



UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

ESCUELA DE POSTGRADO

APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE DECISIONES MULTICRITERIO DISCRETA PROMETHEE PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ANTE EL RIESGO DE ALUVIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ, HUAYLAS - ANCASH, 2020

Tesis para optar el grado de Doctor en Ciencia e Ingeniería de la
Computación

HENRRY ÁNGEL GARRIDO ANGULO

Asesora: **Dra. ROSA DEIFILIA RODRÍGUEZ ANAYA**

Huaraz – Ancash – Perú

2023

Nº. de Registro: TE0111





UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"
ESCUELA DE POSTGRADO

ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS

Los miembros del Jurado de Sustentación de Tesis Doctoral, que suscriben, reunidos en Auditorio la Escuela de Postgrado de la Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo" para calificar la sustentación de la **Tesis Doctoral** presentada por el:

Magister : **HENRRY ÁNGEL GARRIDO ANGULO**

Título : **"APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE DECISIONES MULTICRITERIO DISCRETA PROMETHEE PARA LA EVALUACIÓN DE LA VULNERABILIDAD ANTE EL RIESGO DE ALUVIÓN EN EL DISTRITO DE SANTA CRUZ, HUAYLAS - ANCASH, 2020"**

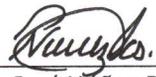
Después de haber escuchado la sustentación y las respuestas a las preguntas y observaciones finales, lo declaramos:

A PROBADO con MENCIÓN, con el calificativo de DIECISIETE (17)

De conformidad al Reglamento General a la Escuela de Postgrado y al Reglamento de Normas y Procedimientos para optar los Grados Académicos de Maestro y Doctor, queda en condición de ser aprobado por el Consejo de la Escuela de Postgrado y recibir el Grado Académico de DOCTOR en CIENCIA E INGENIERÍA DE LA COMPUTACIÓN a otorgarse por el Honorable Consejo Universitario de la UNASAM.

Huaraz, 28 de octubre del 2022


Dra. Rosa Vilchez Vasquez
PRESIDENTE


Dra. Pilar Sará Nuñez Blas
SECRETARIA


Dra. Edelm Doriza Araga Zegarra


Dra. Rosa Deifilla Rodríguez Anaya
Asesora

Anexo de la R.C.U N° 126 -2022 -UNASAM
ANEXO 1
INFORME DE SIMILITUD.

El que suscribe (asesor) del trabajo de investigación titulado:

Presentado por: _____

con DNI N°: _____

para optar el Grado de Doctor en:

Informo que el documento del trabajo anteriormente indicado ha sido sometido a revisión, mediante la plataforma de evaluación de similitud, conforme al Artículo 11 ° del presente reglamento y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de : de similitud.

Evaluación y acciones del reporte de similitud para trabajos de investigación, tesis posgrado, textos, libros, revistas, artículos científicos, material de enseñanza y otros (Art. 11, inc 2 y 3)

Porcentaje	Evaluación y acciones	Seleccione donde corresponda
Del 1 al 20%	Esta dentro del rango aceptable de similitud y podrá pasar al siguiente paso según sea el caso.	
Del 21 al 30%	Devolver al autor para las correcciones y se presente nuevamente el trabajo en evaluación.	
Mayores al 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes; sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de **Asesor responsable**, firmo el presente informe en señal de conformidad y adjunto la primera hoja del reporte del software anti-plagio.

Huaraz,



FIRMA

Apellidos y Nombres: _____

DNI N°: _____

Se adjunta:

1. Reporte completo Generado por la plataforma de evaluación de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**INFORME FINAL VULNERABILIDAD-HAG
A - MEJORAS 26 ABRIL 2023 (1) (1).doc
x**

RECUENTO DE PALABRAS

33803 Words

RECUENTO DE PÁGINAS

201 Pages

FECHA DE ENTREGA

Aug 11, 2023 2:41 PM GMT-5

RECUENTO DE CARACTERES

157581 Characters

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.7MB

FECHA DEL INFORME

Aug 11, 2023 2:45 PM GMT-5**● 19% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 8% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Bloques de texto excluidos manualmente
- Coincidencia baja (menos de 8 palabras)

MIEMBROS DEL JURADO

Doctora Rosa Vílchez Vásquez

Presidenta



Doctora Pilar Sara Nuñez Blas

Secretaria



Doctora Edell Doriza Aliaga Zegarra

Vocal



ASESORA

Doctora Rosa Deifilia Rodríguez Anaya



DEDICATORIA

Al:

Divino, por seguir acompañándome en el transcurrir de la vida.

A mi madre, por sus consejos y fortaleza incesante de vida.

A mi familia, esposa María Ysabel e Hijas: Angenella, Ettianella y Tizzianella, por ser el soporte constante razón de mi vida.



AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo por cobijarme en mi perfeccionamiento permanente personal y profesional siendo mi nueva Casa de Estudios.

Al INAIGEM, en el marco del proyecto GLOP por la información compartida para la tesis doctoral con el auspicio de CONCYTEC y el financiamiento del proyecto 007-2019-FONDECYT.

A mi Asesora por las observaciones y consejos de mejora en la presente tesis.

ÍNDICE

	página
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I.....	3
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
1.1. Planteamiento y formulación del problema.....	3
1.2. Objetivos.....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Delimitación.....	5
CAPÍTULO II	6
2. MARCO TEÓRICO.....	6
2.1. Antecedentes de investigación	6
2.2. Bases filosóficas y epistemológicas	9
2.3. Laguna Arhuaycocha	12
2.4. Bases teóricas.....	14
2.5. Definición de términos	41
2.6. Hipótesis.....	43
2.7. Variables	43
CAPÍTULO III.....	45
3. METODOLOGÍA	45
3.1. Tipo de investigación.....	45
3.2. Diseño de investigación	45
3.3. Población y muestra	45
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	45
3.5. Análisis de la información.....	46
3.6. Plan de procesamiento y análisis de datos	46
3.7. Resultados.....	47
3.8. Interpretación.....	47
CAPÍTULO IV	48
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	48
4.1. Presentación de resultados.....	48
4.2. Prueba de hipótesis.....	100

4.3. Discusión	101
CONCLUSIONES.....	109
RECOMENDACIONES.....	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	112
ANEXOS.....	117
A. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	117
B. TABLAS CONSISTENTES: MATRICES DE CONSISTENCIA	118
C. FICHAS DE VULNERABILIDAD: ENCUESTAS	160



GLOSARIO

AHP: Analytical Hierarchical Process

ANA: Autoridad Nacional del Agua

CENEPRED: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres

CAN: Comunidad Andina de Naciones

DMD: Decisiones Multicriterio Discreta

EIRD: Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres

ELECTRE: ELimination Et Choix Traduisant la REalité

GAIA: Geometrical Analysis for Interactive Aid

GLOF: Glacial Lake Outburst Flood

GRD: Gestión del Riesgo de Desastres

INAIGEM: Instituto Nacional de Investigación en Glaciares y Ecosistemas de Montaña

INDECI: Instituto Nacional de Defensa Civil

PROMETHEE: Preference Ranking Organization METHod for Enrichment Evaluation

SINAGERD: Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres

USAID: United States Agency International Development

WP5: Work Pack 5 del proyecto GLOP 007-2019-FONDECYT



LISTA DE FIGURAS

FIGURA 0: Laguna Arhuaycocha	10
FIGURA 1: Flujo de preferencias Social-Fragilidad	52
FIGURA 1.1: Flujo de preferencias Social-Fragilidad S1: Grupo Etéreo	53
FIGURA 1.2: Flujo de preferencias Social-Fragilidad S2: Discapacidad	54
FIGURA 1.3: Flujo de preferencias Social-Fragilidad S3: No participó en reuniones	54
FIGURA 1.4: Flujo de preferencias Social-Fragilidad S4: No tiene reserva de alimentos	55
FIGURA 2: Flujo de preferencias Social-Resiliencia.....	56
FIGURA 2.1: Flujo de preferencias Social-Resiliencia S5: Actitud frente al riesgo por aluvión	57
FIGURA 2.2: Flujo de preferencias Social-Resiliencia S6: No tiene conocimiento sobre la ocurrencia pasada de desastres en la localidad.....	57
FIGURA 2.3: Flujo de preferencias Social-Resiliencia S7: No conoce si la comunidad ha establecido alianzas específicas con organizaciones para enfrentar los impactos por aluvión	58
FIGURA 2.4: Flujo de preferencias Social-Resiliencia S8: No conoce si los grupos vulnerables participan de las reuniones de toma de decisiones en la comunidad.....	59
FIGURA 2.5: Flujo de preferencias Social-Resiliencia S9: No participan las mujeres en las reuniones comunitarias y ocupan cargos directivos.....	59
FIGURA 3: Flujo de preferencias Física-Fragilidad	60

FIGURA 3.1: Flujo de preferencias Física-Fragilidad F1: Material predominantemente pared	61
FIGURA 3.2: Flujo de preferencias Física-Fragilidad F2: Material predominantemente techo	61
FIGURA 3.3: Flujo de preferencias Física-Fragilidad F3: Estado de conservación de la edificación	62
FIGURA 4: Flujo de preferencias Física-Resiliencia	63
FIGURA 4.1: Flujo de preferencias Física-Resiliencia F4: Antigüedad de la construcción	63
FIGURA 4.2: Flujo de preferencias Física-Resiliencia F5: Cumplimiento de la normatividad	64
FIGURA 4.3: Flujo de preferencias Física-Resiliencia F6: Tipo de vivienda.....	65
FIGURA 4.4: Flujo de preferencias Física-Resiliencia F7: Tenencia de vivienda	65
FIGURA 5: Flujo de preferencias Económica-Fragilidad	66
FIGURA 5.1: Flujo de preferencias Económica-Fragilidad E1: Ocupación principal	67
FIGURA 5.2: Flujo de preferencias Económica-Fragilidad E2: No produce alimentos que cubre su consumo mensual	67
FIGURA 5.3: Flujo de preferencias Económica-Fragilidad E3: No cuenta con ahorros financiero.....	68
FIGURA 5.4: Flujo de preferencias Económica-Fragilidad E4: No tiene créditos o una deuda pendiente.....	69

FIGURA 6: Flujo de preferencias Económica-Resiliencia.....	69
FIGURA 6.1: Flujo de preferencias Económica-Resiliencia E5: Ingreso familiar	70
FIGURA 6.2: Flujo de preferencias Económica-Resiliencia E6: Productos de siembra	71
FIGURA 6.3: Flujo de preferencias Económica-Resiliencia E7: Tenencia de animales mayores	71
FIGURA 6.4: Flujo de preferencias Económica-Resiliencia E8: Tenencia de animales menores	72
FIGURA 7: Flujo de preferencias Ambiental-Fragilidad	73
FIGURA 7.1: Flujo de preferencias Ambiental-Fragilidad A1: Manejo de aguas residuales.....	73
FIGURA 7.2: Flujo de preferencias Ambiental-Fragilidad A2: Manejo de residuos sólidos	74
FIGURA 7.3: Flujo de preferencias Ambiental-Fragilidad A3: Parcelas que cuenta con acceso a riego	75
FIGURA 7.4: Flujo de preferencias Ambiental-Fragilidad A4: Producción agrícola últimos 10 años	75
FIGURA 7.5: Flujo de preferencias Ambiental-Fragilidad A5: Producción pecuaria últimos 10 años	76
FIGURA 8: Flujo de preferencias Ambiental-Resiliencia.....	77
FIGURA 8.1: Flujo de preferencias Ambiental-Resiliencia A6: Capacitación en temas de contaminación ambiental	77

FIGURA 8.2: Flujo de preferencias Ambiental-Resiliencia A7: Tenencia de parcelas de uso agropecuario78

FIGURA 8.3: Flujo de preferencias Ambiental-Resiliencia A8: Número de parcelas de uso agropecuario79

FIGURA 8.4: Flujo de preferencias Ambiental-Resiliencia A9: Superficie total de parcelas de uso agropecuario79

FIGURA 8.5: Flujo de preferencias Ambiental-Resiliencia A10: Medidas preventivas para mitigar el cambio climático80



RESUMEN

El propósito fundamental de la investigación es la aplicación de la metodología de las decisiones multicriterio discreta PROMETHEE en el estudio de la variabilidad de la vulnerabilidad según cuatro dimensiones: social, física, económica y ambiental en el marco de la fragilidad y la resiliencia.

Se presentan los resultados logrando caracterizar la vulnerabilidad en niveles de muy alta, alta, media y baja en la Comunidad de Santa Cruz, Huaylas-Ancash ante el riesgo de aluvión por la Laguna de Arhuaycocha, constituyendo el PROMETHEE una metodología alternativa de ayuda en la toma de decisiones en la gestión del riesgo, y contribuir a mitigar y salvaguardar la vida de la población y en su entorno ambiental.

Palabras clave: metodología multicriterio, PROMETHEE, vulnerabilidad, riesgo.

ABSTRACT

The fundamental purpose of the research is the application of the PROMETHEE discrete multi-criteria decision methodology of in the study of variability of vulnerability according to four dimensions: social, physical, economic and environmental en the framework of fragility and resilience. The results are presented, characterizing the vulnerability at levels of very high, high, médium and low in the Community of Santa Cruz, Huaylas-Ancash in the face of the risk of alluvium by the Laguna de Arhuaycocha, constituting the PROMETHEE an alternative methodology of help in decisión making in risk management, and contribute to mitigating and safeguarding the life of the population and its environment.

Keywords: methodology multicriteria, PROMETHEE, vulnerability, risk.

ABSTRAIT

L'objectif fondamental de la recherche est l'application de la méthodologie de décision multicritère discrète PROMETHEE dans l'étude de la variabilité de la vulnérabilité selon quatre dimensions: sociale, physique, économique et environnementale dans le cadre de la fragilité et de la résilience. Les résultats sont présentés, caractérisant la vulnérabilité á des niveaux de très haut, haut, moyen et bas de la Communauté de Santa Cruz, Huaylas-Ancash face au risque d'alluvions par la Laguna de Arhuaycocha, constituant le PROMETHEE une méthodologie alternative d'aide á la decisión en matière de gestion des risques, et contribuer á l'atténuation et á la sauvegarde de la vie de la population et de son environnement.

Mots clés: Méthodologie multicritère, PROMETHEE, vulnérabilité, risque.

INTRODUCCIÓN

Los fenómenos de la naturaleza tanto naturales como originados por la mano del hombre conducen inexorablemente a la confrontación de situaciones de conflicto, y más delicado aun cuando sobre ellas se tiene que tomar decisiones. En el contexto de ámbitos de sociedad-naturaleza, y más aún desde un enfoque dimensional con las diversas problemáticas en general presentan serias complejidades en un alto nivel. Desde el campo de las DMD, en esta investigación interesa, el estudio de una metodología de decisión multicriterio denominada PROMETHEE, que permita validar o hacer una propuesta de estimación o mejor caracterización según los niveles de vulnerabilidad preestablecidos, en un enfoque de las dimensiones: social, física, económica y ambiental; esto con presencia de los eventos de fenómenos de la naturaleza ocasionadas o no por el hombre y la propia naturaleza, y que sirva a los entes responsables y gestores en esta temática, una herramienta alternativa de ayuda a la toma de decisiones sobre acciones a implementar y ejecutar. De hecho, la ciencia matemática interviene desde el campo de las decisiones multicriterio. Los problemas pueden incluso ser generados y enunciados de modo simple, pero el resolverlos y determinar una solución no siempre tiene una ocurrencia fácil y cómoda, al contrario suele ser difusa y difícil; la elección de elegir a las mejores de las soluciones (alternativas), sujetas a una cantidad finita de exigencias, imposiciones o usualmente denominados criterios, evidentemente pre establecidos; en base a ello se genera una matriz de evaluación en la relación alternativas-criterios o denominada simplemente matriz decisional; siendo el resultado de la evaluación algunas de las alternativas consideradas. La elección equivocada de las posibles soluciones lleva a serias implicancias trascendentales en la resolución del caso de

estudio; en ese propósito, se orienta la investigación, constituyendo principalmente una ayuda para los decisores. El resultado consiste en determinar una jerarquización de las alternativas propuestas en un problema de DMD dado. El PROMETHEE es un método que cuenta con una teoría matemática que a través de sus propias variantes busca resolver muchos y diversos problemas de decisión multicriterio en su relación con las otras ciencias. Finalmente, en la investigación, esta metodología es aplicada en un caso de estudio, un problema de estudio de caracterización de las vulnerabilidades con enfoque dimensional: social, física, económica y ambiental cuyo ámbito geográfico es el distrito de Santa Cruz en la provincia de Huaylas de la región de Ancash motivado por la generación de una laguna glaciar denominada Laguna de Arhuaycocha en el entorno de esta comunidad poblacional como consecuencia de la desglaciación del Nevado Arhuay, y todo ello en el marco del proyecto GLOP de INAIGEM-UNASAM.

CAPÍTULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento y formulación del problema

En el desarrollo de esta investigación se enuncian diversos conceptos requeridos así como dar a conocer la metodología PROMETHEE, con preferencia de las versiones: PROMETHEE I y PROMETHEE II; se revisaron ciertos conceptos generales: es la fundamentación de las DMD, las preferencias del decisor, la teoría de superación, la metodología PROMETHEE, y finalmente el caso problemático como aplicación real y práctica, referida a la priorización de alternativas indicadas en los descriptores según las dimensiones indicadas.

El problema de investigación se formuló de la siguiente manera:

¿Caracterizar la vulnerabilidad ante el riesgo de aluvión mediante el uso de las decisiones multicriterio discreta PROMETHEE en el distrito de Santa Cruz, Huaylas, Ancash, 2020?

1.2. Objetivos

Objetivo General:

Aplicar el análisis de decisiones multicriterio discreta PROMETHEE para la caracterización de la vulnerabilidad ante el riesgo de aluvión en la Comunidad de Santa Cruz, Huaylas, Ancash, 2020.

Objetivos Específicos:

- Aplicar el análisis de decisiones multicriterio discreta PROMETHEE para la caracterización de la vulnerabilidad ante el riesgo de aluvión en la dimensión social en el distrito de Santa Cruz, Huaylas, Ancash, 2020.
- Aplicar el análisis de decisiones multicriterio discreta PROMETHEE para la caracterización de la vulnerabilidad ante el riesgo de aluvión en la dimensión física en el distrito de Santa Cruz, Huaylas, Ancash, 2020.
- Aplicar el análisis de decisiones multicriterio discreta PROMETHEE para la caracterización de la vulnerabilidad ante el riesgo de aluvión en la dimensión económica en el distrito de Santa Cruz, Huaylas, Ancash, 2020.
- Aplicar el análisis de decisiones multicriterio discreta PROMETHEE para la caracterización de la vulnerabilidad ante el riesgo de aluvión en la dimensión ambiental en el distrito de Santa Cruz, Huaylas, Ancash, 2020.

1.3. Justificación

La caracterización de la vulnerabilidad, así como sucede de otros de elementos en el marco de la gestión del riesgo, sea propiamente el riesgo y el peligro se realizan a través de la metodología AHP; en tal situación, la presente investigación permitió incorporar otra metodología, el PROMETHEE, que ha permitido estimar la vulnerabilidad en niveles preestablecidos según normas de los organismos nacionales en el ámbito de la GRD, significando un aporte al estudio de estos eventos y fenómenos ambientales, constituyendo una alternativa de análisis para el estudio de este

tipo de problemáticas en la GDR. El procedimiento del PROMETHEE hace uso de conocimientos matemáticos del análisis matemático y el álgebra (funciones reales, métricas, criterios generalizados, teoría matricial, optimización matemática, entre otros) y se orienta a la determinación de la estimación de valoraciones numéricas de la vulnerabilidad; esto justifica y estimula a la profundización del campo de las decisiones multicriterio porque permite ampliar el espectro de posibilidades metodológicas de solución a problemas ambientales de este tipo, e incluso más generales.

1.4. Delimitación

En la presente investigación, en relación al ámbito geográfico, se ha considerado como referencia al distrito de Santa Cruz; se hace necesario delimitar el escenario de estudio solo a la Comunidad de Santa Cruz, por representar el núcleo poblacional mayoritario o más significativo del referido distrito, y que conlleva a una mayor atención prioritaria.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

El caracterizar evaluaciones de vulnerabilidades asociados a repercusiones glaciares (lagunas glaciares) aún no cuenta con una significativa literatura científica; no obstante, si existe un creciente aumento de hechos o sucesos de desastres naturales en glaciares ocurridos en diversos lugares del mundo con geografía inmersa de glaciares como consecuencia de la intervención de la presencia del hombre, así como de la misma naturaleza, en el contexto de los problemas GLOP.

2.1.1. A nivel internacional

Haerberli, W. (2016), *Increasing risks related to landslides from degrading permafrost into new lakes in de-glaciating mountain ranges*, analizó el registro de secuelas de los lagos y montañas determinando una notable variabilidad en el incremento del riesgo.

Emmer, A. (2016), *Journal of Flood Risk Management*, realizó un estudio exclusivamente sobre cómo administrar el riesgo intempestivo en temáticas ambientales contribuyendo al fortalecimiento del conocimiento y por ende de la ciencia.

Evans, S. (2015), *Catastrophic Mass Flows in the Mountain Glacial Environment*, realizó el estudio del riesgo y desastres de los hielos glaciales en un marco general de un contexto extenso, difícil y

complejo que permite sentar bases metodológicas sobre flujos de masas glaciares.

Faillettaz, J. (2015), *Avalanching glacier instabilities*, hizo una revisión a nivel de proceso en el marco de una perspectiva de observación de alerta temprana de la problemática de desestabilidad de avalanchas glaciares haciendo uso de la tecnología SAT.

Haeberli, W. (2015), *Snow and Ice – Related Hazards, Risks and Disasters*, analizó el hielo y la nieve en relación al riesgo y desastres generados por los glaciares reforzando su estrecha relación y el crecimiento de mayores fenómenos de amenazas y peligros.

Hermans y Erickson (2004), abordaron dos casos problemáticos en Norte América, sobre la gestión de recursos forestales e hídricos, extendiendo a otro caso alterando el uso de tierras y recursos hídricos con perspectivas políticas. La metodología PROMETHEE fue aplicada en beneficio de los aseguradores bajo una negociación de compromisos logrando una mejora en las decisiones operativas del problema.

Huggel, C. (2002), *Remote sensing based assessment of hazards from glacier lake outbursts*, hizo un estudio en los Alpes Suizos sobre peligros y riesgo con el uso de equipos tecnológicos-informáticos indispensables permitiendo tener la profundización del conocimiento en glaciares y que puedan ser aplicados en los glaciares de los Andes.

Waub et al. (2000), utilizó “el PROMETHEE para comparar escenarios forestales a partir de una planificación estratégica en Quebec, Canadá, siendo el objetivo desarrollar un conjunto de herramientas diseñadas para guiar las decisiones de los gestores forestales como una manera de mejorar la sostenibilidad forestal”.

Richardson, S. (2000), *An overview of glacial hazards in the Himalayas*, realizó un estudio y visión general de los peligros en los glaciares del Himalaya, dando alcances de nuevos eventos en la problemática de los glaciares.

Otro hecho es, el fenómeno ocurrido mediante un abrupto de desagüe del glaciar Ventisquero de Chile, el 2013 dentro el Parque Nacional Bernardo O` Higgins, después de que otro lago próximo lamentablemente desapareció ahí.

2.1.2. A nivel nacional

Portocarrero, C (2016), *Glaciares, Recursos Hídricos y Riesgos*, hizo un análisis de las principales lagunas generadas por glaciares en la Cordillera de los Andes y en particular en la Cordillera Blanca e identificó sus posibles consecuencias de riesgos potenciales y de peligros para las poblaciones próximas.

Ferro, V (2016), *Instrumentos financieros para la gestión del riesgo de desastres*, realizó un estudio formulando diversas estrategias de gestión del riesgo de desastres, así como el diseño del campo de

intervención del programa presupuestal sobre reducción de la vulnerabilidad y atención de emergencias por desastres.

Schneider, D (2014), *Mapping hazards from glacier lake outburst floods base don modelling of process cascades al Lake 513, Carhuaz, Perú*, evaluó los peligros haciendo uso de medios cartográficos de la problemática y aportando en la constitución de una metodología GLOF.

Portocarrero, C (2014), *Reducing risk from dangerous glacial lakes in the Cordillera Blanca, Perú*, realizó un registro exhaustivo a través de un reporte técnico sobre lagunas de origen glaciar en la Cordillera Blanca, permitiendo que dicha información constituya un documento de consulta permanente.

Portocarrero, C (1995), *Retroceso de Glaciares en el Perú. Consecuencias sobre los recursos hídricos y los riesgos geodinámicos*, realizó un estudio histórico de los glaciares peruanos en relación al agua y el riesgo simultáneamente, identificando el proceso de desglaciación en los Andes del Perú.

2.2. Bases filosóficas y epistemológicas

El estado de vulnerabilidad en la temática ambiental y según la GRD en el Perú ha permitido sensibilizar y delimitar su estudio. Según el BID (2010), “La ocurrencia de peligros naturales y antrópicos han estado asociados a la historia de la humanidad, causando desastres con impactos y efectos a la población y sus bienes. La vulnerabilidad en el Perú ante desastres es

significativa”. En ese sentido, se debe tener conciencia de la ubicación geográfica del país en el mundo.

Según Javier (2001), “La vulnerabilidad tiene una significación particular dependiendo del contexto en el que se use. En relación a la temática medioambiental, las principales aplicaciones del concepto de la vulnerabilidad, aparecen enlazada fundamentalmente a la ocurrencia de desastres naturales”. En la dimensión ambiental su significancia es trascendental.

Los tres factores de la vulnerabilidad concebidos y determinados son la exposición, la fragilidad y la resiliencia que induce a su estudio en un amplio espectro, sin menoscabar que constituimos un país muy expuesto a problemáticas naturales-ambientales, tales como son los sismos resultado de la fricción existente entre las placas oceánica y continental; el efecto invernadero; el efecto del cambio climático; el efecto de la desglaciación en los nevados de los Andes, entre otros; esto lleva a múltiples escenarios de vulnerabilidad clasificada en las dimensiones: social, física, económica y ambiental. La estimación de variabilidad de la vulnerabilidad y según sus descriptores correspondientes permite diferenciar entre sus elementos, la existencia del grado de vulnerabilidad, en términos de muy alto, alto, medio y bajo. También, entender que todo el país, según en algún momento en el tiempo, es factible de ser afectado en diferente grado por algún evento de riesgo. En el ámbito del escenario de los glaciares de los Andes, emerge una consecuencia de alta vulnerabilidad como son las lagunas glaciares, y

en su entorno la presencia de las comunidades poblaciones y sus sistemas de vidas que acrecientan la condición de vulnerabilidad.

Según el CAN (2009), “El Perú, como país miembro del CAN, resulta ser el más vulnerable a desastres ocasionados por fenómenos naturales, entre ellos de origen hidrometeorológico (inundaciones, huaycos y alud). La vulnerabilidad de asocia a condiciones sociales, físicas, económicas y ambientales”. La realidad del Perú está evidenciada con los hechos.

Según el CENEPRED (2017), “Los niveles de vulnerabilidad alteran los niveles del riesgo, un ejemplo es la localización de las comunidades poblaciones, por estar en zonas con suelo de mala calidad, así como el tipo de infraestructura de material precario o noble utilizado como vivienda, y la capacidad de la población para organizarse, asimilar y/o recuperarse ante un impacto natural”. Esto orienta a la volatilidad del concepto de la vulnerabilidad.

Según el BID (2010), “La vulnerabilidad está íntimamente ligada a los procesos sociales que se desarrollan en las áreas propensas y usualmente tiene que ver con la fragilidad, la susceptibilidad o la falta de resiliencia de la población ante amenazas de diferente índole. En otras palabras, los desastres son eventos socio-ambientales cuya materialización es el resultado de la construcción social del riesgo. Por lo tanto, su reducción debe hacer parte de los procesos de toma de decisiones, no solo en el caso de reconstrucción post desastre, sino también en la formulación de políticas

públicas y la planificación del desarrollo”. A ello se debe entender en el marco de la GRD.

Según el BID (2010), “La vulnerabilidad es una condición susceptible a shocks externos que pueden amenazar la vida humana y los sistemas de vida, además de los recursos naturales, las propiedades e infraestructura, productividad económica y prosperidad de una región”. En ese sentido, el saber comprender a la naturaleza es vital para saber cómo actuar.

Según Caiminagua y Nato (2012), “La investigación relacionada a la vulnerabilidad se considera como un factor preponderante durante el análisis de riesgo. Definir las variables e indicadores encaminan a la comprensión de los escenarios que presentan riesgos, que en muchas ocasiones se evidencian como una baja intensidad de amenaza o de diferentes características”. La generación de nuevo conocimiento alimenta la eficiencia de la GRD.

En el marco de la ley del SINAGERD (2011), se afirma que “Estimar la vulnerabilidad es uno de los procesos de la gestión del riesgo de desastres, éste se basa en la investigación científica y orienta acciones, estrategias y acciones de la sociedad con la finalidad de proteger la vida de la población y de sus bienes”. Lo que permite salvaguardar la vida de la especie humana.

2.3. Laguna Arhuaycocha

La investigación está enfocada en el distrito de Santa Cruz, específicamente en la Comunidad Santa Cruz donde la población está expuesta con

proximidad de la laguna Arhuaycocha, ésta se ha generado precisamente por el derretimiento del glaciar Arhuay. De acuerdo a la recogida de información del lugar, en ella se encuentran habitando 158 familias, comprendidos por los centros poblados de Tzactza, Huaripampa, Cashapampa, Punin, Carretera Colcas, Conay, Huancarhuaz, Colcas, Caranca, Hualcayán y Huallanca. Asimismo, las Comunidades de Santa Cruz, Sol de Oro de Huancarhuaz, Alpamayo, Hualcayán y Caranca.

La Laguna Arhuaycocha, es una laguna de origen glaciar en el Perú, generada por el glaciar Arhuay procedente de los nevados Pucahirca Sur (6 039 m) y Rinrihirca (5 888 m) en la quebrada Santa Cruz, ubicada en la provincia de Huaylas, región Ancash, en el flanco occidental de la Cordillera Blanca en los límites del Parque Nacional Huascarán.

Según la ANA (2019), “La Laguna Arhuaycocha está a unos 4500 metros sobre el nivel del mar con 1 107 m de largo, 400 m de ancho, y una superficie de aproximadamente 398,8 m² y una profundidad de unos 99,4 m”.

Figura 1.
Laguna Arhuaycocha



Nota. Google images.

2.4. Bases teóricas

2.4.1. LA TEORÍA DE DECISIÓN MULTICRITERIO

Introducción

Las decisiones multicriterio comprenden un conjunto de métodos de optimización vectorial considerando o no restricciones, donde se cuenta con al menos más de un objetivo y se busca la mejor solución, y siempre sujetos a las mismas restricciones que limitan su solución. La determinación de un “óptimo de Pareto”, significa admitir ya no estrictamente óptima, sino una solución eficiente o satisfactoria, o también se puede decir una solución de compromiso, y en esos

términos lo óptimo no siempre es lo mejor. En el campo de las DMD, el decisor tiene la posibilidad de elegir entre un conjunto de alternativas de solución, un nuevo conjunto de elección que recoge los diversos criterios, que a menudo tiene al menos uno de ellos contradictorio a los demás; así en el caso de la minimización de la vulnerabilidad, no se escogerá a la misma alternativa que si se basa en otro criterio, ya que no es posible ignorar que cada decisión real siempre consiste de un compromiso entre diversas soluciones, unas con sus pro y otras con sus contras, dependiendo de la decisión que al final se logre adoptar.

2.4.1.1. Breve apuntes históricos de las Decisiones Multicriterio

Discreta

Según Barba y Romero (1997), “Lo que generó e impulsó las Decisiones Multicriterio fue la ciencia económica a través de las investigaciones económicas de principios del siglo XX, las relaciones entre el comportamiento de los agentes económicos, específicamente tanto del productor como del consumidor permitió a los economistas profundizar sus teorías, y es ahí donde reside la forma como se determinan sus elecciones, sean de consumo o de producción, teniendo como precursores importantes a *Walras, Cournot y Pareto*”.

“En la década de los 60, *Pareto*, economista y sociólogo junto a *Walras y Cournot* investigaron sobre aquellos

problemas económicos en las que varios agentes contraponen sus intereses, dándose cuenta que ya no era posible que todos los agentes podían obtener su satisfacción máxima al mismo tiempo, y más aún cuando los recursos sean escasos o limitados. Precisamente, una situación tal, en la que los agentes no pueden mejorar su satisfacción todos a la vez se denominó un óptimo de Pareto” (Barba-Romero, 1997).

En la década de los 70, en la Haya (Países Bajos), en la realización del VII congreso de programación matemática, se dio la primera reunión científica en honor a las Decisiones Multicriterio, debido ya a una necesidad inexorable.

En 1972, en la Universidad de Columbia, Carolina del Sur (EE.UU), se realizó el I congreso exclusivamente dedicada a la MCDM (Multiple Criteria Decision Making), al mando de los científicos *Cochrane* y *Zeleny*, siendo un motivo para el posicionamiento de la decisión multicriterio, no obstante las discusiones del problema sobre la aditividad de las preferencias de decisión, ya señalados por *Leontief* (1947), *Debreu* (1960), *Fisburn* (1965 y 1970), entre otros científicos que también aportaron de manera inmediata al

conocimiento teórico y de ese modo contribuyeron a fortalecer los fundamentos de este campo de estudio.

2.4.1.2. Las Decisiones Multicriterio

Las decisiones multicriterio han cobrado mayor necesidad y por ende relevancia en el desarrollo del siglo XXI, gracias a su potencialidad en el contexto decisional en un vasto número de problemáticas organizacionales, en general. En el contexto de la investigación se extiende su alcance ahora al estudio de problemáticas ambientales, evidentemente con diversas metodologías de solución, en especial la metodología AHP utilizada por el CENEPRED, y que hace trascender la relevancia que tiene la ciencia matemática actualmente en la problemática ambiental.

2.4.2. DECISIÓN MULTICRITERIO DISCRETA

La decisión multicriterio discreta continúa logrando fortalecer en identidad e importancia con una terminología propia, con una riqueza en metodologías como métodos de solución a las problemáticas aplicadas sobre seleccionar alternativas bajo criterios múltiples pre establecidos. “En la década de los 60 y parte de los 70, los investigadores de los problemas multicriterios denominado SEMA, formulan un método asociado a la decisión multicriterio discreta, denominado, ELECTRE” (Roy, 1968).

La participación de la escuela francesa, entre ellos los científicos *Brans, Jacquet-Lagréze, Roy, Rouvens, Vansnick* y *Vincke*, en 1980, continuaron explorando y profundizando en esencia el problema de las DMD, incorporando la teoría de las relaciones de preferencias del decisor, luego las relaciones de superación, teniendo como base fundamental el estudio de las relaciones binarias enteras.

La decisión multicriterio discreta permite una aplicabilidad práctica aunada de la creciente utilización de las herramientas informáticas y que son cada día más dominantes en las diversas metodologías de decisiones multicriterio.

2.4.2.1. El Paradigma de la Decisión Multicriterio Discreta

El paradigma de la DMD significó un cambio al nuevo pensamiento sistémico, una perspectiva o forma de ver distinto a como se venía haciendo o entendiendo los problemas y la ciencia en sí misma. La teoría de sistemas resultó el soporte para el nuevo conocimiento en la comunidad científica.

Los elementos básicos y fundamentales que constituyen a este nuevo enfoque, refieren a los siguientes conceptos. Según Barba-Romero y Pomerol (1997):

Criterios. - Los criterios representan a los atributos y objetivos que se consideran relevantes para un cierto

problema decisional. Un criterio expresa, realmente a las preferencias del decisor respecto a un cierto atributo y pueden ser de carácter cuantitativos como cualitativos. (p. 027)

Conjunto de Elección. - Es el conjunto de todas las alternativas posibles a la solución del problema, usualmente dados en un número finito. Las alternativas se caracterizan por ser diferentes, excluyentes y exhaustivas. (p. 026)

“En cuanto a los dos tipos de evaluación para valorar los criterios, algunos atributos corresponden a evaluaciones numéricas, lo que se califica como un criterio cuantitativo. Sin embargo, otras evaluaciones no se efectúan naturalmente en una escala numérica, por tanto, a los criterios para los que no existe una unidad numérica de medida se les califica como criterios cualitativos”.

Matriz de Decisión. - La notación (a_{ij}) representa a la matriz de decisión, si cada fila expresa las cualidades de la alternativa i con respecto a los n atributos (criterios) considerados. Cada columna j recoge las evaluaciones con respecto a las m alternativas realizadas por el decisor. De ese modo, la matriz de decisión expresa las preferencias del decisor, capaz de dar para cada uno de los atributos

considerados y para cada alternativa del conjunto de elección, un valor numérico a_{ij} . (pp. 27-28)

Decisor. - Es el responsable de tomar la elección final una vez que conozca el problema sobre todas las posibles combinaciones dadas. (pp. 25-26)

2.4.2.2. El Problema de Decisión Multicriterio Discreta

El problema de DMD es, cuando existen al menos más de un criterio en conflicto, y al menos dos alternativas de solución, siendo la decisión al problema, el resultado de un compromiso entre todos los elementos intervinientes, generando el resultado más eficiente posible. En la disposición de las alternativas de solución deben ser evaluadas. Según Artola (2002), “la evaluación desde el punto de vista matemático se caracteriza por tener múltiples criterios generalmente en conflicto por el grado de desigualdad de desarrollo en que estos suelen encontrarse suscitándose un problema multicriterio”. En los problemas de DMD, lo pertinente es considerar para el número de alternativas una cantidad finita asequible.

2.4.2.3. Fundamentos Matemáticos en la Decisión Multicriterio Discreta

Espacio Normado

Definición 1.- Una norma en un espacio vectorial real V , es una función real $x \in V \rightarrow \|x\| \in \mathbb{R}$ definida en V , tal que cualesquiera que sean $x, y \in V$, y para todo $\lambda \in \mathbb{R}$, se cumple:

- $\|x\| \geq 0$ (positividad)
- $\|x + y\| \leq \|x\| + \|y\|$ (desigualdad triangular)
- $\|\lambda x\| = |\lambda| \|x\|$ (homogeneidad)
- $\|x\| = 0$, si y sólo si $x = 0$ (separación)

El número $\|x\|$ se llama la norma del vector x en V .

Definición 2.- Un espacio normado es el par $(V, \|\cdot\|)$, donde V es un espacio vectorial y $\|\cdot\|$ es una norma en V .

Dado que en el problema de DMD, cada criterio debe establecer su propia escala de medición, se hace inminente la necesidad de homogenizar las valoraciones de la matriz decisional para el tratamiento de aplicación de las diversas metodologías. Según Barba-Romero y Pomerol (1997):

Definición 3.- La normalización de los valores de los criterios, se establece para facilitar las siguientes condiciones:

- En los problemas de decisión multicriterio, las unidades en que están medidos los diferentes criterios suelen ser diferentes, en tal caso, una situación de comparación de los diferentes criterios no puede ser posible.
- Los decisores realizan con más facilidad las tareas comparativas entre criterios cuando trabajan con valores ya normalizados, en vez de sus valores originales correspondientes. (pp. 64-67)

Definición 4.- Sea el vector $a = (a_1, a_2, \dots, a_m)$ con $a_i \geq 0$.

Los métodos de normalización de vectores para obtener el vector normalizado de $v = (v_1, v_2, \dots, v_m)$, se determinan según los siguientes procedimientos:

- Procedimiento 1:
$$v_i = \frac{a_i}{\max.a_i}$$
- Procedimiento 2:
$$v_i = \frac{a_i - \min.a_i}{\max.a_i - \min.a_i}$$
- Procedimiento 3:
$$v_i = \frac{a_i}{\sum_i a_i}$$
- Procedimiento 4:
$$v_i = \frac{a_i}{(\sum_i a_i^2)^{1/2}} \text{ (p. 67)}$$

2.4.2.4. El Modelo Matemático del Problema de DMD

El ámbito de estudio y aplicabilidad donde las decisiones multicriterio discreta actúan son muy amplios y diversos,

sean ya de tipo sociales, físicos, económicos, ambientales e incluso tecnológicos, u otros.

En muchas situaciones problemáticas reales y concretas surge la necesidad de plasmar y expresar su representación por medio de un modelo matemático, de entre los muchos otros modelos existentes, de tal modo que sirva de ayuda y de una forma de comunicación con el propósito de conseguir la resolución del mismo.

El modelo matemático de un problema de DMD se representa según la siguiente formulación general:

$$Opt. \{g_1(a_i), g_2(a_i), \dots, g_j(a_i), \dots, g_n(a_i) / a_i \in A\}$$

Donde, A es un conjunto finito de posibles alternativas:

$$\{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m\}$$

y un conjunto de criterios de evaluación:

$$\{g_1(a_i), g_2(a_i), \dots, g_j(a_i), \dots, g_n(a_i)\}$$

que determina la siguiente matriz de decisión o de evaluación:

Tabla 1.
Matriz de Decisión.

	$g_1(a_i)$	$g_2(a_i)$...	$g_n(a_i)$
a_1	$g_1(a_1)$	$g_2(a_1)$...	$g_n(a_1)$
a_2	$g_1(a_2)$	$g_2(a_2)$...	$g_n(a_2)$
...
a_m	$g_1(a_m)$	$g_2(a_m)$...	$g_n(a_m)$

Nota. Matriz de decisión o de evaluación según el modelo matemático de un problema de DMD.

En caso un problema dado, (Caballero, 1997), afirma que: “tenga todos los objetivos a maximizar, dicha consideración no plantea ninguna limitación, dado que, si alguno de ellos fuera de minimización se facilita tomando la función opuesta del problema”.

2.4.3. RELACIONES DE PREFERENCIA

En las decisiones multicriterio en sentido amplio, el elemento que lleva la mayor responsabilidad siendo difícil y riesgosa es el decisor, ya que debe cumplir con evaluar las alternativas y finalmente elegir, de entre todas las alternativas, aquella que mejor resulte a los propósitos planteados, una errada decisión puede afectar los mejores planes de una organización al asumir la decisión elegida, alterando posiblemente todas las partes de las organizaciones e incluso países o regiones globales.

Esto da a entender que, el decisor debe ser capaz de elegir, si dispone de dos alternativas del conjunto de elección donde existe una preferencia en relación a otra, o también incluso cuando no se puede elegir a ningunos, es decir, puede ser indiferente entre las dos alternativas en cuestión o no ser admitidas o recomendables a ser implementadas.

2.4.3.1. Las Relaciones de Preferencia

Según Vincke (1992) afirma que: “Todo proceso de decisión involucra el acto de comparar. Cuando comparamos dos opciones o alternativas (a_i, a_k) , el resultado de la comparación puede ser uno de los siguientes enunciados”:

- “se prefiere a_i que a_k ”
- “es indiferente entre a_i y a_k ”
- “no se puede comparar entre a_i y a_k ”

Definición 5.- El decisor prefiere estrictamente a_i a a_k , $\forall a_i, a_k \in A$ cuando la elección se efectúa sin ninguna duda sobre a_i , es decir:

$$\begin{cases} \forall j, g_j(a_i) \geq g_j(a_k) \\ \exists h, g_h(a_i) > g_h(a_k) \end{cases} \Leftrightarrow a_i Pa_k$$

$a_i Pa_k$: a_i es estrictamente preferido a a_k .

Definición 6.- La decisión es de indiferente entre a_i y a_k cuando se acepta indistintamente una alternativa en relación a la otra, es decir:

$a_i Ia_k$: a_i es indiferente con a_k , $\forall j, g_j(a_i) = g_j(a_k)$.

Definición 7.- La decisión no distingue si prefiere estrictamente las alternativas a_i a a_k o si es indiferente entre las dos, es decir:

$$\begin{cases} \exists s, g_s(a_i) > g_s(a_k) \\ \exists r, g_r(a_i) < g_r(a_k) \end{cases} \Leftrightarrow a_i Ra_k$$

$a_i R a_k$: a_i es incomparable con a_k .

Según Barba-Romero y Pomerol (1997), “Las notaciones $P: \succ$, $I: \approx$ y $R: \geq$ representan respectivamente a tipos especiales de relaciones binarias, lo que se conoce como “relaciones de preferencia”. De este modo, se establece la identificación de alternativas dominadas, indiferentes o incomparables entre sí respectivamente. Las alternativas que no son dominadas se denominan alternativas o soluciones eficientes”. (pp. 29-30)

HIPÓTESIS DE RACIONALIDAD DEL DECISOR

Una especie de estructuración formal en las DMD está referido a las hipótesis de racionalidad. Según Barba-Romero y Pomerol (1997) establece:

Definición 8.- Las relaciones binarias \succ , \approx , \geq , actúan en el sentido de que relacionan dos alternativas del conjunto de elección A . (p. 30)

“Las hipótesis de racionalidad del decisor resultan necesarias debido a que las metodologías de decisiones multicriterio utilizan los pseudo criterios los cuales permiten hacer las comparaciones de las alternativas y los criterios”.

Definición 9.- Las hipótesis fuertes de racionalidad del decisor, es dada según las hipótesis siguientes:

Las relaciones \approx y \succ son disjuntas.

La relación \approx es reflexiva y simétrica

La relación \succ es asimétrica.

La relación \succeq es transitiva. (p. 33)

Proposición 1.- Bajo las hipótesis fuertes de racionalidad del decisor, la relación \succ es de orden, la relación \approx es de equivalencia y \succeq es de preorden. (pp. 33-34)

Proposición 2.- Sea un conjunto A provisto de una relación de preorden \mathcal{R} . Puede descomponerse entonces \mathcal{R} en una parte simétrica \approx y otra parte asimétrica \succ , tales que \approx sea una relación de equivalencia y \succ una relación de orden. (p. 34)

Definición 10.- Se dice que las preferencias \succeq del decisor verifican las hipótesis débiles de racionalidad del decisor, si:

Las dos relaciones \succ y \approx son disjuntas.

La relación de indiferencia \approx es reflexiva y simétrica.

La relación de preferencia estricta \succ es asimétrica y transitiva. (p. 36)

“Una estructura de preferencia que verifica las hipótesis débiles de racionalidad del decisor se denomina un cuasi-orden” (Barba-Romero y Pomerol, 1997, p.36).

FUNCIONES DE UTILIDAD

Las funciones de utilidad permiten transformar las valoraciones cualitativas a las valoraciones cuantitativas. Según Barba-Romero y Pomerol (1997) se establece:

Definición 11.- Sea el par (A, \succeq) , donde la relación \succeq es de preorden total. Se dice una función U de A en \mathcal{R} una *función de utilidad* que representa al preorden \succeq si y solamente si: $x \succeq y$ sí y sólo sí $U(x) \geq U(y)$. (p. 37)

Proposición 3.- Sea U una función de utilidad sobre A que representa al preorden parcial \succeq . Entonces, se cumplen las siguientes equivalencias:

$$x \succ y \text{ sí y sólo sí } U(x) > U(y)$$

$$x \approx y \text{ sí y sólo sí } U(x) = U(y). \text{ (p. 38)}$$

Teorema 1.- Sea A un conjunto finito totalmente preordenado por \succeq . Entonces, el preorden está totalmente representado por una cadena de elementos de la forma:

$$a_1 \geq a_2 \geq \dots \geq a_{m-1} \geq a_m. \text{ (p. 39)}$$

Lema 1.- Sea un conjunto A preordenado por \succeq . Entonces $x > y$ e $y = z$ implican $x > z$. (p. 40)

Observación 1:

1.- No siempre existe una función de utilidad que represente un preorden total cuando el conjunto de elección A es infinito. (p. 40)

2.- El preorden total en el plano es denominado “*preorden lexicográfico*” por coincidir con la ordenación alfabética de las palabras. (p. 41)

La existencia de otros tipos de funciones de utilidad está referenciada, según Barba-Romero y Pomerol (1997): afirma para las funciones de utilidad ordinales y cardinales, y de evaluación de las alternativas, lo siguiente:

Definición 12.- Se dice que un decisor expresa una función de utilidad ordinal cuando únicamente no indica más que el orden. (p. 43)

Definición 13.- Se dice que un decisor expresa *preferencias cardinales intervalo, o cardinales sin más*, si puede comparar las diferencias de preferencias. (p. 46)

“Es decir, una función de utilidad cardinal será pues una función que respeta las diferencias además del respetar el orden”.

Definición 14.- Una función de utilidad U que representa el preorden total de un decisor es cardinal si, para cualquiera dos pares de alternativas $(x \geq y)$ y $(a \geq b)$ en la relación de

preorden total, el cociente $\frac{[U(x) - U(y)]}{[U(a) - U(b)]}$ es un invariante

del decisor. (p. 45)

Definición 15.- Se dice que un decisor expresa preferencias cardinal ratio, si puede:

- i) Comparar las diferencias de preferencias; es decir, que si se indica $(x > y)$ y $(a > b)$, puede asimismo afirmar que la diferencia entre x e y es igual, mayor o menor que la diferencia entre a y b .
- ii) Existe un elemento a de A que puede servir de referencia absoluta, y tal que para toda utilidad U es $U(a) = 0$. (p. 47)

2.4.4. RELACIONES DE SUPERACIÓN

“Las relaciones de superación permiten el mecanismo básico de asociación mediante las comparaciones binarias entre alternativas y entre criterios, obedeciendo el cumplimiento del principio del *Conde de Condorcet*. Estas relaciones a su vez se basan en otras relaciones básicas denominadas relaciones de preferencias incorporadas por Roy (1960)” (Barba-Romero y Pomerol, 1997, pp. 205-206).

2.4.4.1. Las Relaciones de Superación

Según Barba-Romero y Pomerol (1997) se establece:

Definición 16.- Una alternativa a_i supera a otra alternativa a_k para los atributos considerados según *Condorcet* (1785):
“cuando una alternativa a_i es “tan buena al menos” como otra a_k en “una mayoría” de los criterios, y no hay ningún

criterio en el que a_i sea “notoriamente inferior” a a_k , y de ese modo se puede afirmar sin riesgo que a_i supera a a ”.

(p. 206). Esto se simboliza en la forma: $a_i S a_k$.

Una relación de superación establece una relación de preorden, generalmente parcial en el conjunto de las alternativas no dominadas de un problema dado. La relación de superación depende en gran medida de los valores de los pesos w_j y de los umbrales definidos. La principal ventaja de la relación de superación es que en ella no subyace necesariamente el supuesto de la transitividad de preferencias o de comparabilidad, que sí subyace a cualquier enfoque basado en funciones de utilidad. Así, si $a_1 S a_2$ y $a_2 S a_3$ (donde S representa la relación de superación), esto no implica necesariamente que $a_1 S a_3$.

(p. 206)

PSEUDOCRITERIOS

Según Barba-Romero y Pomerol (1997), afirma que: “El concepto de pseudocriterio permite al decisor mostrar sus preferencias entre las alternativas. Para cada criterio $j, j = 1, 2, \dots, n$ se debe definir el umbral de indiferencia q_j y el umbral de preferencia p_j , suponiendo que $p_j > q_j$.”

Los umbrales q y p permiten comparar las evaluaciones $U_j(a)$ y $U_j(b)$ de las alternativas a y b según el criterio j . (p. 207)

Definición 17.- La relación de preferencia \succ_j está dada por la siguiente relación: $a \succ_j b \Leftrightarrow U_j(a) > U_j(b) + p_j$. (p. 208)

Definición 18.- La relación de preferencia \approx_j está dada por la siguiente relación:

$$a \approx_j b \Leftrightarrow U_j(b) - q_j \leq U_j(a) \leq U_j(b) + q_j \quad (\text{p. 208})$$

Definición 19.- La relación de superación S_j asociada al criterio j está dada por todas las posibilidades de que a no sea estrictamente peor que b : $a S_j b \Leftrightarrow U_j(a) \geq U_j(b) - q_j$ (p. 208)

2.4.5. LA METODOLOGÍA PROMETHEE

2.4.5.1. Breve historia de la metodología PROMETHEE

Barba-Romero y Pomerol (1997), afirma que: “Los fundamentos básicos de la metodología PROMETHEE fueron introducidos por el profesor *Jean-Pierre Brans* (CSOO, VUB Vrije Universiteit Brussel) en 1982 durante una conferencia organizado por *R. Nadeau* y *M. Landry* en la Université Laval, Quèbeq, Canadá (L'Ingènièrie de la Dècision. Elaboration d'instruments d'Aide à la Dècision)”.

“En esa misma década, *Jean-Pierre Brans y Bertrand Mareschal* (Solvay School of Economics and Management, Université Libre de Bruxelles - ULB) desarrollaron e implementaron el método PROMETHEE III (ordenación basada en intervalos) y PROMETHEE IV (para el caso continuo). Asimismo, se propuso en 1988 el módulo visual interactivo GAIA, que proporciona una magnífica representación gráfica de la metodología PROMETHEE”. “La descripción aproximada de GAIA permite al decisor visualizar las principales características del problema de decisión, y permite tener la facilidad de identificar los conflictos o sinergias entre criterios, e identificar los conjuntos de acciones o alternativas y las luces observables de mejoras”.

“En 1992 y 1994, *J.P. Brans y B. Mareschal* sugirieron dos extensiones más: PROMETHEE V (MCDA con restricciones de segmentación) y PROMETHEE VI (representación y simulación del cerebro humano)” (p. 227) Desde su presentación de la metodología PROMETHEE, su aplicación en diversos campos ha sido sumamente trascendente y eficiente, la incorporación de nuevos conocimiento y herramientas matemáticas debe contribuir a su consistencia y estabilidad para el uso de los usuarios.

2.4.5.2. El Método PROMETHEE

PROMETHEE, es un método asociado a la Escuela Francesa: ELECTRE y PROMETHEE. El método PROMETHEE tiene por significado siguiente: **Método Organizacional de Ordenamiento de las Preferencias para una Evaluación Eficiente**, siendo una de sus primeras aplicaciones en problemas relacionados a la localización de servicios.

Davignon (1960) hizo algunas aplicaciones utilizando esta metodología en el campo de la salud, éstas fueron la que dieron origen a distinguir el método PROMETHEE I (ordenación parcial) y el método PROMETHEE II (ordenación completa).

La metodología PROMETHEE es parte de los métodos de superación, dado que todos ellos giran en torno del concepto teórico de las relaciones de superación; no obstante, existe entonces un conjunto de estos métodos discretos que se caracterizan porque son métodos de superación y tienen por objetivo proporcionar a los decisores, herramientas que permitan resolver un problema donde existen varios objetivos, no homogéneos, según ciertas sus preferencias. Es decir, estos métodos se aplican cuando el conjunto de alternativas que se considera es

discreto y es factible enumerar y tratar explícitamente cada uno de las alternativas posibles.

El método PROMETHEE, formulado por *Brans et al.* (1984), es una técnica de decisión multicriterio que trata de establecer mediante la evaluación en función de n criterios g_1, g_2, \dots, g_n , una ordenación jerarquizada en el conjunto de A alternativas.

Definición 20.- Sea j un criterio a maximizar, y dos alternativas $a_i = (a_{i1}, a_{i2}, \dots, a_{in})$ y $a_k = (a_{k1}, a_{k2}, \dots, a_{kn})$ donde $a_{ij} = U_j(a_i)$ con $a_{ij} \geq a_{kj}$, y sea $d_{ik} = a_{ij} - a_{kj}$, la función de preferencia relativa a j está dada por:

$$S_j(a_i, a_k) = S_j(d_{ik}) = \begin{cases} 0, & d_{ik} = 0 \\ 1, & d_{ik} > 0 \end{cases}, \text{ donde } d_{ik} = 0 \text{ es la}$$

relación de indiferencia y $d_{ik} > 0$ es la relación de preferencia estricta.

Aquí $S_j(d_{ik})$ es una función de $[0,1]$ en $\{0,1\}$.

El ordenamiento parcial (PROMETHEE I) u ordenamiento completo (PROMETHEE II) entre las diferentes alternativas se determina a través del cálculo de la matriz de índice de preferencia. Para calcular esta matriz es necesario

conocer cuál es el criterio generalizado bajo el cual se evalúa cada uno de los criterios.

CRITERIO GENERALIZADO

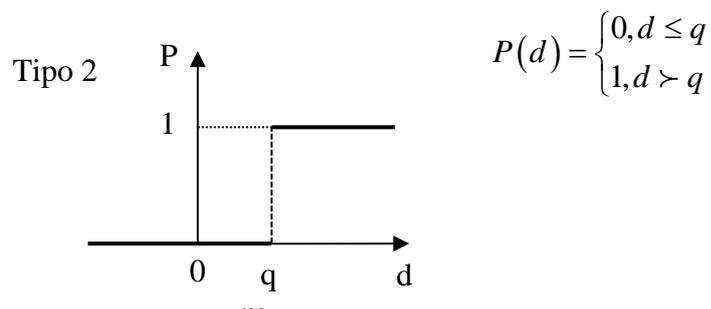
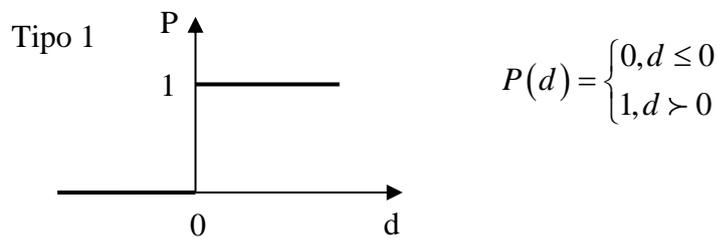
Definición 21.- Un criterio generalizado es una función de preferencia $P_j(a_i, a_k)$, indica el grado de preferencia o de superación de una alternativa a_i respecto de otra a_k , de forma tal que:

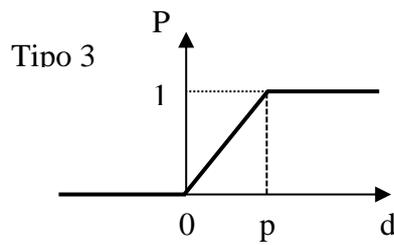
$$P_j(a_i, a_k) \approx P_j(d_j(a_i, a_k)) \quad \forall a_i, a_k \in A, \quad \text{donde}$$

$$d_j(a_i, a_k) \approx g_j(a_i) - g_j(a_k), \text{ siendo } 0 \leq d_j(a_i, a_k) \leq 1$$

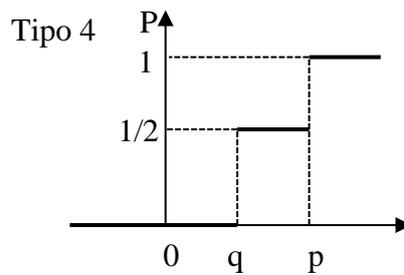
Entonces, el par $\{g_j(\cdot), P_j(\cdot, \cdot)\}$ se denomina criterio generalizado asociado al criterio $g_j(\cdot)$.

Existen seis tipos de criterios generalizados y están dados por:

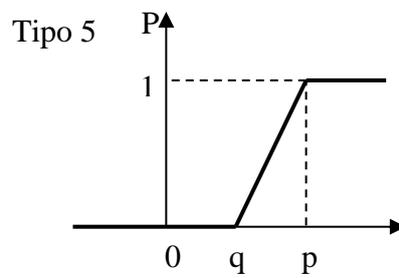




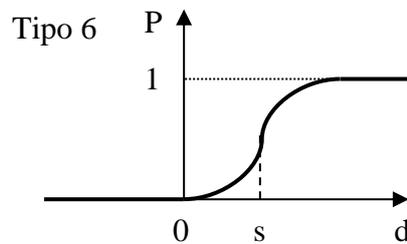
$$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ \frac{d}{p}, & 0 \leq d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$$



$$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ \frac{1}{2}, & q < d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$$



$$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq q \\ \frac{d-q}{p-q}, & q < d \leq p \\ 1, & d > p \end{cases}$$



$$P(d) = \begin{cases} 0, & d \leq 0 \\ 1 - e^{-\frac{d^2}{2s^2}}, & d > 0 \end{cases}$$

Aclaraciones sobre el significado de los tipos de criterios generalizados establecidos:

Criterio tipo I: no se requiere la determinación de umbrales.

Criterio tipo II: debe determinarse previamente un umbral de indiferencia.

Criterio tipo III: debe determinarse previamente un umbral de preferencia.

Criterio tipo IV y V: requiere previamente del establecimiento de dos umbrales, uno de indiferencia q y otro de preferencia p .

Criterio tipo VI: debe previamente establecerse de un umbral s , normalmente comprendido entre los valores de q y p .

Definición 22.- El índice de preferencia c_{ik} , suponiendo que los pesos w_j son establecidos y normalizados, está dado por:

$$c_{ik} = \sum_j w_j S_j(a_i, a_k) = \sum_j w_j S_j(d_{ik})$$

Proposición 4.- El índice de preferencia c_{ik} se dice que es nulo, sí y solamente sí, a_i es indiferente a a_k para todos los criterios; c_{ik} es igual a 1, sí y solamente sí, a_i es estrictamente preferida a a_k , para todos los criterios.

Definición 23.- Se denomina:

1) Flujo de orden saliente en a_i

$$\phi_{a_i}^+ = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} c_{a_i, x}$$

2) Flujo de orden entrante en a_i

$$\phi_{a_i}^- = \frac{1}{n-1} \sum_{x \in A} c_{x, a_i}$$

3) Flujo neto en a_i

$$\phi_{a_i} = \phi_{a_i}^+ - \phi_{a_i}^-$$

Aclaraciones sobre los flujos de orden:

El flujo de orden saliente determina el carácter dominante de una alternativa, por ello será mejor aquella alternativa que tenga mayor valor de flujo de orden saliente.

El flujo de orden entrante determina la debilidad de una alternativa, en tanto es dominada por las demás, así será mejor aquella alternativa que tenga un valor de flujo de orden entrante más pequeño.

Definición 24.- El método PROMETHEE I, establece que a_i supera a a_k sí y solo sí:

$$\phi_{a_i}^+ > \phi_{a_k}^+ \text{ y } \phi_{a_i}^- < \phi_{a_k}^- \text{ o } \phi_{a_i}^+ > \phi_{a_k}^+ \text{ y } \phi_{a_i}^- = \phi_{a_k}^- \text{ o}$$

$$\phi_{a_i}^+ = \phi_{a_k}^+ \text{ y } \phi_{a_i}^- < \phi_{a_k}^-$$

En cualquier otro caso, a_i no supera a a_k .

En el método PROMETHEE II se hace uso del flujo neto determinado por: $\phi = \phi^+ - \phi^-$.

Definición 25.- El método PROMETHHE II establece que a_i supera a a_k si y solo sí $\phi_{a_i} \geq \phi_{a_k}$.

2.4.5.3. Algoritmo PROMETHEE

El algoritmo PROMETHEE consiste de los siguientes pasos:

Paso 1.- Dada una matriz decisional (A_i, C_j) $i = 1, \dots, m$ $j = 1, \dots, n$ y un vector de pesos $W = (w_1, \dots, w_n)$ tal que $W = \sum_{j=1}^n w_j = 1$.

Paso 2.- determinación del criterio generalizado.

Requiere que a cada criterio g_j se le asocie un criterio generalizado $P_j(d_j(a_i, a_k))$, que permitirá valorar la preferencia de una alternativa a_i respecto a otra a_k , una función de la diferencia entre evaluaciones:

$$d_j(a_i, a_k) = g_j(a_i) - g_j(a_k)$$

Paso 3.- construcción del índice de preferencia, que consiste en calcular el índice de preferencia multicriterio dado por:

$$c_{ik} = \sum_j w_j P_j(a_i, a_k) = \sum_j w_j P_j(d_j(a_i, a_k)) = \sum_j w_j S_j(a_i, a_k)$$

donde $d_{ik} = a_{ij} - a_{kj}$, con los pesos conocidos y normalizados y cumple que $\sum_{j=1}^k w_j = 1$.

Paso 4.- Adopción de la decisión final: ordenación parcial de las alternativas.

Cálculo de los flujos de ordenación: el saliente y el entrante, que reflejan el grado en que una alternativa i domina o es dominada por las restantes. A través de estos dos flujos se puede establecer un orden parcial entre las alternativas - PROMETHEE I, ocurriendo incluso, incomparabilidades entre ellas.

$$\phi_i^+ = \sum_k c_{ik} \text{ y } \phi_i^- = \sum_k c_{ki}$$

Paso 5.- Ordenación total de las alternativas o de la decisión final. Se calcula el flujo neto.

La ordenación total de las alternativas se obtiene mediante la relación de superación, según los flujos:

$$a_i \text{ supera a } a_k \text{ sí y sólo sí: } \phi_i^+ > \phi_k^+ \text{ y } \phi_i^- < \phi_k^-$$

$$\text{o } a_i \text{ supera a } a_k \text{ sí y sólo sí: } \phi_i^+ > \phi_k^+ \text{ y } \phi_i^- = \phi_k^-$$

$$\text{o } a_i \text{ supera a } a_k \text{ sí y sólo sí: } \phi_i^+ = \phi_k^+ \text{ y } \phi_i^- < \phi_k^-$$

En cualquier otro caso a_i no supera a a_k .

2.5. Definición de términos

Los términos necesarios en la presente investigación son:

Aluvi3n.- es una violenta corriente de lodo que transporta de manera r1pida rocas de gran tama1o y arrasa todo a su paso. (INDECI, 2022)

An1lisis de la Vulnerabilidad.- constituye una etapa de la evaluaci3n de riesgo, en la que se analiza los factores de exposici3n, fragilidad y la resiliencia en funci3n al nivel de peligrosidad determinada, se evalúa el nivel de vulnerabilidad y se elabora el mapa del nivel de vulnerabilidad de la unidad f1sica, social o ambiental evaluada (CENEPRED, 2014).

Decisi3n Multicriterio.- es la adquisici3n de destrezas relativas a la modelizaci3n matem1tica multicriterio mediante el estudio de modelos tipo y la consideraci3n de varios objetivos (Toskano, 2001).

Fragilidad.- la fragilidad est1 referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro (CENEPRED, 2014).

Laguna Glaciar.- es un tipo de laguna generada por la desglaciaci3n de un glaciar (USAID, 2014).

Modelo Matem1tico.- es una terna de la forma (S, Q, M), donde S representa al sistema o situaci3n problem1tica, Q hace referencia a las interrogantes que se formulan en relaci3n a S, y M es el conjunto de relaciones matem1ticas necesarias para resolver a lo planteado en Q (Velten, 2007).

Problema de Decisi3n Multicriterio Discreta.- plantea que aquellos problemas en los que las alternativas de decisi3n son finitas se denominan Problemas de Decisiones Multicriterio Discreta (Toskano, 2000).

Resiliencia.- la resiliencia está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro (CENEPRED, 2014).

Riesgo.- es la probabilidad de consecuencias negativas o pérdidas inducidas por la combinación de amenazas – naturales, socio-naturales o producidas por el ser humano - y condiciones de vulnerabilidad contrarrestadas por la capacidad para enfrentar y adaptarse a dichos riesgos (Unisdr, 2009 y Wisner, Blaikie & Cannon, 2004).

Vulnerabilidad. - es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro. La vulnerabilidad puede ser explicada por tres factores: Exposición, Fragilidad y Resiliencia. Se expresa en términos de 0 a 1 (CENEPRED, 2014).

2.6. Hipótesis

La aplicación del análisis de decisiones multicriterio discreta PROMETHEE determina la caracterización de la vulnerabilidad ante el riesgo de aluvión en la Comunidad de Santa Cruz, Huaylas, Ancash, 2020.

2.7. Variables

En el problema de investigación se estableció las siguientes variables de estudio:

Variable Independiente:

- Decisión multicriterio discreta PROMETHEE

Variable Dependiente:

- La Vulnerabilidad

CAPÍTULO III

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo de investigación

El estudio, según su naturaleza, nivel o profundidad es una investigación descriptiva, y según su propósito o aplicación es una investigación aplicada de carácter cuantitativo no experimental.

3.2. Diseño de investigación

El diseño es descriptivo, dado que se busca y recoge información relacionada con el objetivo de estudio, y no se presenta el control de un tratamiento.

Esquema:

M - O

Donde:

M: indica la muestra de pobladores de la Comunidad de Santa Cruz, Huaylas.

O: Observaciones de interés que se recoge a partir de la muestra.

3.3. Población y muestra

La población determinada en la investigación es el distrito de Santa Cruz, siendo el número de población constituido por 158 familias.

3.4. Técnicas de instrumentos de recolección de datos

A través de un análisis documental de bibliografía especializada y de visitas de campo en el escenario de estudio, se recogió los datos en relación a las

manifestaciones de vulnerabilidad, según las dimensiones: social, física, económica y ambiental.

Entrevistas con miembros del equipo del proyecto GLOP de INAIGEM-UNASAM para conocer la valoración o importancia en el análisis de los descriptores en el marco de las dimensiones: social, física, económica y ambiental en condiciones de fragilidad y resiliencia.

3.5. Análisis de la información

Después de realizar la clasificación de los datos, el análisis de la vulnerabilidad permitirá reducir el tamaño de los datos, seleccionando la variable independiente y dependiente. Así como, para la recolección de la información se realizaron las salidas de campo al distrito de Santa Cruz; entrevistas a los especialistas en el tema, acceso a bases de datos y bibliotecas físicas y virtuales, y publicaciones en la línea de investigación de vulnerabilidades asociados a glaciares.

3.6. Plan de procesamiento y análisis de datos

Una vez dispuesta la información necesaria y suficiente de la investigación, se aplicó la metodología PROMETHEE, facilitando su comprensión por medio de un modelo matemático como problema de DMD. Asimismo, se hizo el desarrollo manual a cierta medida del proceso para la aplicación del caso de estudio, así como también en la utilización de un programa informático Visual PROMETHEE para facilitarse resolver el problema de decisión multicriterio discreta en estudio.

3.7. Resultados

Los resultados se han determinado sistemáticamente con el uso de la aplicación de la metodología PROMETHEE desde la obtención de la información, analizados y presentados, permitiendo conocer el comportamiento típico de la variable lograda.

3.8. Interpretación

La interpretación de la información se realizó a través del uso de un programa computacional-matemático en relación a la metodología PROMETHEE, complementado con un análisis breve de ideas relevantes. Asimismo, se ordenaron los niveles de la vulnerabilidad de cada uno de los descriptores sobre los resultados de las matrices valoradas que fueron establecidas en el marco de las dimensiones: social, física, económica y ambiental.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Presentación de Resultados

Dado que el tipo de investigación es aplicada, con el objetivo de caracterizar la vulnerabilidad en el marco de las dimensiones: social, física, económica y ambiental en niveles de: muy alto, alto, moderado y bajo, haciendo uso de la metodología multicriterio discreta PROMETHEE.

Propósito del problema: CARACTERIZACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

I. Objetivo Específico 1.- SOCIAL. FRAGILIDAD – RESILIENCIA

I.1 SOCIAL-FRAGILIDAD

S1. Grupo Etéreo

S2. Discapacidad

S3. No ha participado en reuniones comunales, donde se ha evaluado los riesgos y amenazas por aluvión

S4. No tiene su comunidad una reserva de alimentos y agua colectiva ante la emergencia frente a un aluvión

ALGORITMO PROMETHEE

Paso 1.- Se inicia con la matriz decisional $(A_i, C_j) \quad i = 1, \dots, 4 \quad j = 1, \dots, 4,$

así como de un vector de pesos $W = (w_1, \dots, w_4)$ tal que $W = \sum_{j=1}^4 w_j = 1.$

(Saaty, 1984b)

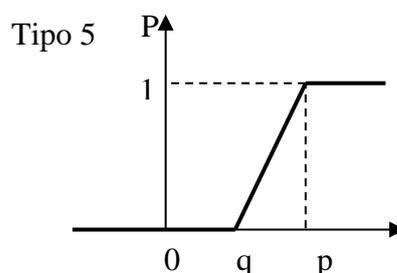
Tabla 2.
Dimensión: Social – Fragilidad.

SOCIAL - FRAGILIDAD	S1	S2	S3	S4
	MIN.	MIN.	MIN.	MIN.
S1.	1	0.200	2.000	2.000
S2.	5.000	1	3.000	3.000
S3.	0.500	0.333	1	2.000
S4.	0.500	0.333	0.500	1
PESO	0.196	0.536	0.157	0.111

Nota. Dimensión Social – Fragilidad del Objetivo Especifico 1.

Paso 2.- Determinación del criterio generalizado

Los criterios establecidos en el problema se asocian a un criterio generalizado específico, siendo todos los criterios de minimización con preferencia lineal, se establecen los umbrales con parámetros $p = 3$ y $q = 0$, del tipo 5.



Se supone que sí se cumple que $a_{ij} \geq a_{kj}$, es decir, de cómo se sitúan las dos alternativas con respecto al criterio j , se define la función de preferencia del tipo 5, dado por:

$$S_j(a_i, a_k) = S_j(d_{i_k}) = P(d) = \begin{cases} 0, & d_{i_k} \leq q \\ \frac{d - q}{p - q}, & q < d_{i_k} \leq p \\ 1, & d_{i_k} > p \end{cases}$$

En detalle, se hacen los cálculos de cada uno de los valores de $d_{ik} = a_{ij} - a_{kj}$:

PRIMERA FILA – MATRIZ DE PREFERENCIA

S1-S2:

$$d_{12}^j = a_{1j} - a_{2j}$$

$$j = 1: d_{12} = a_{11} - a_{21} = 1,000 - 5,000 = 4,000$$

$$j = 2: d_{12} = a_{12} - a_{22} = 0,200 - 1,000 = 0,800$$

$$j = 3: d_{12} = a_{13} - a_{23} = 2,000 - 3,000 = 1,000$$

$$j = 4: d_{12} = a_{14} - a_{24} = 2,000 - 3,000 = 1,000$$

S1-S3:

$$d_{13}^j = a_{1j} - a_{3j}$$

$$j = 1: d_{13} = a_{11} - a_{31} = 1,000 - 0,500 = -0,500$$

$$j = 2: d_{13} = a_{12} - a_{32} = 0,200 - 0,333 = 0,133$$

$$j = 3: d_{13} = a_{13} - a_{33} = 2,000 - 1,000 = -1,000$$

$$j = 4: d_{13} = a_{14} - a_{34} = 2,000 - 2,000 = 0,000$$

S1-S4:

$$d_{14}^j = a_{1j} - a_{4j}$$

$$j = 1: d_{14} = a_{11} - a_{41} = 1,000 - 0,500 = -0,500$$

$$j = 2: d_{14} = a_{12} - a_{42} = 0,200 - 0,333 = 0,133$$

$$j = 3: d_{14} = a_{13} - a_{43} = 2,000 - 0,500 = -1,500$$

$$j = 4: d_{14} = a_{14} - a_{44} = 2,000 - 1,000 = -1,000$$

SEGUNDA FILA – MATRIZ DE PREFERENCIA

S2-S1:

$$d_{21}^j = a_{2j} - a_{1j}$$

$$j = 1: d_{21} = a_{21} - a_{11} = 5,000 - 1,000 = -4,000$$

$$j = 2: d_{21} = a_{22} - a_{12} = 1,000 - 0,200 = -0,800$$

$$j = 3: d_{21} = a_{23} - a_{13} = 3,000 - 2,000 = -1,000$$

$$j = 4: d_{21} = a_{24} - a_{14} = 3,000 - 2,000 = -1,000$$

S2-S3:

$$d_{23}^j = a_{2j} - a_{3j}$$

$$j = 1: d_{23} = a_{21} - a_{31} = 5,000 - 0,500 = -4,500$$

$$j = 2: d_{23} = a_{22} - a_{32} = 1,000 - 0,333 = -0,667$$

$$j = 3: d_{23} = a_{23} - a_{33} = 3,000 - 1,000 = -2,000$$

$$j = 4: d_{23} = a_{24} - a_{34} = 3,000 - 2,000 = -1,000$$

S2-S4:

$$d_{24}^j = a_{2j} - a_{4j}$$

$$j = 1: d_{24} = a_{21} - a_{41} = 5,000 - 0,500 = -4,500$$

$$j = 2: d_{24} = a_{22} - a_{42} = 1,000 - 0,333 = -0,667$$

$$j = 3: d_{24} = a_{23} - a_{43} = 3,000 - 0,500 = -2,500$$

$$j = 4: d_{24} = a_{24} - a_{44} = 3,000 - 1,000 = -2,000$$

TERCERA FILA – MATRIZ DE PREFERENCIA

S3-S1:

$$d_{31}^j = a_{3j} - a_{1j}$$

$$j = 1: d_{31} = a_{31} - a_{11} = 0,500 - 1,00 = 0,500$$

$$j = 2: d_{31} = a_{32} - a_{12} = 0,333 - 0,200 = -0,133$$

$$j = 3: d_{31} = a_{33} - a_{13} = 1,000 - 2,000 = 1,000$$

$$j = 4: d_{31} = a_{34} - a_{14} = 2,00 - 2,000 = 0,000$$

S3-S2:

$$d_{32}^j = a_{3j} - a_{2j}$$

$$j = 1: d_{32} = a_{31} - a_{21} = 0,500 - 5,000 = 4,500$$

$$j = 2: d_{32} = a_{32} - a_{22} = 0,333 - 1,000 = 0,667$$

$$j = 3: d_{32} = a_{33} - a_{23} = 1,000 - 3,000 = 2,000$$

$$j = 4: d_{32} = a_{34} - a_{24} = 2,000 - 3,000 = 1,000$$

S3-S4:

$$d_{34}^j = a_{3j} - a_{4j}$$

$$\begin{aligned}
 j = 1: d_{34} &= a_{31} - a_{41} = 0,500 - 0,500 = 0,000 \\
 j = 2: d_{34} &= a_{32} - a_{42} = 0,333 - 0,333 = 0,000 \\
 j = 3: d_{34} &= a_{33} - a_{43} = 1,000 - 0,500 = -0,500 \\
 j = 4: d_{34} &= a_{34} - a_{44} = 2,000 - 1,000 = -1,000
 \end{aligned}$$

CUARTA FILA – MATRIZ DE PREFERENCIA

S4-S1:

$$d_{41}^j = a_{4j} - a_{1j}$$

$$\begin{aligned}
 j = 1: d_{41} &= a_{41} - a_{11} = 0,500 - 1,000 = 0,500 \\
 j = 2: d_{41} &= a_{42} - a_{12} = 0,333 - 0,200 = -0,133 \\
 j = 3: d_{41} &= a_{43} - a_{13} = 0,500 - 2,000 = 1,500 \\
 j = 4: d_{41} &= a_{44} - a_{14} = 1,000 - 2,000 = 1,000
 \end{aligned}$$

S4-S2:

$$d_{42}^j = a_{4j} - a_{2j}$$

$$\begin{aligned}
 j = 1: d_{42} &= a_{41} - a_{21} = 0,500 - 5,000 = 4,500 \\
 j = 2: d_{42} &= a_{42} - a_{22} = 0,333 - 1,000 = 0,667 \\
 j = 3: d_{42} &= a_{43} - a_{23} = 0,500 - 3,000 = 2,500 \\
 j = 4: d_{42} &= a_{44} - a_{24} = 1,000 - 3,000 = 2,000
 \end{aligned}$$

S4-S3:

$$d_{43}^j = a_{4j} - a_{3j}$$

$$\begin{aligned}
 j = 1: d_{43} &= a_{41} - a_{31} = 0,500 - 0,500 = 0,000 \\
 j = 2: d_{43} &= a_{42} - a_{32} = 0,333 - 0,333 = 0,000 \\
 j = 3: d_{43} &= a_{43} - a_{33} = 0,500 - 1,000 = 0,500 \\
 j = 4: d_{43} &= a_{44} - a_{34} = 1,000 - 2,000 = 1,000
 \end{aligned}$$

Paso 3.- Cálculo de la matriz de índices de preferencias a través de la relación

matemática $c_{ik} = \sum_j w_j S_j(a_i, a_k) = \sum_j w_j S_j(d_{ik})$ a partir del índice de

preferencia c_{ik} entre las alternativas a_i y a_k ; es decir, se obtiene sumando

los pesos asociados a los criterios en los que la alternativa i es mejor que la alternativa k .

Proposición 1.- El índice de preferencia c_{ik} es nulo si y solamente si, a_i es indiferente a a_k para todos los criterios; c_{ik} es igual a 1 si y solamente sí, a_i es estrictamente preferida a a_k , para todos los criterios.

Los valores de los índices de preferencia, está dado por la relación:

$$c_{ik} = \sum_{j=1}^4 w_j S_j(d_{ik}) \quad \text{y}$$

$$S_j(d_{ik}) = \begin{cases} 0, & d_{ik} \leq q \\ \frac{d_{ik} - q}{p - q}, & q < d_{ik} \leq p \\ 1, & d_{ik} > p \end{cases}$$

PRIMERA FILA – MATRIZ DE PREFERENCIA

S1 con S2:

$$\begin{aligned} c_{12} &= \sum_{j=1}^4 w_j S_j(d_{12}^j) = w_1 S_1(d_{12}^1) + w_2 S_2(d_{12}^2) + w_3 S_3(d_{12}^3) + w_4 S_4(d_{12}^4) \\ &= (0.196)(1) + (0.536)(0.27) + (0.157)(0.33) + (0.111)(0.33) \\ &= 0.430 \end{aligned}$$

S1 con S3:

$$\begin{aligned} c_{13} &= \sum_{j=1}^4 w_j S_j(d_{13}^j) = w_1 S_1(d_{13}^1) + w_2 S_2(d_{13}^2) + w_3 S_3(d_{13}^3) + w_4 S_4(d_{13}^4) \\ &= (0.196)(0) + (0.536)(0.04) + (0.157)(0) + (0.111)(0) \\ &= 0.021 \end{aligned}$$

S1 con S4:

$$\begin{aligned} c_{14} &= \sum_{j=1}^4 w_j S_j(d_{14}^j) = w_1 S_1(d_{14}^1) + w_2 S_2(d_{14}^2) + w_3 S_3(d_{14}^3) + w_4 S_4(d_{14}^4) \\ &= (0.196)(0) + (0.536)(0.04) + (0.157)(0) + (0.111)(0) \\ &= 0.021 \end{aligned}$$

SEGUNDA FILA – MATRIZ DE PREFERENCIA

S2 con S1:

$$\begin{aligned}c_{21} &= \sum_{j=1}^4 w_j S_j(d_{21}^j) = w_1 S_1(d_{21}^1) + w_2 S_2(d_{21}^2) + w_3 S_3(d_{21}^3) + w_4 S_4(d_{21}^4) \\ &= (0.196)(0) + (0.536)(0) + (0.157)(0) + (0.111)(0) \\ &= 0.000\end{aligned}$$

S2 con S3:

$$\begin{aligned}c_{23} &= \sum_{j=1}^4 w_j S_j(d_{23}^j) = w_1 S_1(d_{23}^1) + w_2 S_2(d_{23}^2) + w_3 S_3(d_{23}^3) + w_4 S_4(d_{23}^4) \\ &= (0.196)(0) + (0.536)(0) + (0.157)(0) + (0.111)(0) \\ &= 0.000\end{aligned}$$

S2 con S4:

$$\begin{aligned}c_{24} &= \sum_{j=1}^4 w_j S_j(d_{24}^j) = w_1 S_1(d_{24}^1) + w_2 S_2(d_{24}^2) + w_3 S_3(d_{24}^3) + w_4 S_4(d_{24}^4) \\ &= (0.196)(0) + (0.536)(0) + (0.157)(0) + (0.111)(0) \\ &= 0.000\end{aligned}$$

TERCERA FILA – MATRIZ DE PREFERENCIA

S3 con S1:

$$\begin{aligned}c_{31} &= \sum_{j=1}^4 w_j S_j(d_{31}^j) = w_1 S_1(d_{31}^1) + w_2 S_2(d_{31}^2) + w_3 S_3(d_{31}^3) + w_4 S_4(d_{31}^4) \\ &= (0.196)(0.16) + (0.536)(0) + (0.157)(0.33) + (0.111)(0) \\ &= 0.083\end{aligned}$$

S3 con S2:

$$\begin{aligned}c_{32} &= \sum_{j=1}^4 w_j S_j(d_{32}^j) = w_1 S_1(d_{32}^1) + w_2 S_2(d_{32}^2) + w_3 S_3(d_{32}^3) + w_4 S_4(d_{32}^4) \\ &= (0.196)(1) + (0.536)(0.22) + (0.157)(0.66) + (0.111)(0.33) \\ &= 0.455\end{aligned}$$

S3 con S4:

$$\begin{aligned}
 c_{34} &= \sum_{j=1}^4 w_j S_j(d_{34}^j) = w_1 S_1(d_{34}^1) + w_2 S_2(d_{34}^2) + w_3 S_3(d_{34}^3) + w_4 S_4(d_{34}^4) \\
 &= (0.196)(0) + (0.536)(0) + (0.157)(0) + (0.111)(0) \\
 &= 0.000
 \end{aligned}$$

CUARTA FILA – MATRIZ DE PREFERENCIA

S4 con S1:

$$\begin{aligned}
 c_{41} &= \sum_{j=1}^4 w_j S_j(d_{41}^j) = w_1 S_1(d_{41}^1) + w_2 S_2(d_{41}^2) + w_3 S_3(d_{41}^3) + w_4 S_4(d_{41}^4) \\
 &= (0.196)(0.17) + (0.536)(0) + (0.157)(0.50) + (0.111)(0.33) \\
 &= 0.147
 \end{aligned}$$

S4 con S2:

$$\begin{aligned}
 c_{42} &= \sum_{j=1}^4 w_j S_j(d_{42}^j) = w_1 S_1(d_{42}^1) + w_2 S_2(d_{42}^2) + w_3 S_3(d_{42}^3) + w_4 S_4(d_{42}^4) \\
 &= (0.196)(1) + (0.536)(0.22) + (0.157)(0.83) + (0.111)(0.66) \\
 &= 0.517
 \end{aligned}$$

S4 con S3:

$$\begin{aligned}
 c_{43} &= \sum_{j=1}^4 w_j S_j(d_{43}^j) = w_1 S_1(d_{43}^1) + w_2 S_2(d_{43}^2) + w_3 S_3(d_{43}^3) + w_4 S_4(d_{43}^4) \\
 &= (0.196)(0) + (0.536)(0) + (0.157)(0.17) + (0.111)(0.33) \\
 &= 0.064
 \end{aligned}$$

De ese se concluye con la matriz de índices de preferencias:

$$\begin{pmatrix}
 c_{ik} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 \\
 S_1 & 0 & 0.43 & 0.02 & 0.02 \\
 S_2 & 0.00 & 0 & 0.00 & 0.00 \\
 S_3 & 0.08 & 0.45 & 0 & 0.00 \\
 S_4 & 0.15 & 0.51 & 0.06 & 0
 \end{pmatrix}$$

Paso 4.- Determinación de la decisión final

Siendo los flujos de ordenación: el saliente y el entrante, éstos reflejan el grado en que una alternativa i domina o es dominada por las restantes, y se definen según las relaciones matemáticas siguientes:

$$\text{FLUJO SALIENTE} \quad \phi_i^+ = \sum_k c_{ik}$$

FILA 1

$$\begin{aligned}\phi_1^+ &= \sum_{k=1}^4 c_{1k} = c_{11} + c_{12} + c_{13} + c_{14} \\ &= 0 + 0.43 + 0.02 + 0.02 = 0.47\end{aligned}$$

FILA 2

$$\begin{aligned}\phi_2^+ &= \sum_{k=1}^4 c_{2k} = c_{21} + c_{22} + c_{23} + c_{24} \\ &= 0.00 + 0.00 + 0.00 + 0.00 = 0.00\end{aligned}$$

FILA 3

$$\begin{aligned}\phi_3^+ &= \sum_{k=1}^4 c_{3k} = c_{31} + c_{32} + c_{33} + c_{34} \\ &= 0.08 + 0.45 + 0.00 + 0.00 = 0.53\end{aligned}$$

FILA 4

$$\begin{aligned}\phi_4^+ &= \sum_{k=1}^4 c_{4k} = c_{41} + c_{42} + c_{43} + c_{44} + c_{45} \\ &= 0.15 + 0.51 + 0.06 + 0.00 = 0.72\end{aligned}$$

$$\text{FLUJO ENTRANTE} \quad \phi_i^- = \sum_k c_{ki}$$

COLUMNA 1

$$\begin{aligned}\phi_1^- &= \sum_{k=1}^4 c_{k1} = c_{11} + c_{21} + c_{31} + c_{41} \\ &= 0.00 + 0.00 + 0.08 + 0.15 = 0.23\end{aligned}$$

COLUMNA 2

$$\begin{aligned}\phi_2^- &= \sum_{k=1}^4 c_{k2} = c_{12} + c_{22} + c_{32} + c_{42} \\ &= 0.43 + 0.00 + 0.45 + 0.51 = 0.50\end{aligned}$$

COLUMNA 3

$$\begin{aligned}\phi_3^- &= \sum_{k=1}^4 c_{k3} = c_{13} + c_{23} + c_{33} + c_{43} \\ &= 0.02 + 0.00 + 0.00 + 0.06 = 0.08\end{aligned}$$

COLUMNA 4

$$\begin{aligned}\phi_4^- &= \sum_{k=1}^4 c_{k4} = c_{14} + c_{24} + c_{34} + c_{44} \\ &= 0.02 + 0.00 + 0.00 + 0.00 = 0.02\end{aligned}$$

La matriz de índices de preferencia, y los flujos salientes y entrantes:

$$\begin{pmatrix} c_{ik} & S_1 & S_2 & S_3 & S_4 & \phi^+ \\ S_1 & 0 & 0.43 & 0.02 & 0.02 & 0.47 \\ S_2 & 0.00 & 0 & 0.00 & 0.00 & 0.00 \\ S_3 & 0.08 & 0.45 & 0 & 0.00 & 0.53 \\ S_4 & 0.15 & 0.51 & 0.06 & 0 & 0.72 \\ \phi^- & 0.23 & 0.50 & 0.08 & 0.02 & \end{pmatrix}$$

El flujo de orden saliente representa el carácter dominante de una alternativa, entendiéndose que será mejor aquella alternativa que tenga un mayor valor de flujo de orden saliente.

El flujo de orden entrante representa el carácter de debilidad de una alternativa, en tanto es dominada por los demás, es decir, será mejor aquella alternativa que tenga un valor de flujo de orden entrante más pequeño.

A través de estos dos flujos, se determina el orden parcial entre las alternativas: PROMETHEE I.

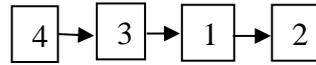
ORDEN PARCIAL

S4 supera a S1, S2, S3

S3 supera a S1, S2

S1 supera a S2

El resultado parcial, también se muestra en forma gráfica:



Paso 5.- Ordenación de la decisión final: PROMETHEE II

La ordenación total de las alternativas, se obtiene al aplicar la relación de superación, según la comparación de los flujos saliente y entrante, obteniendo el flujo neto:

$$a_i \text{ supera a } a_k \text{ sí y sólo sí: } \phi_i^+ > \phi_k^+ \text{ y } \phi_i^- < \phi_k^-$$

$$\text{o } a_i \text{ supera a } a_k \text{ sí y sólo sí: } \phi_i^+ > \phi_k^+ \text{ y } \phi_i^- = \phi_k^-$$

$$\text{o } a_i \text{ supera a } a_k \text{ sí y sólo sí: } \phi_i^+ = \phi_k^+ \text{ y } \phi_i^- < \phi_k^-$$

Se calcula el flujo neto para cada alternativa mediante la siguiente

relación: $\phi_i = \phi_i^+ - \phi_i^-$

$$\phi_1 = 0.47 - 0.23 = 0.24 \quad \phi_2 = 0.00 - 0.50 = -0.50$$

$$\phi_3 = 0.53 - 0.08 = 0.45 \quad \phi_4 = 0.72 - 0.02 = 0.70$$

Luego decimos que a_i supera a a_k si y solo si: $\phi_i \geq \phi_k$, y se obtiene un pre orden completo, es decir, la ordenación final es:

$$S4 > S3 > S1 > S2$$

o

$$S2 > S1 > S3 > S4$$

Figura 2.
Flujos de preferencia. Social-fragilidad.

	Phi+	Phi-	Phi
S1	0,1590	0,0781	0,0809
S2	0,0000	0,4700	-0,4700
S3	0,1815	0,0288	0,1527
S4	0,2442	0,0079	0,2363

Nota. Flujos de preferencia. Social-fragilidad.

Finalmente, la variación o niveles de la vulnerabilidad para la dimensión social-fragilidad, es la siguiente:

$$0.000 \leq ALTA < 0.551$$

$$0.551 \leq MEDIA < 0.623$$

$$0.623 \leq BAJA < 0.706$$

Tabla 3.
Nivel de Vulnerabilidad

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
ALTA	$0.559 \leq V < 0.674$
MEDIA	$0.360 \leq V < 0.559$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.360$

Nota. Variación o niveles de la vulnerabilidad para la dimensión social-fragilidad.

DESCRIPTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL-FRAGILIDAD

En base a la tabla 1.1 SOCIAL-FRAGILIDAD S1: GRUPO ETÁREO se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 3.
Flujos de preferencia. Social-fragilidad S1.

	Phi+	Phi-	Phi
ETARIO1	0,0000	0,4673	-0,4673
ETARIO2	0,0804	0,1983	-0,1179
ETARIO3	0,1578	0,0807	0,0771
ETARIO4	0,2368	0,0159	0,2209
ETARIO5	0,2871	0,0000	0,2871

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujo de preferencias. Social-fragilidad S1.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión social-fragilidad S1, es la siguiente:

Tabla 4.
Nivel de Vulnerabilidad S1: Grupo etario

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.688 \leq V \leq 0.754$
ALTA	$0.544 \leq V < 0.688$
MEDIA	$0.349 \leq V < 0.544$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.349$

Nota. Variación o niveles de la vulnerabilidad para la dimensión social-fragilidad S1: Grupo etario.

En base a la tabla 1.2 SOCIAL-FRAGILIDAD S2: DISCAPACIDAD se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 4.
Flujo de preferencias. Social-fragilidad S2.

	Phi+	Phi-	Phi
AUDITIVA	0,0058	0,4675	-0,4617
MENTAL	0,0559	0,2637	-0,2077
VISUAL	0,2075	0,0642	0,1433
MOTRIZ	0,2525	0,0132	0,2393
NO TIENE	0,2868	0,0000	0,2868

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujo de preferencias. Social-fragilidad S2

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión social-fragilidad S2, es la siguiente:

Tabla 5.
Nivel de Vulnerabilidad S2: Discapacidad

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.701 \leq V \leq 0.749$
ALTA	$0.605 \leq V < 0.701$
MEDIA	$0.255 \leq V < 0.605$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.255$

Nota. Variación o niveles de la vulnerabilidad para la dimensión social-fragilidad S2: Discapacidad.

En base a la tabla 1.3 SOCIAL-FRAGILIDAD S3: NO PARTICIPÓ EN REUNIONES, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 5.
Flujo de preferencias. Social-fragilidad S3.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0000	0,5933	-0,5933
C2	0,1338	0,2049	-0,0712
C3	0,2091	0,0529	0,1562
C4	0,2438	0,0149	0,2288
C5	0,2795	0,0000	0,2795

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujo de preferencias. Social-fragilidad S3

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión social-fragilidad S3, es la siguiente:

Tabla 6.
Dimensión social-fragilidad S3.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.822 \leq V \leq 0.872$
ALTA	$0.749 \leq V < 0.822$
MEDIA	$0.522 \leq V < 0.749$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.522$

En base a la tabla 1.4 SOCIAL-FRAGILIDAD S4: NO TIENE RESERVA DE ALIMENTOS, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 6.
Flujo de preferencias. Social-fragilidad S4.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0853	0,2325	-0,1472
C2	0,0000	0,5536	-0,5536
C3	0,2264	0,0547	0,1717
C4	0,2595	0,0104	0,2491
C5	0,2806	0,0006	0,2800

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujo de preferencias. Social-fragilidad S4

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión social-fragilidad S4, es la siguiente:

Tabla 7.
Dimensión social-fragilidad S4.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.803 \leq V \leq 0.834$
ALTA	$0.726 \leq V < 0.803$
MEDIA	$0.407 \leq V < 0.726$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.407$

2° SOCIAL-RESILIENCIA

S5. ACTITUD FRENTE AL RIESGO POR ALUVIÓN

S6. No tiene conocimiento sobre la ocurrencia pasada de desastres en la localidad.

S7. No conoce si la comunidad ha establecido alianzas específicas con organizaciones para enfrentar los impactos por un aluvión.

S8. No conoce si los grupos vulnerables participan de las reuniones de toma de decisiones en la comunidad.

S9. No participan las mujeres en las reuniones comunitarias y ocupan cargos directivos.

En base a la tabla 2 SOCIAL-RESILIENCIA, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 7.
Flujos de preferencia. Social-resiliencia.

	Phi+	Phi-	Phi
S5	0,0000	0,4362	-0,4362
S6	0,0710	0,1893	-0,1183
S7	0,1601	0,0804	0,0797
S8	0,2229	0,0454	0,1775
S9	0,2995	0,0022	0,2973

Nota. Flujos de preferencia. Social-resiliencia

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión social-resiliencia, es la siguiente:

Tabla 8.
Dimensión social-resiliencia.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.614 \leq V \leq 0.733$
ALTA	$0.515 \leq V < 0.614$
MEDIA	$0.318 \leq V < 0.515$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.318$

DESCRIPTORES DE LA DIMENSIÓN SOCIAL-RESILIENCIA

En base a la tabla 2.1 SOCIAL-RESILIENCIA S5: ACTITUD FRENTE AL RIESGO POR ALUVIÓN, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 8.
Flujos de preferencias. Social-resiliencia S5.

	Phi+	Phi-	Phi
RIESGO1	0,0000	0,4722	-0,4722
RIESGO2	0,0771	0,2065	-0,1293
RIESGO3	0,1531	0,0964	0,0567
RIESGO4	0,2609	0,0168	0,2441
RIESGO5	0,3008	0,0000	0,3008

Nota. Flujos de preferencias. Social-resiliencia S5

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión social-resiliencia S5 es la siguiente:

Tabla 9.
Dimensión social-resiliencia S5.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.716 \leq V \leq 0.773$
ALTA	$0.529 \leq V < 0.716$
MEDIA	$0.343 \leq V < 0.529$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.343$

En base a la tabla 2.2 SOCIAL-RESILIENCIA S6: NO TIENE CONOCIMIENTO SOBRE LA OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES EN LA LOCALIDAD, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 9.
Flujos de preferencias. Social-resiliencia S6.

	Phi+	Phi-	Phi
RIESGO6	0,0000	0,4641	-0,4641
RIESGO7	0,0705	0,2149	-0,1443
RIESGO8	0,1622	0,0952	0,0669
RIESGO9	0,2590	0,0130	0,2460
RIESGO10	0,2954	0,0000	0,2954

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujos de preferencias. Social-resiliencia S6

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión social-resiliencia S6 es la siguiente:

Tabla 10.
Dimensión social-resiliencia S6.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.710 \leq V \leq 0.759$
ALTA	$0.531 \leq V < 0.710$
MEDIA	$0.320 \leq V < 0.531$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.320$

En base a la tabla 2.3 SOCIAL-RESILIENCIA S7: NO CONOCE SI LA COMUNIDAD HA ESTABLECIDO ALIANZAS ESPECÍFICAS CON ORGANIZACIONES PARA ENFRENTAR LOS IMPACTOS POR UN ALUVIÓN, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 10.
Flujos de preferencias. Social-resiliencia S7.

	Phi+	Phi-	Phi
RIESGO11	0,0000	0,5825	-0,5825
RIESGO12	0,1297	0,1826	-0,0528
RIESGO13	0,1846	0,0746	0,1100
RIESGO14	0,2519	0,0145	0,2374
RIESGO15	0,2879	0,0000	0,2879

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujos de preferencias. Social-resiliencia S7

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión social-resiliencia S7, es la siguiente:

Tabla 11.
Dimensión social-resiliencia S7

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.819 \leq V \leq 0.870$
ALTA	$0.692 \leq V < 0.819$
MEDIA	$0.529 \leq V < 0.692$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.529$

En base a la tabla 2.4 SOCIAL-FRAGILIDAD S8: NO CONOCE SI LOS GRUPOS VULNERABLES PARTICIPAN DE LAS REUNIONES DE TOMA DE DECISIONES EN LA COMUNIDAD, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 11.
Flujo de preferencias. Social-resiliencia S8.

	Phi+	Phi-	Phi
RIESGO16	0,0000	0,5752	-0,5752
RIESGO17	0,1278	0,1772	-0,0494
RIESGO18	0,1820	0,0733	0,1087
RIESGO19	0,2495	0,0098	0,2397
RIESGO20	0,2761	0,0000	0,2761

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujo de preferencias. Social-resiliencia S8

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión social-resiliencia S8 es la siguiente:

Tabla 12.
Dimensión social-resiliencia S8.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.814 \leq V \leq 0.851$
ALTA	$0.684 \leq V < 0.814$
MEDIA	$0.526 \leq V < 0.684$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.526$

En base a la tabla 2.5 SOCIAL-RESILIENCIA S9: NO PARTICIPAN LAS MUJERES EN LAS REUNIONES COMUNITARIAS Y OCUPAN CARGOS DIRECTIVOS, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 12.
Flujo de preferencias. Social-resiliencia S9.

	Phi+	Phi-	Phi
RIESGO21	0,0000	0,4840	-0,4840
RIESGO22	0,0817	0,2392	-0,1575
RIESGO23	0,1970	0,0554	0,1416
RIESGO24	0,2348	0,0213	0,2135
RIESGO25	0,2864	0,0000	0,2864

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujo de preferencias. Social-resiliencia S9

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión social-resiliencia S9 es la siguiente:

Tabla 13.
Dimensión social-resiliencia S9.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.697 \leq V \leq 0.770$
ALTA	$0.626 \leq V < 0.697$
MEDIA	$0.327 \leq V < 0.626$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.327$

II. Objetivo Específico 2.- FÍSICA. FRAGILIDAD – RESILIENCIA

II.1 FÍSICA-FRAGILIDAD

- F1. Material predominantemente pared
- F2. Material predominantemente techo
- F3. Estado de conservación de la edificación

En base a la tabla 3 DIMENSIÓN FÍSICA-FRAGILIDAD, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 13.
Flujos de preferencia. Física-fragilidad.

	Phi+	Phi-	Phi
F1	0,0000	0,4864	-0,4864
F2	0,2321	0,0645	0,1676
F3	0,3188	0,0000	0,3188

Unicriterion / Multicriteria

Nota. Flujos de preferencia. Física-fragilidad.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión física-fragilidad, es la siguiente:

Tabla 14.
Dimensión física-fragilidad.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
ALTA	$0.318 \leq V < 0.805$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.318$

DESCRIPTORES DE LA DIMENSIÓN FÍSICA-FRAGILIDAD

En base a la tabla 3.1 FÍSICA-FRAGILIDAD F1: MATERIAL PREDOMINANTEMENTE PARED, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 14.
Flujos de preferencia. Física-fragilidad F1.

Preference Flows			
	Phi+	Phi-	Phi
PARED1	0,0000	0,5720	-0,5720
PARED2	0,1169	0,1945	-0,0776
PARED3	0,1993	0,0636	0,1357
PARED4	0,2483	0,0108	0,2375
PARED5	0,2765	0,0000	0,2765

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujos de preferencia. Física-fragilidad F1.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión física-fragilidad F1 es la siguiente:

Tabla 15.
Dimensión física-fragilidad F1.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.809 \leq V \leq 0.848$
ALTA	$0.708 \leq V < 0.809$
MEDIA	$0.494 \leq V < 0.708$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.494$

En base la tabla 3.2 FÍSICA-FRAGILIDAD F2: MATERIAL PREDOMINANTE TECHO, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 15.
Flujos de preferencia. Física-fragilidad F2.

	Phi+	Phi-	Phi
TECH01	0,0000	0,4753	-0,4753
TECH02	0,0646	0,2532	-0,1887
TECH03	0,2003	0,0740	0,1263
TECH04	0,2580	0,0145	0,2435
TECH05	0,2941	0,0000	0,2941

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujos de preferencia. Física-fragilidad F2.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión física-fragilidad F2 es la siguiente:

Tabla 16.
Dimensión física-fragilidad F2.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.718 \leq V \leq 0.769$
ALTA	$0.601 \leq V < 0.718$
MEDIA	$0.286 \leq V < 0.601$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.286$

En base a la tabla 3.3 FÍSICA-FRAGILIDAD F3: ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 16.
Flujos de preferencia. Física-fragilidad F3.

	Phi+	Phi-	Phi
MUY MALA	0,0000	0,4512	-0,4512
MALA	0,0627	0,2559	-0,1932
REGULAR	0,1899	0,0690	0,1209
BUENA	0,2506	0,0117	0,2389
MUY BUENA	0,2847	0,0000	0,2847

Unicriterio Multicriterio

Nota. Flujos de preferencia. Física-fragilidad F3.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión física-fragilidad F3 es la siguiente:

Tabla 17.
Dimensión física-fragilidad F3.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.690 \leq V \leq 0.736$
ALTA	$0.572 \leq V < 0.690$
MEDIA	$0.258 \leq V < 0.572$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.258$

II.2 FÍSICA-RESILIENCIA

F4. Antigüedad de la construcción

F5. Cumplimiento de la normativa

F6. Tipo de vivienda

F7. Tenencia de la vivienda

En base a la tabla 4 DIMENSIÓN FÍSICA-RESILIENCIA, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 17.
Flujos de preferencia. Física-resiliencia.

	Phi+	Phi-	Phi
F4	0,0000	0,5070	-0,5070
F5	0,1582	0,1436	0,0146
F6	0,2495	0,0376	0,2119
F7	0,2827	0,0021	0,2806

Unicriterion / Multicriteria

Nota. Flujos de preferencia. Física-resiliencia.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión física-resiliencia es la siguiente:

Tabla 18.
Dimensión física-resiliencia.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
ALTA	$0.719 \leq V < 0.788$
MEDIA	$0.522 \leq V < 0.719$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.522$

DESCRIPTORES DE LA DIMENSIÓN FÍSICA-RESILIENCIA

En base a la tabla 4.1 FÍSICA-RESILIENCIA F4: ANTIGÜEDAD DE LA CONSTRUCCIÓN, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 18.
Flujos de preferencia. Física-resiliencia F4.

	Phi+	Phi-	Phi
MAYOR A 41 AÑOS	0,0033	0,4724	-0,4691
ENTRE 31 A 40 AÑOS	0,0615	0,2611	-0,1996
ENTRE 21 A 30 AÑOS	0,2068	0,0653	0,1416
ENTRE 11 A 20 AÑOS	0,2530	0,0133	0,2397
MENOR A 10 AÑOS	0,2874	0,0000	0,2874

Unicriterio / Multicriterio

Nota. Flujos de preferencia. Física-resiliencia F4.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión física-resiliencia F4 es la siguiente:

Tabla 19.
Dimensión física-resiliencia F4.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.708 \leq V \leq 0.756$
ALTA	$0.611 \leq V < 0.708$
MEDIA	$0.270 \leq V < 0.611$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.270$

En base de la tabla 4.2 FÍSICA-RESILIENCIA F5: CUMPLIMIENTO DE LA
NORMATIVA, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 19.
Flujos de preferencia. Física-resiliencia F5.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0000	0,5783	-0,5783
C2	0,1285	0,1757	-0,0472
C3	0,1797	0,0751	0,1046
C4	0,2511	0,0136	0,2376
C5	0,2833	0,0000	0,2833

Unicriterio Multicriterio

Nota. Flujos de preferencia. Física-resiliencia F5.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión física-resiliencia F5 es la siguiente:

Tabla 20.
Dimensión física-resiliencia F5.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.816 \leq V \leq 0.861$
ALTA	$0.683 \leq V < 0.816$
MEDIA	$0.531 \leq V < 0.683$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.531$

En base a la tabla 4.3 FÍSICA-RESILIENCIA F6: TIPO DE VIVIENDA, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 20.
Flujos de preferencia. Física-resiliencia F6.

	Phi+	Phi-	Phi
VIVIENDA1	0,0000	0,4881	-0,4881
VIVIENDA2	0,0821	0,2098	-0,1277
VIVIENDA3	0,1767	0,0829	0,0938
VIVIENDA4	0,2530	0,0102	0,2428
VIVIENDA5	0,2792	0,0000	0,2792

Nota. Flujos de preferencia. Física-resiliencia F6.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión física-resiliencia F6 es la siguiente:

Tabla 21.
Dimensión física-resiliencia F6.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.731 \leq V \leq 0.767$
ALTA	$0.582 \leq V < 0.731$
MEDIA	$0.360 \leq V < 0.582$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.360$

En base a la tabla 4.4 FÍSICA-RESILIENCIA F7: TENENCIA DE VIVIENDA, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 21.
Flujos de preferencia. Física-resiliencia F7.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0000	0,5620	-0,5620
C2	0,1003	0,1914	-0,0911
C3	0,1826	0,0833	0,0993
C4	0,2677	0,0112	0,2565
C5	0,2973	0,0000	0,2973

Nota. Flujos de preferencia. Física-resiliencia F7.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión física-resiliencia F7 es la siguiente:

Tabla 22.
Dimensión física-resiliencia F7.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.818 \leq V \leq 0.859$
ALTA	$0.661 \leq V < 0.818$
MEDIA	$0.471 \leq V < 0.661$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.471$

III. Objetivo Específico 3.- ECONÓMICA. FRAGILIDAD- RESILIENCIA

III.1 ECONÓMICA-FRAGILIDAD

E1. OCUPACIÓN PRINCIPAL

E2. No produce alimentos que cubre su consumo mensual

E3. No cuenta con ahorros financieros

E4. No tiene crédito o alguna deuda pendiente

En base a la tabla 5 DIMENSIÓN ECONÓMICO-FRAGILIDAD, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 22.
Flujos de preferencia. Económica-fragilidad.

	Phi+	Phi-	Phi
E1	0,0090	0,3834	-0,3744
E2	0,0769	0,1902	-0,1133
E3	0,2261	0,0314	0,1946
E4	0,2973	0,0042	0,2931

Nota. Flujos de preferencia. Económica-fragilidad.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión económica-fragilidad es la siguiente:

Tabla 23.
Dimensión económica-fragilidad.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
ALTA	$0.569 \leq V < 0.667$
MEDIA	$0.261 \leq V < 0.569$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.261$

DESCRIPTORES DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA-FRAGILIDAD

En base a la tabla 5.1 ECONÓMICA-FRAGILIDAD E1: OCUPACIÓN PRINCIPAL, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 23.
Flujos de preferencia. Económica-fragilidad E.

	Phi+	Phi-	Phi
AGRICULTURA	0,0033	0,4532	-0,4499
GANADERIA	0,0627	0,2221	-0,1594
TURISMO	0,1510	0,0990	0,0520
COMERCIO	0,2653	0,0184	0,2469
SERVICIOS	0,3104	0,0000	0,3104

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujos de preferencia. Económica-fragilidad E.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión económica-fragilidad E1 es la siguiente:

Tabla 24.
Dimensión económica- fragilidad E1.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.696 \leq V \leq 0.759$
ALTA	$0.501 \leq V < 0.696$
MEDIA	$0.290 \leq V < 0.501$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.290$

En base a la tabla 5.2 ECONÓMICA-FRAGILIDAD E2: NO PRODUCE ALIMENTOS QUE CUBRE SU CONSUMO MENSUAL, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 24.
Flujos de preferencia. Económica-fragilidad E2.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0000	0,5711	-0,5711
C2	0,1100	0,2186	-0,1086
C3	0,2077	0,0646	0,1431
C4	0,2556	0,0162	0,2394
C5	0,2971	0,0000	0,2971

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujos de preferencia. Económica-fragilidad E2.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión económica-fragilidad E2 es la siguiente:

Tabla 25.
Dimensión económica- fragilidad E3.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.810 \leq V \leq 0.868$
ALTA	$0.714 \leq V < 0.810$
MEDIA	$0.462 \leq V < 0.714$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.462$

En base a la tabla 5.3 ECONÓMICA-FRAGILIDAD E3: NO CUENTA CON AHORROS FINANCIEROS, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 25.
Flujos de preferencia. Económica-fragilidad E3.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0000	0,5536	-0,5536
C2	0,0789	0,2380	-0,1591
C3	0,2311	0,0590	0,1721
C4	0,2636	0,0117	0,2519
C5	0,2888	0,0000	0,2888

Nota. Flujos de preferencia. Económica-fragilidad E3.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión económica-fragilidad E3 es la siguiente:

Tabla 26.
Dimensión económica- fragilidad E3.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.806 \leq V \leq 0.843$
ALTA	$0.726 \leq V < 0.806$
MEDIA	$0.395 \leq V < 0.726$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.395$

EN BASE A LA TABLA 5.4 ECONÓMICA-FRAGILIDAD E4: NO TIENE CRÉDITO O UNA DEUDA PENDIENTE, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 26.
Flujos de preferencia. Económica-fragilidad E4.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0000	0,5019	-0,5019
C2	0,0875	0,2077	-0,1203
C3	0,1749	0,0848	0,0901
C4	0,2517	0,0201	0,2316
C5	0,3004	0,0000	0,3004

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujos de preferencia. Económica-fragilidad E4.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión económica-fragilidad E4 es la siguiente:

Tabla 27.
Dimensión económica- fragilidad E4.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.734 \leq V \leq 0.802$
ALTA	$0.592 \leq V < 0.734$
MEDIA	$0.382 \leq V < 0.592$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.382$

III.2 ECONÓMICA-RESILIENCIA

E5. INGRESO FAMILIAR

E6. Número de productos de siembra a lo largo del año

E7. Número de animales mayores (ganado, vacuno, ovino, porcino)

E8. Número de animales menores (aves, cuyes)

En base a la tabla 6. DIMENSIÓN ECONÓMICA-RESILIENCIA, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 27.
Flujos de preferencia. Económica-resiliencia.

	Phi+	Phi-	Phi
E5	0,0000	0,3871	-0,3871
E6	0,0858	0,1297	-0,0439
E7	0,1731	0,0424	0,1308
E8	0,3002	0,0000	0,3002

Unicriterion / Multicriteria

Nota. Flujos de preferencia. Económica-resiliencia.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión económico-resiliencia es la siguiente:

Tabla 28.
Dimensión económica-resiliencia.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
ALTA	$0.518 \leq V < 0.687$
MEDIA	$0.343 \leq V < 0.518$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.343$

DESCRIPTORES DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA-RESILIENCIA

En base a la tabla 6.1 ECONÓMICA-RESILIENCIA E5: INGRESO FAMILIAR, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 28.
Flujos de preferencia. Económica-resiliencia E5.

	Phi+	Phi-	Phi
MENOR A 930	0,0000	0,4873	-0,4873
DE 930 A 1200	0,0813	0,2156	-0,1343
DE 1200 A 1500	0,1808	0,0862	0,0946
DE 1500 A 2000	0,2561	0,0105	0,2456
MAS DE 2000	0,2814	0,0000	0,2814

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujos de preferencia. Económica-resiliencia E5.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión económico-resiliencia E5 es la siguiente:

Tabla 29.
Dimensión económica-resiliencia E5.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.733 \leq V \leq 0.768$
ALTA	$0.582 \leq V < 0.733$
MEDIA	$0.353 \leq V < 0.582$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.353$

En base a la tabla 6.2 ECONÓMICA-RESILIENCIA E6: PRODUCTOS DE SIEMBRA, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 29.
Flujos de preferencia. Económica-resiliencia E6.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0000	0,4876	-0,4876
C2	0,1011	0,1879	-0,0868
C3	0,1485	0,1075	0,0411
C4	0,2453	0,0219	0,2233
C5	0,3100	0,0000	0,3100

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujos de preferencia. Económica-resiliencia E6.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión económica-resiliencia E6 es la siguiente:

Tabla 30.
Dimensión económica-resiliencia E6.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.711 \leq V \leq 0.798$
ALTA	$0.529 \leq V < 0.711$
MEDIA	$0.401 \leq V < 0.529$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.401$

En base a la tabla 6.3 ECONÓMICA-RESILIENCIA E7: TENENCIA DE ANIMALES MAYORES, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 30.
Flujos de preferencia. Económica-resiliencia E7.

Φ Preference Flows			
	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0000	0,4760	-0,4760
C2	0,0717	0,2389	-0,1673
C3	0,1764	0,0818	0,0946
C4	0,2672	0,0149	0,2523
C5	0,2964	0,0000	0,2964

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujos de preferencia. Económica-resiliencia E7.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión económica-resiliencia E7 es la siguiente:

Tabla 31.
Dimensión económica-resiliencia E7.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.728 \leq V \leq 0.772$
ALTA	$0.571 \leq V < 0.728$
MEDIA	$0.308 \leq V < 0.571$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.308$

En base a la tabla 6.4 ECONÓMICA-RESILIENCIA E8: TENENCIA DE ANIMALES MENORES, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 31.
Flujos de preferencia. Económica-resiliencia E8.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0000	0,4783	-0,4783
C2	0,0916	0,2468	-0,1552
C3	0,1711	0,1028	0,0683
C4	0,2769	0,0139	0,2630
C5	0,3022	0,0000	0,3022

Nota. Flujos de preferencia. Económica-resiliencia E8.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión económica-resiliencia E8 es la siguiente:

Tabla 32.
Dimensión económica-resiliencia E8.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.741 \leq V \leq 0.780$
ALTA	$0.546 \leq V < 0.741$
MEDIA	$0.323 \leq V < 0.546$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.323$

IV. Objetivo Específico 4.- AMBIENTAL. FRAGILIDAD-RESILIENCIA

IV.1 AMBIENTAL-FRAGILIDAD

- A1. Manejo de aguas residuales
- A2. Manejo de residuos sólidos
- A3. Parcelas que cuentan con acceso al riego
- A4. Producción agrícola de los últimos 10 años
- A5. Producción pecuaria de los últimos 10 años

Figura 32.
Flujo de preferencias. Ambiental-fragilidad.

	Phi+	Phi-	Phi
A1	0,0525	0,3667	-0,3142
A2	0,0433	0,3242	-0,2808
A3	0,1500	0,1150	0,0350
A4	0,2701	0,0102	0,2600
A5	0,3000	0,0000	0,3000

Nota. Flujo de preferencias. Ambiental-fragilidad.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión ambiental-fragilidad es la siguiente:

Tabla 33.
Dimensión ambiental-fragilidad.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.574 \leq V \leq 0.614$
ALTA	$0.349 \leq V < 0.574$
MEDIA	$0.033 \leq V < 0.349$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.033$

DESCRIPTORES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL-FRAGILIDAD

En base a la tabla 7.1 AMBIENTAL-FRAGILIDAD A1: MANEJO DE AGUAS RESIDUALES, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 33.
Flujo de preferencias. Ambiental-fragilidad A1.

	Phi+	Phi-	Phi
RESIDUALES1	0,0000	0,4527	-0,4527
RESIDUALES2	0,0654	0,2093	-0,1439
RESIDUALES3	0,1491	0,0935	0,0556
RESIDUALES4	0,2602	0,0122	0,2480
RESIDUALES5	0,2930	0,0000	0,2930

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujo de preferencias. Ambiental-fragilidad A1.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión ambiental-fragilidad A1 es la siguiente:

Tabla 34.
Dimensión ambiental-fragilidad A.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.701 \leq V \leq 0.746$
ALTA	$0.509 \leq V < 0.701$
MEDIA	$0.309 \leq V < 0.509$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.309$

En base a la tabla 7.2 AMBIENTAL-FRAGILIDAD A2: MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 34.
Flujos de preferencia. Ambiental-fragilidad A2.

	Phi+	Phi-	Phi
SOLIDOS1	0,0000	0,4873	-0,4873
SOLIDOS2	0,0813	0,2156	-0,1343
SOLIDOS3	0,1808	0,0862	0,0946
SOLIDOS4	0,2561	0,0105	0,2456
SOLIDOS5	0,2814	0,0000	0,2814

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujos de preferencia. Ambiental-fragilidad A2.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión ambiental-fragilidad A2 es la siguiente:

Tabla 35.
Dimensión ambiental-fragilidad A2.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.733 \leq V \leq 0.768$
ALTA	$0.582 \leq V < 0.733$
MEDIA	$0.353 \leq V < 0.582$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.353$

En base a la tabla 7.3 AMBIENTAL-FRAGILIDAD A3: PARCELAS QUE CUENTA CON ACCESO A RIEGO, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 35.
Flujo de preferencias. Ambiental-fragilidad A3.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0000	0,5478	-0,5478
C2	0,1296	0,1389	-0,0093
C3	0,1838	0,0506	0,1333
C4	0,2136	0,0236	0,1901
C5	0,2411	0,0074	0,2338

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujo de preferencias. Ambiental-fragilidad A3.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión ambiental-fragilidad A3 es la siguiente:

Tabla 36.
Dimensión ambiental-fragilidad A3.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.738 \leq V \leq 0.782$
ALTA	$0.681 \leq V < 0.738$
MEDIA	$0.539 \leq V < 0.681$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.539$

En base a la tabla 7.4 AMBIENTAL-FRAGILIDAD A4: PRODUCCIÓN AGRÍCOLA ÚLTIMOS 10 AÑOS, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 36.
Flujo de preferencias. Ambiental-fragilidad A4.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0000	0,4510	-0,4510
C2	0,0612	0,2101	-0,1489
C3	0,1585	0,0693	0,0892
C4	0,2383	0,0161	0,2222
C5	0,2885	0,0000	0,2885

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujo de preferencias. Ambiental-fragilidad A4.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión ambiental-fragilidad A4 es la siguiente:

Tabla 37.
Dimensión ambiental-fragilidad A4.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.673 \leq V \leq 0.739$
ALTA	$0.540 \leq V < 0.673$
MEDIA	$0.302 \leq V < 0.540$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.302$

En base a la tabla 7.5 AMBIENTAL-FRAGILIDAD A5: PRODUCCIÓN PECUARIA ÚLTIMOS 10 AÑOS, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 37.
Flujo de preferencias. Ambiental-fragilidad A5.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0000	0,5705	-0,5705
C2	0,1411	0,1649	-0,0238
C3	0,1720	0,0863	0,0857
C4	0,2450	0,0143	0,2307
C5	0,2794	0,0017	0,2778

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujo de preferencias. Ambiental-fragilidad A5.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión ambiental-fragilidad A5 es la siguiente:

Tabla 38.
Dimensión ambiental-fragilidad A5.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.801 \leq V \leq 0.848$
ALTA	$0.656 \leq V < 0.801$
MEDIA	$0.546 \leq V < 0.656$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.546$

IV.2 AMBIENTAL-RESILIENCIA

A6. Capacitación en Temas de Contaminación Ambiental

A7. Tenencia de Parcelas de Uso Agropecuario

A8. Número de Parcelas de Uso Agropecuario

A9. Superficie total de parcelas de uso agropecuario

A10. No ha tomado medidas preventivas para mitigar posibles efectos del cambio climático

En base a la tabla 8 DIMENSIÓN AMBIENTAL-RESILIENCIA, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 38.
Flujo de preferencias. Ambiental-resiliencia.

	Phi+	Phi-	Phi
A6	0,0000	0,4682	-0,4682
A7	0,0850	0,1935	-0,1085
A8	0,1576	0,0668	0,0908
A9	0,2239	0,0176	0,2063
A5	0,2796	0,0000	0,2796

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujo de preferencias. Ambiental-resiliencia.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión ambiental-resiliencia es la siguiente:

Tabla 39.
Dimensión ambiental-resiliencia.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.674 \leq V \leq 0.747$
ALTA	$0.559 \leq V < 0.674$
MEDIA	$0.360 \leq V < 0.559$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.360$

DESCRIPTORES DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL-RESILIENCIA

En base a la tabla 8.1 AMBIENTAL-RESILIENCIA A6: CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 39.
Flujo de preferencias. Ambiental-resiliencia A6.

	Phi+	Phi-	Phi
NO RECIBE	0,0041	0,4455	-0,4414
ESCASA	0,0549	0,2343	-0,1794
REGULAR	0,1677	0,0791	0,0885
CONTINUA	0,2491	0,0166	0,2325
ACTIVA	0,2998	0,0000	0,2998

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujo de preferencias. Ambiental-resiliencia A6.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión ambiental-resiliencia A6 es la siguiente:

Tabla 40.
Dimensión ambiental-resiliencia A6.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.673 \leq V \leq 0.740$
ALTA	$0.529 \leq V < 0.673$
MEDIA	$0.262 \leq V < 0.529$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.262$

En base a la tabla 8.2 AMBIENTAL-RESILIENCIA A7: TENENCIA DE PARCELAS DE USO AGROPECUARIO, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 40.
Flujo de preferencias. Ambiental-resiliencia A7.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0000	0,4919	-0,4919
C2	0,0792	0,2438	-0,1646
C3	0,1818	0,0899	0,0919
C4	0,2773	0,0141	0,2632
C5	0,3014	0,0000	0,3014

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujo de preferencias. Ambiental-resiliencia A7.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión ambiental-resiliencia A7 es la siguiente:

Tabla 41.
Dimensión ambiental-resiliencia A7.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.755 \leq V \leq 0.793$
ALTA	$0.584 \leq V < 0.755$
MEDIA	$0.327 \leq V < 0.584$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.327$

En base a la tabla 8.3 AMBIENTAL-RESILIENCIA A8: NÚMERO DE PARCELAS DE USO AGROPECUARIO, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 41.
Flujo de preferencias. Ambiental-resiliencia A8.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0000	0,6698	-0,6698
C2	0,1278	0,2792	-0,1515
C3	0,2495	0,0988	0,1506
C4	0,3189	0,0350	0,2839
C5	0,3867	0,0000	0,3867

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujo de preferencias. Ambiental-resiliencia A8.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión ambiental-resiliencia A8 es la siguiente:

Tabla 42.
Dimensión ambiental-resiliencia A8.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.953 \leq V \leq 1.000$
ALTA	$0.820 \leq V < 0.953$
MEDIA	$0.518 \leq V < 0.820$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.518$

En base a la tabla 8.4 AMBIENTAL-RESILIENCIA A9: SUPERFICIE TOTAL DE PARCELAS DE USO AGROPECUARIO, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 42.
Flujo de preferencias. Ambiental-resiliencia A9.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,1167	0,3587	-0,2420
C2	0,1429	0,1737	-0,0307
C3	0,1555	0,1174	0,0380
C4	0,1878	0,0833	0,1045
C5	0,2088	0,0786	0,1303

Unicriterion Multicriteria

Nota. Flujo de preferencias. Ambiental-resiliencia A9.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión ambiental-resiliencia A9 es la siguiente:

Tabla 43.
Dimensión ambiental-resiliencia A9.

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.346 \leq V \leq 0.372$
ALTA	$0.280 \leq V < 0.346$
MEDIA	$0.211 \leq V < 0.280$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.211$

En base a la tabla 8.5 AMBIENTAL-RESILIENCIA A10: MEDIDAS PREVENTIVAS PARA MITIGAR EL CAMBIO CLIMÁTICO, se determina el flujo de preferencias correspondiente:

Figura 43.
Flujo de preferencias. Ambiental-resiliencia A10.

	Phi+	Phi-	Phi
C1	0,0000	0,5822	-0,5822
C2	0,1138	0,2077	-0,0939
C3	0,1942	0,0712	0,1229
C4	0,2717	0,0147	0,2570
C5	0,2990	0,0028	0,2962

Nota. Flujo de preferencias. Ambiental-resiliencia A10.

La variación de la vulnerabilidad para la dimensión ambiental-resiliencia A10 es la siguiente:

Tabla 44.
Dimensión ambiental-resiliencia A10

NIVEL VULNERABILIDAD	RANGO
MUY ALTA	$0.839 \leq V \leq 0.878$
ALTA	$0.705 \leq V < 0.839$
MEDIA	$0.488 \leq V < 0.705$
BAJA	$0.000 \leq V < 0.488$

4.2. Prueba de hipótesis

4.2.1 De acuerdo a la hipótesis de la investigación: Aplicación del análisis de decisiones multicriterio discreta PROMETHEE determina la caracterización de la vulnerabilidad ante el riesgo de aluvión en la Comunidad de Santa Cruz, Huaylas, Ancash, 2020.

4.2.2 Con la aplicación de la metodología de DMD PROMETHEE para determinar la estimación de la vulnerabilidad en la Comunidad de Santa Cruz, Huaylas-Ancash se han encontrado los rangos de variabilidad en los niveles preestablecidos de Muy Alta, Alta, Media, Baja.

Por lo tanto, si se ha logrado evaluar y determinar la caracterización de la vulnerabilidad según las dimensiones: social, física, económica y ambiental en la Comunidad de Santa Cruz, Huaylas-Ancash.

4.3. DISCUSIÓN

La mayor parte de las lagunas existentes en los Andes Peruanos han sido generados por la desglaciación de los nevados, como consecuencia del efecto del cambio climático que está afectando fuertemente al medio ambiente y gravemente a la salud de las personas; un conjunto de lagunas están ubicadas en lugares geográficos que no generan peligros o amenazas debido a su ubicación geográfica y su inaccesibilidad, y por tanto la vulnerabilidad sobre la vida, los medios de subsistencia y el desarrollo sostenible en algunas comunidades no se verán frecuentemente afectadas; sin embargo, existe otro conjunto de lagunas que son aquellas generadas por el fenómeno de desglaciación de los glaciares principalmente ubicadas en regiones geográficas que se encuentran alertando peligros, amenazas a la vida humana, en las comunidades aledañas, en algunos casos debido a la decisión de utilización de sistemas organizacionales inadecuados; lo que hace por tanto encontrarse en una situación y condición vulnerable en un nivel altamente riesgosa y por ende muy vulnerable de cualquier evento inesperado que atente contra la vida del ser humano. CENEPRED, (2014): *disminuyendo la vulnerabilidad de los elementos expuestos, solo podría reducir el riesgo*, lo que significa una acción determinante para resolver o mitigar una problemática ambiental.

Según comentarios finales en (ANA-Retroceso Glaciar, 2019): *el retroceso de los glaciares está dando vida a nuevas lagunas que son fuentes de agua para el futuro*, sobre una perspectiva de que el agua es sinónimo de vida es alentador esta circunstancia; pero desde la otra perspectiva, ingresamos a la vía de ir reduciendo el recurso indispensable que nos permite extender y salvaguardar los fines de existencia de la especie humana.

La vulnerabilidad se caracteriza por tres factores: exposición, fragilidad y resiliencia. La exposición es el elemento visible en la vulnerabilidad, por ello es notable percibirlo y sobre lo mismo tomar medidas inmediatas para mitigar el problema en proceso de generación.

En el marco del dimensionamiento social, con el crecimiento poblacional y la limitación de los procesos de urbanización, el proceso de empobrecimiento de importantes segmentos de la población induce al poblamiento de sectores geográficos en condiciones de vulnerabilidad exponiéndose a un aumento en forma continua ante una amplia diversidad de fenómenos de origen natural. El factor de fragilidad caracterizado según la vulnerabilidad se hizo a través de 04 matrices, la aplicación de la metodología PROMETHEE evidenció que la vulnerabilidad tiene niveles de muy alto y alto en el grupo etáreo de 0 a 5 y mayores de 65 años, así como la discapacidad, la desinformación de la problemática por no participar en reuniones y la falta de alimentos necesarios para su subsistencia. En el factor de resiliencia para caracterizar la vulnerabilidad se hizo a través de 05 matrices, la aplicación de la metodología

PROMETHEE evidenció que la vulnerabilidad tiene niveles de muy alto y alto cuando no se tiene buena actitud frente al riesgo, si no se tiene conocimiento de antecedentes sobre las problemáticas vivenciales; así como no se cuenta con alianzas organizacionales para mitigar y estar alertas a los impactos de aluvión, y si sigue aun siendo mínima la participación del género femenino.

En el marco del dimensionamiento físico, la escasez y poca diversidad de los materiales, la deficiencia en las infraestructuras de las viviendas y los costos de los materiales de construcción induce a la precariedad de las mismas. En el factor de fragilidad para caracterizar la vulnerabilidad se hizo a través de 03 matrices, la aplicación de la metodología PROMETHEE evidenció que la vulnerabilidad tiene niveles de muy alto y alto cuando los materiales de construcción son deficientes, así como la incapacidad para contar con una conservación de las viviendas. En el factor de resiliencia para caracterizar la vulnerabilidad se hizo a través de 04 matrices, la aplicación de la metodología PROMETHEE evidenció que la vulnerabilidad tiene niveles de muy alto y alto cuando aún se mantienen las edificaciones de las viviendas siendo ya muy antiguas, además de la falta del tipo y tenencia de las mismas.

En el marco del dimensionamiento económico, los ingresos económicos limitados y mínimos de los pobladores y la falta de empleo sostenible con capacitación técnica y profesional induce a no ofrecer mejores oportunidades. En el factor de fragilidad para caracterizar la vulnerabilidad

se hizo a través de 04 matrices, la aplicación de la metodología PROMETHEE evidenció que la vulnerabilidad tiene niveles de muy alto y alto cuando no se cuenta con un empleo sostenible, y ello no permite al menos tener oportunidad de créditos, y desde luego carece de ahorros. En el factor de resiliencia para caracterizar la vulnerabilidad se hizo a través de 04 matrices, la aplicación de la metodología PROMETHEE evidenció que la vulnerabilidad tiene niveles de muy alto y alto cuando el ingreso familiar es bajo, y esto a su vez no le permite producir productos alimenticios y más aún disponer de animales mayores y menores, que le podría resultar ser una oportunidad de ingresos adicionales.

En el marco del dimensionamiento ambiental, el aprovechamiento de los recursos naturales sostenible, aunado de los programas de capacitación permanentes constituyen un aspecto ambiental, sin dejar de lado el cuidado del agua aunado a la gestión de los residuos sólidos. En el factor de fragilidad para caracterizar la vulnerabilidad se hizo a través de 05 matrices, la aplicación de la metodología PROMETHEE evidenció que la vulnerabilidad tiene niveles de muy alto y alto cuando no se hace una buena gestión del manejo de aguas residuales, de los residuos sólidos, conduciendo a que se realice a una mejor producción agrícola y pecuaria. En el factor de resiliencia para caracterizar la vulnerabilidad se hizo a través de 05 matrices, la aplicación de la metodología PROMETHEE evidenció que la vulnerabilidad tiene niveles de muy alto y alto cuando existe limitados programas de capacitación en temas de contaminación ambiental,

y principalmente no se toman medidas planificadas para mitigar el efecto del cambio climático.

La metodología PROMETHEE aplicada a caracterizar la estimación de valoraciones en niveles de vulnerabilidad en la problemática de estudio ha permitido constatar que muy aparte del procedimiento desde la óptica de la utilización de otras teorías matemáticas en comparación a la metodología del AHP (metodología ya utilizada por el CENEPRED en temas de GRD), y en el marco de la teoría de la superación, conduce a que los resultados son obtenidos para el mejor resultado y esto numéricamente orienta como si se tratase del propósito de maximización, en ese sentido, previamente de aplicar una traslación de los resultados, dado que la valoración de la vulnerabilidad debe ocurrir en 0 y 1, es necesario la inversión de los valores para establecer finalmente los niveles de muy alto, alto, medio y bajo correspondientemente.

Por un lado, en referencia al informe de evaluación del riesgo por aluvión en la parte baja de la subcuenca del río Blanco de la Comunidad de Santa Cruz en Huaylas, sobre el análisis de vulnerabilidad realizado y en comparación con los resultados de ésta investigación en la parte de la dimensión social se observó que coincide con el grupo etéreo de 0-5 y mayores de 75 años junto a la discapacidad siendo los más vulnerables no coincidiendo entonces en las mismas valoraciones numéricas de los niveles de vulnerabilidad. En la dimensión física, el material predominante pared y de techo son los más vulnerables no coincidiendo en las mismas

valoraciones numéricas de los niveles de vulnerabilidad. En la dimensión económica, la ocupación y el ingreso familiar son los más vulnerables, no coincidiendo en las mismas valoraciones numéricas de los niveles de vulnerabilidad. En la dimensión ambiental, el manejo de aguas residuales como el de residuos sólidos, son los más vulnerables no coincidiendo en las mismas valoraciones numéricas de los niveles de vulnerabilidad. En esos términos, se puede concluir que las valoraciones numéricas de los niveles de vulnerabilidad en cada de los resultados encontrados no son coincidentes, pero si anotar que ocurre en la secuencia de jerarquización correspondiente.

Por otro lado, se identificó una característica de la metodología PROMETHEE, que es la obtención de valoraciones negativas cuando se determinaron los niveles de vulnerabilidad preestablecidos en rangos numéricos, obedeciendo a la naturaleza intrínseca de la metodología PROMETHEE, lo que fue corregido con un proceso de traslación de datos.

Una muestra de lo indicado se detalla a continuación:

DIMENSIÓN SOCIAL-FRAGILIDAD

Tabla 45.
Social-Fragilidad S1: Grupo Etario.

NIVEL VULNERABILIDAD S1	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	Grupo etáreo de 0 a 5 y mayor a 70 años; y de 6 a 12 y el grupo de 55 a 69 años	$0.688 \leq V < 0.754$
ALTO	Grupo etáreo de 6 a 12 y de 55 a 69 con el	$0.544 \leq V < 0.688$

	grupo de 13 a 18 y de 40 a 54 años	
MEDIO	Grupo etáreo de 40 a 54 años y el grupo de 19-25 años	$0.349 \leq V < 0.544$
BAJO	Grupo etáreo de 19-25 y el grupo de 26-39 años	$0.000 \leq V < 0.34$

La presente investigación abrió la posibilidad de disponer como propuesta, otra metodología de ayuda a la toma decisional que hizo posible la caracterización de la vulnerabilidad en el componente WP5 en la ejecución del proyecto GLOP de INAGEM; asimismo, dado que aún se utiliza la metodología AHP en ciertos componentes de problemáticas ambientales. Evidentemente, la investigación amplia y fortalece el espectro de metodologías para el estudio y análisis en GRD.

Los resultados alcanzados en la investigación tiene una significancia metodológica, porque es una alternativa decisional que permitirá caracterizar la evaluación o más preciso la estimación del grado de vulnerabilidad existente según las cuatro dimensiones establecidas: social, física, económica y ambiental en el lugar geográfico de la Comunidad de Santa Cruz ante la existencia de una laguna glaciar, la Laguna de Arhuaycocha y un posible evento de aluvión, sin considerar características de volumen, de dinámica de glaciares, sin considerar información hidrometeorología que permita extender la reacción de los glaciares frente al cambio del clima así como los volúmenes de deshielo y reserva de agua sólida, entre otros.



CONCLUSIONES

La aplicación de las Decisiones Multicriterio Discreta mediante la metodología PROMETHEE ha permitido determinar la caracterización de la estimación valorativa numérica de la vulnerabilidad ante el riesgo de aluvión en la Comunidad de Santa Cruz, en rangos de Muy Alta, Alta, Media y Baja, habiendo utilizado previamente una información valorativa inicial a través de la escala de Saaty del método AHP la cual se aplicó a cada una de las matrices determinadas cumpliendo su razón de consistencia correspondiente en el marco de las dimensiones social, física, económica y ambiental; los factores de fragilidad y resiliencia, y sus respectivos descriptores.

Se ha utilizado información a partir de la recogida de datos mediante fichas de vulnerabilidad: encuestas WP5 zonas de influencia directa/indirecta en la Comunidad de Santa Cruz, Huaylas, Ancash, 2020; siendo la base para la conformación de las matrices decisionales validadas por su razón de consistencia menor al 10% en el AHP, y se aplicó la metodología PROMETHEE la cual permitió la caracterización de la estimación en cada uno de los niveles preestablecidos de la vulnerabilidad ante el riesgo de aluvión de la Laguna Arhuaycocha en la dimensión social de fragilidad-resiliencia.

Se ha utilizado información a partir de la recogida de datos mediante fichas de vulnerabilidad: encuestas WP5 zonas de influencia directa/indirecta en la Comunidad de Santa Cruz, Huaylas, Ancash, 2020; siendo la base para la conformación de las matrices decisionales validadas por su razón de consistencia menor al 10% en el AHP, y se aplicó la metodología PROMETHEE la cual permitió

la caracterización de la estimación en cada uno de los niveles preestablecidos de la vulnerabilidad ante el riesgo de aluvión de la Laguna Arhuaycocha en la dimensión física de fragilidad-resiliencia.

Se ha utilizado información a partir de la recogida de datos mediante fichas de vulnerabilidad: encuestas WP5 zonas de influencia directa/indirecta en la Comunidad de Santa Cruz, Huaylas, Ancash, 2020; siendo la base para la conformación de las matrices decisionales validadas por su razón de consistencia menor al 10% en el AHP, y se aplicó la metodología PROMETHEE la cual permitió la caracterización de la estimación en cada uno de los niveles preestablecidos de vulnerabilidad ante el riesgo de aluvión de la Laguna Arhuaycocha en la dimensión económica de fragilidad-resiliencia.

Se ha utilizado información a partir de la recogida de datos mediante fichas de vulnerabilidad: encuestas WP5 zonas de influencia directa/indirecta en la Comunidad de Santa Cruz, Huaylas, Ancash, 2020; siendo la base para la conformación de las matrices decisionales validadas por su razón de consistencia menor al 10% en el AHP, y se aplicó la metodología PROMETHEE la cual permitió la caracterización de la estimación en cada uno de los niveles preestablecidos de vulnerabilidad ante el riesgo de aluvión de la Laguna Arhuaycocha en la dimensión ambiental de fragilidad-resiliencia.

RECOMENDACIONES

Resulta pertinente explorar y utilizar la metodología de decisiones multicriterio PROMETHEE en los métodos de PROMETHEE III, IV, V, VI y VII para profundizar en su estudio y estimar la vulnerabilidad de problemáticas ambientales, aún en la posibilidad que demanden mayor complejidad.

Extender el estudio de los criterios generalizados, abordando otras funciones de preferencias (teoría de funciones), involucrando un número mayor de umbrales en el marco de las relaciones de preferencias estricta y de indiferencia.

Explorar la búsqueda de nuevos programas informáticos que permiten fortalecer y respaldar de manera cada vez más eficiente los estudios de análisis de diversas problemáticas del entorno real y concreto. La metodología PROMETHEE se aplicó a cada matriz decisional en una primera parte del proceso de manera manual; luego mediante el software Visual PROMETHEE, caracterizando los resultados en las cuatro dimensiones según el contexto de la fragilidad y la resiliencia, determinando la estimación de la variabilidad del comportamiento de la vulnerabilidad en rangos de Muy Alta, Alta, Media y Baja; de este modo, se debe reconocer que es posible permite realizar estudios de análisis de vulnerabilidad, resultando ser necesaria, eficiente y de constituir una herramienta de ayuda a la toma decisional en problemáticas del campo ambiental.

Aplicar la metodología de decisiones multicriterio PROMETHEE al estudio y análisis de las problemáticas de peligros y riesgo en el marco de la GDR.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA (2019). *Retroceso Glaciar en la Cordillera Blanca 1948-2018*. Dirección de Calidad y Evaluación de Recursos Hídricos, Área de Evaluación de Glaciares y Lagunas. 1era Edición Huaraz ANA.
- ANA (2019). *Inventario de Lagunas de la Cordillera Blanca*. Dirección de Conservación y Planeamiento de Recursos Hídricos, Unidad de Glaciología y Recursos Hídricos. P. 84.
- Barba, S. Romero, J. Pomerol, C. (1997). *Decisiones Multicriterio*. Ed. Servicio de publicaciones de la U.A.H.
- Barba-Romero, S. y Pomerol, J.C (1997). *Decisiones Multicriterio: Fundamentos Teóricos y Utilización Práctica*. Servicios de Publicaciones de la Universidad Alcalá de Henares.
- Begoña Vitoriano (2007). *Teoría de la Decisión*. Servicios de Publicaciones de la Universidad Complutense de Madrid.
- BID (2010). *Indicadores de Riesgo de Desastre y de Gestión de Riesgos. Programa para América Latina y el Caribe*. Panamá: Banco Interamericano de Desarrollo, División de Medio Ambiente, Desarrollo Rural y Gestión del Riesgo de Desastres.
- Brans, J.P (1982). *L'Ingénierie de la decision. Elaboration d''instruments d'Aide á la decision. La method PROMETHEE*. Université LAVAL. Colloque d'Aide á la decision, Québec, pp. 183-213.
- Brans, J.P; Mareschal, B. Vincke, Ph. (1984). *PROMETHEE: A new family of outranking methods in MCDM*. Edit. Operational Research 84. North Holland (1100 p.): pp. 447-490.

- Brans, J.P (1985). A Preference Ranking Organisation Method. Management Science. Vol. 31. N°6. Informs. University of Brussels.
- Brans, J.P; Mareschal, B y Vincke, Ph. (1986). How to select and how to rank projects: The PROMETHEE Method. Edit. European Journal of Operational Research 24, pp. 228-238. North Holland.
- Caiminagua, P. Nato, R. (2012). *Análisis de las Vulnerabilidades en la Parroquia Urbana Baeza del Cantón Quijos, utilizando la metodología de la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGR) y Herramientas Geo Informáticas*. Sangolqui: Escuela Politécnica del Ejército, Proyecto de Grado para la Obtención del Título de Ingeniería.
- CAN (2009). *Atlas de las dinámicas del territorio Andino: Población y bienes expuestos a amenazas naturales*. Lima: Comunidad Andina.
- CENEPRED. (2017) *Manual Para La Evaluación De Riesgos Originados Por Fenómenos Naturales - 02 Versión*. Perú Lima: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
- Centro de Escritura Javeriano. (2020) *Normas APA, séptima edición*. Pontificia Universidad Javeriana, seccional Cali.
- <https://www2.javerianacali.edu.co/centro-escritura/recursos/manual-de-normas-apa-septima-edicion#gsc.tab=0%C2%A0>
- CRID (Centro Regional de Información sobre Desastres para América Latina y el Caribe). (2008). Vocabulario controlado sobre desastres. San José, Costa Rica: CRID. Recuperado el 10 de diciembre 2016 del sitio web: <https://www.cridlac.org/vcd/files/page422.html>

- De Keyser Win, Peeters, Peter (1996). Theory and Methodology. A note on the use of PROMETHEE multicriteria methods. *European Journal of Operational Research* 89. Elsevier. 457-461.
- Diario Oficial El Peruano. (2011). Ley 29664, Creación del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD). 18.02.2011
- Fernández, G. (1998). Los Métodos PROMETHEE: Una metodología de ayuda a la toma de Decisiones Multicriterio Discreta. Universidad San Pablo-CEU.
- Guerras M., L.A (1989). Gestión de Empresas y Programación Multicriterio. ESIC, D.L.
- INDECI (2006). *Manual básico para la estimación del riesgo*. Lima Perú: Instituto Nacional de Defensa Civil, Dirección Nacional de Prevención, Unidad de Estudios y Evaluación de Riesgos.
- Javier Gómez, J. (2001). *Vulnerabilidad y Medio Ambiente, Seminario Internacional "Las diferentes expresiones de la vulnerabilidad social en América Latina y el Caribe", 20 y 21 de junio de 2001*. Santiago de Chile: División de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos CEPAL.
- Maragoudaki, R. (1985). Flood Mitigation Planning using Promethee. National Technical University of Athens, Greece.
- Martinez, E. et Al. (1998). Evaluación y Decisión Multicriterio-Reflexiones y Experiencias. Chile. Editorial Universidad de Santiago de Chile /UNESCO.
- Noor Azizah Ks Mohamadali. (2007). A Review of Selected Multi-Criteria Decision Analysis Techniques and Applications. Reino Unido. Intelligent Modeling and Analysis Research Group.

- Portocarrero, C. (1998). Retroceso de Glaciares en el Perú. Consecuencias sobre los recursos hídricos y los riesgos geodinámicos. Servicio de Publicaciones Perú.
- PROYECTO GLACIARES. (2013). Sistema de Alerta Temprana, Adaptación al Cambio Climático y Reducción de Riesgo de Desastres por el Retroceso de los Glaciares de la Cordillera de los Andes. Ancash Carhuaz: CARE PERU, Universidad de Zürich Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación - COSUDE.
- Romero, C. (1993). Teoría de la Decisión Multicriterio. Alianza Editorial de publicaciones de la U.A.H.
- Saaty, T. L., Vargas, L.G. (1984b). *Comparison of eigenvalue, logarithmic least squares and least squares methods in estimating ratios*. Journal of Mathematical Modeling, vol 5, p. 309-324
- Simon H. (1960). The New Science Management Decision. Pittsburgh: RWS Publications.
- SINAGERD. (2011). Ley N°29664 del Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM)
- Schneider, D., Huggel, C., Cochachin, W., Guillén, S., & García, J. (2014). Mapping hazards from Glacier lake outburst floods based on modelling of process cascades al Lake 513, Carhuaz, Peru. Advances in Geosciences, 35, 145-155. <https://doi:10.5194/adgeo-35-145-2014>
- SGRD (Secretaría de Gestión de Desastres, PCM). (2015). Documento de Línea de Base del Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres PLANAGERD 2014-2021. Lima: PCM

Unisdr. (2011). Tendencias de Riesgos de desastres extendidos. Informe de Evaluación Global sobre la Reducción del Riesgo de Desastres 2011. Revelar el riesgo, Redefiniendo el Desarrollo. Ginebra, UNISDR.

Vojislav Tomic, Z.M. (2011). Promethee Method Implementation with Multicriteria Decisions. Mechanical Engineering Faculty. Serbia.

Wisner, B., Blaikie, P.T. & Cannon, D., I. (2004). At Risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters. People's vulnerability and disasters. 2da edición. Nueva York, Routledge.

ANEXOS

A. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Unidad de Análisis	Técnica	Instrumento	Escala
Variable independiente: PROMETHEE	PROMETHEE: es una metodología de las decisiones multicriterio discreta.	A partir de la definición conceptual, se utilizará el algoritmo PROMETHEE, en el marco de las relaciones de superación y los subcriterios. Se recogerá la información según las dimensiones del estudio: social, física, económica y ambiental.		Impacto Eficacia				
Variable dependiente: VULNERABILIDAD	VULNERABILIDAD: la vulnerabilidad es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza.	Analizar la vulnerabilidad en el marco de las dimensiones del estudio, y determinar los rangos o niveles de variabilidad: muy alto, alto, medio y bajo.	Social Física Económica Ambiental	Fragilidad Resiliencia Fragilidad Resiliencia Fragilidad Resiliencia Fragilidad Resiliencia	Comunidad de Santa Cruz	Formatos estandarizados	Escala numérica de Saaty	Dígitos numéricos

B. TABLAS CONSISTENTES: MATRICES DE CONSISTENCIA

B.1 DIMENSIÓN SOCIAL

DETERMINACIÓN DE PESOS POR LA ESCALA DE SAATY (AHP)

Tabla 46.

Dimensión: Social – Fragilidad

	S1	S2	S3	S4	Wi	Ci	LAMDAi
S1	1	0.200	2.000	2.000	0.946	0.196	1.370
S2	5.000	1	3.000	3.000	2.590	0.536	1.000
S3	0.500	0.333	1	2.000	0.760	0.157	1.022
S4	0.500	0.333	0.500	1	0.537	0.111	0.889
Pi	7.000	1.867	6.500	8.000	4.833	λmax	4.282
SIGNIFICADO					PESOS	Ci	%
S1	S1: Grupo Etéreo				0.20	C1	19.57%
S2	S2: Discapacidad				0.54	C2	53.59%
S3	S3: NO ha participado en reuniones comunales sobre riesgo o amenaza				0.16	C3	15.72%
S4	S4: NO tiene reserva de alimentos				0.11	C4	11.12%
					1.00		100.00%
CI=	0.09384171						
RCI=	0.990						
CR=	0.0948	Consistente					

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 47.

Social – Fragilidad: S1 Grupo Etario

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	3.000	7.000	9.000	3.277	0.465	0.971
C2	0.500	1	2.000	3.000	7.000	1.838	0.261	1.038
C3	0.333	0.500	1	2.000	5.000	1.108	0.157	1.054
C4	0.143	0.333	0.500	1	2.000	0.544	0.077	1.043
C5	0.111	0.143	0.200	0.500	1	0.276	0.039	0.939
Pi	2.087	3.976	6.700	13.500	24.000	7.043	λ_{max}	5.045
SIGNIFICADO						PESOS	Ci	%
C1	0 a 5 y mayor a 70 años					0.47	C1	46.53%
C2	6 a 12 y entre 55 a 69 años					0.26	C2	26.10%
C3	13 a 18 y entre 40 a 54 años					0.16	C3	15.73%
C4	19 a 25 años					0.08	C4	7.72%
C5	26 a 39 años					0.04	C5	3.91%
						1.00		100.00%
CI=	0.01112689							
								$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188							
								$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0094		Consistente					
								$CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.



Tabla 48.

Social – Fragilidad: S2 Discapacidad

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDai
C1	1	2.000	4.000	5.000	8.000	3.170	0.436	0.905
C2	0.500	1	3.000	6.000	8.000	2.352	0.324	1.173
C3	0.250	0.333	1	2.000	5.000	0.964	0.133	1.154
C4	0.200	0.167	0.500	1	2.000	0.506	0.070	1.011
C5	0.125	0.125	0.200	0.500	1	0.275	0.038	0.907
Pi	2.075	3.625	8.700	14.500	24.000	7.267	λmax	5.150
SIGNIFICADO						PESOS	Ci	%
C1	Auditiva					0.44	C1	43.62%
C2	Mental					0.32	C2	32.37%
C3	Visual					0.13	C3	13.27%
C4	Motriz					0.07	C4	6.97%
C5	No tiene					0.04	C5	3.78%
						1.00		100.00%
CI=	0.0375499							
								$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188							
								$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0316	Consistente						
								$CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 49.
Social – Fragilidad: S3.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	4.000	5.000	7.000	9.000	4.169	0.540	0.920
C2	0.250	1	3.000	5.000	6.000	1.864	0.241	1.376
C3	0.200	0.333	1	2.000	4.000	0.882	0.114	1.113
C4	0.143	0.200	0.500	1	3.000	0.533	0.069	1.058
C5	0.111	0.167	0.250	0.333	1	0.274	0.035	0.816
Pi	1.704	5.700	9.750	15.333	23.000	7.722	λmax	5.283

SIGNIFICADO	PESOS	Ci	%
C1 Nunca ha participado	0.54	C1	54.00%
C2 He escuchado, pero no me ha interesado participar	0.24	C2	24.14%
C3 He asistido, pero sin participar activamente	0.11	C3	11.42%
C4 Si he participado activamente	0.07	C4	6.90%
C5 Construimos mapa de amenazas y se compartieron los resultados	0.04	C5	3.55%
	1.00		100.00%

CI=	0.0707721	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0596	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota: La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 50.
Social – Fragilidad: S4

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	0.333	5.000	7.000	6.000	2.338	0.297	1.340
C2	3.000	1	5.000	7.000	9.000	3.936	0.500	0.894
C3	0.200	0.200	1	3.000	4.000	0.863	0.110	1.271
C4	0.143	0.143	0.333	1	3.000	0.459	0.058	1.069
C5	0.167	0.111	0.250	0.333	1	0.274	0.035	0.801
Pi	4.510	1.787	11.583	18.333	23.000	7.871	λmax	5.374
SIGNIFICADO						PESOS	Ci	%
C1	Existe escasez frecuente de alimentos y agua					0.30	C1	29.71%
C2	No hay reserva					0.50	C2	50.01%
C3	Algunos hogares tienen un mínimo de reserva					0.11	C3	10.97%
C4	La mayoría de los hogares tienen una reserva					0.06	C4	5.83%
C5	La comunidad está organizada para almacenar y distribuir					0.03	C5	3.48%
						1.00		100.00%
CI=	0.09348773							
								$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188							
								$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0787	Consistente						
								$CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 51.
Dimensión Social – Resiliencia.

	S5	S6	S7	S8	S9	Wi	Ci	LAMDAi
S5	1	2.000	3.000	4.000	5.000	2.605	0.416	0.949
S6	0.500	1	2.000	3.000	4.000	1.644	0.262	1.071
S7	0.333	0.500	1	3.000	2.000	1.000	0.160	1.090
S8	0.250	0.333	0.333	1	5.000	0.674	0.107	1.204
S9	0.200	0.250	0.500	0.200	1	0.347	0.055	0.940
Pi	2.283	4.083	6.833	11.200	17.000	6.269	λmax	5.253

SIGNIFICADO	PESOS	Ci	%
S5: Actitud frente al riesgo por aluvión	0.42	C1	41.55%
S6: NO tiene ocurrencia de desastre pasado	0.26	C2	26.22%
S7: NO conoce si la comunidad ha establecido alianzas sobre impactos	0.16	C3	15.95%
S8: NO conoce si los grupos vulnerables participan en reuniones	0.11	C4	10.75%
S9: NO participan las mujeres en las reuniones	0.06	C5	5.53%
	1.00		100.00%

CI=	0.06323005	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0532	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 52.

Social – Resiliencia: S5 Actitud Frente Al Riesgo Por Aluvión.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	3.000	6.000	9.000	3.178	0.448	0.946
C2	0.500	1	2.000	4.000	6.000	1.888	0.266	1.043
C3	0.333	0.500	1	3.000	6.000	1.246	0.176	1.141
C4	0.167	0.250	0.333	1	3.000	0.530	0.075	1.070
C5	0.111	0.167	0.167	0.333	1	0.253	0.036	0.890
Pi	2.111	3.917	6.500	14.333	25.000	7.094	λmax	5.090

SIGNIFICADO

C1	Fatalista
C2	No le interesa
C3	Regular
C4	Se interesa en temas de riesgo
C5	Positiva, trata de ayudar a los demás

PESOS

Ci	%
C1	44.79%
C2	26.62%
C3	17.56%
C4	7.47%
C5	3.56%
	100.00%

CI= 0.02250437

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

RCI= 1.188

$$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

CR= 0.0189 Consistente

$$CR = CI/RCI$$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.



Tabla 53.
Social – Resiliencia: S6.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	3.000	6.000	9.000	3.178	0.445	0.940
C2	0.500	1	2.000	4.000	8.000	2.000	0.280	1.086
C3	0.333	0.500	1	3.000	5.000	1.201	0.168	1.100
C4	0.167	0.250	0.333	1	2.000	0.488	0.068	0.992
C5	0.111	0.125	0.200	0.500	1	0.268	0.038	0.940
Pi	2.111	3.875	6.533	14.500	25.000	7.135	λmax	5.058

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
C1	Nunca ha pasado	0.45	C1	44.53%
C2	Pasó alguna vez (mayor a 10 años)	0.28	C2	28.03%
C3	Regularmente ocurre (de 4 a 9 años)	0.17	C3	16.83%
C4	Continuamente ocurre (de 1 a 3 años)	0.07	C4	6.84%
C5	Siempre ocurre (todos los años)	0.04	C5	3.76%
		1.00		100.00%

CI=	0.01457945	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0123	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 54.
Social – Resiliencia: S7.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	3.000	5.000	7.000	9.000	3.936	0.525	0.938
C2	0.333	1	2.000	4.000	6.000	1.741	0.232	1.141
C3	0.200	0.500	1	3.000	4.000	1.037	0.138	1.187
C4	0.143	0.250	0.333	1	3.000	0.514	0.068	1.050
C5	0.111	0.167	0.250	0.333	1	0.274	0.037	0.840
Pi	1.787	4.917	8.583	15.333	23.000	7.502	λmax	5.155

SIGNIFICADO

- C1 No existe alianza
- C2 Existen alianzas, pero son pocas claras
- C3 Existen alianzas y son entendidas
- C4 Existen alianzas y son construidas participativamente
- C5 Existen alianzas con alto grado de liderazgo comunitario

PESOS

Ci

%

- C1 0.52 **C1** **52.47%**
- C2 0.23 **C2** **23.21%**
- C3 0.14 **C3** **13.82%**
- C4 0.07 **C4** **6.85%**
- C5 0.04 **C5** **3.65%**
- 1.00 100.00%

CI= 0.03875589

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

RCI= 1.188

$$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

CR= 0.0326 Consistente

$$CR = CI/RCI$$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.



Tabla 55.
Social – Fragilidad: S8.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	3.000	5.000	7.000	9.000	3.936	0.526	0.940
C2	0.333	1	2.000	4.000	6.000	1.741	0.233	1.144
C3	0.200	0.500	1	3.000	4.000	1.037	0.139	1.189
C4	0.143	0.250	0.333	1	2.000	0.474	0.063	0.981
C5	0.111	0.167	0.250	0.500	1	0.297	0.040	0.873
Pi	1.787	4.917	8.583	15.500	22.000	7.485	λmax	5.127

SIGNIFICADO

- C1 Los grupos vulnerables nunca participan
- C2 Algunos participan, pero sin puesto de liderazgo
- C3 Algunos grupos vulnerables participan
- C4 La mayoría de grupos vulnerables participan
- C5 Todos participan, algunos con puestos de liderazgo

PESOS

Ci	%
C1	52.59%
C2	23.26%
C3	13.86%
C4	6.33%
C5	3.97%
1.00	100.00%

CI= 0.03166359

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

RCI= 1.188

$$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

CR= 0.0267 Consistente

$$CR = CI/RCI$$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.



Tabla 56.
Social – Resiliencia: S9.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	4.000	7.000	9.000	3.471	0.475	0.952
C2	0.500	1	3.000	4.000	6.000	2.048	0.280	1.051
C3	0.250	0.333	1	2.000	4.000	0.922	0.126	1.104
C4	0.143	0.250	0.500	1	5.000	0.617	0.084	1.199
C5	0.111	0.167	0.250	0.200	1	0.247	0.034	0.846
Pi	2.004	3.750	8.750	14.200	25.000	7.305	λmax	5.153

SIGNIFICADO

- C1 Las mujeres nunca participan
- C2 Ocasionalmente, pero sin puestos directivos
- C3 Regularmente, pero sin puestos directivos
- C4 Las mujeres ocupan cargos directivos ocasionalmente
- C5 Las mujeres ocupan cargos directivos siempre

PESOS

Ci	%
C1	47.52%
C2	28.03%
C3	12.62%
C4	8.44%
C5	3.39%
1.00	100.00%

CI= 0.0383319

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

RCI= 1.188

$$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

CR= 0.0323 Consistente

$$CR = CI/RCI$$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.



A.2 DIMENSIÓN FÍSICA

DETERMINACIÓN DE PESOS POR LA ESCALA DE SAATY (AHP)

Tabla 57.

Dimensión: Física – Fragilidad.

	F1	F2	F3	Wi	Ci	LAMDAi
F1	1	4.000	5.000	2.714	0.674	0.977
F2	0.250	1	3.000	0.909	0.226	1.203
F3	0.200	0.333	1	0.405	0.101	0.906
Pi	1.450	5.333	9.000	4.028	λmax	3.086
SIGNIFICADO				PESOS	Ci	%
F1	F1: Material predominante pared			0.67	C1	67.38%
F2	F2: Material predominante techo			0.23	C2	22.55%
F3	F3: Estado de conservación edificación			0.10	C3	10.07%
				1.00		100.00%
CI=	0.04288335	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$				
RCI=	0.660	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$				
CR=	0.0650	Consistente	$CR = CI/RCI$			

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 58.

Física – Fragilidad: F1 Material Predominantemente Pared.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	3.000	5.000	7.000	8.000	3.845	0.515	0.928
C2	0.333	1	2.000	5.000	7.000	1.878	0.252	1.218
C3	0.200	0.500	1	2.000	4.000	0.956	0.128	1.121
C4	0.143	0.200	0.500	1	2.000	0.491	0.066	1.020
C5	0.125	0.143	0.250	0.500	1	0.295	0.040	0.869
Pi	1.801	4.843	8.750	15.500	22.000	7.465	λmax	5.156
SIGNIFICADO						PESOS	Ci	%
C1	Estera/Calamina/Triplay					0.52	C1	51.50%
C2	Madera/Planchas metálicas					0.25	C2	25.15%
C3	Adobe/Tapial					0.13	C3	12.81%
C4	Ladrillo con columnas de concreto					0.07	C4	6.58%
C5	Muros de concreto armado					0.04	C5	3.95%
						1.00		100.00%
CI=	0.0389788							
RCI=	1.188							
CR=	0.0328	Consistente						

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 59.

Física – Fragilidad: F2 Material Predominante Techo.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	4.000	6.000	9.000	3.366	0.453	0.918
C2	0.500	1	3.000	5.000	8.000	2.268	0.305	1.116
C3	0.250	0.333	1	3.000	5.000	1.046	0.141	1.200
C4	0.167	0.200	0.333	1	3.000	0.506	0.068	1.045
C5	0.111	0.125	0.200	0.333	1	0.247	0.033	0.865
Pi	2.028	3.658	8.533	15.333	26.000	7.433	λmax	5.145

SIGNIFICADO

- C1 Cobertura sin estructura
- C2 Madera rolliza + calamina
- C3 Estructura de madera + cobertura
- C4 Estructura de metálica + cobertura
- C5 Losa aligerada de concreto

PESOS

- | Ci | % |
|-----------|----------------|
| C1 | 45.28% |
| C2 | 30.51% |
| C3 | 14.07% |
| C4 | 6.81% |
| C5 | 3.33% |
| | 100.00% |

CI= 0.03618391

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

RCI= 1.188

$$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

CR= 0.0305 Consistente

$$CR = CI/RCI$$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.



Tabla 60.

Física – Fragilidad: F3 Estado De Conservación De La Edificación.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	3.000	7.000	9.000	3.277	0.453	0.945
C2	0.500	1	3.000	5.000	7.000	2.208	0.305	1.121
C3	0.333	0.333	1	2.000	4.000	0.977	0.135	1.045
C4	0.143	0.200	0.500	1	2.000	0.491	0.068	1.051
C5	0.111	0.143	0.250	0.500	1	0.288	0.040	0.915
Pi	2.087	3.676	7.750	15.500	23.000	7.241	λmax	5.077

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
C1	Muy mala	0.45	C1	45.26%
C2	Mala	0.30	C2	30.49%
C3	Regular	0.13	C3	13.49%
C4	Buena	0.07	C4	6.78%
C5	Muy buena	0.04	C5	3.98%
		1.00		100.00%

CI=	0.01931934	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0163	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 61.

Dimensión: física-resiliencia

	F4	F5	F6	F7	Wi	Ci	LAMDAi
F4	1	3.000	8.000	9.000	3.834	0.621	0.975
F5	0.333	1	4.000	3.000	1.414	0.229	1.050
F6	0.125	0.250	1	5.000	0.629	0.102	1.345
F7	0.111	0.333	0.200	1	0.293	0.048	0.856
Pi	1.569	4.583	13.200	18.000	6.170	λmax	4.226

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
F4	F4: Antigüedad de la construcción	0.62	C1	62.13%
F5	F5: Cumplimiento de la normativa	0.23	C2	22.92%
F6	F6: Tipo de vivienda	0.10	C3	10.19%
F7	F7: Tenencia de vivienda	0.05	C4	4.75%
		1.00		100.00%

CI=	0.07546984	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	0.99	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0762 Consistente	$CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 62.

Física-Resiliencia: F4 antigüedad de la construcción.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	4.000	6.000	8.000	3.288	0.447	0.913
C2	0.500	1	3.000	5.000	9.000	2.322	0.316	1.152
C3	0.250	0.333	1	2.000	5.000	0.964	0.131	1.142
C4	0.167	0.200	0.500	1	2.000	0.506	0.069	0.999
C5	0.125	0.111	0.200	0.500	1	0.268	0.037	0.913
Pi	2.042	3.644	8.700	14.500	25.000	7.348	λmax	5.119

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
C1	Mayor a 41 Años	0.45	C1	44.74%
C2	Entre 31 a 40 años	0.32	C2	31.60%
C3	Entre 21 a 30 años	0.13	C3	13.12%
C4	Entre 11 a 20 años	0.07	C4	6.89%
C5	Menor a 10 años	0.04	C5	3.65%
		1.00		100.00%

CI=	0.02963297	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0249	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 63.

Física-Resiliencia: F5 Cumplimiento de la normativa.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	3.000	5.000	7.000	9.000	3.936	0.522	0.933
C2	0.333	1	2.000	4.000	6.000	1.741	0.231	1.136
C3	0.200	0.500	1	3.000	5.000	1.084	0.144	1.228
C4	0.143	0.250	0.333	1	3.000	0.514	0.068	1.045
C5	0.111	0.167	0.200	0.333	1	0.262	0.035	0.834
Pi	1.787	4.917	8.533	15.333	24.000	7.537	λmax	5.176

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
C1	Autoconstrucción sin criterios técnicos	0.52	C1	52.22%
C2	Autoconstrucción con algún criterio técnico	0.23	C2	23.10%
C3	Construcción con asesoría de maestro de obra	0.14	C3	14.39%
C4	Construcción con diseño y planos	0.07	C4	6.81%
C5	Construcción con supervisión profesional y planos	0.03	C5	3.48%
		1.00		100.00%

CI=	0.04395237	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0370	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 64.

Física - Resiliencia: F6 Tipo de vivienda.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	4.000	7.000	9.000	3.471	0.466	0.934
C2	0.500	1	2.000	5.000	8.000	2.091	0.281	1.074
C3	0.250	0.500	1	3.000	6.000	1.176	0.158	1.184
C4	0.143	0.200	0.333	1	2.000	0.453	0.061	1.003
C5	0.111	0.125	0.167	0.500	1	0.259	0.035	0.903
Pi	2.004	3.825	7.500	16.500	26.000	7.450	λmax	5.097

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
C1	No destinada para habitación humana	0.47	C1	46.59%
C2	Vivienda provisional	0.28	C2	28.07%
C3	Vivienda en casa de vecindad	0.16	C3	15.79%
C4	Vivienda en departamento	0.06	C4	6.08%
C5	Casa independiente	0.03	C5	3.47%
		1.00		100.00%

CI=	0.02424002	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0204	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 65.

Física - Resiliencia: F7 Tenencia de vivienda.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	3.000	4.000	5.000	6.000	3.245	0.470	0.917
C2	0.333	1	2.000	4.000	6.000	1.741	0.252	1.241
C3	0.250	0.500	1	3.000	4.000	1.084	0.157	1.192
C4	0.200	0.250	0.333	1	2.000	0.506	0.073	0.991
C5	0.167	0.167	0.250	0.500	1	0.322	0.047	0.887
Pi	1.950	4.917	7.583	13.500	19.000	6.900	λmax	5.228

Leyenda:

- C1 Tenencia alquilada
- C2 Tenencia por posesión
- C3 Propiedad de territorio comunal
- C4 Propiedad de propiedad (sin título)
- C5 Propiedad de propiedad (con título)

PESOS	Ci	%
0.47	C1	47.04%
0.25	C2	25.23%
0.16	C3	15.72%
0.07	C4	7.34%
0.05	C5	4.67%
1.00		100.00%

CI= 0.05703723

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

RCI= 1.188

$$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

CR= 0.0480 Consistente

$$CR = CI/RCI$$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.



A.3 DIMENSIÓN ECONÓMICA

DETERMINACIÓN DE PESOS POR LA ESCALA DE SAATY (AHP)

Tabla 66.

Dimensión: Económico - Fragilidad.

	E1	E2	E3	E4	Wi	Ci	LAMDAi
E1	1	2.000	4.000	3.000	2.213	0.452	0.942
E2	0.500	1	3.000	4.000	1.565	0.320	1.146
E3	0.250	0.333	1	3.000	0.707	0.144	1.204
E4	0.333	0.250	0.333	1	0.408	0.083	0.918
Pi	2.083	3.583	8.333	11.000	4.894	λmax	4.210

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
E1	E1: Ocupación principal	0.45	C1	45.23%
E2	E2: Producción alimenticio que cubre su consumo mensual	0.32	C2	31.98%
E3	E3: NO cuenta con ahorros financieros	0.14	C3	14.45%
E4	E4: NO tiene un crédito o una deuda pendiente	0.08	C4	8.34%
		1.00		100.00%

CI=	0.06998429	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	0.99	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0707	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. Determinación de pesos por la escala de SAATY (AHP) Dimensión: Económico – Fragilidad.

Tabla 67.

Económico - Fragilidad: El ocupación principal.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	3.000	5.000	7.000	2.914	0.419	0.911
C2	0.500	1	2.000	4.000	8.000	2.000	0.287	1.114
C3	0.333	0.500	1	3.000	6.000	1.246	0.179	1.163
C4	0.200	0.250	0.333	1	3.000	0.549	0.079	1.052
C5	0.143	0.125	0.167	0.333	1	0.251	0.036	0.901
Pi	2.176	3.875	6.500	13.333	25.000	6.959	λmax	5.141

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
C1	Agricultura	0.42	C1	41.87%
C2	Ganadería	0.29	C2	28.74%
C3	Turismo	0.18	C3	17.90%
C4	Comercio	0.08	C4	7.89%
C5	Servicios	0.04	C5	3.60%
		1.00		100.00%

CI=	0.03534704	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0298	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 68.

Económico - Fragilidad: E2.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDai
C1	1	3.000	5.000	7.000	9.000	3.936	0.508	0.908
C2	0.333	1	3.000	5.000	7.000	2.036	0.263	1.229
C3	0.200	0.333	1	3.000	5.000	1.000	0.129	1.231
C4	0.143	0.200	0.333	1	5.000	0.544	0.070	1.138
C5	0.111	0.143	0.200	0.200	1	0.229	0.030	0.800
Pi	1.787	4.676	9.533	16.200	27.000	7.746	λmax	5.306

SIGNIFICADO

C1	0%
C2	Menor 50%
C3	50%
C4	Mayor 50%
C5	100%

PESOS

Ci	%
C1	50.82%
C2	26.29%
C3	12.91%
C4	7.02%
C5	2.96%
	100.00%

CI= 0.07637509

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

RCI= 1.188

$$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

CR= 0.0643 Consistente

$$CR = CI/RCI$$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.



Tabla 69.
Económico - Fragilidad: E3

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	3.000	5.000	7.000	9.000	3.936	0.487	0.871
C2	0.333	1	5.000	7.000	9.000	2.537	0.314	1.399
C3	0.200	0.200	1	3.000	5.000	0.903	0.112	1.289
C4	0.143	0.143	0.333	1	3.000	0.459	0.057	1.042
C5	0.111	0.111	0.200	0.333	1	0.242	0.030	0.808
Pi	1.787	4.454	11.533	18.333	27.000	8.076	λmax	5.409
SIGNIFICADO						PESOS	Ci	%
C1	Ninguno					0.49	C1	48.74%
C2	Casi nada					0.31	C2	31.41%
C3	Poco					0.11	C3	11.18%
C4	Suficiente					0.06	C4	5.69%
C5	Mas que suficiente					0.03	C5	2.99%
						1.00		100.00%
CI=	0.1022991							
								$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188							
								$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0861	Consistente						
								$CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 70.
Física - Fragilidad: E4.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	4.000	6.000	8.000	3.288	0.461	0.942
C2	0.500	1	2.000	4.000	6.000	1.888	0.265	1.038
C3	0.250	0.500	1	3.000	5.000	1.134	0.159	1.199
C4	0.167	0.250	0.333	1	4.000	0.561	0.079	1.122
C5	0.125	0.167	0.200	0.250	1	0.253	0.036	0.853
Pi	2.042	3.917	7.533	14.250	24.000	7.124	λmax	5.155

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
C1	Varios	0.46	C1	46.15%
C2	Una, de mayor cantidad	0.27	C2	26.50%
C3	Una, de menor cantidad	0.16	C3	15.92%
C4	Actualmente no, pero anteriormente si he tenido	0.08	C4	7.87%
C5	Nunca he tenido deudas	0.04	C5	3.55%
		1.00		100.00%

CI=	0.03868726	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0326	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 71.

Dimensión: Económico-Resiliencia

	E5	E6	E7	E8	Wi	Ci	LAMDAi
E5	1	2.000	3.000	4.000	2.213	0.463	0.965
E6	0.500	1	2.000	3.000	1.316	0.275	1.056
E7	0.333	0.500	1	3.000	0.841	0.176	1.114
E8	0.250	0.333	0.333	1	0.408	0.085	0.940
Pi	2.083	3.833	6.333	11.000	4.779	λmax	4.075

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
E5	E5	0.46	C1	46.32%
E6	E6	0.28	C2	27.54%
E7	E7	0.18	C3	17.60%
E8	E8	0.09	C4	8.54%
		1.00		100.00%

CI=	0.02498672	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	0.99	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0252	Consistente
		$CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 72.

Económico-Resiliencia: E5 Ingreso Familiar.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	4.000	7.000	9.000	3.471	0.468	0.938
C2	0.500	1	2.000	5.000	8.000	2.091	0.282	1.078
C3	0.250	0.500	1	3.000	5.000	1.134	0.153	1.152
C4	0.143	0.200	0.333	1	2.000	0.453	0.061	1.007
C5	0.111	0.125	0.200	0.500	1	0.268	0.036	0.904
Pi	2.004	3.825	7.533	16.500	25.000	7.418	λmax	5.079
SIGNIFICADO						PESOS	Ci	%
C1	Menor a 930					0.47	C1	46.80%
C2	De 930 a 1200					0.28	C2	28.19%
C3	De 1200 a 1500					0.15	C3	15.29%
C4	De 1500 a 2000					0.06	C4	6.11%
C5	Más de 2000					0.04	C5	3.62%
						1.00		100.00%
CI=	0.01982934							
RCI=	1.188							
CR=	0.0167	Consistente						

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 73.

Económico-Resiliencia: E6 Productos de Siembra.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	4.000	5.000	7.000	3.086	0.447	0.935
C2	0.500	1	2.000	3.000	5.000	1.719	0.249	1.004
C3	0.250	0.500	1	4.000	6.000	1.246	0.180	1.337
C4	0.200	0.333	0.250	1	5.000	0.608	0.088	1.163
C5	0.143	0.200	0.167	0.200	1	0.249	0.036	0.864
Pi	2.093	4.033	7.417	13.200	24.000	6.908	λmax	5.303
SIGNIFICADO						PESOS	Ci	%
C1	No siembra					0.45	C1	44.68%
C2	1-5					0.25	C2	24.88%
C3	6-10					0.18	C3	18.03%
C4	11-20					0.09	C4	8.81%
C5	Mayor que 20					0.04	C5	3.60%
						1.00		100.00%
CI=	0.07569931							
RCI=	1.188							
CR=	0.0637	Consistente						

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 74.

Económico-Resiliencia: E7 Tenencia de Animales Mayores.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	4.000	7.000	9.000	3.471	0.455	0.912
C2	0.500	1	3.000	5.000	7.000	2.208	0.290	1.065
C3	0.250	0.333	1	5.000	7.000	1.239	0.162	1.356
C4	0.143	0.200	0.200	1	5.000	0.491	0.064	1.172
C5	0.111	0.143	0.143	0.200	1	0.214	0.028	0.816
Pi	2.004	3.676	8.343	18.200	29.000	7.624	λmax	5.321

SIGNIFICADO		PESOS	C1	%
C1	No tiene	0.46	C1	45.53%
C2	1-5	0.29	C2	28.96%
C3	6-10	0.16	C3	16.25%
C4	11-20	0.06	C4	6.44%
C5	Mayor de 20	0.03	C5	2.81%
		1.00		100.00%

CI=	0.08024976	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0676	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 75.

Económico-Resiliencia: E8 Tenencia de Animales Menores.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	4.000	8.000	9.000	3.565	0.456	0.905
C2	0.500	1	3.000	5.000	7.000	2.208	0.282	1.037
C3	0.250	0.333	1	7.000	9.000	1.393	0.178	1.469
C4	0.125	0.200	0.143	1	6.000	0.464	0.059	1.254
C5	0.111	0.143	0.111	0.167	1	0.197	0.025	0.804
Pi	1.986	3.676	8.254	21.167	32.000	7.827	λmax	5.469

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
C1	No tiene	0.46	C1	45.55%
C2	1-10	0.28	C2	28.21%
C3	11-25	0.18	C3	17.80%
C4	26-50	0.06	C4	5.92%
C5	Mayor de 50	0.03	C5	2.51%
		1.00		100.00%

Ci=	0.11722897	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0987	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

A.4 DIMENSIÓN AMBIENTAL

DETERMINACIÓN DE PESOS POR LA ESCALA DE SAATY (AHP)

Tabla 76.

Dimensión: Ambiental-Fragilidad.

	A1	A2	A3	A4	A5	Wi	Ci	LAMDAi
A1	1	2.000	2.000	3.000	3.000	2.048	0.318	0.849
A2	0.500	1	3.000	5.000	9.000	2.322	0.361	1.315
A3	0.500	0.333	1	4.000	4.000	1.217	0.189	1.229
A4	0.333	0.200	0.250	1	2.000	0.506	0.079	1.063
A5	0.333	0.111	0.250	0.500	1	0.341	0.053	1.008
Pi	2.666	3.644	6.500	13.500	19.000	6.434	λmax	5.463
SIGNIFICADO						PESOS	Ci	%
A1	A1: Manejo de aguas residuales					0.32	C1	31.83%
A2	A2: Manejo de residuos sólidos					0.36	C2	36.09%
A3	A3: % de parcelas que cuenta con accesorios					0.19	C3	18.91%
A4	A4: En los últimos 10 años ¿su producción agrícola?					0.08	C4	7.87%
A5	A5: En los últimos 10 años ¿su producción pecuaria?					0.05	C5	5.30%
						1.00		100.00%
CI=	0.11583549					$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$		
RCI=	1.188					$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$		
CR=	0.0975		Consistente			$CR = CI/RCI$		

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 77.

Dimensión: Ambiental-Fragilidad - Parte 2.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci
C1	1	2.000	3.000	5.000	7.000	2.914	0.428
C2	0.500	1	2.000	4.000	6.000	1.888	0.277
C3	0.333	0.500	1	3.000	5.000	1.201	0.176
C4	0.200	0.250	0.333	1	2.000	0.506	0.074
C5	0.143	0.167	0.200	0.500	1	0.299	0.044
Pi	2.176	3.917	6.533	13.500	21.000	6.808	λmax
SIGNIFICADO						PESOS	Ci
C1	No tiene					0.43	C1
C2	Disposición en río, canal, acequia					0.28	C2
C3	Pozo ciego					0.18	C3
C4	Pozo séptico					0.07	C4
C5	Red de desagüe					0.04	C5
						1.00	
CI=	0.02402094				$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$		
RCI=	1.188				$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$		
CR=	0.0202		Consistente		$CR = CI/RCI$		

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 78.

Ambiental-Fragilidad: A2 Manejo de Residuos Sólidos.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	4.000	7.000	9.000	3.471	0.468	0.938
C2	0.500	1	2.000	5.000	8.000	2.091	0.282	1.078
C3	0.250	0.500	1	3.000	5.000	1.134	0.153	1.152
C4	0.143	0.200	0.333	1	2.000	0.453	0.061	1.007
C5	0.111	0.125	0.200	0.500	1	0.268	0.036	0.904
Pi	2.004	3.825	7.533	16.500	25.000	7.418	λmax	5.079
SIGNIFICADO						PESOS	Ci	%
C1	No tiene					0.47	C1	46.80%
C2	Quema de residuos sólidos					0.28	C2	28.19%
C3	Disposición en la calle					0.15	C3	15.29%
C4	Recolección de residuos sólidos una vez a la semana					0.06	C4	6.11%
C5	Recolección diaria de residuos sólidos					0.04	C5	3.62%
						1.00		100.00%
CI=	0.01982934							
								$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188							
								$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0167	Consistente						$CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.



Tabla 79.

Ambiental-Fragilidad: A3 Parcelas que Cuenta con Acceso a Riego.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	6.000	5.000	7.000	9.000	4.522	0.598	0.969
C2	0.167	1	4.000	3.000	2.000	1.320	0.174	1.410
C3	0.200	0.250	1	3.000	2.000	0.786	0.104	1.126
C4	0.143	0.333	0.333	1	3.000	0.544	0.072	1.031
C5	0.111	0.500	0.500	0.333	1	0.392	0.052	0.881
Pi	1.621	8.083	10.833	14.333	17.000	7.563	λmax	5.417
SIGNIFICADO						PESOS	Ci	%
C1	Ninguna	0%				0.60	C1	59.79%
C2	Menor	50%				0.17	C2	17.45%
C3	50%					0.10	C3	10.39%
C4	Mayor	50%				0.07	C4	7.19%
C5	100%					0.05	C5	5.18%
						1.00		100.00%
CI=	0.10427309							
								$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188							
								$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0878	Consistente						
								$CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 80.

Ambiental-Fragilidad: A4 Producción Agrícola 10 Últimos Años.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	3.000	4.000	5.000	2.605	0.414	0.944
C2	0.500	1	2.000	3.000	5.000	1.719	0.273	1.100
C3	0.333	0.500	1	2.000	3.000	1.000	0.159	1.085
C4	0.250	0.333	0.500	1	2.000	0.608	0.097	1.014
C5	0.200	0.200	0.333	0.500	1	0.367	0.058	0.932
Pi	2.283	4.033	6.833	10.500	16.000	6.299	λmax	5.076
SIGNIFICADO						PESOS	Ci	%
C1	Ha bajado significativamente					0.41	C1	41.36%
C2	Ha bajado un poco					0.27	C2	27.28%
C3	Se ha mantenido igual					0.16	C3	15.87%
C4	Ha aumentado un poco					0.10	C4	9.66%
C5	Ha aumentado significativamente					0.06	C5	5.83%
						1.00		100.00%
CI=	0.01899194							
RCI=	1.188							
CR=	0.0160 Consistente							

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

$$CR = CI/RCI$$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 81.

Ambiental-Fragilidad: A5 Producción Pecuaria Últimos Años.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	3.000	5.000	7.000	9.000	3.936	0.532	0.951
C2	0.333	1	2.000	3.000	5.000	1.585	0.214	1.078
C3	0.200	0.500	1	5.000	3.000	1.084	0.147	1.251
C4	0.143	0.333	0.200	1	3.000	0.491	0.066	1.084
C5	0.111	0.200	0.333	0.333	1	0.301	0.041	0.854
Pi	1.787	5.033	8.533	16.333	21.000	7.398	λmax	5.219
SIGNIFICADO						PESOS	Ci	%
C1	Ha bajado significativamente					0.53	C1	53.21%
C2	Ha bajado un poco					0.21	C2	21.42%
C3	Se ha mantenido igual					0.15	C3	14.66%
C4	Ha aumentado un poco					0.07	C4	6.64%
C5	Ha aumentado significativamente					0.04	C5	4.07%
						1.00		100.00%
CI=	0.05474357							
								$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188							
								$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0461	Consistente						
								$CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 82.

Dimensión: Ambiental-Resiliencia.

	A6	A7	A8	A9	A10	Wi	Ci	LAMDAi
A6	1	2.000	3.000	7.000	9.000	3.277	0.476	0.993
A7	0.500	1	2.000	3.000	5.000	1.719	0.250	1.007
A8	0.333	0.500	1	2.000	3.000	1.000	0.145	0.992
A9	0.143	0.333	0.500	1	3.000	0.590	0.086	1.142
A10	0.111	0.200	0.333	0.333	1	0.301	0.044	0.918
Pi	2.087	4.033	6.833	13.333	21.000	6.887	λmax	5.052

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
A6	A6: Capacitación en temas de contaminación ambiental	0.48	C1	47.59%
A7	A7: Tenencia de parcelas de uso agropecuario	0.25	C2	24.96%
A8	A8: Número de parcelas de uso agropecuario	0.15	C3	14.52%
A9	A9: Superficie de parcelas de uso agropecuario	0.09	C4	8.57%
A10	A10: NO ha tomado medidas preventivas para mitigar posibles efectos de CC	0.04	C5	4.37%
		1.00		100.00%

CI=	0.01298173	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0109	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 83.

Ambiental-Resiliencia: A6 Capacitación en Temas de Contaminación Ambiental.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	3.000	4.000	6.000	2.702	0.410	0.922
C2	0.500	1	2.000	4.000	7.000	1.947	0.295	1.149
C3	0.333	0.500	1	2.000	4.000	1.059	0.161	1.084
C4	0.250	0.250	0.500	1	2.000	0.574	0.087	1.001
C5	0.167	0.143	0.250	0.500	1	0.312	0.047	0.947
Pi	2.250	3.893	6.750	11.500	20.000	6.595	λmax	5.104

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
C1	No recibe capacitaciones	0.41	C1	40.97%
C2	Escasa	0.30	C2	29.53%
C3	Regular	0.16	C3	16.06%
C4	Continua	0.09	C4	8.71%
C5	Activa	0.05	C5	4.74%
		1.00		100.00%

CI=	0.02603885	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0219	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 84.

Ambiental-Resiliencia: A7 Tenencia de Parcelas de uso Agropecuario.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	4.000	7.000	8.000	3.390	0.463	0.933
C2	0.500	1	3.000	4.000	6.000	2.048	0.279	1.048
C3	0.250	0.333	1	4.000	6.000	1.149	0.157	1.319
C4	0.143	0.250	0.250	1	3.000	0.485	0.066	1.080
C5	0.125	0.167	0.167	0.333	1	0.259	0.035	0.847
Pi	2.018	3.750	8.417	16.333	24.000	7.330	λmax	5.227

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
C1	Otra	0.46	C1	46.25%
C2	Propiedad alquilada	0.28	C2	27.93%
C3	Propiedad es parte del territorio comunal	0.16	C3	15.67%
C4	Propiedad propia (sin título)	0.07	C4	6.61%
C5	Propiedad propia (con título)	0.04	C5	3.53%
		1.00		100.00%

CI=	0.05672265	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0477	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 85.

Ambiental-Resiliencia: A8 Número de Parcelas de uso Agropecuario.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	3.000	5.000	7.000	9.000	3.936	0.509	0.910
C2	0.333	1	3.000	5.000	7.000	2.036	0.263	1.231
C3	0.200	0.333	1	3.000	5.000	1.000	0.129	1.233
C4	0.143	0.200	0.333	1	4.000	0.520	0.067	1.093
C5	0.111	0.143	0.200	0.250	1	0.240	0.031	0.806
Pi	1.787	4.676	9.533	16.250	26.000	7.732	λmax	5.274

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
C1	Ninguna	0.51	C1	50.91%
C2	1	0.26	C2	26.33%
C3	2-5	0.13	C3	12.93%
C4	6-10	0.07	C4	6.73%
C5	Mayor de 10	0.03	C5	3.10%
		1.00		100.00%

CI=	0.06844172	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0576	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.

Tabla 86.

Ambiental-Resiliencia: A9 Superficie Total de Parcelas de uso Agropecuario.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	2.000	4.000	6.000	9.000	3.366	0.457	0.927
C2	0.500	1	3.000	5.000	7.000	2.208	0.300	1.103
C3	0.250	0.333	1	3.000	5.000	1.046	0.142	1.212
C4	0.167	0.200	0.333	1	2.000	0.467	0.063	0.983
C5	0.111	0.143	0.200	0.500	1	0.276	0.037	0.898
Pi	2.028	3.676	8.533	15.500	24.000	7.362	λmax	5.123

SIGNIFICADO		PESOS	Ci	%
C1	0	0.46	C1	45.72%
C2	Menor a 1 ha	0.30	C2	29.99%
C3	1,5 ha	0.14	C3	14.20%
C4	6-20 ha	0.06	C4	6.34%
C5	Mayor a 20 ha	0.04	C5	3.74%
		1.00		100.00%

CI=	0.03076121	$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
RCI=	1.188	$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
CR=	0.0259	Consistente $CR = CI/RCI$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.



Tabla 87.

Ambiental-Resiliencia: A10 Medidas Cambio Climático.

	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1	3.000	4.000	6.000	9.000	3.650	0.504	0.939
C2	0.333	1	2.000	4.000	7.000	1.796	0.248	1.214
C3	0.250	0.500	1	4.000	2.000	1.000	0.138	1.071
C4	0.167	0.250	0.250	1	2.000	0.461	0.064	0.987
C5	0.111	0.143	0.500	0.500	1	0.331	0.046	0.960
Pi	1.861	4.893	7.750	15.500	21.000	7.238	λmax	5.171

SIGNIFICADO

- C1 No se ha considerado, desconoce
- C2 Ha escuchado sobre el tema, pero no está interesado
- C3 Se está considerando para el futuro
- C4 Ya se han tomado acciones
- C5 Ya se han tomado y se tiene previsto

PESOS

- 0.50 **C1** **50.43%**
- 0.25 **C2** **24.81%**
- 0.14 **C3** **13.82%**
- 0.06 **C4** **6.37%**
- 0.05 **C5** **4.57%**
- 1.00 100.00%

CI= 0.04268691

$$CI = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

RCI= 1.188

$$RCI = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

CR= 0.0359 Consistente

$$CR = CI/RCI$$

Nota. La calificación se da en función del problema (vulnerabilidad/amenaza/riesgo), es directamente proporcional.



116	32406688	Santa Cruz	Huancaruaz	0	1	2	0	1				4	X				X			X	X	X				X				X					X
117	45117491	Santa Cruz	Huancaruaz	0	0	1	1	2				4			X		X			X	X	X				X								X	
118	45197753	Santa Cruz	Colcas	2	3	1	1	3		1		9	X				X			X	X	X				X								X	
119	47926387	Santa Cruz	Colcas	1	2	1	0	0				4		X			X			X	X				X									X	
120	33242678	Santa Cruz	Colcas	0	0	2	0	0				2		X			X			X	X	X				X								X	
121	32383516	Santa Cruz	Colcas	0	2	0	0	0				2	X				X			X	X	X				X								X	
122	32405993	Santa Cruz	Colcas	0	1	1	1	0				3	X			X			X	X	X	X				X								X	
123	44841529	Santa Cruz	Cerca a Iarian	0	1	2	1	1				5	X			X			X	X	X	X				X								X	
124	32400345	Santa Cruz	Entrada cerca al cementerio	2	1	1	0	0				4	X				X			X	X	X				X								X	
125	09956961	Santa Cruz	Buenos Aires-Cancaraca	0	0	4	2	0				6		X			X		X	X	X				X									X	
126	41569319	Santa Cruz	Buenos Aires-Cancaraca	1	2	2	0	1				6		X			X			X	X				X									X	
127	32387105	Santa Cruz	Hualcayan	0	1	0	0	0				1	X				X			X	X	X				X								X	
128	80365527	Santa Cruz	Buenos Aires-Cancaraca	0	1	3	0	0				4		X			X			X	X	X				X								X	
129	08338999	Santa Cruz	Hualcayan	1	1	2	1	0				5		X			X			X	X	X				X								X	
130	32383017	Santa Cruz	Lado de la escuela	0	2	0	0	1				3	X				X			X	X	X				X								X	
131	42065930	Santa Cruz	Buenos Aires-Cancaraca	1	0	2	3	0				6	X				X			X	X	X				X								X	
132	46493628	Santa Cruz	Hualcayan	1	1	0	0	2				4	X				X			X	X	X				X								X	
133	42927412	Santa Cruz	Hualcayan	1	1	15	0	2				19	X				X			X	X	X				X								X	
134	77489017	Santa Cruz	Hualcayan	1	0	0	1	0				2		X			X			X	X	X				X									X
135	33348865	Santa Cruz	Hualcayan	0	1	2	1	1	1	1		3	X				X			X	X	X				X									X
136	76657304	Santa Cruz	Hualcayan	2	0	0	1	1				4	X				X			X	X	X				X									X
137	77666398	Santa Cruz	Hualcayan	2	0	0	1	1				4		X			X			X	X	X				X									X
138	60597484	Santa Cruz	Nuevo progreso	2	0	0	2	0				4		X			X			X	X	X				X									X
139	32401918	Santa Cruz	Centro	0	2	1	2	0	1			4		X			X			X	X	X				X								X	
140	74425773	Santa Cruz	Hualcayan	1	0	0	2	0				3	X				X			X	X	X				X									X
141	32400632	Santa Cruz	Barrio Progreso	0	2	2	3	0	1			6	X				X			X	X	X				X									X
142	33243249	Santa Cruz	Centro	0	1	3	0	0				4	X				X			X	X	X				X									X
143	46916844	Santa Cruz	Hualcayan	0	0	0	0	2				2		X			X			X	X	X				X									X
144	32406728	Santa Cruz	Nuevo progreso	1	0	4	1	0				6		X			X			X	X	X				X									X
145	9380467	Santa Cruz	Hualcayan	0	1	2	2	0				5	X				X			X	X	X				X									X
146	32401578	Santa Cruz	Centro	1	0	3	2	0				6	X				X			X	X	X				X									X
147	74125125	Santa Cruz	Hualcayan	1	1	0	0	2				4		X			X			X	X	X				X									X
148	45435745	Santa Cruz	Barrio progreso S/n	0	2	0	0	1				3	X				X			X	X	X				X									X
149	32225916	Santa Cruz	parte alta	0	3	3	0	1				7	X				X			X	X	X				X									X

13	80384405	Santa Cruz	Tzactza			X			X						X	X					X						X
14	45993689	Santa Cruz	Tzactza			X		X			X				X	X						X					X
15	32401492	Santa Cruz	Frente al tambo			X			X					X	X							X					X
16	42820620	Santa Cruz	Av. santa cruz.			X		X			X			X	X							X		X			
17	32401462	Santa Cruz	Cerca al tambo			X			X					X	X							X					X
18	44952886	Santa Cruz	Santa Cruz			X			X			X			X							X					X
19	41048014	Santa Cruz	Pasaje Tambo			X		X			X			X	X							X		X			
20	32384983	Santa Cruz	Av. Santa cruz			X			X		X			X	X							X					X
21	32400215	Santa Cruz	Centro huaripampa			X			X		X			X	X							X		X			
22	32401271	Santa Cruz	Entrada principal			X			X			X			X	X						X		X			
23	32400355	Santa Cruz	Huaripampa			X		X			X			X	X							X					X
24	32406636	Santa Cruz	Cerca a la municipalidad			X			X					X	X							X					X
25	46028984	Santa Cruz	Huaripampa			X		X			X			X	X							X					X
26	32411027	Santa Cruz	Cerca a la plaza			X			X			X			X							X					X
27	6384036	Santa Cruz	Barrio yanachaca				X	X				X			X							X					X
28	45543980	Santa Cruz	Yanachaca			X			X			X			X	X						X					X
29	43636756	Santa Cruz	Cerca a la plaza			X			X		X			X	X							X					X
30	46310875	Santa Cruz	Huaripampa			X		X			X			X	X							X					X
31	32406620	Santa Cruz	Barrio Yanachaca			X		X			X			X	X							X					X
32	72405200	Santa Cruz	Huaripampa			X		X			X			X	X							X					X
33	32400668	Santa Cruz	3 cuadras de la plaza			X			X			X			X	X						X					X
34	41849311	Santa Cruz	Av. Santa Cruz			X			X					X	X							X					X
35	32400335	Santa Cruz	Barrio Progreso			X			X				X	X	X							X					X
36	40798478	Santa Cruz	Barrio Progreso			X			X				X	X	X							X					X
37	32856392	Santa Cruz	Jr. Rio Bkanco S/n			X		X			X			X	X							X					X
38	32400271	Santa Cruz	primer pasaje de la curva			X			X		X			X	X							X					X
39	32400021	Santa Cruz	Punín pampa			X			X					X	X							X					X
40	32400560	Santa Cruz	Cashapampa			X			X			X			X							X					X
41	70514710	Santa Cruz	Cruce quebrada onda			X		X			X			X	X							X					X
42	44675689	Santa Cruz	Cashapampa			X		X			X			X	X							X		X			
43	32401484	Santa Cruz	Carretera principal			X			X		X			X	X							X					X
44	35767190	Santa Cruz	Puente			X			X				X	X								X					X
45	31642462	Santa Cruz	Cerca al puente			X			X				X	X								X					X
46	41898093	Santa Cruz	Cashapampa			X		X			X			X	X							X					X
47	32401086	Santa Cruz	Av. Principal cashapampa caraz			X		X			X		X		X							X					X

48	42913760	Santa Cruz	Cashapampa		X			X				X	X			X			X			X
49	32406762	Santa Cruz	Cashapampa			X			X			X		X		X			X			X
50	32400096	Santa Cruz	Punín pampa		X			X			X		X		X				X			X
51	70485577	Santa Cruz	Cerca al puente		X			X			X		X	X				X				X
52	40296998	Santa Cruz	Punín pampa		X			X			X		X	X				X				X
53	32403797	Santa Cruz	Calcapu		X		X			X			X		X		X		X			X
54	32400414	Santa Cruz	Calcapu		X		X			X			X		X		X		X			X
55	32400777	Santa Cruz	Pacayo		X		X			X			X		X		X		X		X	
56	32383812	Santa Cruz	Calcapu		X			X			X		X	X				X		X		
57	71005658	Santa Cruz	Pacayo		X		X			X			X		X		X		X	X		
58	32401015	Santa Cruz	Cashapampa		X		X			X			X		X		X		X			X
59	32400802	Santa Cruz	Cashapampa		X		X			X			X		X		X		X			X
60	32406666	Santa Cruz	Cashapampa		X			X			X		X		X		X		X			X
61	32605286	Santa Cruz	Bado bidega		X		X			X			X		X		X		X			X
62	41084002	Santa Cruz	Cashapampa		X			X			X	X			X		X		X			X
63	32401051	Santa Cruz	Nemillo pucro		X		X			X			X		X		X		X			X
64	76831602	Santa Cruz	Cashapampa		X		X			X			X		X		X		X		X	
65	32401186	Santa Cruz	Bado Bidega		X		X			X			X		X		X		X			X
66	32400163	Santa Cruz	Cashapampa		X			X			X		X		X		X		X			X
67	32400553	Santa Cruz	Cashapampa		X			X			X	X			X		X		X			X
68	71005663	Santa Cruz	Cashapampa		X			X			X			X	X		X		X			X
69	32400055	Santa Cruz	Cashapampa		X			X			X			X		X		X		X		X
70	32406706	Santa Cruz	Huaroma Coto		X		X			X			X		X		X		X			X
71	41904821	Santa Cruz	Cashapampa		X		X			X			X		X		X		X			X
72	44189349	Santa Cruz	Cashapampa		X		X			X			X		X		X		X			X
73	32406679	Santa Cruz	Huaroma Coto		X			X			X			X		X		X				X
74	32401545	Santa Cruz	Cerca la plaza		X			X			X		X		X		X		X			X
75	32406690	Santa Cruz	Cashapampa		X		X			X			X		X		X		X			X
76	44457844	Santa Cruz	Cashapampa		X			X			X		X		X		X		X			X
77	32400356	Santa Cruz	Punín pampa		X		X			X			X		X		X		X			X
78	31682908	Santa Cruz	Cashapampa		X		X			X			X		X		X		X			X
79	72459754	Santa Cruz	Punín pampa		X		X				X			X		X		X				X
80	32400154	Santa Cruz	Punín pampa		X			X			X		X		X		X		X			X
81	32400137	Santa Cruz	Entrada		X			X			X		X		X		X		X			X
82	03240015	Santa Cruz	Carretera central		X			X			X		X		X		X		X			X
83	32401571	Santa Cruz	Punín pampa		X			X			X	X			X		X		X			X



119	47926387	Santa Cruz	Colcas		X	X						X			X					X	X	
120	33242678	Santa Cruz	Colcas		X	X			X			X			X					X	X	
121	32383516	Santa Cruz	Colcas		X		X		X	X		X			X					X	X	
122	32405993	Santa Cruz	Colcas		X		X		X			X			X					X	X	
123	44841529	Santa Cruz	Cerca a Iarian		X		X		X			X	X				X				X	
124	32400345	Santa Cruz	Entrada cerca al cementerio		X	X			X			X	X					X				X
125	09956961	Santa Cruz	Buenos Aires-Cancaraca		X		X		X			X	X							X	X	
126	41569319	Santa Cruz	Buenos Aires-Cancaraca		X		X		X			X	X							X	X	
127	32387105	Santa Cruz	Hualcayan		X	X			X			X			X					X	X	
128	80365527	Santa Cruz	Buenos Aires-Cancaraca		X		X		X			X	X							X	X	
129	08338999	Santa Cruz	Hualcayan		X	X			X			X			X					X	X	
130	32383017	Santa Cruz	Lado de la escuela		X		X		X	X			X							X	X	
131	42065930	Santa Cruz	Buenos Aires-Cancaraca		X		X		X			X	X							X	X	
132	46493628	Santa Cruz	Hualcayan		X	X			X			X	X							X	X	
133	42927412	Santa Cruz	Hualcayan		X	X			X			X	X							X	X	
134	77489017	Santa Cruz	Hualcayan		X	X			X			X	X							X	X	
135	33348865	Santa Cruz	Hualcayan		X		X		X			X	X			X		X		X		
136	76657304	Santa Cruz	Hualcayan		X	X			X			X	X							X	X	
137	77666398	Santa Cruz	Hualcayan		X	X			X			X	X	X						X	X	
138	60597484	Santa Cruz	Nuevo progreso		X		X		X			X	X							X	X	
139	32401918	Santa Cruz	Centro		X		X		X			X	X				X					X
140	74425773	Santa Cruz	Hualcayan		X	X			X			X	X							X	X	
141	32400632	Santa Cruz	Barrio Progreso		X		X		X			X	X				X					X
142	33243249	Santa Cruz	Centro		X		X		X			X	X				X					X
143	46916844	Santa Cruz	Hualcayan		X		X		X			X	X							X	X	
144	32406728	Santa Cruz	Nuevo progreso		X		X		X			X	X							X	X	
145	09380467	Santa Cruz	Hualcayan		X	X			X			X	X							X	X	
146	32401578	Santa Cruz	Centro		X		X		X			X	X			X						X
147	74125125	Santa Cruz	Hualcayan		X	X			X			X	X							X	X	
148	45435745	Santa Cruz	Barrio progreso S/n		X	X			X			X	X				X					X
149	32225916	Santa Cruz	parte alta		X		X		X			X	X			X						X
150	44966317	Santa Cruz	Al lado del estadio		X		X		X			X	X			X						X
151	40090065	Santa Cruz	Entrada principal		X	X			X			X	X				X					X
152	32406738	Santa Cruz	Plaza		X	X			X			X	X				X			X		X
153	44967872	Santa Cruz	Wichac Puncu		X		X		X			X	X							X		X
154	32387953	Santa Cruz	Punin pampa		X		X		X			X	X							X		X



FICHA DE VULNERABILIDAD: WP5 ZONAS DE INFLUENCIA DIRECTA/INDIRECTA

DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	CENTRO POBLADO	COMUNIDAD CAMPESINA
ANCASH	HUAYLAS	Santa Cruz		

LOTE/FID	Apellidos y Nombres del Jefe de Familia	DNI	COORDENADAS	DISTRITO	DIRECCIÓN DEL PREDIO RURAL (REFERENCIA)	DIMENSIONES SOCIAL, FISICA, ECONOMICA Y AMBIENTAL																																																		
						AMBIENTAL																																																		
						FRAGILIDAD												RESILIENCIA																																						
						A1. MANEJO DE AGUAS RESIDUALES			A2. MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS			A3. % DE PARCELAS QUE CUENTAN CON ACCESO A RIEGO				A4. En los últimos 10 años, ¿su producción agrícola...?				A5. En los últimos 10 años, ¿su producción pecuaria...?				A6. CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONTAMINACIÓN AMBIENTAL			A7. TENENCIA DE PARCELAS DE USO AGROPECUARIO			A8. NUMERO DE PARCELAS DE USO AGROPECUARIO				A9. SUPERFICIE TOTAL DE PARCELAS DE USO AGROPECUARIO			A10. ¿Ha tomado medidas preventivas para mitigar posibles efectos del cambio climático?																			
						No tiene	Disposición en río, canal, acequia	Pozo ciego	Pozo séptico	Red de Desagüe	No tiene	Quema de residuos sólidos	Disposición en la calle	Recolección de residuos sólidos una vez a la semana	Recolección diaria de residuos sólidos	Ninguna (0%)	<50%	50%	>50%	Todas (100%)	Ha bajado significativamente	Ha bajado un poco	Se ha mantenido igual / no hay	Ha aumentado un poco	Ha aumentado significativamente	Ha bajado significativamente	Ha bajado un poco	Se ha mantenido igual / no hay	Ha aumentado un poco	Ha aumentado significativamente	No recibe capacitaciones	Escasa	Regular	Continua (mayoritaria)	Activa (total)	Otra	Propiedad alquilada	Propiedad es parte de territorio comunal	Propiedad propia (sin título)	Propiedad propia (con título)	Ninguna	1	2-5	6-10	>10	0	<1 ha	1-5 ha	6-20 ha	>20 ha	No se ha considerado, desconoce	Ha escuchado sobre el tema pero no está interesado	Se está considerando para el futuro	Ya se han tomado acciones	Ya se han tomado y se tiene previsto realizar más	
1	43962695	Santa Cruz	Plaza			X		X	X							X	X		X						X		X				X						X												X							
2	40666166	Santa Cruz	Entrada a la plaza			X		X		X					X				X							X				X						X															X					
3	32401348	Santa Cruz	Pasaje antes de la Plaza			X		X		X					X				X							X				X							X																X			
4	45707036	Santa Cruz	Entrada			X		X		X					X				X							X			X																								X			
5	32380388	Santa Cruz	Entrada			X		X		X			X		X				X							X			X																								X			
6	32386818	Santa Cruz	Entrada a la comunidad			X	X			X					X				X							X			X																									X		
7	40034223	Santa Cruz	Entrada			X		X		X			X		X				X							X			X																									X		
8	32401018	Santa Cruz	Entrada			X		X	X						X				X						X			X																									X			
9	32400759	Santa Cruz	Entrada			X		X		X			X		X				X						X			X																										X		
10	32400772	Santa Cruz	Pasaje Cerca a la Plaza			X		X		X					X				X							X			X																								X			
11	45891770	Santa Cruz	Tzactza	X				X		X					X				X							X			X																								X			
12	32400230	Santa Cruz	Cerca al colegio			X		X		X					X				X							X			X																								X			
13	80384405	Santa Cruz	Tzactza			X		X		X					X				X							X			X																									X		



49	32406762	Santa Cruz	Cashapampa			X			X			X		X			X		X			X			X				X
50	32400096	Santa Cruz	Punin pampa			X			X			X		X			X		X			X			X			X	
51	70485577	Santa Cruz	Cerca al puente			X			X			X		X			X		X			X			X			X	
52	40296998	Santa Cruz	Punin pampa			X			X			X		X			X		X			X			X			X	
53	32403797	Santa Cruz	Calcapu	X				X			X	X		X			X		X			X			X			X	
54	32400414	Santa Cruz	Calcapu	X				X			X	X		X			X		X			X			X			X	
55	32400777	Santa Cruz	Pacayo	X				X			X	X		X			X		X			X			X			X	
56	32383812	Santa Cruz	Calcapu	X				X			X	X		X			X		X			X			X			X	
57	71005658	Santa Cruz	Pacayo			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
58	32401015	Santa Cruz	Cashapampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
59	32400802	Santa Cruz	Cashapampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
60	32406666	Santa Cruz	Cashapampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
61	32605286	Santa Cruz	Bado bidega			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
62	41084002	Santa Cruz	Cashapampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
63	32401051	Santa Cruz	Nemillo pucro	X					X			X	X			X		X			X			X			X		X
64	76831602	Santa Cruz	Cashapampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
65	32401186	Santa Cruz	Bado Bidega			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
66	32400163	Santa Cruz	Cashapampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
67	32400553	Santa Cruz	Cashapampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
68	71005663	Santa Cruz	Cashapampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
69	32400055	Santa Cruz	Cashapampa	X					X			X	X			X		X			X			X			X		X
70	32406706	Santa Cruz	Huaroma Coto			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
71	41904821	Santa Cruz	Cashapampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
72	44189349	Santa Cruz	Cashapampa	X					X			X	X			X		X			X			X			X		X
73	32406679	Santa Cruz	Huaroma Coto			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
74	32401545	Santa Cruz	Cerca la plaza			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
75	32406690	Santa Cruz	Cashapampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
76	44457844	Santa Cruz	Cashapampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
77	32400356	Santa Cruz	Punin pampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
78	31682908	Santa Cruz	Cashapampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
79	72459754	Santa Cruz	Punin pampa	X					X			X	X			X		X			X			X			X		X
80	32400154	Santa Cruz	Punin pampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
81	32400137	Santa Cruz	Entrada			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
82	03240015	Santa Cruz	Carretera central			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
83	32401571	Santa Cruz	Punin pampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X
84	80517878	Santa Cruz	Punin pampa			X			X			X	X			X		X			X			X			X		X



