = (k_{ia}k_{ib}k_{ic})^{\frac{1}{3}} + \frac{1}{3}(k_{ia} + k_{ib} + k_{ic}). \quad (26)$$

Capítulo 3

Desarrollo de la metodología

3.1. Definir el equipo de expertos.

Se invitó a 19 expertos médicos a participar en el proceso de toma de decisiones. Estos decisores fueron seleccionados teniendo en cuenta tres criterios de inclusión: i) Formación académica relacionada con las ciencias de la salud, ii) Al menos cuatro años de experiencia médica, y iii) Al menos un año atendiendo pacientes con Covid-19 en los SUH (Servicios de Urgencias Hospitalarios).

Los expertos están llamados a: i) proponer criterios y subcriterios a tener en cuenta a la hora de priorizar pacientes con Covid-19 en los Sistemas de Urgencias Médicas, ii) establecer la importancia de cada elemento de decisión que compone el modelo de priorización, iii) identificar relaciones causa-efecto que apoyen intervenciones a largo plazo en pacientes con Covid-19, y iv) ayudar a crear alternativas de tratamiento basadas en los hallazgos de CoCoSo.

Se les explicó el modelo resultante y se indicó a los expertos cómo realizar las comparaciones pareadas en IF-AHP e IF-DEMATEL, ya que no son expertos en MCDM, ni en matemáticas complejas. Posteriormente se entrevistaron a los expertos (personal médico) que tenían posibilidad de integrar el equipo de expertos que apoyarían a la investigación, las preguntas que se formularon

se muestran en la Sección 7.1.

De la misma forma, se formuló una escala de evaluación para cada pregunta, como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Ponderación para evaluar las respuestas de la entrevista.

No. de preguntas	Puntos
1	1
2	2
3	2
4	2
5	1
6	1
7	1
8	1

La entrevista fue de gran ayuda, el número de expertos entrevistados fueron 19, tomando en cuenta los resultados de la entrevista se seleccionaron 10 médicos para integrar el equipo de expertos final, tomando en cuenta los resultados de la entrevista realizada. En la Tabla 2 se muestra información relacionada al equipo de expertos. El equipo de expertos contribuyó a seleccionar los síntomas más comunes en pacientes contagiados con Covid-19, como se menciona en el apartado 3.2.

Tabla 2: Información del equipo de experto.

Experto	Formación académica	Años de experiencia	Años de experiencia atendiendo pacientes Covid-19
1	Médico Cirujano. Maestro en Salud Pública con énfasis en Epidemiología. Maestro en Educación y Enseñanza. Dr. En Salud Pública y Administración de Hospital.	18	2
2	Médico Cirujano. Maestro en Salud Pública con énfasis en Epidemiología. Dr. En Salud Pública y Administración de Hospital.	18	2
3	Médico Cirujano. Especialidad en Urgencias Médicas.	16	1.8
4	Médico Cirujano.	14	1.8
5	Médico Cirujano. Maestro en Salud Pública.	11	1
6	Médico Cirujano.	19	2
7	Médico Cirujano.	15	1.9
8	Médico Cirujano. Maestro en Salud Pública.	22	1.6
9	Médico Cirujano.	6	1.8
10	Médico Cirujano.	4	1.8

Por otro lado, se consultó información de la Secretaría de Salud, como fue la definición operacional de casos sospechosos de enfermedades respiratoria viral, actualizada al 20 de marzo del 2020. En la cual se describen los principales síntomas que presentan pacientes relacionados con enfermedades respiratorias, como lo es el Covid-19.

3.2. Identificar los criterios y subcriterios de Covid-19.

Con la contribución del equipo de trabajo, el análisis de literatura científica y la información consultada en la Secretaría de Salud, se identificaron los criterios y sub-criterios para diseñar el modelo propuesto. Se propuso un modelo para priorizar el nivel de riesgo de pacientes posiblemente contagiados de Covid-19 que ingresan a la unidad de urgencias. Se tomaron en cuenta diversos criterios y subcriterios que presentan los pacientes locales que posiblemente estén en riesgo y requieren ser atendidos en la unidad de urgencias.

El modelo está formado por 5 criterios (Tabla 3) y 27 subcriterios (como se muestra en la Figura 3.1), que ayudan a priorizar la atención de "n" pacientes. Para definir estos criterios y subcriterios, se analizó bibliografía científica y bases de datos con información de pacientes con síntomas de Covid-19 proporcionada por la Secretaría de Salud, la definición operacional sustentada en la Norma Oficial Mexicana NOM-017-SSA2-2012, para la vigilancia epidemiológica, los cuales contribuyeron al diseño del modelo, como se muestra en la Figura 3.1. Así mismo, el modelo fue presentado al equipo de expertos para conocer sus opiniones antes de implementar los métodos IF-AHP e IF-DEMATEL.

La mayoría de los criterios se han dividido en subelementos para facilitar la adopción y aplicación del modelo en la naturaleza. Esto es, teniendo en cuenta que los médicos de urgencias necesitan dar una prioridad rápida a los pacientes con datos significativos recogidos en las primeras etapas de la atención en urgencias.

Tabla 3: Caracterización de los criterios de priorización.

Crterios	Descripción	Evidencias bibliográficas
Síntomas Covid-19 (C1)	Abarca todas las dificultades físicas que puede experimentar un paciente de Covid-19 al padecer esta enfermedad.	(Fu et al., 2020); (Fernández-Rojas et al., 2021).
Comorbilidad (C2)	Describe las enfermedades que aparecen junto con/después del periodo Covid-19.	(Chen et al., 2020); (Singh et al., 2020).
Antecedentes de vacunación (C3)	Especifica si el paciente Covid-19 ha sido inmunizado contra esta enfermedad y/o la gripe.	(de la Salud , OMS); (Jiang et al., 2022).
Perfil sociodemográfico (C4)	Tiene en cuenta el grupo de edad y el sexo de los pacientes de Covid-19.	(Kwok et al., 2021); (Drefahl et al., 2020).
Tiempo de evolución (C5)	Mide el periodo entre el inicio aproximado de Covid-19 hasta la fecha de consulta.	(Zayet et al., 2020); Caronna et al. (2020).

Por ejemplo, la Cefalea (SC1) ha sido reconocida como un síntoma común asociado Covid-19 con una prevalencia real que oscila entre el 10 % y el 70 % de los casos positivos ((Caronna et al., 2020); (Sampaio Rocha-Filho & Magalhães, 2020)). Asimismo, se ha observado que la Oxigenación (SC2) disminuye en presencia del virus Covid-19 ((Bertsimas et al., 2020); (Zaim et al., 2020)).

Por otro lado, se ha reconocido que la Mialgia (SC3) es uno de los síntomas reumáticos y musculoesqueléticos más frecuentes debidos al Covid-19 ((Çalica Utku et al., 2020); (Karaarslan et al., 2022)). De igual manera, la información relacionada con la tos (SC4) ha sido utilizada por modelos de inteligencia artificial para apoyar el diagnóstico rápido de Covid-19 (Laguarta et al., 2020).

Otro síntoma que debe comprobarse en relación con esta enfermedad es la presencia de fiebre (SC5), que se ha empleado como predictor de mortalidad ((Choron et al., 2021); (Chew et al., 2021)). Por otro lado, el Esgurrimiento nasal (SC6) se ha identificado como un signo destacado, especialmente en pacientes con comorbilidades (Nasserie et al., 2021).

Igualmente, se concluyó que la congestión nasal (SC7) es una manifestación del Covid-19 presente en la mayoría de los pacientes notificados ((Kim et al., 2020); (Vessey & Betz, 2020)). Otros estudios consideran la artralgia (SC8) como una presentación inicial de Covid-19 que puede sustentar una priorización eficaz de los pacientes ((Joob & Wiwanitkit, 2020); (Hoong et al., 2021)).

También hay cada vez más pruebas de que algunos pacientes con Covid-19 pueden experimentar problemas gastrointestinales, incluida la diarrea (SC9), con una tasa de incidencia que oscila entre el 2% y el 50% ((Gaber, 2020); (Maslennikov et al., 2021)). Otros informes han dilucidado cómo afecciones leves como Escalofríos (SC10) pueden utilizarse como predictores de riesgo para la evolución de la enfermedad en estos pacientes ((Chang et al., 2020); (D'Souza et al., 2020)).

Las manifestaciones típicas de Covid-19 también incluyen la pérdida del olfato (SC11) con una tasa de prevalencia muy variable que oscila entre el 5% y el 98% ((Mullol et al., 2020); (Aziz et al., 2021)). Además, se ha descubierto que la pérdida del gusto (SC12) es un importante signo distintivo de la progresión de Covid-19 que los médicos de urgencias pueden utilizar para apoyar el proceso de triaje ((Mullol et al., 2020); (Watson B et al., 2021)).

Entre los múltiples signos de Covid-19, la dificultad respiratoria (SC13) se ha destacado como una de las condiciones más evidentes de malos resultados y de la necesidad de atención inmediata, ya que compromete la vida de los pacientes ((Allali et al., 2020); (Elimian et al., 2020)). Los investigadores también han señalado que los ojos irritados (SC14) es la afección ocular más significativa que evidencia un estado de salud deteriorado en estos pacientes, que puede considerarse dentro de la evaluación general de triaje realizada por los médicos de urgencias ((Pardhan et al., 2020); (La Distia Nora et al., 2020)).

En otro orden de ideas, debe valorarse la presencia de comorbilidades en los pacientes de Covid-19 para determinar una posible evolución desfavorable. Por ejemplo, la obesidad (SC15) se ha asociado a un aumento sustancial de las tasas de mortalidad durante Covid-19 ((Popkin et al., 2020); (Yu et al., 2021)). Además, se ha concluido que la hipertensión (SC16) aumenta la gravedad de Covid-19, ya que produce coagulopatía y disfunción endotelial ((Schiffrin et al., 2020); (Savoia et al., 2021)).

Del mismo modo, se ha demostrado experimentalmente que la Diabetes (SC17) empeora el estado de salud del paciente ya que afecta a la entrada del virus en las células (Jeong et al. (2020); Lima-Martínez et al. (2021)). Los pacientes Covid-19 que padecen Asma (SC18) también corren

un alto riesgo de desarrollar un cuadro clínico más grave, si no se interviene adecuadamente ((Mendes et al., 2021); (Ren et al., 2022)).

De forma similar, el hábito de fumar (SC19) suele considerarse como un factor que contribuye a las condiciones respiratorias desfavorables y, por lo tanto, disminuye la probabilidad de supervivencia de los pacientes infectados ((Patanavanich & Glantz, 2020)). Por otra parte, los pacientes con insuficiencia renal crónica (IRC20) también forman parte de los grupos de riesgo que pueden verse muy afectados por la presencia de Covid-19, ya que este virus puede causar lesión renal aguda (LRA) y, en consecuencia, aumentar el riesgo de mortalidad ((Adapa et al., 2020); (Long et al., 2022)).

La Enfermedad Inmunesupresora Presente (SC21) también es un antecedente que probablemente contribuye a malos resultados y a un curso más largo de la enfermedad en personas con Covid-19, pero no es tan significativo como los mencionados anteriormente ((Giovannoni, 2020); (Schoot et al., 2020)). Mientras tanto, la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) (SC22) se ha relacionado con mayores probabilidades de hospitalización, ingreso en la Unidad de Cuidados Intensivos y mortalidad en combinación con Covid-19 ((Zhao et al., 2020); (Gerayeli et al., 2021)).

El último factor, pero no por ello el menos importante, es la enfermedad cardíaca (SC23), cuya prevalencia de más del 7% se ha detectado sistemáticamente entre los pacientes de Covid-19 ((Bansal, 2020); (Clerkin et al., 2020)). Otras dimensiones son importantes a la hora de priorizar a los pacientes con Covid-19 dentro del SU. Este es el caso de Gripe (SC24) ((Ozaras et al., 2020); (Behrouzi et al., 2020)) y Covid-19 (SC25) ((Forni & Mantovani, 2021); (Andrews et al., 2022)) que verifican si estas personas han sido vacunadas contra estas enfermedades. Resulta intrigante la inclusión del Sexo (SC26) ((Drefahl et al., 2020); (Penna et al., 2020); (Ortiz-Barrios et al., 2023)) y la Edad (SC27) ((Drefahl et al., 2020); (Kang & Jung, 2020); (Ortiz-Barrios et al., 2023)) que han resultado ser significativos en el curso de Covid-19 y la necesidad de transferir a los pacientes a servicios sanitarios de mayor complejidad.

3.3. Aplicación de la encuesta.

Una vez definido el modelo, se le aplicó una encuesta al grupo de expertos para identificar la importancia y peso de cada uno de los criterios y subcriterios del modelo. La encuesta fue diseñada, apegada al método para la toma de decisiones IF-AHP, donde, ya está estandarizada la forma de plantear la encuesta de acuerdo a los criterios y subcriterios definidos previamente. En la Sección 7.1 de los anexos se muestra la encuesta diseñada.

3.4. Diseño del modelo de evaluación.

El modelo se construye tomando en cuenta los criterios definidos por el equipo de expertos, las reglas de operaciones de la Secretaria de Salud y la literatura científica relacionada, como se describe en el apartado 3.2. En la Figura 3.1 se muestra el diseño del modelo propuesto.

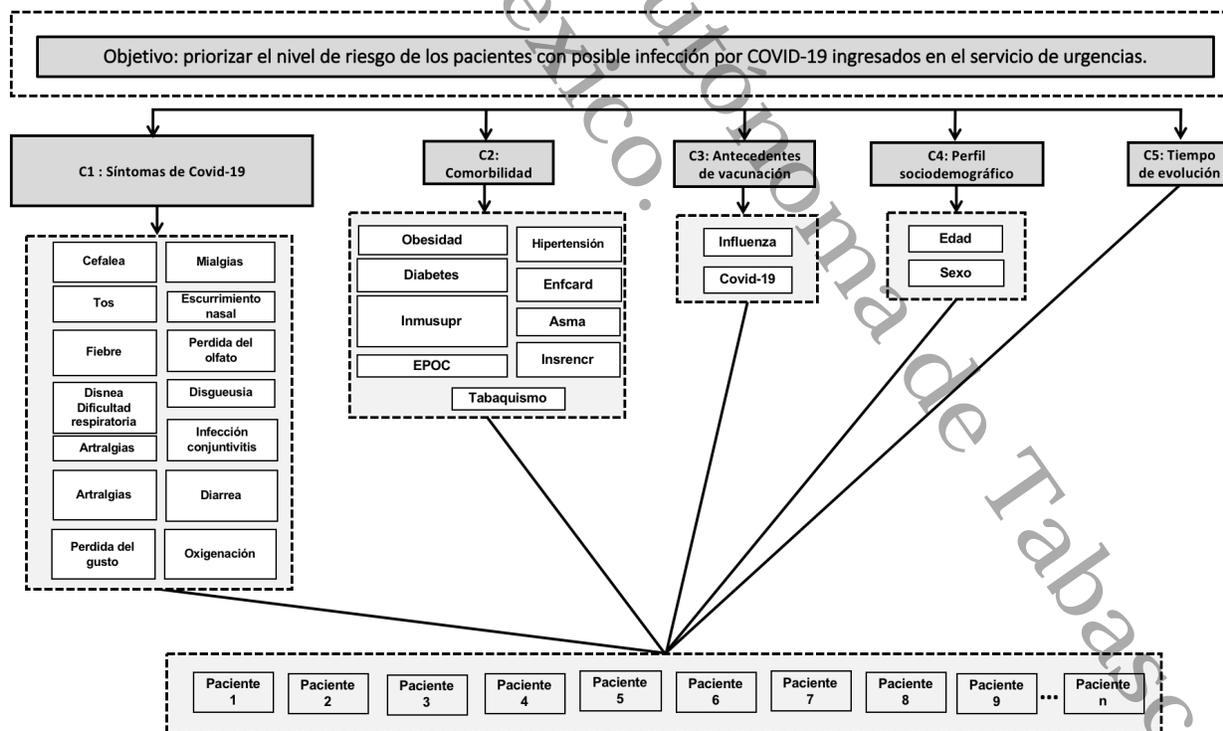


Figura 3.1: Modelo de toma de decisiones multicriterio

3.5. Implementación del método IF-AHP

Se implementó el IF-AHP para obtener los pesos relativos de los criterios y subcriterios del modelo para priorizar el nivel de riesgo de los pacientes con posible infección por Covid-19 ingresados en urgencias. Se diseñó una encuesta de fácil manejo para recoger las comparaciones por pares necesarias para la implementación del IF-AHP. Se utilizó la escala adaptada por (Karaçan et al., 2020) mencionada en el apartado 2.3.1. A continuación, se calculó la importancia de los expertos (Tabla 4), que evaluaron los criterios y subcriterios relacionados con la priorización de pacientes con riesgo de infección por Covid-19, mediante la Ecuación 6, descrita en el Sección 3.1, donde los expertos con mayor peso relativo fueron E1, E2, E3 y E8 con 0.125 respectivamente, teniendo en cuenta su preparación académica, años de experiencia en medicina y tiempo de experiencia atendiendo pacientes infectados con Covid-19.

Cabe señalar que los valores de las variables μ , ν y π , que se utilizan en la Ecuación 6 son obtenidos de los números difusos intuicionista IFN propuesto por (Boran et al., 2009), asignado a cada experto del equipo de evaluación en la (Tabla 4). Para calcular el peso de los experto se utiliza la Ecuación 6, por ejemplo, para calcular el peso de los experto 1 "E1" se realiza el siguiente calculo "E1" $\omega_1 = \frac{\{(0.9+0.05)(\frac{0.9}{0.9+0.05})\}}{(7.591)} = 0.125$. Donde; $0.09=\mu$, $0.05=\nu$, y $0.05=\pi$ respectivamente. Se repite el mismo proceso para cada uno de los experto, sustituyendo su IFN de cada uno de ellos en la Ecuación 6.

Tabla 4: Ponderación relativa de los expertos

Expertos	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10
IFN	(0.90, 0.05, 0.05)	(0.90, 0.05, 0.05)	(0.90, 0.05, 0.05)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.75, 0.2, 0.05)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.75, 0.2, 0.05)	(0.90, 0.05, 0.05)	(0.5, 0.4, 0.1)	(0.5, 0.4, 0.1)
Peso	0.125	0.125	0.125	0.073	0.104	0.073	0.104	0.125	0.073	0.073

Una vez que se conoció el peso de los expertos, cada uno de ellos realizo las comparaciones para definir la importancia de un criterio con respecto al otro. En la Tabla 5 y Tabla 6 se muestra el resultado de cada uno de los expertos y su respectivo peso (PM). En la ultima columna de las tablas indica el número difuso intuicionista de agregación por cada una de las comparaciones, cabe mencionar que esos números permitieron la construcción de la matriz difusa intuicionista agregada para los criterios. Como se indica en la Tabla 7.

Para calcular la columna de agregación de la Tabla 5 y Tabla 6 se utiliza la Ecuación 8. Como se muestra en los siguientes ejemplos:

$$\mu = 1 - \left((1 - 0.13)^{0.125} * (1 - 0.02)^{0.125} * (1 - 0.33)^{0.125} * \dots * (1 - 0.13)^{0.073} \right) = 0.225 \quad (27)$$

$$\nu = \left((0.27)^{0.125} * (0.18)^{0.125} * (0.27)^{0.125} * \dots * (0.27)^{0.073} \right) = 0.257 \quad (28)$$

$$\pi = \left((1 - 0.27)^{0.125} * (1 - 0.02)^{0.125} * (1 - 0.27)^{0.125} * \dots * (1 - 0.13)^{0.073} \right) - \left((0.27)^{0.125} * (0.18)^{0.125} * (0.27)^{0.125} * \dots * (0.27)^{0.073} \right) = 0.518 \quad (29)$$

Tabla 5: Matriz de comparación original de expertos

Comparación original		Médico 1	PM1	Médico 2	PM2	Médico 3	PM3	...	Médico 10	PM10	Agregación
Síntomas de Covid-19	Comorbilidad	[0.13, 0.27, 0.6]	0.125	[0.02, 0.18, 0.8]	0.125	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	...	[0.13, 0.27, 0.6]	0.073	[0.225, 0.257, 0.518]
Síntomas de Covid-19	Antecedentes de vacunación	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	[0.02, 0.18, 0.8]	0.125	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	...	[0.13, 0.27, 0.6]	0.073	[0.298, 0.27, 0.432]
Síntomas de Covid-19	Perfil sociodemográfico	[0.33, 0.27, 0.6]	0.125	[0.02, 0.18, 0.8]	0.125	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	...	[0.13, 0.27, 0.6]	0.073	[0.245, 0.27, 0.485]
Síntomas de Covid-19	Tiempo de evolución	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	[0.02, 0.18, 0.8]	0.125	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	...	[0.13, 0.27, 0.6]	0.073	[0.330, 0.27, 0.400]
Comorbilidad	Antecedentes de vacunación	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	[0.02, 0.18, 0.8]	0.125	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	...	[0.13, 0.27, 0.6]	0.073	[0.255, 0.27, 0.475]
Comorbilidad	Perfil sociodemográfico	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	[0.02, 0.18, 0.8]	0.125	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	...	[0.13, 0.27, 0.6]	0.073	[0.304, 0.27, 0.426]
Comorbilidad	Tiempo de evolución	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	[0.02, 0.18, 0.8]	0.125	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	...	[0.13, 0.27, 0.6]	0.073	[0.279, 0.27, 0.451]
Antecedentes de vacunación	Perfil sociodemográfico	[0.27, 0.13, 0.6]	0.125	[0.02, 0.18, 0.8]	0.125	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	...	[0.13, 0.27, 0.6]	0.073	[0.206, 0.201, 0.593]
Antecedentes de vacunación	Tiempo de evolución	[0.27, 0.13, 0.6]	0.125	[0.02, 0.18, 0.8]	0.125	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	...	[0.13, 0.27, 0.6]	0.073	[0.198, 0.225, 0.577]
Perfil sociodemográfico	Tiempo de evolución	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	[0.02, 0.18, 0.8]	0.125	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	...	[0.13, 0.27, 0.6]	0.073	[0.241, 0.201, 0.545]

Tabla 6: Matriz de comparaciones recíprocas de expertos

Comparación original		Médico 1	PM1	Médico 2	PM2	Médico 3	PM3	...	Médico 10	PM10	Agregación
Comorbilidad	Síntomas de Covid-19	[0.27, 0.13, 0.6]	0.125	[0.02, 0.18, 0.8]	0.125	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	...	[0.127, 0.13, 0.6]	0.073	[0.243, 0.216, 0.542]
Antecedentes de vacunación	Síntomas de Covid-19	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	...	[0.127, 0.13, 0.6]	0.073	[0.270, 0.280, 0.450]
Perfil sociodemográfico	Síntomas de Covid-19	[0.27, 0.13, 0.6]	0.125	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	...	[0.27, 0.33, 0.4]	0.073	[0.270, 0.215, 0.515]
Tiempo de evolución	Síntomas de Covid-19	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	...	[0.27, 0.33, 0.4]	0.073	[0.270, 0.330, 0.400]
Antecedentes de vacunación	Comorbilidad	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	...	[0.27, 0.13, 0.6]	0.073	[0.270, 0.226, 0.504]
Perfil sociodemográfico	Comorbilidad	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	...	[0.27, 0.13, 0.6]	0.073	[0.270, 0.288, 0.442]
Tiempo de evolución	Comorbilidad	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	...	[0.27, 0.13, 0.6]	0.073	[0.270, 0.254, 0.476]
Perfil sociodemográfico	Antecedentes de vacunación	[0.13, 0.27, 0.6]	0.125	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	[0.27, 0.13, 0.6]	0.125	...	[0.13, 0.27, 0.6]	0.073	[0.187, 0.221, 0.591]
Tiempo de evolución	Antecedentes de vacunación	[0.13, 0.27, 0.6]	0.125	[0.27, 0.13, 0.6]	0.125	[0.27, 0.13, 0.6]	0.125	...	[0.27, 0.13, 0.6]	0.073	[0.237, 0.179, 0.584]
Tiempo de evolución	Perfil sociodemográfico	[0.33, 0.27, 0.4]	0.125	[0.27, 0.13, 0.6]	0.125	[0.27, 0.33, 0.4]	0.125	...	[0.13, 0.27, 0.6]	0.073	[0.241, 0.201, 0.558]

Posteriormente, los juicios emparejados en IFS se agregaron utilizando el operador Intuicionista Fuzzy Weighted Averaging (IFWA) (Ecuación 7 y Ecuación 8. La matriz intuicionista difusa de criterios agregada resultante se muestra en la Tabla 7. Para evaluar la fiabilidad de las com-

paraciones, se calculó el CR (Ecuación 9) en cada matriz crisp: Criterios (0.0619), Síntomas Covid-19 (0.0268), Comorbilidades (0.0258), Antecedentes de vacunación (0.0) y Perfil sociodemográfico (0.0). Dado que ninguno de los CR superaba el umbral (0.10), se procedió a calcular las prioridades relativas de los criterios y subcriterios de priorización empleando la Ecuación 10 y Ecuación 11. En la Tabla 5 se muestra un ejemplo de este paso. Las ponderaciones globales y locales de todos los elementos de decisión contenidos en el modelo se representan en la Tabla 6.

Tabla 7: Matriz intuicionista difusa agregada para los criterios

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	[0.020, 0.180, 0.800]	[0.225, 0.257, 0.518]	[0.298, 0.270, 0.432]	[0.245, 0.270, 0.485]	[0.330, 0.270, 0.400]
C2	[0.242, 0.216, 0.542]	[0.020, 0.180, 0.800]	[0.255, 0.270, 0.475]	[0.304, 0.270, 0.426]	[0.279, 0.270, 0.451]
C3	[0.270, 0.280, 0.450]	[0.270, 0.226, 0.504]	[0.020, 0.180, 0.800]	[0.206, 0.201, 0.593]	[0.198, 0.225, 0.577]
C4	[0.270, 0.215, 0.515]	[0.270, 0.288, 0.442]	[0.187, 0.221, 0.591]	[0.020, 0.180, 0.800]	[0.205, 0.250, 0.545]
C5	[0.270, 0.330, 0.400]	[0.270, 0.254, 0.476]	[0.237, 0.179, 0.584]	[0.241, 0.201, 0.558]	[0.020, 0.180, 0.800]

Para calcular las prioridades difusas intuicionistas (Tabla 8) se promedia la suma del primer valor de cada uno de los números difusos agregado de la Tabla 7 por cada fila, posteriormente se realiza el mismo proceso con el segundo y tercer valor de cada uno de los números. A continuación, se muestra el ejemplo.

$$C1 = \frac{(0.020 + 0.225 + 0.298 + 0.245 + 0.330)}{5} = 0.241 \quad (30)$$

$$C1 = \frac{(0.180 + 0.257 + 0.270 + 0.270 + 0.270)}{5} = 0.253 \quad (31)$$

$$C1 = \frac{(0.800 + 0.518 + 0.432 + 0.485 + 0.400)}{5} = 0.506 \quad (32)$$

Por otro lado, para calcular el valor de prioridades Crisp No-normalizadas de la Tabla 8, se toman los valores de la fila C1 y se realiza el cálculo de la siguiente forma:

$$C1 = 0.241 + \left(0.506 \cdot \left(\frac{0.241}{0.241 + 0.253} \right) \right) = 0.488 \quad (33)$$

Se repite el proceso en la fila del C2, C3, C4 y C5.

Para calcular el peso global en la Tabla 8, se divide el cada uno de los valores de la columna Prioridades Crisp No-normalizada entre la suma de todos los valores de la misma columna, como se muestra a continuación:

$$\text{Peso global } C1 = \left(\frac{0.488}{2.333} \right) = 0.209 \quad (34)$$

Tabla 8: Pesos relativos finales para los criterios de priorización de pacientes en los SU

	Prioridades difusas intuicionistas			Prioridades Crisp No-normalizadas	Peso global
C1	0.241	0.253	0.506	0.448	0.209
C2	0.230	0.246	0.524	0.483	0.207
C3	0.194	0.223	0.583	0.465	0.199
C4	0.193	0.234	0.573	0.452	0.194
C5	0.176	0.221	0.603	0.444	0.190

Las ponderaciones globales (Peso Global, PG) y locales (Peso Local, PL) de todos los elementos de decisión contenidos en el modelo se representan en la Tabla 9.

Tabla 9: Pesos locales (PL) y globales (PG) de los criterios y subcriterios de priorización

Elementos de decisión	PL	PG
Síntomas Covid-19 (C1)		0.209
Cefalea (SC1)	0.074	0.016
Oxigenación (SC2)	0.071	0.015
Mialgia (SC3)	0.074	0.015
Tos (SC4)	0.060	0.013
Fiebre (SC5)	0.062	0.013
Escurrimiento nasal (SC6)	0.076	0.016
NCongestión nasal (SC7)	0.076	0.016
Artralgias (SC8)	0.064	0.013
Diarrea (SC9)	0.059	0.012
Escalofríos (SC10)	0.073	0.015
Perdida de olfato (SC11)	0.080	0.017
Perdida del gusto (SC12)	0.081	0.017
Dificultad para respirar (SC13)	0.074	0.016
Conjuntivitis (SC14)	0.076	0.016
Comorbilidad (C2)		0.207
Obesidad (SC15)	0.126	0.026
Hipertensión (SC16)	0.111	0.023
Diabetes (SC17)	0.124	0.026
Asma (SC18)	0.119	0.025
Tabaquismo (SC19)	0.144	0.030
Insuficiencia renal crónica (SC20)	0.095	0.020
Enfermedad inmunosupresora (SC21)	0.092	0.019
EPOD (SC22)	0.089	0.018
Enfermedades cardíacas (SC23)	0.101	0.021
Antecedentes de vacunación (C3)		0.199
Influenza (SC24)	0.436	0.087
Covid-19 (SC25)	0.564	0.112
Perfil sociodemográfico (C4)		0.194
Sexo (SC26)	0.500	0.097
Edad (SC27)	0.500	0.097
Tiempo de evolución (C5)		0.190

3.6. Interdependencia entre criterios (DEMATEL-IF)

Se aplicó IF-DEMATEL para identificar las interrelaciones entre los elementos de decisión teniendo en cuenta la incertidumbre del contexto. También se pidió al equipo de expertos que realizara comparaciones por pares según el esquema de evaluación de influencias descrito en la Sección 3.3. La Tabla 10 muestra la matriz de influencia directa del IF resultante del decisor 1 en relación con los criterios de priorización. La etapa siguiente consistió en convertir los valores de la IFS en un número nítido mediante un procedimiento en dos fases. Inicialmente, traducimos las IFS en sus correspondientes (Enunciado Difuso Clásico, Classic Fuzzy Statement-CFS) empleando

la ecuación $\mu(x) = 1/2(1 + \mu_I(x) - \nu_I(x))$ tal como se presenta en la Tabla 11.

Tabla 10: Matriz de influencia directa del IF para los criterios de priorización (responsable de la toma de decisiones 1)

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	[0.00, 0.00]	[0.50, 0.45]	[0.75, 0.20]	[0.90, 0.10]	[0.50, 0.45]
C2	[0.75, 0.20]	[0.00, 0.00]	[0.90, 0.10]	[0.50, 0.45]	[0.50, 0.45]
C3	[0.50, 0.45]	[0.75, 0.20]	[0.00, 0.00]	[0.50, 0.45]	[0.50, 0.45]
C4	[0.75, 0.20]	[0.50, 0.45]	[0.90, 0.10]	[0.00, 0.00]	[0.50, 0.45]
C5	[0.35, 0.60]	[0.35, 0.60]	[0.75, 0.20]	[0.35, 0.60]	[0.00, 0.00]

El paso siguiente en el procedimiento de crispificación fue emplear una defuzzificación en la que las valoraciones de la Tabla 11 se asignan al número difuso triangular $\langle 0, 4, 4 \rangle$. La matriz crispada de influencia directa derivada para los criterios de priorización (Experto 1) se representa en la Tabla 12. A continuación, agregamos las matrices crispadas de influencia directa para los criterios de priorización (Experto 1).

Tabla 11: Matriz de influencia directa en el CFS - Responsable de la toma de decisiones 1 (Criterios de priorización)

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	0.000	0.525	0.775	0.900	0.525
C2	0.775	0.000	0.900	0.525	0.525
C3	0.525	0.775	0.000	0.525	0.525
C4	0.775	0.525	0.900	0.000	0.525
C5	0.375	0.375	0.775	0.375	0.000

Tabla 12: Matriz de influencia directa Crisp - Responsable de la toma de decisiones 1 (Criterios de priorización)

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	0.0	2.1	3.1	3.6	2.1
C2	3.1	0.0	3.6	2.1	2.1
C3	2.1	3.1	0.0	2.1	2.1
C4	3.1	2.1	3.6	0.0	2.1
C5	1.5	1.5	3.1	1.5	0.0

A continuación, agregamos las valoraciones crisp de los responsables de la toma de decisiones aplicando la media simple (Tabla 13). Después de esto, la matriz de influencia directa normalizada (N) presentada se obtiene utilizando la Ecuación 12, Ecuación 13 y la Ecuación 14, véase la (Tabla 14).

Tabla 13: Matriz agregada de influencia directa para los criterios de priorización

	C1	C2	C3	C4	C5	SUM
C1	0.000	3.000	2.750	3.400	2.700	11.850
C2	2.640	0.000	2.940	2.500	2.550	10.630
C3	2.440	2.670	0.000	2.630	2.260	10.000
C4	2.620	2.220	2.900	0.000	2.300	10.040
C5	2.380	2.240	2.850	2.440	0.000	9.910
SUM	10.080	10.130	11.440	10.970	9.810	

Tabla 14: Matriz de influencia directa normalizada para los criterios de priorización

	C1	C2	C3	C4	C5
C1	0.0	0.253	0.232	0.287	0.228
C2	0.223	0.000	0.248	0.211	0.215
C3	0.206	0.225	0.000	0.222	0.191
C4	0.221	0.187	0.245	0.000	0.194
C5	0.201	0.189	0.241	0.206	0.000

La matriz de influencia total (Tabla 15) se obtiene posteriormente aplicando la Ecuación 15. A partir de esta matriz se generan las puntuaciones $D + R^T$ Ecuación 16 y $D - R^T$ (Ecuación 17), véase la Tabla 16.

Tabla 15: Matriz de influencia total para los criterios de priorización

	C1	C2	C3	C4	C5	D
C1	1.476	1.683	1.825	1.805	1.625	8.415
C2	1.533	1.357	1.697	1.622	1.495	7.704
C3	1.456	1.474	1.425	1.558	1.414	7.329
C4	1.471	1.454	1.627	1.382	1.420	7.354
C5	1.440	1.438	1.606	1.534	1.242	7.259
R	7.377	7.406	8.179	7.902	7.196	

Tabla 16: Puntuaciones $D + R^T$ y $D - R^T$ de los elementos de decisión incluidos en el modelo de priorización para los pacientes Covid-19 ingresados en urgencias.

Elementos de decisión	D+R	D-R	ENTREGA	RECIBE
Síntomas de Covid-19 (C1)	15.792	1.038	*	
Cefalea (SC1)	11.503	-0.048		*
Oxigenación (SC2)	11.495	0.182	*	
Mialgia (SC3)	11.397	0.095	*	
Tos (SC4)	11.712	-0.174		*
Fiebre (SC5)	11.794	-0.258		*

Elementos de decisión	D+R	D-R	ENTREGA	RECIBE
Escorrimento nasal (SC6)	5.328	-0.025		*
Congestión nasal (SC7)	10.950	-0.052		*
Artralgias (SC8)	10.824	-0.229		*
Diarrea (SC9)	7.287	0.309	*	
Escalofríos (SC10)	7.764	0.181	*	
Perdida de olfato (SC11)	7.856	-0.230		*
Perdida del gusto (SC12)	7.620	0.011	*	
Dificultad para respirar (SC13)	10.173	0.290	*	
Conjuntivitis (SC14)	7.596	-0.050		*
Comorbilidad (C2)	15.110	0.298	*	
Obesidad (SC15)	13.357	-0.298		*
HHipertensión (SC16)	13.255	-0.233		*
Diabetes (SC17)	13.358	-0.098		*
Asma (SC18)	11.425	0.313	*	
Tabaquismo (SC19)	11.017	0.112	*	
Insuficiencia renal crónica (SC20)	10.628	-0.158		*
Enfermedad inmunosupresora (SC21)	10.975	0.082	*	
EPOD (SC22)	9.524	0.246	*	
Enfermedades cardiacas (SC23)	11.499	0.034	*	
Antecedentes de vacunación (C3)	15.508	-0.850		*
Influenza (SC24)	137.000	-1.000		*
Covid-19 (SC25)	137.000	1.000	*	
Perfil sociodemográfico (C4)	15.255	-0.548		*
Sexo (SC26)	30.333	-1.000		*
Edad (SC27)	30.333	1.000	*	
Tiempo de evolución (C5)	14.455	0.063	*	

Por último, se calculó un valor umbral θ en cada matriz T para señalar las relaciones causa-efecto significativas (por ejemplo, las celdas resaltadas en gris en la Tabla 15). Estas interrelaciones se representaron a continuación en los mapas de Relación-prominencia Figura 3.2 a la Figura 3.6, en el que las flechas azules denotan interrelaciones unidireccionales, mientras que las naranjas/rojas representan influencias de retroalimentación. Los diagramas y los resultados representados en la Tabla 16 apoyan la identificación de los principales impulsores de la priorización de pacientes de Covid-19.

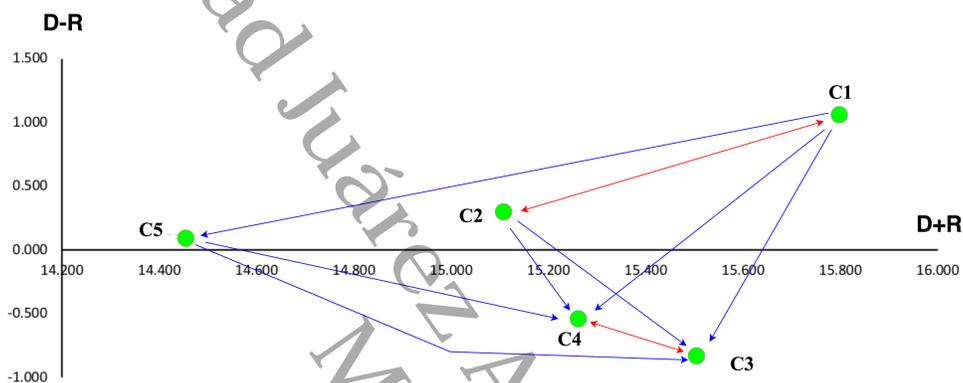


Figura 3.2: Mapas de Relación-prominencia para los criterios

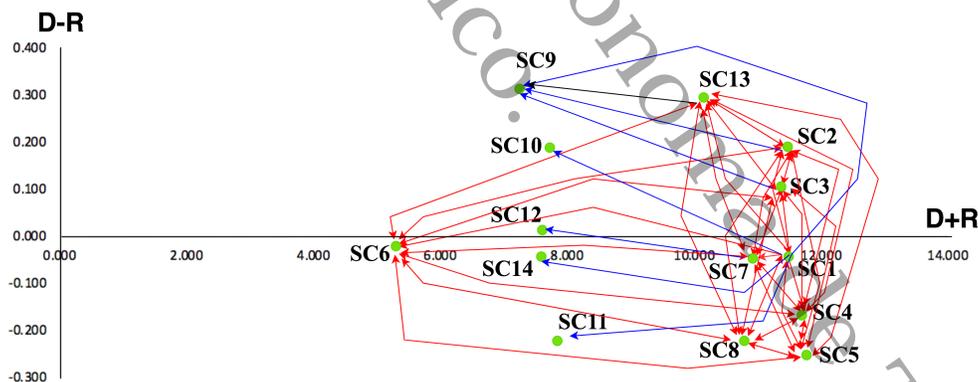


Figura 3.3: Mapas de Relación-prominencia para los Síntomas Covid-19

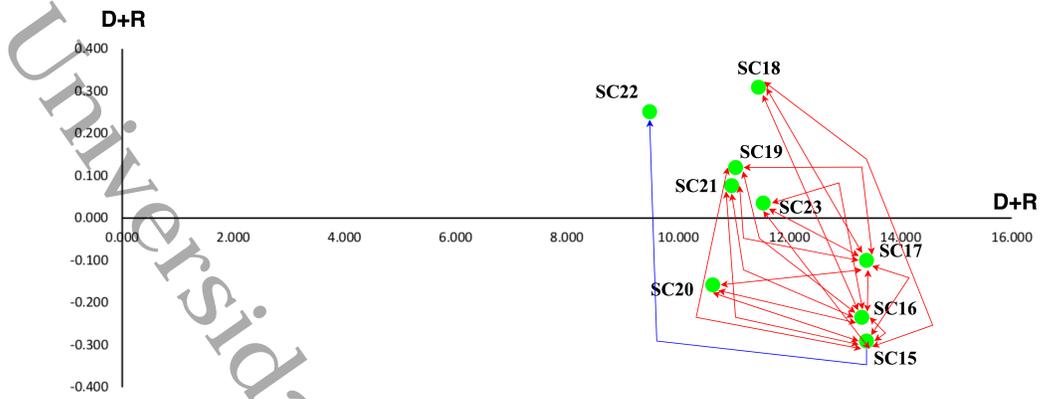


Figura 3.4: Mapas de Relación-prominencia para las Comorbilidades

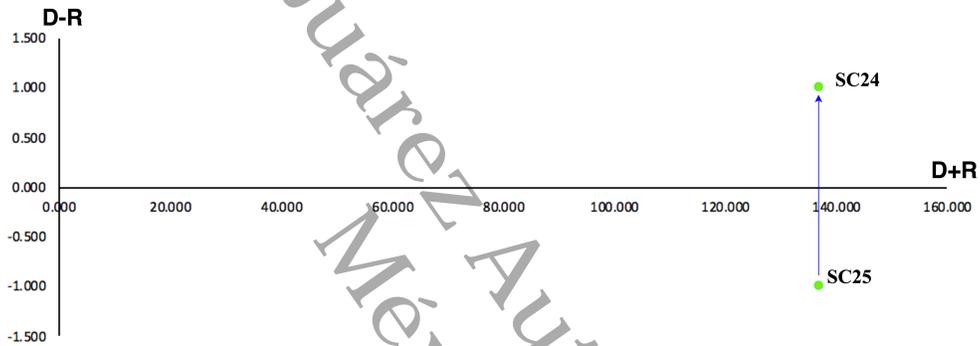


Figura 3.5: Mapas de Relación-prominencia para los Antecedentes de vacunación

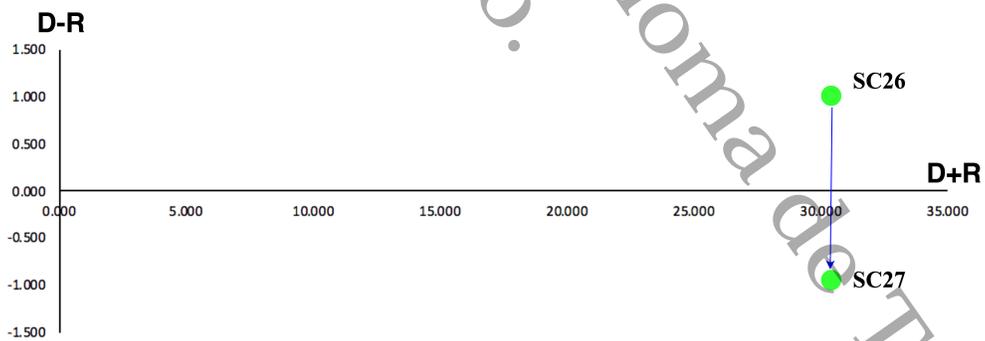


Figura 3.6: Mapas de Relación-prominencia para el Perfil sociodemográfico

3.7. Índice de Prioridad de Riesgo (IPR): CoCoSo

En esta sección se presenta la implementación de CoCoSo, cuyo objetivo principal es triple: i) computar el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) de 17 pacientes con Covid-19 (P1, P2,..., P17) ingresados en el SU mexicano mostrado, ii) indicar aquellos criterios/subcriterios que deben ser intervenidos en cada paciente con Covid-19 para disminuir su riesgo de complicación de salud considerando sintomatología, comorbilidades, evolución de la enfermedad, antecedentes de vacunación y perfil sociodemográfico, y iii) definir opciones de tratamiento orientadas hacia las debilidades señaladas por CoCoSo.

Los pacientes ingresaron en el Servicio de Urgencias (SU) durante un pico de demanda de la pandemia, concretamente en julio de 2021, cuando el volumen de ingresos superó la capacidad instalada. Para aplicar el método CoCoSo, primero se requiere definir una métrica de desempeño por cada subcriterio y criterio no dividido, considerando un Indicador clave de rendimiento (KPI por sus siglas en inglés) (Tabla 17). Las métricas se establecieron tomando en cuenta i) la opinión de los expertos, ii) la literatura científica asociada y iii) la Norma Oficial Mexicana NOM-017-SSA2-2012 para la vigilancia epidemiológica. Estos indicadores se miden durante el triage de pacientes y se insertan en la matriz (Tabla 18) a través de la Ecuación 18. X también discrimina si el Elemento de Decisión (ED) es de tipo beneficio (max) o costo (min) y despliega los pesos globales obtenidos a través del IF-AHP.

Posteriormente, normalizamos la disposición matricial inicial X aplicando la Ecuación 19 y Ecuación 20, seguidas de la obtención de la suma de la comparabilidad ponderada (S_i) y las secuencias de comparabilidad ponderada por potencia (P_i) para cada paciente Covid-19 empleando la Ecuación 21 y Ecuación 22 (Tabla 18). A continuación, obtuvimos las estrategias de agregación (k_{ia}, k_{ib}, k_{ic}) (Tabla 16) para calcular las prioridades relativas de cada paciente Covid-19 mediante la aplicación de la Ecuación 23 a la Ecuación 25 ($\lambda = 0.5$). El IPR (Ecuación 26) se calculó para cada paciente y se tomó para obtener la jerarquización, véase (Tabla 19).

En resumen, el 17.65 % de los pacientes ($n = 3$) se clasificaron como de bajo riesgo (verde),

Tabla 17: KPI y escalas de evaluación para los criterios y subcriterios de priorización

Elemento de decisión	Indicador clave de rendimiento (KPI)	Escala de evaluación			
		(0) No	(1) Leve	(2) Moderado	(3) Severo
Cefalea (SC1)	Intensidad de la cefalea	(0) No	(1) Leve	(2) Moderado	(3) Severo
Oxigenación (SC2)	Nivel de oxigenación	%			
Mialgia (SC3)	Intensidad de la mialgia	(0) No	(1) Leve	(2) Moderado	(3) Severo
Tos (SC4)	Intensidad de la tos	(0) No	(1) Leve	(2) Moderado	(3) Severo
Fiebre (SC5)	Intensidad de la fiebre	(0) No	(1) Leve	(2) Moderado	(3) Severo
Escurrimiento nasal (SC6)	Intensidad del escurrimiento nasal	(0) No	(1) Leve	(2) Moderado	(3) Severo
Congestión nasal (SC7)	Intensidad de la congestión nasal	(0) No	(1) Leve	(2) Moderado	(3) Severo
Artralgias (SC8)	Intensidad de la artralgia	(0) No	(1) Leve	(2) Moderado	(3) Severo
Diarrea (SC9)	Intensidad de la diarrea	(0) No	(1) Leve	(2) Moderado	(3) Severo
Escalofríos (SC10)	Intensidad del escalofrío	(0) No	(1) Leve	(2) Moderado	(3) Severo
Perdida de olfato (SC11)	Perdida de olfato				(1) Sí
Perdida del gusto (SC12)	Perdida del gusto				(1) Sí
Dificultad para respirar (SC13)	Dificultad para respirar	(0) No	(1) Leve	(2) Moderado	(3) Severo
Conjuntivitis (SC14)	Ojos irritados				(1) Sí
Obesidad (SC15)	Obesidad				(1) Sí
Hipertensión (SC16)	Hipertensión				(1) Sí
Diabetes (SC17)	Diabetes				(1) Sí
Asma (SC18)	Asma				(1) Sí
Tabaquismo (SC19)	Tabaquismo				(1) Sí
Insuficiencia renal crónica (SC20)	Insuficiencia renal crónica				(1) Sí
Enfermedad inmunosupresora (SC21)	Enfermedad inmunosupresora				(1) Sí
EPOC (SC22)	EPOC				(1) Sí
Enfermedades cardíacas (SC23)	Enfermedades cardíacas				(1) Sí
Influenza (SC24)	Estado de vacunación contra la influenza				(1) Sí
Covid-19 (SC25)	Número de dosis de la vacuna Covid-19	NNúmero de dosis			
Sexo (SC26)	Sexo del paciente	(1) Masculino		(2) Femenino	
Edad (SC27)	Edad del paciente	Años			
Tiempo de evolución (C5)	Tiempo de evolución clínica de la enfermedad de Covid-19	Días desde la fecha de sospecha de infección hasta la consulta en urgencias			

Tabla 18: Valores de KPI para pacientes Covid-19 ingresados en el SU mostrado

Tipo	SC	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13	P14	P15	P16	P17	PG
Min	SC1	2	3	2	0	1	2	0	0	2	3	2	2	1	0	0	2	0	0.016
Max	SC2	94	84	96	92	99	95	89	78	91	88	91	89	92	98	87	96	92	0.015
Min	SC3	2	0	3	0	3	2	2	3	2	3	3	0	2	2	1	2	1	0.015
Min	SC4	2	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3	1	3	0	0	0	0.013
Min	SC5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	0.013
Min	SC6	0	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.016
Min	SC7	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0.016
Min	SC8	2	0	2	0	2	3	2	2	3	2	2	0	2	2	3	1	2	0.013
Min	SC9	0	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0	2	0	0	3	0	0	0.012
Min	SC10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.015
Min	SC11	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0.017
Min	SC12	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0.017
Max	SC13	0	3	0	0	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0.016
Min	SC14	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.016
Min	SC15	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0.026
Min	SC16	0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0.023
Min	SC17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0.026
Min	SC18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.025
Min	SC19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.030
Min	SC20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.020
Min	SC21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.019
Min	SC22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.018
Min	SC23	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0.021
Max	SC24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.087
Max	SC25	0	0	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0.112
Max	SC26	1	2	2	1	1	2	2	1	2	2	2	2	1	2	1	2	2	0.097
Min	SC27	25	60	48	36	37	26	64	55	64	64	53	46	72	55	56	28	40	0.097
Min	C5	5	4	6	3	4	7	5	8	4	14	3	4	3	10	10	3	5	0.190

el 64.71 % ($n = 11$) como de riesgo moderado (naranja) y el 17.65 % restante ($n = 3$) como de alto riesgo (rojo) de sufrir complicaciones graves.

A continuación, los pacientes se clasifican en uno de los siguientes niveles de riesgo:

- $1.450 \leq \text{IPR} \leq 1.600$: Riesgo bajo (color Verde)
- $1.190 \leq \text{IPR} < 1.450$: Riesgo moderado (color Naranja)
- $1.000 \leq \text{IPR} < 1.190$: Alto riesgo (color Rojo)
- $\text{IPR} < 1.000$: Riesgo muy alto (color Negro)

Tabla 19: Resultados de CoCoSo: la suma de la comparabilidad ponderada (S_i), las secuencias de comparabilidad ponderadas por potencia (P_i), el Índice de Prioridad de Riesgo (IPR) y la jerarquización.

P	S_i	P_i	κ_{ia}	κ_{ib}	κ_{ic}	IPR	Jerarquización
P1	0.615	23.9	0.002	2.522	0.955	1.321	10
P2	0.576	18.8	0.002	2.187	0.765	1.124	3
P3	0.657	19.8	0.002	2.378	0.805	1.213	5
P4	0.767	25.0	0.002	2.839	1.000	1.462	17
P5	0.703	22.9	0.002	2.620	0.921	1.349	11
P6	0.621	20.9	0.002	2.373	0.842	1.224	6
P7	0.738	24.8	0.002	2.779	0.991	1.435	15
P8	0.523	17.8	0.002	2.042	0.723	1.053	1
P9	0.674	21.8	0.002	2.510	0.877	1.290	9
P10	0.499	18.8	0.001	2.055	0.761	1.070	2
P11	0.773	22.9	0.002	2.738	0.923	1.396	13
P12	0.752	22.9	0.002	2.704	0.922	1.382	12
P13	0.624	22.0	0.002	2.435	0.882	1.262	8
P14	0.594	20.7	0.002	2.317	0.834	1.199	4
P15	0.555	22.7	0.002	2.357	0.907	1.239	7
P16	0.754	25.0	0.002	2.817	0.999	1.453	16
P17	0.703	24.9	0.002	2.727	0.995	1.416	14

Capítulo 4

Resultados

Nuestra metodología propuesta presenta varias ventajas que permiten a los gestores sanitarios obtener información significativa sobre el proceso de toma de decisiones para jerarquizar a los pacientes de Covid-19, véase (Figura 4.1).

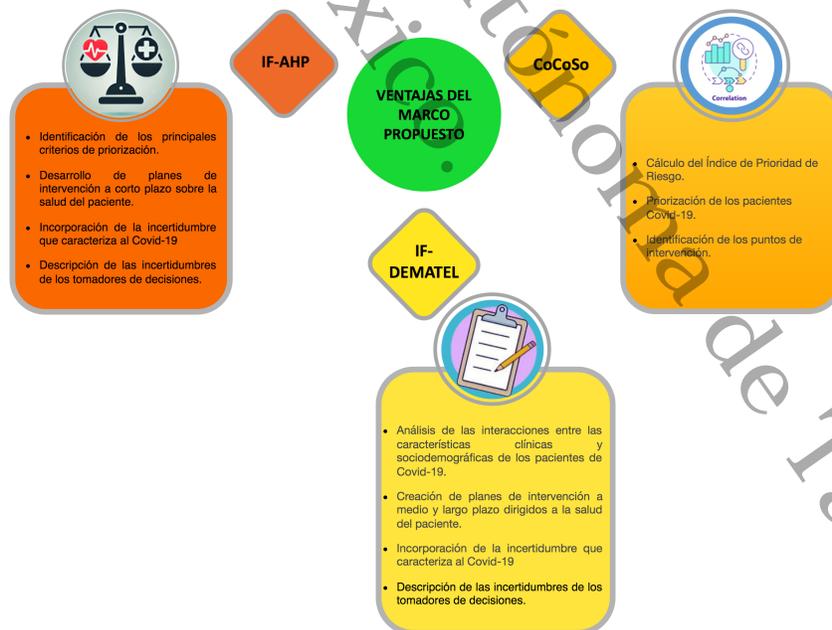


Figura 4.1: Ventajas del método integrado de priorización de pacientes MCDM

4.1. Importancia de criterios y subcriterios

En este trabajo, los resultados del IF-AHP revelaron que los criterios más importantes para priorizar a los pacientes con Covid-19 dentro de los Sistemas de Urgencias (SU) son Síntomas de Covid-19 (C1) y Comorbilidades (C2) con 0.209 y 0.207 respectivamente (Tabla 8 y Figura 4.2). Sin embargo, hay muy poca diferencia (0.019) entre C1 y el último criterio clasificado (Progreso de la enfermedad C5).

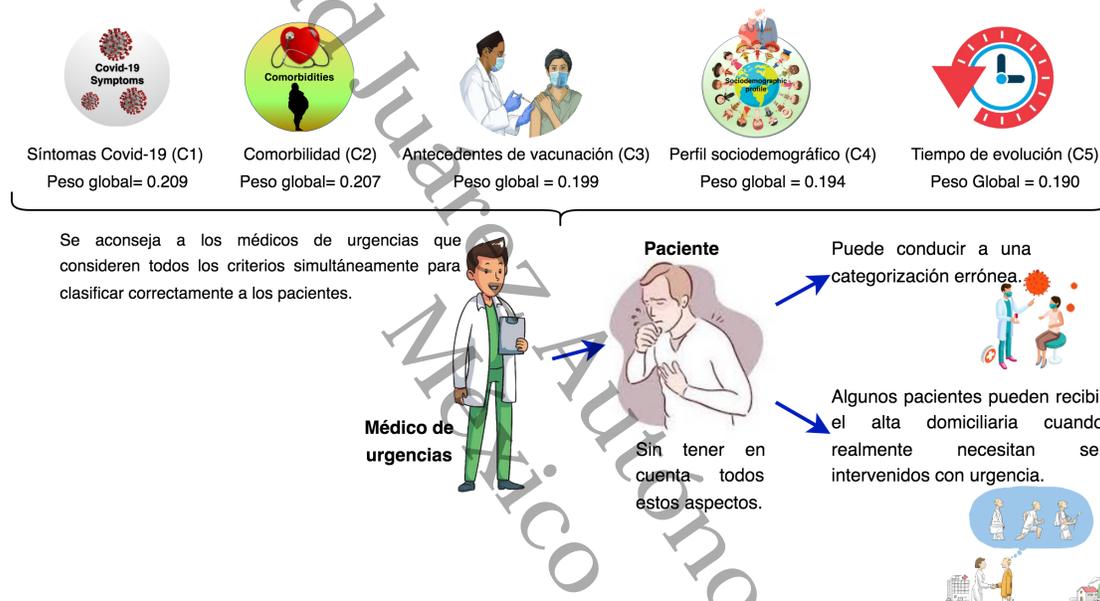


Figura 4.2: Importancia de los criterios

En este sentido, se aconseja a los urgenciólogos que consideren todos los criterios simultáneamente para clasificar correctamente a los pacientes. Este hallazgo también requiere una intervención de tratamiento multidimensional que cubra las características específicas de la enfermedad, los antecedentes del paciente, el perfil sociodemográfico y el estado de vacunación para reducir la probabilidad de malos resultados de salud. No tener en cuenta todos estos aspectos puede, por tanto, conducir a una categorización errónea en la que algunos pacientes pueden ser dados de alta a domicilio, cuando realmente necesitan ser intervenidos con urgencia.

Por el contrario, es posible que se presten servicios sanitarios a pacientes que no requieren atención en el ámbito de urgencias. En el primer caso, el riesgo de mortalidad y secuelas a

largo plazo puede aumentar debido al retraso en el tratamiento, especialmente en presencia de un virus de rápida evolución. En el segundo escenario, los escasos recursos pueden asignarse innecesariamente a pacientes con bajo riesgo de complicación, lo que aumentaría los tiempos de espera para otros con necesidad inmediata de intervención (Ortíz-Barrios et al., 2017).

De hecho, varios estudios explicaron la necesidad de habilitar los respiradores y las camas de forma efectiva teniendo en cuenta la limitada capacidad instalada, la falta de cuidadores y la escasa respuesta de los fabricantes ((Bhavani et al., 2021); (Fjølner et al., 2022)).

Nuestro marco presenta algunas similitudes y diferencias en la conformación del modelo de priorización, así como en la ponderación de criterios al contrastarlo con trabajos similares. Por ejemplo, (Gopalan et al., 2022) consideraron los síntomas Covid-19 y el perfil sociodemográfico, pero no incluyeron los factores de antecedentes de vacunación ($PG = 0.199$) y evolución de la enfermedad ($PG = 0.190$), que resultaron ser de gran importancia a la hora de definir el grado de prioridad de un paciente.

Además, (Gopalan et al., 2022) propusieron un enfoque que incluía criterios de investigación de laboratorio que pueden no ser prácticos para la fase de triaje en urgencias. En otro orden de cosas, (De Nardo et al., 2020) construyeron un modelo MCDM compuesto por 11 criterios derivados de las mismas dimensiones esbozadas en el estudio anterior. Cabe destacar que existe una diferencia significativa en el peso asignado a Comorbilidades que en este trabajo fue de 0.065 frente al 0.207 calculado en nuestro enfoque.

Nuestro modelo va más allá e incluye la progresión de Covid-19 y el estado de vacunación, que influyen enormemente en la decisión de priorización. Además, nuestro estudio implica una técnica robusta de ponderación basada en la incertidumbre, abordando así las limitaciones metodológicas expuestas por (De Nardo et al., 2020) en relación con el cálculo de la ponderación de los criterios. No menos importante es la posibilidad de tomar algunos de los elementos de decisión aquí considerados para apoyar la respuesta de urgencias contra enfermedades respiratorias estacionales y epidemias/pandemias similares en las que la incertidumbre, la vaguedad y la indecisión a menudo delinear el contexto de la toma de decisiones.

La aplicación IF-AHP también nos invita a investigar los subcriterios más importantes detectados en este modelo. Por ejemplo, se aconseja a los médicos de urgencias y a los administradores de los hospitales que comprueben si el paciente infectado ha sido vacunado contra este virus (PG = 0.112), ya que en la mayoría de estos casos se han evidenciado menos síntomas o incluso ninguno, lo que desencadena un menor número de visitas a urgencias en comparación con las fases iniciales de la pandemia (Thompson et al., 2021).

Asimismo, se ha concluido que la vacunación contra la gripe (PG = 0.087) reduce la mortalidad en poblaciones altamente vulnerables (Candelli et al., 2021). Este hallazgo debería motivar a las autoridades sanitarias a reforzar y ampliar la cobertura de sus programas de vacunación para poder minimizar aún más los costos sanitarios junto con la reducción de las visitas a los SU. Los SU desempeñan un papel fundamental en la concienciación de la necesidad de vacunación (Rodríguez et al., 2021) y pueden servir como pilares de apoyo a estos programas.

En otro orden de ideas, debe prestarse especial atención a la edad (PG = 0.097) y sexo (PG = 0.097) de los pacientes con Covid-19 a la hora de priorizar la atención sanitaria en los SU. Es muy necesario intervenir a tiempo en el estado nutricional y la función inmunitaria de los pacientes de edad avanzada, ya que tienden a ser más frágiles y más propensos a una mala supervivencia (Mi et al., 2020). Asimismo, las mujeres tienden a ser menos propensas que los hombres a sufrir dificultad respiratoria, ya que tienen niveles plasmáticos más bajos (Voinsky et al., 2020). Tal condición debería llevar a los médicos de urgencias a establecer una atención especial y prioritaria a los pacientes Covid-19 hombres, definiendo tratamientos en función de la evolución de la enfermedad.

Cabe destacar que se concluyó que los pacientes de Covid-19 con antecedentes de tabaquismo (PG = 0.030) presentaban un mayor riesgo de complicaciones en comparación con los que no tenían este hábito. Dado que esta patología puede ser modificable, las autoridades sanitarias deberían impulsar programas de deshabituación tabáquica para reducir el índice de prioridad de riesgo y disminuir la sobrecarga de los SU, especialmente en los picos de demanda.

Por último, se llevó a cabo una evaluación del CR de las matrices agregadas mediante el

coeficiente de coherencia de Saaty (ecuación 9). En este caso, todas las matrices mostraron discrepancias no significativas ($CR < 0.1$), lo que corrobora la buena calidad del procedimiento de toma de decisiones. En consecuencia, las prioridades relativas de los criterios y subcriterios son válidas para su uso posterior en la aplicación CoCoSo, incluido el cálculo del IPR. Sin embargo, las ponderaciones resultantes pueden variar en presencia de nuevas variantes del virus, ya que la sintomatología puede ser diferente y la vacunación puede no ser tan eficaz como hasta ahora. Además, es pertinente destacar que las matrices grandes, comúnmente informadas con discrepancias sustanciales, denotaron CR muy pequeños: Criterios ($CR = 0.0619$; 5 elementos), Síntomas Covid-19 ($CR = 0.0268$; 14 elementos) y Comorbilidades ($CR = 0.0258$; 9 elementos). Estos resultados demuestran la importancia de elegir responsables adecuados, emplear escalas de evaluación más cortas, socializar el modelo MCDM antes de las comparaciones y formar a los expertos que no estén familiarizados con el procedimiento de juicio.

4.2. Interrelaciones en el modelo de priorización

Por otro lado, los resultados de IF-DEMATEL pueden contribuir a este propósito al revelar las relaciones causa-efecto que impulsan las decisiones de priorización en los puestos de triaje de urgencias (Figura 4.3). De este modo, es posible dilucidar las intervenciones a largo plazo necesarias para reducir el riesgo de complicaciones más graves y la mortalidad que puede experimentar un paciente con Covid-19.

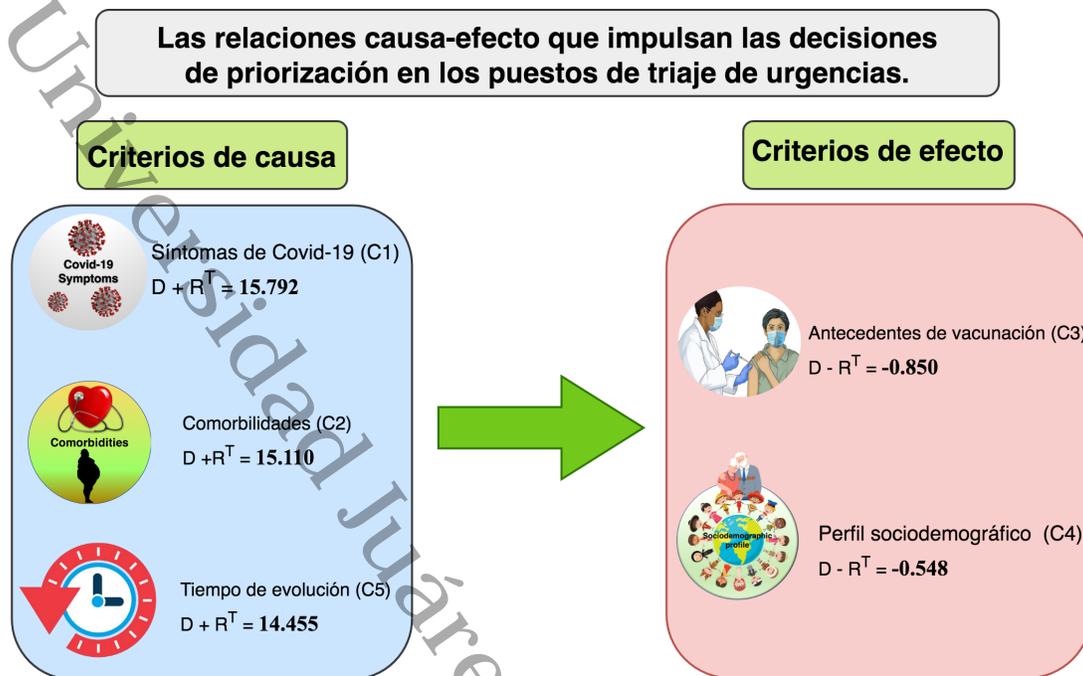


Figura 4.3: Relación causa-efecto

(Moazzami et al., 2020) han destacado la importancia de las interrelaciones entre los criterios de priorización; sin embargo, este estudio no tuvo en cuenta la incertidumbre de los criterios de priorización que suele esperarse en situaciones epidémicas/pandémicas. Colmar esta laguna supone una importante aportación para los administradores sanitarios a la hora de desarrollar políticas sobre grupos de alto riesgo.

Por ejemplo, la Figura 3.2 revela que los síntomas Covid-19 (C1), las comorbilidades (C2) y el progreso de la enfermedad (C5) son los principales factores de riesgo, mientras que los antecedentes de vacunación (C3) y el perfil sociodemográfico (C4) pertenecen al grupo de efecto. En este grupo, la puntuación umbral se definió como $\theta = 38.061/5^2 = 1.522$. Esto concuerda con las conclusiones derivadas de (Heldt et al., 2021), donde se hallaron algunas correlaciones entre factores clínicos y sociodemográficos significativas para el riesgo de malos resultados en pacientes con Covid-19.

En consonancia con estos hallazgos, las vías de tratamiento deben definirse en función de la concurrencia de varios factores clínicos cuyo efecto puede verse atenuado por los anteceden-

tes de vacunación y el perfil sociodemográfico. También debe prestarse especial atención a las interacciones de retroalimentación encontradas en este grupo (C1-C2 y C3-C4) y a las elevadas influencias entre estos criterios ($D+R>14$).

Un triaje adecuado puede comprender entonces una evaluación exhaustiva de todos estos aspectos para categorizar bien al paciente con Covid-19 y sustentar planes de intervención eficaces que protejan su salud. La convergencia de estos factores indica que el estado de salud de estos pacientes puede variar de unos a otros en vista de las múltiples interacciones que pueden darse entre estos elementos de decisión, lo que respalda la necesidad de crear alternativas personalizadas de tratamiento y seguimiento. En este sentido, es fundamental contar con una estrecha colaboración entre diferentes especialistas que proporcionen una valoración clínica panorámica de cada paciente.

Si nos aventuramos en la agrupación de síntomas de Covid-19 Figura 3.3, resulta evidente cómo las múltiples interacciones explican la complejidad clínica de Covid-19 y el reto al que se enfrentan los médicos de urgencias a la hora de clasificar a los pacientes. En este caso, el valor de referencia adoptado $\theta=38.061/5^2=1.522$ ayudó a discriminar el carácter despachante de Oxigenación (SC2), Mialgia (SC3), Diarrea (SC9), Escalofríos (SC10), Pérdida del gusto (SC12) y Dificultad respiratoria (SC13).

Asimismo, es bueno señalar que la mayoría de las interdependencias significativas son bidireccionales, lo que aumenta la complejidad del modelo y hace necesario adoptar un sistema de apoyo a la información que ayude a gestionar el elevado volumen de datos derivados de los ingresos. Además, debe asignarse alta prioridad a los pacientes Covid-19 que presenten estos síntomas simultáneamente complementados con un programa de seguimiento que verifique i) cómo ha evolucionado el nivel de oxigenación desde la aparición del virus, ii) si el paciente sigue presentando dificultad respiratoria, iii) si el gusto se ha recuperado parcial o totalmente, y iv) si el paciente experimenta de forma persistente diarrea, escalofríos y mialgias.

Los resultados son coherentes con las conclusiones comunicadas por (Chauhan, 2020), quien concluyó que las personas que presenten un deterioro en estos aspectos deben recibir atención

hospitalaria prioritaria. Como era de esperar, deben desplegarse programas de intervención adecuados para evitar complicaciones cardíacas agudas repentinas y otras dificultades que impidan un proceso de recuperación satisfactorio.

La Figura 3.4 también informa de muchas fuertes interrelaciones de retroalimentación entre comorbilidades que han sido ampliamente discutidas en la literatura durante la pandemia Covid-19 (Passarelli-Araujo et al., 2022). A partir de estos resultados, es evidente cómo el Asma (SC18), el Tabaquismo (SC19), la Enfermedad Inmunosupresora (SC22), la EPOC (SC24) y la Enfermedad Cardíaca (SC25) ejercen una influencia significativa sobre los demás elementos.

Los pacientes Covid-19 con una o más de estas afecciones también deben clasificarse en un grupo de alto riesgo. La toma de decisiones médicas es más intrincada en presencia de diversas comorbilidades y las múltiples medicaciones que conllevan. Pueden esperarse diversos efectos adversos, peores pronósticos y mayores costes médicos si no se gestionan bien y a tiempo. Los planes de tratamiento deben diseñarse cuidadosamente para reducir el riesgo de malos resultados y minimizar los daños potenciales.

Las Figura 3.5 Y Figura 3.6 complementan este análisis proporcionando un panorama más amplio de las interacciones entre la vacunación y los aspectos sociodemográficos que influyen en el riesgo de complicaciones de salud, respectivamente. En concreto, se ha demostrado que vacunarse contra Covid-19 aumenta la eficacia de la respuesta inmunológica ($D + R = 137$) contra el virus de la gripe, lo que contribuyó a minimizar la carga de enfermedad respiratoria durante la pandemia (Xie et al., 2023).

Por otro lado, se ha reconocido que los varones de edad avanzada infectados por Covid-19 tienen una mayor probabilidad de empeoramiento progresivo de su salud (Yanez et al., 2020) por lo que este grupo debería ser priorizado dentro de los SU para asegurar una intervención oportuna que reduzca las secuelas a largo plazo y las tasas de mortalidad. De hecho, este debería ser un factor considerado en los modelos de asignación de recursos para garantizar que las camas, ventiladores y equipos médicos críticos disponibles puedan ser asignados a los pacientes clasificados en los niveles de riesgo moderado y alto.

Las discrepancias introducidas por los expertos no son significativas teniendo en cuenta las bajas convergencias (< 0.05). Por lo tanto, las puntuaciones de prominencia y relación derivadas entre los criterios de los factores/subfactores de priorización pueden utilizarse para respaldar las intervenciones de las autoridades sanitarias a nivel de seguimiento y promoción del estilo de vida. Además, se convierten en pilares de apoyo a la respuesta del sistema sanitario frente a la nueva afectación estacional de la gripe prevista, al tiempo que reducen la carga de enfermedades respiratorias que se espera con la dinámica cambiante del clima.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Capítulo 5

Discusión

Los resultados obtenidos en esta tesis nos permiten confirmar que un modelo integrado por métodos de toma de decisiones multicriterio con enfoque difuso intuicionista permite priorizar el nivel de riesgo de los pacientes potenciales de Covid-19. El uso de la teoría de la lógica difusa fue conveniente para capturar en el modelo aspectos como juicios, experiencia, vaguedad e indecisión por parte de los expertos médicos. Teniendo como resultado un modelo híbrido innovador en la literatura de Toma de Decisiones Multicriterio al incorporar incertidumbre, vacilación de los expertos, evaluación de interdependencias y propuestas de intervención específicas para los pacientes. Lo anterior se hizo posible al combinar dos áreas de conocimiento como son la Investigación de Operaciones (MCDM) y las Ciencias de la Computación (Lógica Difusa).

Respecto a la comparación con otros métodos o propuestas se tuvo lo siguiente:

Los resultados de CoCoSo se contrastaron con los de otros métodos populares de MCDM que producen puntuaciones sintéticas: Ponderación Aditiva Simple (SAW por sus siglas en inglés), Técnica de Orden de Preferencia por Similitud a la Solución Ideal (TOPSIS) y Optimización Multicriterio y Solución de Compromiso (VIKOR).

SAW clasifica las alternativas utilizando una suma ponderada de valoraciones. Este método se ha utilizado en varios campos de investigación sanitaria que comprenden la selección de pro-

veedores (Akcan et al., 2019), la localización de ambulancias (Abdullah et al., 2018), la selección de equipos médicos (Ivlev et al., 2016) y el diagnóstico de enfermedades (Abdel-Basset et al., 2020).

En otro orden de ideas, TOPSIS ordena las opciones empleando un coeficiente de cercanía teniendo en cuenta simultáneamente las soluciones ideales y anti-ideales (Ciardiello & Genovese, 2023). TOPSIS y sus extensiones también se han aplicado a múltiples problemas sanitarios, como la evaluación del rendimiento (Antunes et al., 2023), la evaluación de equipos médicos (Singh et al., 2023) y la gestión de pandemias (Forestal & Pi, 2022).

Por último, VIKOR (Opricovic & Tzeng, 2004) prioriza las alternativas de menor a mayor puntuación Q_i mientras considera criterios conflictivos con mejores y peores valores. Su uso también se ha extendido al ámbito sanitario, donde se han reportado algunas aplicaciones en soluciones inteligentes (Gou et al., 2021), selección de proveedores (Bahadori et al., 2020) y diagnóstico de enfermedades (Baccour, 2018).

En todos los métodos mencionados, se empleó el IF-AHP como método de ponderación. A continuación, se aplicaron SAW, TOPSIS y VIKOR para obtener los IPR. La Tabla 20 muestra las puntuaciones resultantes de cada método y las clasificaciones consiguientes. Por otra parte, la Tabla 21 muestra las puntuaciones de correlación de Pearson y los valores de correlación de Spearman derivados de la comparación de los IPR y las clasificaciones, respectivamente.

Sin embargo, este estudio tiene algunas limitaciones:

La variabilidad de los Indicadores Clave de Rendimiento (KPI) no se tuvo en cuenta en esta aplicación, ya que sólo se tomó una medida de cada factor en el puesto de triaje del Servicio de Urgencias Hospitalario.

El modelo no tuvo en cuenta otros factores sociodemográficos (etnia, estado civil), antecedentes (número de cirugías, cáncer) y criterios de readmisión, que posiblemente afecten a los IPR. Las condiciones multifactoriales que producen complicaciones de salud para los pacientes de Covid-19 hacen que sea importante considerar tantos elementos como sea posible en el modelo

Tabla 20: Análisis comparativo entre el enfoque propuesto y otros métodos de jerarquización

P	IF-AHP-CoCoSo (Enfoque propuesto)		IF-AHP-TOPSIS		IF-AHP-SAW		IF-AHP-VIKOR	
	IPR	Jerarquía	IPR	Jerarquía	IPR	Jerarquía	IPR	Jerarquía
P1	1.321	8	0.729	11	0.676	12	0.585	12
P2	1.124	15	0.724	12	0.656	14	0.626	13
P3	1.213	13	0.738	10	0.689	10	0.317	6
P4	1.462	1	0.957	1	0.895	1	0.193	4
P5	1.349	7	0.911	4	0.774	6	0.323	8
P6	1.224	12	0.588	13	0.655	15	0.529	11
P7	1.435	3	0.856	8	0.793	5	0.176	3
P8	1.053	17	0.579	14	0.643	17	0.671	15
P9	1.290	9	0.875	6	0.737	8	0.322	7
P10	1.070	16	0.234	17	0.650	16	1.000	17
P11	1.396	5	0.947	3	0.861	2	0.047	2
P12	1.382	6	0.952	2	0.804	4	0.034	1
P13	1.262	10	0.890	5	0.769	7	0.488	10
P14	1.199	14	0.435	16	0.661	13	0.632	14
P15	1.239	11	0.505	15	0.680	11	0.705	16
P16	1.453	2	0.870	7	0.819	3	0.278	5
P17	1.416	4	0.773	9	0.732	9	0.368	9

Tabla 21: Contraste entre los IPR/clasificaciones derivados del enfoque propuesto y los métodos de evaluación comparativa

Análisis de correlación de Pearson sobre los IPRs		IFAHP-CoCoSo	IFAHP-TOPSIS	IFAHP-SAW	IFAHP-VIKOR
	IFAHP-CoCoSo	1			-
	IFAHP-TOPSIS	0.759	1		
	IFAHP-SAW	0.846	0.802	1	
	IFAHP-VIKOR	-0.812	-0.891	-0.825	1
Análisis de correlación de Spearman de las clasificaciones		IFAHP-CoCoSo	IFAHP-TOPSIS	IFAHP-SAW	IFAHP-VIKOR
	IFAHP-CoCoSo	1			
	IFAHP-TOPSIS	0.760	1		
	IFAHP-SAW	0.890	0.895	1	0.873
	IFAHP-VIKOR	0.777	0.865	0.873	1

El enfoque metodológico propuesto podría considerar otras áreas de la lógica difusa que reforzarían nuestro método y representarían mejoras potenciales. Por ejemplo:

Mientras que la teoría intuicionista de conjuntos difusos se ocupa principalmente de la vaguedad, la teoría de conjuntos rugosos se ocupa de la incompletitud, y ambas teorías se ocupan de la imprecisión; es decir, en la teoría intuicionista de conjuntos difusos rugosos todos los elementos que componen el universo del discurso se encuentran en conjuntos con diferentes grados de indiscernibilidad, donde indiscernibilidad es la incapacidad de distinguir un objeto de otro con base en la información disponible (Mahmood et al., 2024).

Existen enfoques como el denominado Group-based Generalized Intuitionistic Fuzzy Soft Set

(GGIFSS) en el que la evaluación del objeto la realiza el grupo de expertos en lugar de un único experto (Garg & Arora, 2018). La gestión de la incertidumbre mejora día a día gracias a nuevas herramientas y operadores con cualidades específicas. Se buscan operadores de agregación para gestionar fácilmente la información de forma precisa; sin embargo, cada operador tiene especificaciones diferentes para cada problema. Dado lo anterior, se han desarrollado nuevas propuestas de operadores de agregación para GIFSSs, con resultados satisfactorios (Hayat et al., 2021).

Además, se podría considerar una variedad de operadores de agregación (promedio ponderado, promedio ponderado ordenado, geométrico ponderado y geométrico ponderado ordenado) (Wasim et al., 2024).

Las implicaciones de esta propuesta, a partir de los resultados, es que se tiene evidencia formal que demuestra la pertinencia de la combinación de conocimiento de disciplinas diferentes al hacer posible la construcción de modelos más robustos y apegados a la realidad, en el sentido de incluir la mayor cantidad posible de factores presentes en problemas reales.

Capítulo 6

Conclusiones y Trabajos Futuros

Esta investigación ha propuesto un modelo MCDM híbrido integrado por los métodos IF-AHP, IF-DEMATEL y CoCoSo, proporcionando a los médicos del Servicio de Urgencias Hospitalarias con un marco para priorizar a los pacientes Covid-19 en las instalaciones de urgencias y así optimizar el uso de recursos médicos durante los picos de demanda. Para validar el enfoque propuesto se empleó un caso de estudio real en un hospital mexicano que involucró a 17 pacientes admitidos al área de urgencias.

6.1. Conclusiones

En resumen, el método IF-AHP reveló que los criterios de priorización más importantes son 'Síntomas Covid-19' y 'Comorbilidades' con un peso global de 0.209 y 0.207, respectivamente. Por otra parte, IF-DEMATEL descubrió que 'Síntomas Covid-19' ($D + R = 15.792$) es el aspecto más influyente en la creación de planes de intervención a largo plazo. Como último, CoCoSo mostró que el paciente P4 ($IPR = 1.462$; $IPR_4/\text{Máx IPR} = 91.38\%$) fue el paciente Covid-19 con el riesgo más bajo mientras que el paciente P8 fue quien tuvo la prioridad más alta ($IPR = 1.053$; $IPR_8/\text{Máx IPR} = IPR/\text{Máx IPR} = 65.79\%$).

Con relación al cumplimiento de cada uno de los objetivos particulares se concluye lo siguiente:

La conformación del equipo de expertos médicos a partir del cuestionario que se les aplicó, donde se capturó información tal como, la formación en áreas médicas relacionadas con las complicaciones de la Covid-19, así como la experiencia en el tratamiento de la enfermedad; además de la revisión de literatura científica disponible respecto al comportamiento y factores que determinan la presencia de la enfermedad Covid-19 y sus complicaciones, hizo posible la determinación del conjunto de criterios y subcriterios que fueron considerados para el modelo.

Se analizaron y seleccionaron los métodos multicriterio con manejo de la incertidumbre e intuición que resultaban adecuados para la conformación del modelo híbrido. A partir de ello se diseñó, desarrolló e implementó el modelo integrador. La ejecución del modelo permitió identificar las interrelaciones entre los elementos del modelo y jerarquizar las alternativas.

Se probó y validó el modelo a partir de la comparación de los resultados obtenidos respecto a otros MCDM, plenamente aceptados y avalados en el dominio. Respecto a la jerarquización de los pacientes considerando su Índice de Prioridad de Riesgo, los resultados de nuestra propuesta (IFAHP-CoCoSo) y los resultados de los métodos IFAHP-TOPSIS, IFAHP-SAW e IFAHP-VIKOR resultaron plenamente cercanos. Luego se empleó el análisis de correlación de Pearson para comparar los resultados de Índice de Prioridad de Riesgo, así como el análisis de correlación de Spearman para las clasificaciones. En ambos casos los resultados fueron satisfactorios para afirmar que nuestro modelo produjo resultados válidos y competitivos.

En relación a las respuestas para las preguntas de investigación planteadas en esta tesis se concluye lo siguiente:

Los métodos IF-AHP e IF-DEMATEL son pertinentes para el caso de estudio, donde existe ambigüedad en las variables de entrada, así como la necesidad de considerar la intuición por parte de los especialistas médicos. Ambos métodos multicriterio hacen uso de los principios de la lógica difusa para capturar la vaguedad e intuición en el modelo.

A partir de los resultados obtenidos se valida que los criterios y subcriterios utilizados son suficientes para que el modelo computacional pueda jerarquizar el nivel de riesgo de pacientes Covid-19. Lo anterior queda demostrado a partir de la jerarquización realizada por el modelo y los resultados de jerarquización obtenidos con otros métodos plenamente aceptados en la literatura.

La eficiencia del modelo para la toma de decisiones multicriterio difuso intuicionista en la priorización de nivel de riesgo en pacientes contagiados de Covid-19 se corroboró al contrastar los resultados de nuestro modelo con los datos de evolución obtenidos del conjunto de datos (dataset) real de pacientes Covid-19 proporcionado por la Secretaría de Salud en México.

6.2. Trabajos futuros

Para futuros trabajos, pretendemos ampliar esta aplicación a otras economías emergentes en las que la decisión de priorización pueda verse afectada por otros factores. Asimismo, el modelo adoptado para Covid-19 puede adaptarse a otros tipos de Enfermedades Respiratorias Estacionales, ya que comparten similitudes.

También podemos considerar otros estudios comparativos considerando datos de intervalo sobre variables cuantitativas y métodos alternativos de ponderación y outranking como BWM y COPRAS respectivamente. También se puede implementar el uso de conjuntos difusos neutrosóficos y esféricos para evaluar cómo pueden variar los valores de ponderación, prominencia, relación e Índice de Prioridad de Riesgo con una representación diferente de la incertidumbre, la vaguedad y la indecisión.

De igual manera, el IPR se utilizará como indicador operativo en un modelo gemelo digital que denota el proceso actual de atención de urgencias, al tiempo que sustenta la gestión de recursos críticos durante las temporadas de enfermedades respiratorias y epidemias/pandemias similares.

Por último, con base en las limitaciones de nuestro trabajo, podemos visualizar trabajos futuros para entender el comportamiento del IFS con nuevos operadores de agregación y la conformación

de grupos en el universo del discurso que consideren el tratamiento de nuevas características, como lo hacen los grupos aproximados (rough groups) con la indiscernibilidad.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Alojamiento de la Tesis en el Repositorio Institucional	
Título de la tesis:	Modelo multicriterio con enfoque difuso intuicionista para la toma de decisiones
Autor:	Armando Pérez Aguilar
ORCID:	https://orcid.org/0009-0005-5107-0361
Resumen:	<p>Cuando muchos pacientes contagiados con COVID-19 acuden al servicio de urgencias hospitalarias, y los recursos sanitarios son escasos, los médicos tienen que decidir a qué paciente hospitalizar. En esta decisión pueden utilizarse muchos criterios contradictorios y los juicios médicos pueden variar significativamente de un médico a otro. Teniendo en cuenta el contexto mencionado, en este estudio se desarrolla un modelo de toma de decisiones multicriterio (MCDM) para medir el riesgo de evolución desfavorable para la salud (Índice de Prioridad de Riesgo, IPR) en cada paciente con COVID-19 y decidir la mejor opción de alta/tratamiento en consecuencia. Nuestro modelo se compone de tres métodos: Proceso Analítico Jerárquico Difuso Intuicionista (IF-AHP), Laboratorio de Ensayo y Evaluación de Toma de Decisiones Difuso Intuicionista (IF-DEMATEL) y, Solución de Compromiso Combinada (CoCoSo). Se presenta un estudio de caso con pacientes COVID-19 en un hospital público mexicano para validar el enfoque propuesto. Esta investigación ha propuesto un marco híbrido de MCDM que resulta ventajoso sobre los demás propuestos en la literatura, ya que incorpora: i) incertidumbre, ii) vaguedad, iii) vacilación de los expertos, iv) evaluación de la interdependencia, v) intervenciones a corto y largo plazo, vi) IPR y niveles de riesgo, y vii) vías de intervención específicas para los pacientes. Los resultados demostraron que los Síntomas COVID-19 y las Comorbilidades son los factores más importantes al momento de priorizar a los pacientes infectados, mientras que el manejo de la sintomatología juega un papel clave en la definición del itinerario del paciente en el sistema sanitario.</p>
Palabras clave:	MCDM, Difuso Intuicionista, IF-AHP, IF-DEMATEL, CoCoSo
Referencias citadas:	En la siguiente página se muestran las referencias.

Referencias

- Abdel-Basset, M., Gamal, A., Manogaran, G., Son, L. H., & Long, H. V. (2020). A novel group decision making model based on neutrosophic sets for heart disease diagnosis. *Multimedia Tools and Applications*, 79, 9977–10002.
- Abdullah, L., Adawiyah, C., & Kamal, C. (2018). A decision making method based on interval type-2 fuzzy sets: An approach for ambulance location preference. *Applied computing and informatics*, 14(1), 65–72.
- Adapa, S., Chenna, A., Balla, M., Merugu, G. P., Koduri, N. M., Daggubati, S. R., Gayam, V., Naramala, S., & Konala, V. M. (2020). Covid-19 pandemic causing acute kidney injury and impact on patients with chronic kidney disease and renal transplantation. *Journal of clinical medicine research*, 12(6), 352.
- Aguarón, J. & Moreno-Jiménez, J. M. (2003). The geometric consistency index: Approximated thresholds. *European journal of operational research*, 147(1), 137–145.
- Akcan, S., Güldeş, M., et al. (2019). Integrated multicriteria decision-making methods to solve supplier selection problem: A case study in a hospital. *Journal of healthcare engineering*, 2019.
- Albahri, A. S., Alwan, J. K., Taha, Z. K., Ismail, S. F., Hamid, R. A., Zaidan, A., Albahri, O. S., Zaidan, B., Alamoodi, A. H., & Alsalem, M. (2021). IoT-based telemedicine for disease prevention and health promotion: State-of-the-art. *Journal of Network and Computer Applications*, 173, 102873.
- Allali, G., Marti, C., Groscurin, O., Morélot-Panzini, C., Similowski, T., & Adler, D. (2020). Dyspnea: The vanished warning symptom of covid-19 pneumonia. *Journal of medical virology*, 92(11), 2272.
- Andrews, N., Stowe, J., Kirsebom, F., Toffa, S., Rickeard, T., Gallagher, E., Gower, C., Kall, M., Groves, N., O'Connell, A.-M., et al. (2022). Covid-19 vaccine effectiveness against the omicron (b. 1.1. 529) variant. *New England Journal of Medicine*, 386(16), 1532–1546.

- Antunes, J., Hadi-Vencheh, A., Jamshidi, A., Tan, Y., & Wanke, P. (2023). Tea-is: A hybrid dea-topsis approach for assessing performance and synergy in chinese health care. *Decision Support Systems*, (pp. 113916).
- Anzilli, L. & Facchinetti, G. (2016). A new proposal of defuzzification of intuitionistic fuzzy quantities. In *Novel Developments in Uncertainty Representation and Processing: Advances in Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets—Proceedings of 14th International Conference on Intuitionistic Fuzzy Sets and Generalized Nets* (pp. 185–195).: Springer.
- Ardakani, Z., Bartolini, F., Brunori, G., et al. (2017). Food and nutrition security in iran: Application of topsis technique. *New Medit*, 16(1), 18–28.
- Atanassov, K. T. (1996). An equality between intuitionistic fuzzy sets. *Fuzzy sets and systems*, 79(2), 257–258.
- Atanassov, K. T. (1999). *Intuitionistic fuzzy sets*. Springer.
- Aziz, M., Goyal, H., Haghbin, H., Lee-Smith, W. M., Gajendran, M., & Perisetti, A. (2021). The association of “loss of smell” to covid-19: a systematic review and meta-analysis. *The American journal of the medical sciences*, 361(2), 216–225.
- Baccour, L. (2018). Amended fused topsis-vikor for classification (atovic) applied to some uci data sets. *Expert Systems with Applications*, 99, 115–125.
- Bahadori, M., Hosseini, S. M., Teymourzadeh, E., Ravangard, R., Raadabadi, M., & Alimohammadzadeh, K. (2020). A supplier selection model for hospitals using a combination of artificial neural network and fuzzy vikor. *International Journal of Healthcare Management*, 13(4), 286–294.
- Baležentis, T. & Baležentis, A. (2016). Group decision making procedure based on trapezoidal intuitionistic fuzzy numbers: Multimooora methodology. *Economic computation and economic cybernetics studies and research*, 50(1), 103–122.
- Bansal, M. (2020). Cardiovascular disease and covid-19. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 14(3), 247–250.
- Behrouzi, B., Araujo Campoverde, M. V., Liang, K., Talbot, H. K., Bogoch, I. I., McGeer, A., Fröbert, O., Loeb, M., Vardeny, O., Solomon, S. D., et al. (2020). Influenza vaccination to reduce cardiovascular morbidity and mortality in patients with covid-19: Jacc state-of-the-art review. *Journal of the American College of Cardiology*, 76(15), 1777–1794.
- Bertsimas, D., Lukin, G., Mingardi, L., Nohadani, O., Orfanoudaki, A., Stellato, B., Wiberg, H., Gonzalez-Garcia, S., Parra-Calderón, C. L., Robinson, K., et al. (2020). Covid-19 mortality risk assessment: An international multi-center study. *PloS one*, 15(12), e0243262.

- Bhavani, S. V., Luo, Y., Miller, W. D., Sanchez-Pinto, L. N., Han, X., Mao, C., Sandıkçı, B., Peek, M. E., Coopersmith, C. M., Michelson, K. N., et al. (2021). Simulation of ventilator allocation in critically ill patients with covid-19. *American journal of respiratory and critical care medicine*, 204(10), 1224–1227.
- Bian, T., Hu, J., & Deng, Y. (2017). Identifying influential nodes in complex networks based on ahp. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 479, 422–436.
- Biswas, T. K., Stević, Ž., Chatterjee, P., & Yazdani, M. (2019). An integrated methodology for evaluation of electric vehicles under sustainable automotive environment. In *Advanced multi-criteria decision making for addressing complex sustainability issues* (pp. 41–62). IGI Global.
- Blanco-Taboada, A., Fernández-Ojeda, M., Castillo-Matus, M., Galán-Azcona, M., Salinas-Gutiérrez, J., & Ruiz-Romero, M. (2022). Factores de mal pronóstico en pacientes hospitalizados por covid-19. In *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, volume 45: SciELO Espana.
- Boran, F. E., Genç, S., Kurt, M., & Akay, D. (2009). A multi-criteria intuitionistic fuzzy group decision making for supplier selection with topsis method. *Expert systems with applications*, 36(8), 11363–11368.
- Çalica Utku, A., Budak, G., Karabay, O., Güçlü, E., Okan, H. D., & Vatan, A. (2020). Main symptoms in patients presenting in the covid-19 period. *Scottish medical journal*, 65(4), 127–132.
- Candelli, M., Pignataro, G., Torelli, E., Gullì, A., Nista, E. C., Petrucci, M., Saviano, A., Marchesini, D., Covino, M., Ojetti, V., et al. (2021). Effect of influenza vaccine on covid-19 mortality: a retrospective study. *Internal and emergency medicine*, (pp. 1–7).
- Caronna, E., Ballvé, A., Llauradó, A., Gallardo, V. J., Ariton, D. M., Lallana, S., Lopez Maza, S., Olive Gadea, M., Quibus, L., Restrepo, J. L., et al. (2020). Headache: A striking prodromal and persistent symptom, predictive of covid-19 clinical evolution. *Cephalalgia*, 40(13), 1410–1421.
- Chang, B., Chang, C.-W., & Wu, C.-H. (2011). Fuzzy dematel method for developing supplier selection criteria. *Expert systems with Applications*, 38(3), 1850–1858.
- Chang, M. C., Park, Y.-K., Kim, B.-O., & Park, D. (2020). Risk factors for disease progression in covid-19 patients. *BMC infectious diseases*, 20, 1–6.
- Chauhan, S. (2020). Comprehensive review of coronavirus disease 2019 (covid-19). *Biomedical journal*, 43(4), 334–340.
- Chen, N., Zhou, M., Dong, X., Qu, J., Gong, F., Han, Y., Qiu, Y., Wang, J., Liu, Y., Wei, Y., et al. (2020). Epidemiological and clinical characteristics of 99 cases of 2019 novel coronavirus pneumonia in wuhan, china: a descriptive study. *The lancet*, 395(10223), 507–513.

- Chen, Q.-Y., Liu, H.-C., Wang, J.-H., & Shi, H. (2022). New model for occupational health and safety risk assessment based on fermatean fuzzy linguistic sets and cocoso approach. *Applied Soft Computing*, 126, 109262.
- Chew, N. W., Ngiam, J. N., Tham, S. M., Lim, Z. Y., Li, T. Y.-W., Cen, S., Yap, E. S., Tambyah, P. A., Santosa, A., Cross, G. B., et al. (2021). Fever as a predictor of adverse outcomes in covid-19. *QJM: An International Journal of Medicine*, 114(10), 706–714.
- Choron, R. L., Butts, C. A., Bargoud, C., Krumrei, N. J., Teichman, A. L., Schroeder, M. E., Bover Manderski, M. T., Cai, J., Song, C., Rodricks, M. B., et al. (2021). Fever in the icu: a predictor of mortality in mechanically ventilated covid-19 patients. *Journal of intensive care medicine*, 36(4), 484–493.
- Chybowski, L., Twardochleb, M., & Wiśnicki, B. (2016). Multi-criteria decision making in components importance analysis applied to a complex marine system. *NAŠE MORE: znanstveni časopis za more i pomorstvo*, 63(4), 264–270.
- Ciardiello, F. & Genovese, A. (2023). A comparison between topsis and saw methods. *Annals of Operations Research*, (pp. 1–28).
- Cinelli, M., Coles, S. R., & Kirwan, K. (2014). Analysis of the potentials of multi criteria decision analysis methods to conduct sustainability assessment. *Ecological indicators*, 46, 138–148.
- Clerkin, K. J., Fried, J. A., Raikhelkar, J., Sayer, G., Griffin, J. M., Masoumi, A., Jain, S. S., Burkhoff, D., Kumaraiah, D., Rabbani, L., et al. (2020). Covid-19 and cardiovascular disease. *Circulation*, 141(20), 1648–1655.
- Consejo Nacional de Población (CONAPO) (2023). Título de la página o reporte en línea. <https://www.conapo.gob.mx>. [Último acceso: 18 de octubre de 2024].
- Copé García-Aguado, M. & Carrasco Pena, P. J. (2020). Proceso de decisión multicriterio dematel para la elección de material de protección balística en buques de guerra.
- de Campos, E. A. R., Tavana, M., Ten Caten, C. S., Bouzon, M., & de Paula, I. C. (2021). A grey-dematel approach for analyzing factors critical to the implementation of reverse logistics in the pharmaceutical care process. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(11), 14156–14176.
- de la Salud (OMS), O. M. (2022). Protocolos para la implementación de estrategias hospitalarias.
- De Nardo, P., Gentilotti, E., Mazzaferri, F., Cremonini, E., Hansen, P., Goossens, H., Tacconelli, E., Mangoni, E. D., Florio, L., Zampino, R., et al. (2020). Multi-criteria decision analysis to prioritize hospital admission of patients affected by covid-19 in low-resource settings with hospital-bed shortage. *International Journal of Infectious Diseases*, 98, 494–500.

- Drefahl, S., Wallace, M., Mussino, E., Aradhya, S., Kolk, M., Brandén, M., Malmberg, B., & Andersson, G. (2020). A population-based cohort study of socio-demographic risk factors for covid-19 deaths in sweden. *Nature communications*, 11(1), 5097.
- D'Souza, G., Springer, G., Gustafson, D., Kassaye, S., Alcaide, M. L., Ramirez, C., Sharma, A., Palella, F. J., Tien, P. C., Detels, R., et al. (2020). Covid-19 symptoms and sars-cov-2 infection among people living with hiv in the us: the macs/wihs combined cohort study. *HIV research & clinical practice*, 21(5), 130–139.
- Ejegwa, P., Akowe, S., Otene, P., & Ikyule, J. (2014). An overview on intuitionistic fuzzy sets. *Int. J. Sci. Technol. Res*, 3(3), 142–145.
- Elimian, K. O., Ochu, C. L., Ebhodaghe, B., Myles, P., Crawford, E. E., Igumbor, E., Ukponu, W., Olayinka, A., Aruna, O., Dan-Nwafor, C., et al. (2020). Patient characteristics associated with covid-19 positivity and fatality in nigeria: retrospective cohort study. *BMJ open*, 10(12), e044079.
- Eslami, V., Ashofteh, P.-S., Golfam, P., & Loáiciga, H. A. (2021). Multi-criteria decision-making approach for environmental impact assessment to reduce the adverse effects of dams. *Water Resources Management*, 35(12), 4085–4110.
- Faizi, S., Sařabun, W., Rashid, T., Zafar, S., & Wařróbski, J. (2020). Intuitionistic fuzzy sets in multi-criteria group decision making problems using the characteristic objects method. *Symmetry*, 12(9), 1382.
- Fernández-Rojas, M. A., Esparza, M. A. L.-R., Campos-Romero, A., Calva-Espinosa, D. Y., Moreno-Camacho, J. L., Langle-Martínez, A. P., García-Gil, A., Solís-González, C. J., Canizalez-Román, A., León-Sicairos, N., et al. (2021). Epidemiology of covid-19 in mexico: Symptomatic profiles and presymptomatic people. *International Journal of Infectious Diseases*, 104, 572–579.
- Fjølner, J., Haaland, Ø. A., Jung, C., De Lange, D. W., Szczeklik, W., Leaver, S., Guidet, B., Sviri, S., Van Heerden, P. V., Beil, M., et al. (2022). Who gets the ventilator? a multicentre survey of intensivists' opinions of triage during the first wave of the covid-19 pandemic. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, 66(7), 859–868.
- Forestal, R. L. & Pi, S.-M. (2022). A hybrid approach based on electre iii-genetic algorithm and topsis method for selection of optimal covid-19 vaccines. *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 29(1-2), 80–91.
- Forni, G. & Mantovani, A. (2021). Covid-19 vaccines: where we stand and challenges ahead. *Cell Death & Differentiation*, 28(2), 626–639.
- Fu, L., Wang, B., Yuan, T., Chen, X., Ao, Y., Fitzpatrick, T., Li, P., Zhou, Y., Lin, Y.-f., Duan, Q., et al. (2020). Clinical characteristics of coronavirus disease 2019 (covid-19) in china: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Infection*, 80(6), 656–665.

- Gaber, Y. (2020). Diarrhoea and the covid-19 pandemic. *Arab Journal of Gastroenterology*, 21(3), 146–150.
- Garg, H. & Arora, R. (2018). Generalized and group-based generalized intuitionistic fuzzy soft sets with applications in decision-making. *Applied intelligence*, 48, 343–356.
- Gerayeli, F. V., Milne, S., Cheung, C., Li, X., Yang, C. W. T., Tam, A., Choi, L. H., Bae, A., & Sin, D. D. (2021). Copd and the risk of poor outcomes in covid-19: A systematic review and meta-analysis. *EClinicalMedicine*, 33.
- Giovannoni, G. (2020). Anti-cd20 immunosuppressive disease-modifying therapies and covid-19. *Multiple sclerosis and related disorders*, 41, 102135.
- Gopalan, N., Senthil, S., Prabakar, N. L., Senguttuvan, T., Bhaskar, A., Jagannathan, M., Sivaraman, R., Ramasamy, J., Chinnaiyan, P., Arumugam, V., et al. (2022). Predictors of mortality among hospitalized covid-19 patients and risk score formulation for prioritizing tertiary care—an experience from south india. *PLoS One*, 17(2), e0263471.
- Gou, X., Xu, Z., Liao, H., & Herrera, F. (2021). Probabilistic double hierarchy linguistic term set and its use in designing an improved vikor method: The application in smart healthcare. *Journal of the Operational Research Society*, 72(12), 2611–2630.
- Hayat, K., Tariq, Z., Lughofer, E., & Aslam, M. F. (2021). New aggregation operators on group-based generalized intuitionistic fuzzy soft sets. *Soft Computing*, 25(21), 13353–13364.
- Heldt, F. S., Vizcaychipi, M. P., Peacock, S., Cinelli, M., McLachlan, L., Andreotti, F., Jovanović, S., Dürichen, R., Lipunova, N., Fletcher, R. A., et al. (2021). Early risk assessment for covid-19 patients from emergency department data using machine learning. *Scientific reports*, 11(1), 4200.
- Hoong, C. W. S., Amin, M. N. M. E., Tan, T. C., & Lee, J. E. (2021). Viral arthralgia a new manifestation of covid-19 infection? a cohort study of covid-19-associated musculoskeletal symptoms. *International Journal of Infectious Diseases*, 104, 363–369.
- Hu, C., Liu, Z., Jiang, Y., Shi, O., Zhang, X., Xu, K., Suo, C., Wang, Q., Song, Y., Yu, K., et al. (2020). Early prediction of mortality risk among patients with severe covid-19, using machine learning. *International journal of epidemiology*, 49(6), 1918–1929.
- Ivlev, I., Jablonsky, J., & Kneppo, P. (2016). Multiple-criteria comparative analysis of magnetic resonance imaging systems. *International Journal of Medical Engineering and Informatics*, 8(2), 124–141.
- Jeong, I.-K., Yoon, K. H., & Lee, M. K. (2020). Diabetes and covid-19: Global and regional perspectives. *Diabetes Research and Clinical Practice*, 166, 108303.

- Jiang, B., Huang, Q., Jia, M., Xue, X., Wang, Q., Yang, W., & Feng, L. (2022). Association between influenza vaccination and sars-cov-2 infection and its outcomes: systematic review and meta-analysis. *Chinese medical journal*, 135(19), 2282–2293.
- Joob, B. & Wiwanitkit, V. (2020). Covid-19 can present with a rash and be mistaken for dengue. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 82(5), e177.
- Kahraman, C., Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Cevik Onar, S., Yazdani, M., & Oztaysi, B. (2017). Intuitionistic fuzzy edas method: an application to solid waste disposal site selection. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25(1), 1–12.
- Kang, S.-J. & Jung, S. I. (2020). Age-related morbidity and mortality among patients with covid-19. *Infection & chemotherapy*, 52(2), 154.
- Karaarslan, F., Güneri, F. D., & Kardeş, S. (2022). Long covid: rheumatologic/musculoskeletal symptoms in hospitalized covid-19 survivors at 3 and 6 months. *Clinical rheumatology*, 41, 289–296.
- Karacan, I., Senvar, O., Arslan, O., Ekmekçi, Y., & Bulkan, S. (2020). A novel approach integrating intuitionistic fuzzy analytical hierarchy process and goal programming for chickpea cultivar selection under stress conditions. *Processes*, 8(10), 1288.
- Karaşan, A. & Bolturk, E. (2019/08). Solid waste disposal site selection by using neutrosophic combined compromise solution method. In *Proceedings of the 11th Conference of the European Society for Fuzzy Logic and Technology (EUSFLAT 2019)* (pp. 416–422).: Atlantis Press.
- Killerby, M. E. (2020). Characteristics associated with hospitalization among patients with covid-19—metropolitan atlanta, georgia, march–april 2020. *MMWR. Morbidity and mortality weekly report*, 69.
- Kim, G.-U., Kim, M.-J., Ra, S. H., Lee, J., Bae, S., Jung, J., & Kim, S.-H. (2020). Clinical characteristics of asymptomatic and symptomatic patients with mild covid-19. *Clinical microbiology and infection*, 26(7), 948–e1.
- Korucuk, S., Aytakin, A., Ecer, F., Pamucar, D. S. S., & Karamaşa, Ç. (2023). Assessment of ideal smart network strategies for logistics companies using an integrated picture fuzzy lbwa–cocoso framework. *Management Decision*, 61(5), 1434–1462.
- Kwok, C. Y. T., Wong, M. S., Chan, K. L., Kwan, M.-P., Nichol, J. E., Liu, C. H., Wong, J. Y. H., Wai, A. K. C., Chan, L. W. C., Xu, Y., et al. (2021). Spatial analysis of the impact of urban geometry and socio-demographic characteristics on covid-19, a study in hong kong. *Science of the Total Environment*, 764, 144455.
- La Distia Nora, R., Putera, I., Khalisha, D. F., Septiana, I., Ridwan, A. S., & Sitompul, R. (2020). Are eyes the windows to covid-19? systematic review and meta-analysis. *BMJ Open Ophthalmology*, 5(1), e000563–e000563.

- Laguarta, J., Hueto, F., & Subirana, B. (2020). Covid-19 artificial intelligence diagnosis using only cough recordings. *IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology*, 1, 275–281.
- Lima-Martínez, M. M., Boada, C. C., Madera-Silva, M. D., Marín, W., & Contreras, M. (2021). Covid-19 and diabetes: A bidirectional relationship. *Clínica e Investigación En Arteriosclerosis (English Edition)*, 33(3), 151–157.
- Long, J. D., Strohbehn, I., Sawtell, R., Bhattacharyya, R., & Sise, M. E. (2022). Covid-19 survival and its impact on chronic kidney disease. *Translational Research*, 241, 70–82.
- Mahmood, T., Idrees, A., Hayat, K., Ashiq, M., et al. (2024). Selection of ai architecture for autonomous vehicles using complex intuitionistic fuzzy rough decision making. *World Electric Vehicle Journal*, 15(9).
- Maslennikov, R., Poluektova, E., Ivashkin, V., & Svistunov, A. (2021). Diarrhoea in adults with coronavirus disease—beyond incidence and mortality: a systematic review and meta-analysis. *Infectious Diseases*, 53(5), 348–360.
- Mendes, N. F., Jara, C. P., Mansour, E., Araújo, E. P., & Velloso, L. A. (2021). Asthma and covid-19: a systematic review. *Allergy, Asthma & Clinical Immunology*, 17(1), 1–12.
- Mi, J., Zhong, W., Huang, C., Zhang, W., Tan, L., & Ding, L. (2020). Gender, age and comorbidities as the main prognostic factors in patients with covid-19 pneumonia. *American journal of translational research*, 12(10), 6537.
- Moazzami, B., Chaichian, S., Kasaeian, A., Djalalinia, S., Akhlaghdoust, M., Eslami, M., & Broumand, B. (2020). Metabolic risk factors and risk of covid-19: A systematic review and meta-analysis. *PloS one*, 15(12), e0243600.
- Mullol, J., Isam, A., Mariño-Sánchez, F., Izquierdo-Domínguez, A., Concepció, M., Ludger, K., De-Yun, W., & Liu, Z. (2020). the loss of smell and taste in the covid-19 outbreak: a tale of many countries. *Current Allergy and Asthma Reports*, 20(10).
- Nasserie, T., Hittle, M., & Goodman, S. N. (2021). Evaluación de la frecuencia y variedad de los síntomas persistentes entre los pacientes con covid-19. *JAMA Netw Open*, 5.
- Nosilia, T., Midyanti, D. M., & Hidayati, R. (2021). Penerapan metode combined compromise solution (cocoso) dalam penentuan penerima pinjaman kredit di koperasi cu keling kumang sintang berbasis web. *Coding Jurnal Komputer dan Aplikasi*, 9(02), 282–291.
- Ocampo, L. & Yamagishi, K. (2020). Modeling the lockdown relaxation protocols of the philippine government in response to the covid-19 pandemic: An intuitionistic fuzzy dematel analysis. *Socio-economic planning sciences*, 72, 100911.
- Opricovic, S. & Tzeng, G.-H. (2004). Compromise solution by mcdm methods: A comparative analysis of vikor and topsis. *European journal of operational research*, 156(2), 445–455.

- Ortiz-Barrios, M., Arias-Fonseca, S., Ishizaka, A., Barbati, M., Avendaño-Collante, B., & Navarro-Jiménez, E. (2023). Artificial intelligence and discrete-event simulation for capacity management of intensive care units during the covid-19 pandemic: A case study. *Journal of Business Research*, 160, 113806.
- Ortiz-Barrios, M., Petrillo, A., De Felice, F., Jaramillo-Rueda, N., Jiménez-Delgado, G., & Borrero-López, L. (2021). A dispatching-fuzzy ahp-topsis model for scheduling flexible job-shop systems in industry 4.0 context. *Applied Sciences*, 11(11), 5107.
- Ortiz-Barrios, M. A., Escorcía-Caballero, J. P., Sánchez-Sánchez, F., De Felice, F., & Petrillo, A. (2017). Efficiency analysis of integrated public hospital networks in outpatient internal medicine. *Journal of medical systems*, 41, 1–18.
- Ozaras, R., Cirpin, R., Duran, A., Duman, H., Arslan, O., Bakcan, Y., Kaya, M., Mutlu, H., Isayeva, L., Kebanlı, F., et al. (2020). Influenza and covid-19 coinfection: report of six cases and review of the literature. *Journal of medical virology*, 92(11), 2657–2665.
- Özkan, B., Özceylan, E., Kabak, M., & Dikmen, A. U. (2021). Evaluation of criteria and covid-19 patients for intensive care unit admission in the era of pandemic: A multi-criteria decision making approach. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 209, 106348.
- Pamucar, D. & Görçün, Ö. F. (2022). Evaluation of the european container ports using a new hybrid fuzzy lbwa-cocoso'b techniques. *Expert Systems with Applications*, 203, 117463.
- Panchagnula, K. K., Sharma, J. P., Kalita, K., & Chakraborty, S. (2023). Cocoso method-based optimization of cryogenic drilling on multi-walled carbon nanotubes reinforced composites. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 17(1), 279–297.
- Pardhan, S., Vaughan, M., Zhang, J., Smith, L., & Chichger, H. (2020). Sore eyes as the most significant ocular symptom experienced by people with covid-19: a comparison between pre-covid-19 and during covid-19 states. *BMJ Open Ophthalmology*, 5(1), e000632.
- Passarelli-Araujo, H., Passarelli-Araujo, H., Urbano, M. R., & Pescim, R. R. (2022). Machine learning and comorbidity network analysis for hospitalized patients with covid-19 in a city in southern brazil. *Smart Health*, 26, 100323.
- Patanavanich, R. & Glantz, S. A. (2020). Smoking is associated with covid-19 progression: a meta-analysis. *Nicotine and tobacco research*, 22(9), 1653–1656.
- Peng, X., Yuan, H., & Yang, Y. (2017). Pythagorean fuzzy information measures and their applications. *International Journal of Intelligent Systems*, 32(10), 991–1029.
- Peng, X., Zhang, X., & Luo, Z. (2020). Pythagorean fuzzy mcdm method based on cocoso and critic with score function for 5g industry evaluation. *Artificial Intelligence Review*, 53(5), 3813–3847.

- Penna, C., Mercurio, V., Tocchetti, C. G., & Pagliaro, P. (2020). Sex-related differences in covid-19 lethality. *British journal of pharmacology*, 177(19), 4375–4385.
- Popkin, B. M., Du, S., Green, W. D., Beck, M. A., Algaith, T., Herbst, C. H., Alsukait, R. F., Alluhidan, M., Alazemi, N., & Shekar, M. (2020). Individuals with obesity and covid-19: a global perspective on the epidemiology and biological relationships. *Obesity reviews*, 21(11), e13128.
- Ren, J. & Liang, H. (2017). Multi-criteria group decision-making based sustainability measurement of wastewater treatment processes. *Environmental Impact Assessment Review*, 65, 91–99.
- Ren, J., Pang, W., Luo, Y., Cheng, D., Qiu, K., Rao, Y., Zheng, Y., Dong, Y., Peng, J., Hu, Y., et al. (2022). Impact of allergic rhinitis and asthma on covid-19 infection, hospitalization, and mortality. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, 10(1), 124–133.
- Rodriguez, R. M., Torres, J. R., Chang, A. M., Haggins, A. N., Eucker, S. A., O’Laughlin, K. N., Anderson, E., Miller, D. G., Wilkerson, R. G., Caldwell, M., et al. (2021). The rapid evaluation of covid-19 vaccination in emergency departments for underserved patients study. *Annals of emergency medicine*, 78(4), 502–510.
- Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process mcgraw hill, new york. *Agricultural Economics Review*, 70, 34.
- Sampaio Rocha-Filho, P. A. & Magalhães, J. E. (2020). Headache associated with covid-19: Frequency, characteristics and association with anosmia and ageusia. *Cephalalgia*, 40(13), 1443–1451.
- Sánchez Garrido, A., Rodríguez Reyes, E., & Vayas Valdivieso, W. A. (2021). Análisis de la medicina basada en evidencia y su uso en la formación de pregrado. *Conrado*, 17(83), 406–413.
- Sandoval, J. V. & Rodríguez, F. J. Á. (2019). Método de calificación de atributos de calidad en productos software médico regulado usando proceso analítico jerárquico y rubrica de evaluación. *ReCIBE, Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*, 8(2), C–1.
- Savoia, C., Volpe, M., & Kreutz, R. (2021). Hypertension, a moving target in covid-19: current views and perspectives. *Circulation Research*, 128(7), 1062–1079.
- Schiffrin, E. L., Flack, J. M., Ito, S., Muntner, P., & Webb, R. C. (2020). Hypertension and covid-19.
- Schoot, T. S., Kerckhoffs, A. P., Hilbrands, L. B., & Van Marum, R. J. (2020). Immunosuppressive drugs and covid-19: a review. *Frontiers in pharmacology*, 11, 1333.
- Shihab, S., Khan, N., Myla, P., Upadhyay, S., Khan, Z., & Siddiquee, A. (2018). Application of moora method for multi optimization of gmaw process parameters in stain-less steel cladding. *Management Science Letters*, 8(4), 241–246.

- Si, S.-L., You, X.-Y., Liu, H.-C., & Zhang, P. (2018). Dematel technique: a systematic review of the state-of-the-art literature on methodologies and applications. *Mathematical problems in Engineering*, 2018(1), 3696457.
- Singh, A. K., Gillies, C. L., Singh, R., Singh, A., Chudasama, Y., Coles, B., Seidu, S., Zaccardi, F., Davies, M. J., & Khunti, K. (2020). Prevalence of co-morbidities and their association with mortality in patients with covid-19: a systematic review and meta-analysis. *Diabetes, Obesity and Metabolism*, 22(10), 1915–1924.
- Singh, R. P. & Nachtnebel, H. P. (2016). Analytical hierarchy process (ahp) application for reinforcement of hydropower strategy in nepal. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 43–58.
- Singh, V., Kumar, V., & Singh, V. (2023). A hybrid novel fuzzy ahp-topsis technique for selecting parameter-influencing testing in software development. *Decision Analytics Journal*, 6, 100159.
- Singhal, D., Tripathy, S., & Jena, S. K. (2018a). Dematel approach for analyzing the critical factors in remanufacturing process. *Materials Today: Proceedings*, 5(9), 18568–18573.
- Singhal, D., Tripathy, S., & Jena, S. K. (2018b). Dematel approach for analyzing the critical factors in remanufacturing process. *Materials Today: Proceedings*, 5(9), 18568–18573.
- Taibi, A. & Atmani, B. (2017). Combining fuzzy ahp with gis and decision rules for industrial site selection.
- Thompson, M. G., Stenehjem, E., Grannis, S., Ball, S. W., Naleway, A. L., Ong, T. C., DeSilva, M. B., Natarajan, K., Bozio, C. H., Lewis, N., et al. (2021). Effectiveness of covid-19 vaccines in ambulatory and inpatient care settings. *New England Journal of Medicine*, 385(15), 1355–1371.
- Velasquez, M. & Hester, P. (2013). An analysis of multi-criteria decision making methods international journal of operations research vol. 10.
- Vessey, J. A. & Betz, C. L. (2020). Everything old is new again: Covid-19 and public health. *Journal of pediatric nursing*, 52, A7.
- Voinsky, I., Baristaite, G., & Gurwitz, D. (2020). Effects of age and sex on recovery from covid-19: Analysis of 5769 israeli patients. *Journal of Infection*, 81(2), e102–e103.
- Wasim, M., Yousaf, A., Alolaiyan, H., Akbar, M. A., Alburaihan, A., & El-Wahed Khalifa, H. A. (2024). Optimizing decision-making with aggregation operators for generalized intuitionistic fuzzy sets and their applications in the tech industry. *Scientific Reports*, 14(1), 16538.
- Watson B, D. L., Campbell, M., Hopkins, C., Smith, B., Kelly, C., & Deary, V. (2021). Altered smell and taste: Anosmia, parosmia and the impact of long covid-19. *PloS one*, 16(9), e0256998.

- Wen, Z., Liao, H., Kazimieras Zavadskas, E., & Al-Barakati, A. (2019). Selection third-party logistics service providers in supply chain finance by a hesitant fuzzy linguistic combined compromise solution method. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 32(1), 4033–4058.
- Wen, Z., Liao, H., Mardani, A., & Al-Barakati, A. (2020). A hesitant fuzzy linguistic combined compromise solution method for multiple criteria decision making. In *Proceedings of the Thirteenth International Conference on Management Science and Engineering Management: Volume 1 13* (pp. 813–821).: Springer.
- Xie, Z., Hamadi, H. Y., Mainous, A. G., & Hong, Y.-R. (2023). Association of dual covid-19 and seasonal influenza vaccination with covid-19 infection and disease severity. *Vaccine*, 41(4), 875–878.
- Xu, Z. (2007). Intuitionistic fuzzy aggregation operators. *IEEE Transactions on fuzzy systems*, 15(6), 1179–1187.
- Yadav, V. & Sharma, M. K. (2016). Multi-criteria supplier selection model using the analytic hierarchy process approach. *Journal of Modelling in Management*, 11(1), 326–354.
- Yanez, N. D., Weiss, N. S., Romand, J.-A., & Treggiari, M. M. (2020). Covid-19 mortality risk for older men and women. *BMC public health*, 20(1), 1742.
- Yazdani, M., Zarate, P., Kazimieras Zavadskas, E., & Turskis, Z. (2019). A combined compromise solution (cocoso) method for multi-criteria decision-making problems. *Management Decision*, 57(9), 2501–2519.
- Yu, W., Rohli, K. E., Yang, S., & Jia, P. (2021). Impact of obesity on covid-19 patients. *Journal of Diabetes and its Complications*, 35(3), 107817.
- Zadeth, L. (1965). Fuzzy sets. *Information and control*, 8(3), 338–353.
- Zaim, S., Chong, J. H., Sankaranarayanan, V., & Harky, A. (2020). Covid-19 and multiorgan response. *Current problems in cardiology*, 45(8), 100618.
- Zayet, S., Gendrin, V., & Klopfenstein, T. (2020). Natural history of covid-19: back to basics. *New Microbes and New Infections*, 38, 100815.
- Zhang, W. & Deng, Y. (2019). Combining conflicting evidence using the dematel method. *Soft computing*, 23, 8207–8216.
- Zhao, Q., Meng, M., Kumar, R., Wu, Y., Huang, J., Lian, N., Deng, Y., & Lin, S. (2020). The impact of copd and smoking history on the severity of covid-19: A systemic review and meta-analysis. *Journal of medical virology*, 92(10), 1915–1921.
- Zolfani, S. H., Chatterjee, P., & Yazdani, M. (2019). A structured framework for sustainable supplier selection using a combined bwm-cocoso model. In *International scientific conference in business, management and economics engineering* (pp. 797–804).: Vilnius Lithuania.

Encuentas

7.1 Formato de encuesta

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

Aplicación de las encuestas

Encuesta de comparación de criterios y sub-criterios de un modelo difuso intuicionista para priorizar la atención de pacientes Covid-19.

Indicaciones

Estimado médico(a):

Soy Armando Pérez Aguilar, estudiante del Doctorado en Ciencias de la Computación, impartido en la División Académica de Ciencias y Tecnologías de la Información de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Por esta plataforma solicito de la manera más atenta su apoyo para responder una encuesta que representa parte de mi proyecto de Tesis Doctoral acerca de un Modelo Difuso Intuicionista para Priorizar la atención de pacientes Covid-19. Esta encuesta está dividida en seis partes.

La primera parte tiene como objetivo conocer que tan familiarizado está el médico con la atención a pacientes contagiados de Covid-19 y está compuesta por 8 preguntas (5 min. aproximadamente). La segunda parte tiene como objetivo comparar la importancia que tiene un criterio con respecto a otro para determinar que pacientes deben ser atendidos con prioridad, esta parte consta de 20 preguntas (10 min aproximadamente). De la tercera a la sexta parte tiene como objetivo comparar la importancia que tiene un sub-criterio con respecto a otro, estas partes constan de 130 preguntas (30 min aproximadamente). Lo anterior considerando sus conocimientos académicos, experiencia tratando a pacientes con Covid-19 y su intuición.

Con la aclaración de que en ningún momento y bajo ninguna circunstancia se publicarán nombres de los médicos, ni nombre de la Institución de Salud donde labora.

Carta de presentación

(<https://drive.google.com/file/d/1DQJ9SUZljNTowi6cAC-h9kKVnQbhGIHP/view?usp=sharing>.)

Consentimiento informado

(<https://drive.google.com/file/d/1JY6LujM6KJt8Yci4UmeLoUw3SixpGVVx/view?usp=sharing>)

Carta de confidencialidad

(<https://drive.google.com/file/d/1YbzPJ6RL65ibaU8jYQBpEce2TwnPGIVV/view?usp=sharing>)

Aviso de privacidad

(<https://drive.google.com/file/d/1PErsVYx-BwU3a-5S76jd9hDkGjvG23Tn/view?usp=sharing>)

¿Desea continuar?

Marca solo un óvalo.

Sí

No *Salta a la sección 7 (Gracias)*

Sección 1: Experiencia medica

1. ¿Cuántos años tiene ejerciendo la profesión de médico?

R:

2. ¿Tiene alguna especialidad o posgrado relaciona con enfermedades respiratorias? Si su respuesta es Si, indicar el nombre

Marca solo un óvalo.

Sí

No

3. ¿Tiene experiencia atendiendo a pacientes de Covid-19?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

4. ¿Recibió alguna capacitación para tratar el virus del Covid-19 durante la pandemia?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

5. ¿Conoce la actualización de la definición operacional de casos sospechosos de enfermedades respiratorias viral emitida por la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud el 24 de agosto del 2020?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

6. ¿Tiene los datos exactos de cuántos pacientes atendió con síntomas de Covid-19?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

7. ¿Cuenta con expedientes clínicos de sus pacientes?

Marca solo un óvalo.

Sí

No

8. ¿Ocupa algún cargo relacionado con la atención del Covid-19 en alguna dependencia de salud y nombre del cargo?

R:

Sección 2: Comparación entre criterios

Los criterios: Síntomas de Covid-19, comorbilidad, antecedentes de vacunación, perfil sociodemográfico y tiempo de evolución, son los juicios que se valoran cuando un paciente posiblemente contagiado de Covid-19 llega por primera vez a consulta. A continuación, desde su propia experiencia, asigne la importancia de cada criterio de la izquierda con respecto al criterio de la derecha en una escala numérica del 1 al 5, siendo 1 Igual de importante, 2 Moderadamente más importante, 3 Muy importante, 4 Importancia muy fuerte y 5 Extremadamente más importante.

Marca solo un óvalo.

1.- Síntomas de Covid-19 1 2 3 4 5 Comorbilidad

Marca solo un óvalo.

2.- Síntomas de Covid-19 1 2 3 4 5 Antecedentes de vacunación

Marca solo un óvalo.

3.- Síntomas de Covid-19 1 2 3 4 5 Perfil sociodemográfico

Marca solo un óvalo.

4.- Síntomas de Covid-19 1 2 3 4 5 Tiempo de evolución

Marca solo un óvalo.

5.- Comorbilidad 1 2 3 4 5
 Síntomas de Covid-19

Marca solo un óvalo.

6.- Comorbilidad 1 2 3 4 5
 Tiempo de evolución

Marca solo un óvalo.

7.- Comorbilidad 1 2 3 4 5
 Antecedentes de vacunación

Marca solo un óvalo.

8.- Comorbilidad 1 2 3 4 5
 Perfil sociodemográfico

Marca solo un óvalo.

9.- Antecedentes de vacunación 1 2 3 4 5
 Síntomas de Covid-19

Marca solo un óvalo.

10.- Antecedentes de vacunación 1 2 3 4 5
 Comorbilidad

Marca solo un óvalo.

11.- Antecedentes de vacunación 1 2 3 4 5
 Perfil sociodemográfico

Marca solo un óvalo.

12.- Antecedentes de vacunación 1 2 3 4 5
 Tiempo de evolución

Marca solo un óvalo.

13.- Perfil sociodemográfico 1 2 3 4 5
 Síntomas de Covid-19

Marca solo un óvalo.

14.- Perfil sociodemográfico 1 2 3 4 5
 Comorbilidad

Marca solo un óvalo.

15.- Perfil sociodemográfico 1 2 3 4 5
 Antecedentes de vacunación

Marca solo un óvalo.

16.- Perfil sociodemográfico 1 2 3 4 5
 Tiempo de evolución

Marca solo un óvalo.

17.- Tiempo de evolución 1 2 3 4 5
 Síntomas de Covid-19

Marca solo un óvalo.

18.- Tiempo de evolución 1 2 3 4 5
 Comorbilidad

Marca solo un óvalo.

19.- Tiempo de evolución 1 2 3 4 5
 Antecedentes de vacunación

Marca solo un óvalo.

20.- Tiempo de evolución 1 2 3 4 5
 Perfil sociodemográfico

Sección 3: Comparación entre subcriterios de Síntomas de Covid-19.

Los sub-criterios de Síntomas covid-19 son: cefalea, oxigenación, mialgias, tos, fiebre, escurrimiento nasal, congestión nasal, artralgias, diarrea, escalofríos, pérdida de olfato, pérdida del gusto, dificultad respiratoria e infección conjuntival. Estos son los juicios que se valoran cuando un paciente posiblemente contagiado de covid-19 llega por primera vez a consulta.

A continuación asigne desde su propia experiencia la importancia de cada sub-criterio de la izquierda con respecto al sub-criterio de la derecha en una escala numérica del 1 al 5, siendo 1 Igual de importante, 2 Moderadamente más importante, 3 Muy importante, 4 Importancia muy fuerte y 5 Extremadamente más importante.

Marca solo un óvalo.

1.- Cefalea 1 2 3 4 5
 Oxigenación

Marca solo un óvalo.

2.- Cefalea 1 2 3 4 5
 Mialgias

Marca solo un óvalo.

3.- Cefalea 1 2 3 4 5
 Tos

Marca solo un óvalo.

4.- Cefalea 1 2 3 4 5
 Fiebre

Marca solo un óvalo.

5.- Cefalea 1 2 3 4 5
 Escurrimiento nasal

Marca solo un óvalo.

6.- Cefalea 1 2 3 4 5
 Congestión nasal

Marca solo un óvalo.

7.- Cefalea 1 2 3 4 5
 Artralgias

Marca solo un óvalo.

8.- Cefalea 1 2 3 4 5
 Diarrea

Marca solo un óvalo.

9.- Cefalea 1 2 3 4 5
 Escalofríos

Marca solo un óvalo.

10.- Cefalea 1 2 3 4 5
 Perdida del Olfato

Marca solo un óvalo.

11.- Cefalea 1 2 3 4 5
 Perdida del Gusto

Marca solo un óvalo.

12.- Cefalea 1 2 3 4 5
 Dificultad respiratoria

Marca solo un óvalo.

13.- Cefalea 1 2 3 4 5
 Infección Conjuntival

Marca solo un óvalo.

14.- Oxigenación 1 2 3 4 5
 Mialgias

Marca solo un óvalo.

15.- Oxigenación 1 2 3 4 5
 Tos

Marca solo un óvalo.

16.- Oxigenación 1 2 3 4 5
 Fiebre

Marca solo un óvalo.

17.- Oxigenación 1 2 3 4 5
 Escurrimiento nasal

Marca solo un óvalo.

18.- Oxigenación 1 2 3 4 5
 Congestión Nasal

Marca solo un óvalo.

19.- Oxigenación 1 2 3 4 5
 Artralgias

Marca solo un óvalo.

20.- Oxigenación 1 2 3 4 5
 Diarrea

Marca solo un óvalo.

21.- Oxigenación 1 2 3 4 5
 Escalofríos

Marca solo un óvalo.

22.- Oxigenación 1 2 3 4 5
 Pérdida de olfato

Marca solo un óvalo.

23.- Oxigenación 1 2 3 4 5
 Pérdida del gusto

Marca solo un óvalo.

24.- Oxigenación 1 2 3 4 5
 Dificultad respiratoria

Marca solo un óvalo.

25.- Oxigenación 1 2 3 4 5
 Infección conjuntival

Marca solo un óvalo

26.- Mialgias 1 2 3 4 5
 Tos

Marca solo un óvalo

27.- Mialgias 1 2 3 4 5
 Fiebre

Marca solo un óvalo

28.- Mialgias 1 2 3 4 5
 Escorrimento nasal

Marca solo un óvalo

29.- Mialgias 1 2 3 4 5
 Congestión nasal

Marca solo un óvalo

30.- Mialgias 1 2 3 4 5
 Artralgias

Marca solo un óvalo

31.- Mialgias 1 2 3 4 5
 Diarrea

Marca solo un óvalo

32.- Mialgias 1 2 3 4 5
 Escalofríos

Marca solo un óvalo

33.- Mialgias 1 2 3 4 5
 Perdida de olfato

Marca solo un óvalo

34.- Mialgias 1 2 3 4 5
 Perdida de gusto

Marca solo un óvalo

35.- Mialgias 1 2 3 4 5
 Dificultad respiratoria

Marca solo un óvalo

36.- Mialgias 1 2 3 4 5
 Infección conjuntival

Marca solo un óvalo

37.- Tos 1 2 3 4 5
 Fiebre

Marca solo un óvalo

38.- Tos 1 2 3 4 5
 Escurrimiento nasal

Marca solo un óvalo

39.- Tos 1 2 3 4 5
 Congestión nasal

Marca solo un óvalo

40.- Tos 1 2 3 4 5
 Artralgias

Marca solo un óvalo

41.- Tos 1 2 3 4 5
 Diarrea

Marca solo un óvalo

42.- Tos 1 2 3 4 5
 Escalofríos

Marca solo un óvalo

43.- Tos 1 2 3 4 5
 Pérdida de Olfato

Marca solo un óvalo

44.- Tos 1 2 3 4 5
 Pérdida del Gusto

Marca solo un óvalo

45.- Tos 1 2 3 4 5
 Dificultad respiratoria

Marca solo un óvalo

46.- Tos 1 2 3 4 5
 Infección conjutival

Marca solo un óvalo

47.- Fiebre 1 2 3 4 5
 Escurrimiento nasal

Marca solo un óvalo

48.- Fiebre 1 2 3 4 5
 Congestión nasal

Marca solo un óvalo

49.- Fiebre 1 2 3 4 5
 Artralgias

Marca solo un óvalo

50.- Fiebre 1 2 3 4 5
 Diarrea

Marca solo un óvalo

51.- Fiebre 1 2 3 4 5
 Escalofríos

Marca solo un óvalo

52.- Fiebre 1 2 3 4 5 Perdida de olfato

Marca solo un óvalo

53.- Fiebre 1 2 3 4 5 Perdida del gusto

Marca solo un óvalo

54.- Fiebre 1 2 3 4 5 Dificultad respiratoria

Marca solo un óvalo

55.- Fiebre 1 2 3 4 5 Infección conjutival

Marca solo un óvalo

56.- Escorrimento nasal 1 2 3 4 5 Congestión nasal

Marca solo un óvalo

57.- Escorrimento nasal 1 2 3 4 5 Artralgias

Marca solo un óvalo

58.- Escorrimento nasal 1 2 3 4 5 Diarrea

Marca solo un óvalo

59.- Esguerrimiento nasal 1 2 3 4 5 Escalofríos

Marca solo un óvalo

60.- Esguerrimiento nasal 1 2 3 4 5 Perdida del Olfato

Marca solo un óvalo

61.- Esguerrimiento nasal 1 2 3 4 5 Perdida del Gusto

Marca solo un óvalo

62.- Esguerrimiento nasal 1 2 3 4 5 Dificultad respiratoria

Marca solo un óvalo

63.- Esguerrimiento nasal 1 2 3 4 5 Infección Conjutival

Marca solo un óvalo

64.- Congestión nasal 1 2 3 4 5 Artralgias

Marca solo un óvalo

65.- Congestión nasal 1 2 3 4 5 Diarrea

Marca solo un óvalo

66.- Congestión nasal 1 2 3 4 5
 Escalofríos

Marca solo un óvalo

67.- Congestión nasal 1 2 3 4 5
 Perdida de Olfato

Marca solo un óvalo

68.- Congestión nasal 1 2 3 4 5
 Perdida del gusto

Marca solo un óvalo

69.- Congestión nasal 1 2 3 4 5
 Dificultad respiratoria

Marca solo un óvalo

70.- Congestión nasal 1 2 3 4 5
 Infección conjutival

Marca solo un óvalo

71.- Artralgias 1 2 3 4 5
 Diarrea

Marca solo un óvalo

72.- Artralgias 1 2 3 4 5
 Escalofríos

Marca solo un óvalo

73.- Artralgias 1 2 3 4 5
 Perdida de olfato

Marca solo un óvalo

74.- Artralgias 1 2 3 4 5
 Perdida del gusto

Marca solo un óvalo

75.- Artralgias 1 2 3 4 5
 Dificultad respiratoria

Marca solo un óvalo

76.- Artralgias 1 2 3 4 5
 Infección conjutival

Marca solo un óvalo

77.- Diarrea 1 2 3 4 5
 Escalofríos

Marca solo un óvalo

78.- Diarrea 1 2 3 4 5
 Perdida del Olfato

Marca solo un óvalo

79.- Diarrea 1 2 3 4 5
 Perdida del gusto

Marca solo un óvalo

80.- Diarrea 1 2 3 4 5
 Dificultad respiratoria

Marca solo un óvalo

81.- Diarrea 1 2 3 4 5
 Infección conjutival

Marca solo un óvalo

82.- Escalofríos 1 2 3 4 5
 Perdida de Olfato

Marca solo un óvalo

83.- Escalofríos 1 2 3 4 5
 Perdida de gusto

Marca solo un óvalo

84.- Escalofríos 1 2 3 4 5
 Dificultad respiratoria

Marca solo un óvalo

85.- Escalofríos 1 2 3 4 5
 Infección conjutival

Marca solo un óvalo

86.- Perdida de olfato 1 2 3 4 5
 Perdida del gusto

Marca solo un óvalo

87.- Pérdida de olfato 1 2 3 4 5
 Dificultad respiratoria

Marca solo un óvalo

88.- Pérdida de olfato 1 2 3 4 5
 Infección conjutival

Marca solo un óvalo

89.- Pérdida del gusto 1 2 3 4 5
 Dificultad respiratoria

Marca solo un óvalo

89.- Pérdida del gusto 1 2 3 4 5
 Infección conjutival

Marca solo un óvalo

90.- Dificultad respiratoria 1 2 3 4 5
 Infección conjutival

Sección 4: Comparación entre subcriterios de Comorbilidad.

Los sub-criterios obesidad, hipertensión, diabetes, asma, tabaquismo, insreocr, inmusr, epoc, enfcar, son los datos que se valoran cuando un paciente posiblemente contagiado de covid-19 llega por primera vez a consulta.

A continuación asigne desde su propia experiencia la importancia de cada subcriterio de la izquierda con respecto al criterio de la derecha en una escala numérica del 1 al 5, siendo 1 igual de importante, 2 Moderadamente mas importante, 3 muy importante, 4 importancia muy fuerte y 5 Extremadamente mas importante.

Marca solo un óvalo

		1	2	3	4	5	
1.	Obesidad	<input type="radio"/>	Hipertensión				

Marca solo un óvalo

		1	2	3	4	5	
2.	Obesidad	<input type="radio"/>	Diabetes				

Marca solo un óvalo

		1	2	3	4	5	
3.	Obesidad	<input type="radio"/>	Asma				

Marca solo un óvalo

		1	2	3	4	5	
4.	Obesidad	<input type="radio"/>	Tabaquismo				

Marca solo un óvalo

		1	2	3	4	5	
5.-	Obesidad	<input type="radio"/>	Insreocr				

Marca solo un óvalo

6.- Obesidad 1 2 3 4 5
 Inmusupr

Marca solo un óvalo

7.- Obesidad 1 2 3 4 5
 Epoc

Marca solo un óvalo

8.- Obesidad 1 2 3 4 5
 Enfcard

Marca solo un óvalo

9.- Hipertensión 1 2 3 4 5
 Diabetes

Marca solo un óvalo

10.- Hipertensión 1 2 3 4 5
 Asma

Marca solo un óvalo

11.- Hipertensión 1 2 3 4 5
 Tabaquismo

Marca solo un óvalo

12.- Hipertensión 1 2 3 4 5
 Insreenc

Marca solo un óvalo

13.- Hipertensión 1 2 3 4 5
 Inmusupr

Marca solo un óvalo

14.- Hipertensión 1 2 3 4 5
 Epoc

Marca solo un óvalo

15.- Hipertensión 1 2 3 4 5
 Enfcard

Marca solo un óvalo

16.- Diabetes 1 2 3 4 5
 Asma

Marca solo un óvalo

17.- Diabetes 1 2 3 4 5
 Tabaquismo

Marca solo un óvalo

18.- Diabetes 1 2 3 4 5
 Insreocr

Marca solo un óvalo

19.- Diabetes 1 2 3 4 5
 Inmusupr

Marca solo un óvalo

20.- Diabetes 1 2 3 4 5 Epoc

Marca solo un óvalo

21.- Diabetes 1 2 3 4 5 Enfcard

Marca solo un óvalo

22.- Asma 1 2 3 4 5 Tabaquismo

Marca solo un óvalo

23.- Asma 1 2 3 4 5 Insreocr

Marca solo un óvalo

24.- Asma 1 2 3 4 5 Inmusupr

Marca solo un óvalo

25.- Asma 1 2 3 4 5 Epoc

Marca solo un óvalo

26.- Asma 1 2 3 4 5 Enfcard

Marca solo un óvalo

27.- Tabaquismo 1 2 3 4 5
 Insreocr

Marca solo un óvalo

28.- Tabaquismo 1 2 3 4 5
 Inmusupr

Marca solo un óvalo

29.- Tabaquismo 1 2 3 4 5
 Epoc

Marca solo un óvalo

29.- Tabaquismo 1 2 3 4 5
 Enfcard

Marca solo un óvalo

30.- Tabaquismo 1 2 3 4 5
 Enfcard

Marca solo un óvalo

31.- Tabaquismo 1 2 3 4 5
 Inmusupr

Marca solo un óvalo

32.- Insreocr 1 2 3 4 5
 Epoc

Marca solo un óvalo

33.- Insreocr 1 2 3 4 5
 Enfcard

Marca solo un óvalo

34.- Insreocr 1 2 3 4 5
 Epoc

Marca solo un óvalo

35.- Insreocr 1 2 3 4 5
 Enfcard

Marca solo un óvalo

36.- Epoc 1 2 3 4 5
 Enfcard

Sección 5: Comparación entre subcriterios de Antecedentes de vacunación.

Los sub-criterios antecedentes de vacunación influenza, anticovid, son los datos que se valoran cuando posiblemente contagiado de covid-19 llega por primera vez a consulta.

A continuación asigne desde su propia experiencia la importancia de cada subcriterio de la izquierda con respecto al criterio de la derecha en una escala numérica del 1 al 5, siendo 1 igual de importante, 2 Moderadamente mas importante, 3 muy importante, 4 importancia muy fuerte y 5 Extremadamente mas importante.

Marca solo un óvalo

	1	2	3	4	5		
1.-	Influenza	<input type="radio"/>	Anticovid				

Sección 6: Comparación entre subcriterios de perfil sociodemográfico.

Los sub-criterios perfil sociodemográfico edad, sexo, son los datos que se valoran cuando un paciente posiblemente contagiado de covid-19 llega por primera vez a consulta.

A continuación asigne desde su propia experiencia la importancia de cada subcriterio de la izquierda con respecto al criterio de la derecha en una escala numérica del 1 al 5, siendo 1 igual de importante, 2 Moderadamente mas importante, 3 muy importante, 4 importancia muy fuerte y 5 Extremadamente mas importante.

Marca solo un óvalo

	1	2	3	4	5		
1.-	Edad	<input type="radio"/>	Sexo				

Sección 7: Muchas gracias por su apoyo.