

EVALUACIÓN DEL RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.

Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada

Ica, 09 de marzo de 2026

RESUMEN.

La presente tesis evalúa el riesgo de inundaciones fluviales en la ciudad de Ica, Perú, utilizando como base la metodología del Manual CENEPRED (2014). A partir de datos hidrológicos, topográficos y censales, se determinó la peligrosidad mediante modelamiento hidrodinámico con caudales de 50, 100 y 200 años de recurrencia. Se identificaron y analizaron elementos expuestos en los ámbitos social, económico y ambiental, evaluando su fragilidad y resiliencia para estimar la vulnerabilidad. Como resultado, se determinó que varios sectores urbanos presentan un riesgo “Alto” a “Muy Alto” ante eventos extremos, especialmente por la baja capacidad de recuperación institucional y comunitaria. El estudio recomienda que la ciudad desarrolle medidas urgentes de planificación territorial, fortalecimiento de capacidades y obras de mitigación para reducir su exposición al riesgo de desbordes del río Ica.

INDICE

1 GENERALIDADES.....	1
1.1 INTRODUCCION	1
2 ANTECEDENTES.....	1
2.1 OCURRENCIA DE INUNDACIONES FLUVIALES EN PERÚ, Y EN EL DEPARTAMENTO DE ICA.	2
2.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA HIDROGRÁFICO DE LA CUENCA DEL RIO ICA. 4	
2.3 MÁXIMAS AVENIDAS DEL RÍO ICA.....	5
2.4 GESTION DE RIESGOS.	6
2.4.1 INUNDACION FLUVIAL.....	6
2.4.2 PELIGRO.....	7
2.4.3 VULNERABILIDAD.....	8
2.4.4 RIESGO.	10
3 MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
3.1 IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	11
3.2 MATERIALES.....	13
3.3 METODOLOGÍA DE TRABAJO	13
3.3.1 DETERMINACION DE NIVELES DE PELIGROSIDAD.....	13
3.3.2 DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD.	18
3.3.3 DETERMINACION DE LOS NIVELES DE RIESGO.....	20
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	22
4.1 RESULTADOS	22
4.1.1 DETERMINACION DE NIVEL DE PELIGROSIDAD.....	22
4.1.2 DETERMINACION DE LA FRAGILIDAD	30
4.1.3 DETERMINACION DE LA RESILIENCIA.....	43
4.1.4 DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD	49
4.1.5 DETERMINACION DEL RIESGO.....	50
4.2 DISCUSION.....	52
4.2.1 RESPECTO AL NIVEL DE PELIGROSIDAD.....	52
4.2.2 RESPECTO A LA VULNERABILIDAD	56
4.2.3 RESPECTO A LA RESILIENCIA	91
4.2.4 RESPECTO A LA VULNERABILIDAD.....	93
4.2.5 RESPECTO AL RIESGO.	94
5 CONCLUSIONES.	97
6 RECOMENDACIONES	98
7 BIBLIOGRAFÍA CITADA.	100
8 ANEXOS.....	101

INDICE DE CUADROS

CUADRO 1. CAUDALES MÁXIMOS (M ³ /S) PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO.....	5
CUADRO 2. DISTRITOS UBICADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.	11
CUADRO 3. COORDENADAS UTM WGS 84, ZONA 18 SUR, DEL POLÍGONO DE LA ZONA DE ESTUDIO.	11
CUADRO 4. CAUDALES SEGÚN PERÍODO DE RETORNO.	14
CUADRO 5. COORDENADAS DEL TRAMO EN MODELAMIENTO.	14
CUADRO 6. COEFICIENTES DE RUGOSIDAD EN EL TRAMO EN MODELAMIENTO.	14
CUADRO 7. CLASIFICACION DEL PELIGRO.	17
CUADRO 8. PESO SEGÚN PROFUNDIDAD DEL AGUA EN ZONA INUNDADA.	17
CUADRO 9. PESO DE PONDERACION SEGÚN VELOCIDAD DEL AGUA EN ZONA INUNDADA.	18
CUADRO 10. PESOS PARA LA RESILIENCIA.	19
CUADRO 11. DESCRIPCIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGO SOCIAL	20
CUADRO 12. DESCRIPCIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGO ECONOMICO	21
CUADRO 13. DESCRIPCIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGO AMBIENTAL	21
CUADRO 14. ÍNDICES DE RIESGO.	21
CUADRO 15. PELIGROSIDAD POR PROFUNDIDAD DE AGUA PARA RECURRENCIAS DE 50, 100 Y 200 AÑOS.	29
CUADRO 16. PELIGROSIDAD POR VELOCIDAD DEL AGUA PARA RECURRENCIAS DE 50, 100 Y 200 AÑOS.	29
CUADRO 17. FRAGILIDAD ANTE INUNDACIONES FLUVIALES POR PROFUNDIDAD DE AGUA	31
CUADRO 18. EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD ANTE VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	38
CUADRO 19. RESILIENCIA SOCIAL "CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO.	43
CUADRO 20. RESILIENCIA SOCIAL EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLITICA Y LOCAL.	43
CUADRO 21. RESILIENCIA SOCIAL ACTITUD FRENTE AL RIESGO.	45
CUADRO 22. RESILIENCIA SOCIAL CAMPAÑAS DE DIFUSION.	45
CUADRO 23. RESILIENCIA ECONOMICA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA.	46
CUADRO 24. RESILIENCIA ECONOMICA INGRESO FAMILIAR PROMEDIO (US\$).	46
CUADRO 25. RESILIENCIA AMBIENTAL CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL.	47
CUADRO 26. RESILIENCIA AMBIENTAL CONOCIMIENTO ANCESTRAL PARA LA EXPLOTACION SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS NATURALES.	47
CUADRO 27. RESILIENCIA AMBIENTAL CAPACITACION EN TEMAS DE CONSERVACION AMBIENTAL.	48
CUADRO 28. VULNERABILIDAD DE LA CIUDAD DE ICA ANTE LA PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	49
CUADRO 29. VULNERABILIDAD DE LA CIUDAD DE ICA ANTE LA VELOCIDAD DEL AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	49

CUADRO 30. ÍNDICE DE RIESGO ANTE PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.....	50
CUADRO 31. ÍNDICE DE RIESGO ANTE VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.....	50
CUADRO 32. CLASIFICACIÓN DEL RIESGO ANTE LA PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.....	51
CUADRO 33. CLASIFICACIÓN DEL RIESGO ANTE LA VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.....	51
CUADRO 34. AREA PORCENTUAL SEGÚN NIVEL DE PELIGROSIDAD POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	52
CUADRO 35. AREA PORCENTUAL SEGÚN NIVEL DE PELIGROSIDAD POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	55
CUADRO 36. NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MUY ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	57
CUADRO 37. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MUY ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	57
CUADRO 38. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	60
CUADRO 39. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	60
CUADRO 40. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MEDIA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.....	63
CUADRO 41. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MEDIA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	63
CUADRO 42. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “BAJA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	66
CUADRO 43. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “BAJA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	66
CUADRO 44. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MUY ALTA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.....	76
CUADRO 45. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MUY ALTA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	76
CUADRO 46. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “ALTA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	78
CUADRO 47. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “ALTA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.....	79
CUADRO 48. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MEDIA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	81
CUADRO 49. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MEDIA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.....	82
CUADRO 50. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “BAJA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.	84
CUADRO 51. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “BAJA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.....	85

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO ICA.....	2
FIGURA 2. ESQUEMA TOPOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO ICA.	6
FIGURA 3. CLASIFICACIÓN DE PELIGROS ORIGINADOS POR FENÓMENOS NATURALES Y ACCIÓN HUMANA.....	7
FIGURA 4. CLASIFICACIÓN DE PELIGROS POR FENÓMENOS DE ORIGEN NATURAL.....	8
FIGURA 5. EXPOSICIÓN SOCIAL.....	9
FIGURA 6. EXPOSICIÓN ECONÓMICA.....	9
FIGURA 7. EXPOSICIÓN AMBIENTAL.....	10

INDICE DE GRAFICOS

GRAFICO 1. ÁREA EXPUESTA A PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA	53
GRAFICO 2. PORCENTAJE DE ÁREA EXPUESTA A PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA	53
GRAFICO 3. ÁREA EXPUESTA A VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA	55
GRAFICO 4. PORCENTAJE DE ÁREA EXPUESTA A VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA	56
GRAFICO 5. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.....	58
GRAFICO 6. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.	59
GRAFICO 7. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.....	61
GRAFICO 8. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.....	62
GRAFICO 9. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.....	64
GRAFICO 10. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.	65
GRAFICO 11. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “BAJA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.....	67
GRAFICO 12. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “BAJA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.....	68
GRAFICO 13. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.....	69
GRAFICO 14. PORCENTAJE DE ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.....	69
GRAFICO 15. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.....	73
GRAFICO 16. PORCENTAJE DE ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.....	73

GRAFICO 17. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.....	74
GRAFICO 18. PORCENTAJE DE ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.....	74
GRAFICO 19. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “BAJA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.....	75
GRAFICO 20. PORCENTAJE DE ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “BAJA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.....	75
GRAFICO 21. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR VELOCIDAD DE AGUA.	77
GRAFICO 22. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR VELOCIDAD DE AGUA.	77
GRAFICO 23. ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “ALTA” POR VELOCIDAD DE AGUA.	80
GRAFICO 24. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “ALTA” POR VELOCIDAD DE AGUA.	80
GRAFICO 25. ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR VELOCIDAD DE AGUA, A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.	83
GRAFICO 26. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR VELOCIDAD DE AGUA, A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.	83
GRAFICO 27. ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “BAJA” POR VELOCIDAD DE AGUA, A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA”.	86
GRAFICO 28. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “BAJA” POR VELOCIDAD DE AGUA, A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA”.	86
GRAFICO 29. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.	87
GRAFICO 30. PORCENTAJE DE ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.....	88
GRAFICO 31. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “ALTA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.	88
GRAFICO 32. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “ALTA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.	89
GRAFICO 33. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.	89
GRAFICO 34. PORCENTAJE DE ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.....	90
GRAFICO 35. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “BAJA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA”.	90
GRAFICO 36. PORCENTAJE DE ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “BAJA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA”.	91
GRAFICO 37. VALORES DE LA RESILIENCIA POR CADA CAPACIDAD ANALIZADA. .	92
GRAFICO 38. RESUMEN DE LA RESILIENCIA.	93
GRAFICO 39. VULNERABILIDAD POR PROFUNDIDAD DE AGUA.	93

GRAFICO 40. VULNERABILIDAD POR VELOCIDAD DE AGUA.	94
GRAFICO 41. RIESGO POR PROFUNDIDAD DE AGUA.	95
GRAFICO 42. RIESGO POR VELOCIDAD DE AGUA.	95

INDICE DE MAPAS

MAPA 1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.	12
MAPA 2. TOPOGRAFÍA DEL RÍO ICA, EN EL ÁREA EN ESTUDIO.	15
MAPA 3. COEFICIENTES DE RUGOSIDAD SEGÚN USO DE SUELO.	16
MAPA 4. PELIGROSIDAD CAUDAL DE 215.70 M3/S, PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS, VELOCIDAD DEL AGUA.	23
MAPA 5. PELIGROSIDAD CAUDAL DE 215.70 M3/S, PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS, PROFUNDIDAD DE AGUA.	24
MAPA 6. PELIGROSIDAD CAUDAL DE 226.10 M3/S, PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS, VELOCIDAD DEL AGUA.	25
MAPA 7. PELIGROSIDAD CAUDAL DE 226.10 M3/S, PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS, PROFUNDIDAD DE AGUA.	26
MAPA 8. PELIGROSIDAD CAUDAL DE 464.40 M3/S, PERIODO DE RETORNO DE 200 AÑOS, VELOCIDAD DEL AGUA.	27
MAPA 9. PELIGROSIDAD CAUDAL DE 464.40 M3/S, PERIODO DE RETORNO DE 200 AÑOS, PROFUNDIDAD DE AGUA.	28
MAPA 10. FRAGILIDAD POR PROFUNDIDAD DE AGUA, RECURRENCIA DE 50 AÑOS.	34
MAPA 11. FRAGILIDAD POR PROFUNDIDAD DE AGUA RECURRENCIA DE 100 AÑOS.	35
MAPA 12. FRAGILIDAD POR PROFUNDIDAD DE AGUA, RECURRENCIA DE 200 AÑOS.	36
MAPA 13. FRAGILIDAD POR VELOCIDAD DE AGUA, RECURRENCIA DE 50 AÑOS. ...	40
MAPA 14. FRAGILIDAD POR VELOCIDAD DE AGUA, RECURRENCIA DE 100 AÑOS. .	41
MAPA 15. FRAGILIDAD POR VELOCIDAD DE AGUA, RECURRENCIA DE 200 AÑOS. .	42

1 GENERALIDADES.

1.1 INTRODUCCION

Las inundaciones por desborde de ríos son uno de los tipos más comunes y peligrosos de inundaciones. Ocurren cuando el caudal de un río supera su capacidad de conducción y el agua se desborda hacia las áreas circundantes, conocidas como llanuras de inundación.

Dentro de las causas principales del desborde de ríos, están las lluvias intensas o prolongadas, la urbanización no planificada con la construcción de viviendas y realización de actividades en zonas peligrosas.

Respecto a las consecuencias de las inundaciones por desborde de ríos se tienen pérdidas humanas, daños materiales (viviendas, carreteras, cultivos, infraestructura pública), impactos ambientales (erosión del suelo, contaminación del agua, pérdida de hábitats); y afectación económica (pérdida de cosechas, suspensión de actividades comerciales, gasto en recuperación).

A fin de prevenir los impactos generados por el desborde de ríos, se deben elaborar estudios a fin de identificar las zonas de peligro, los elementos vulnerables expuestos a la inundación; y así poder determinar el riesgo ante inundaciones por desborde del río, lo que permitirá implementar medidas de prevención estructurales y no estructurales como; sistemas de alerta temprana, diseñar e implementar infraestructura de protección (diques, presas, muros de contención y canales de derivación de agua), ejecutar un adecuado ordenamiento territorial, implementar planes de educación y preparación comunitaria, planificar y ejecutar actividades de reforestación y manejo de cuencas.

Las inundaciones del río Ica, en el sur de Perú, son eventos naturales recurrentes que han tenido un gran impacto en la ciudad de Ica y sus alrededores a lo largo de la historia.

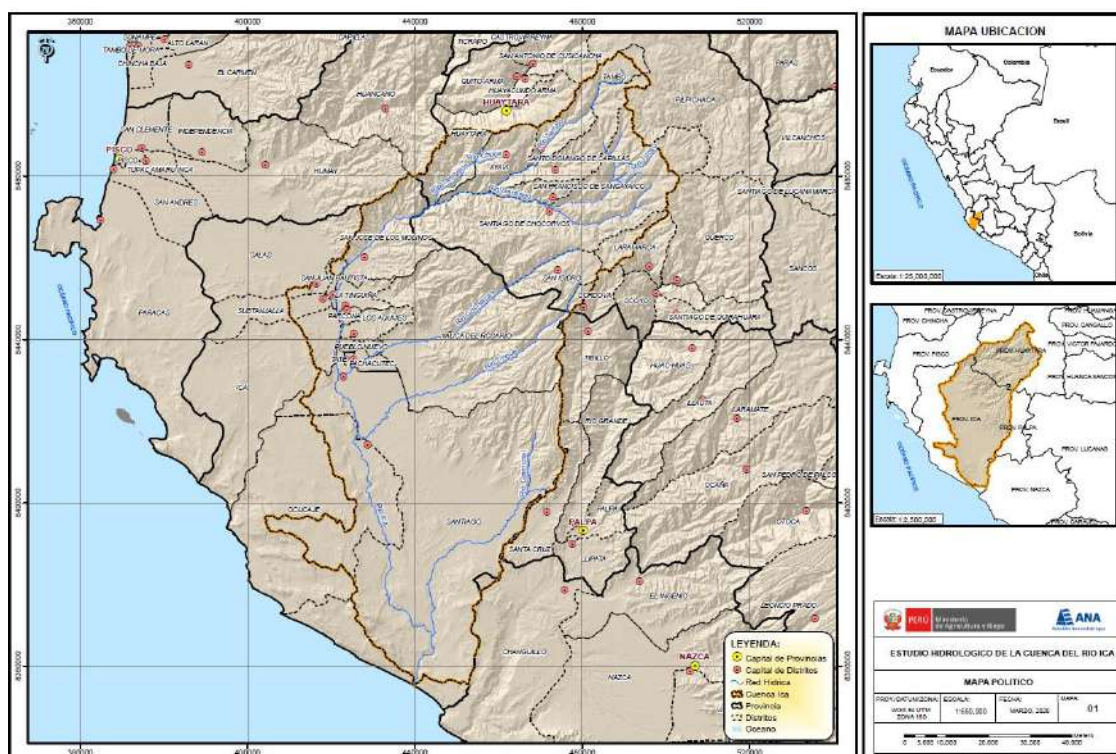
El río Ica atraviesa la ciudad de Ica, en la región del mismo nombre, y nace en la cordillera occidental de los Andes, es un río estacional, lo que significa que durante la mayor parte del año tiene poco caudal o está seco, pero durante la temporada de lluvias puede experimentar crecidas súbitas y generar inundaciones por desborde del río como las sucedidas en 1925 (gran inundación que causó importantes daños a la ciudad), 1963 (inundación severa que destruyó viviendas y vías), 1998 (durante El Niño, el río se desbordó afectando miles de viviendas), 2017 (inundaciones causadas por el fenómeno de El Niño costero, con destrucción de infraestructura y cultivos).

2 ANTECEDENTES.

El departamento de Ica está situado en la costa central del Perú. La altitud del territorio varía desde el nivel del mar (distrito Paracas – provincia de Pisco) y los 4.893 m.s.n.m. (distrito San Pedro de Huacarpana-provincia de Chincha).

La cuenca del río Ica, hidrográficamente se encuentra ubicada en la vertiente del Pacífico, **FIGURA 1.**

FIGURA 1. UBICACIÓN DE LA CUENCA DEL RÍO ICA.



Fuente: (ANA, 2022), Estudio Hidrológico de la Unidad Hidrográfica Ica.

2.1 OCURRENCIA DE INUNDACIONES FLUVIALES EN PERÚ, Y EN EL DEPARTAMENTO DE ICA.

Estudios recientes muestran que se espera que la frecuencia de las grandes inundaciones aumente en muchos lugares del mundo. En el Perú, en los últimos cinco siglos han ocurrido aproximadamente 120 episodios de El Niño, según las investigaciones históricas recopiladas por Quinn W., Neal V., y Antúñez de Mayolo S. (INDECI, 2009).

En la costa del Perú, se produjeron grandes lluvias en los años 1982–83 y 1997-98 debido al fenómeno El Niño, que originaron incremento de caudales, erosión hídrica, activación de quebradas secas, formación de avalanchas de lodo de diverso tamaño que aportaron materiales sólidos hacia las partes bajas de los valles, causando sedimentación y colmatación de cauces, contribuyendo así a los desbordes y consiguientes inundaciones.

Tras los cambios en el clima a causa del cambio climático, el uso de la tierra, la infraestructura y la demografía de la población, se esperan eventos más intensos. En efecto, se presume que la exposición a las inundaciones se multiplicará por tres en el año 2050 debido a un incremento de la población y los activos económicos en las zonas propensas a inundaciones (Hamidifar & Nones, 2021).

Respecto a las inundaciones y los daños ocasionados por el desborde del río Ica, en el documento “Estudios sobre la vulnerabilidad y los efectos de los desastres naturales en el sector agrícola región Ica” (SIGRID, 2017), se señala:

- El 17 de marzo de 1909 las aguas llegaron hasta el ex-mercado de Grau, oportunidad en la que varios comerciantes se instalaron en la Plaza de Armas de Ica hasta terminarse las obras de reparación del mercado.
- En 1925, se produce la inundación de casi la totalidad de las tierras agrícolas de los distritos, el cultivo principal era la caña de azúcar, produciéndose el cambio de éste por el algodón y la vid.
- El 19 de febrero de 1932, una avenida de 220.6 m³/s superó la capacidad de conducción del cauce y produjo inundaciones. Las aguas arrasaron grandes extensiones de tierras cultivadas en las haciendas de Trapiche, Chavalita, Belén, Santa Rosa, Tacama, La Vela, El Blanco, Churrutino, Limoncillo, entre otros. Además, se registró, el desplazamiento del cauce del río Ica hasta en 2 km, hacia la izquierda arrasando fundos que nunca fueron ribereños, causando gravísimos daños en la toma y canal La Achirana, el cual fue borrado completamente en 3 km. Este cambio de curso tuvo una longitud de casi 12 km. Regresando a su antiguo cauce (actual cauce) a 5 km. de la ciudad de Ica.
- El 7 de marzo de 1963, se registra el desborde del río Ica, hacia la margen derecha a la altura de la bocatoma La Palma. La inundación llega hasta la primera cuadra de la avenida Grau, y hasta los alrededores de la iglesia del Señor de Luren.
- En marzo de 1972, debido a las excesivas lluvias el caudal del río se vio incrementado, registrándose inundaciones y erosiones en áreas rurales.
- En 1983, el caudal máximo instantáneo alcanzó a 420 m³/s, inundando el caserío de Chanchajalla, así como las tierras de cultivo de las zonas de Batea-Comezango, El Olivo y El Carmen.
- El 23 de enero de 1998, se estimó en el sector La Achirana un caudal de 450 m³/s según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI) y de 500 m³/s según el Proyecto Especial Tambo Ccaracocha (PETACC), magnitud nunca observada en los 75 años de registro. El colapso de la bocatoma La Poruna ocasionó la inundación de la urbanización Santo Domingo y parte de la Urb. Manzanilla. Además, se reportaron inundaciones por filtración a través de los muros de encauzamiento, en el sector de Acomayo (margen izquierda).
- El 29 de enero de 1998, a una semana de la última inundación, el río alcanzó un récord histórico de avenidas con un caudal máximo estimado en 900 m³/s (según el PETACC), 650 m³/s según el SENAMHI, y 1050 m³/s según la Autoridad Técnica del Distrito de Riego Ica, (ATDR Ica,) todos ellos en la bocatoma La Achirana. El agua rebasó el puente vehicular Huamaní de 84,48 m de luz, alcanzando alturas de 5,21m y 4,57 m en los estribos derecho e izquierdo respectivamente. Se considera que el Plan Regional de Prevención y Atención de Desastres Región Ica 2009 - 2019 el caudal registrado en la bocatoma fue laminándose, llegando al puente San Juan unos 600 m³/s, que discurrieron e inundaron amplios terrenos de cultivo del distrito hasta la zona de El Carmen, y la ciudad de Ica. Por la margen izquierda, las aguas llegaron hasta la avenida 7, por la margen derecha, hasta la urbanización Santa María, San Martín, Los Patos, Avenida Lambayeque, Urb. Santo Domingo.
- Entre el 2002 y 2004, lluvias intensas bajaron por las quebradas Yauca y Tingue, así como por las quebradas derivadas de ellas, como Cocharcas y Tigre, inundando terrenos de cultivo habilitados para productos de exportación, como los de las empresas Drokasa y Chapi. Estas empresas han construido diques de protección para sus terrenos, con lo cual, en el futuro, las aguas se orientarán más hacia el lado de los centros poblados de Pachacutec y Tate. En Santiago y Ocucaje también se afectaron terrenos de cultivo y viviendas rurales. El descuido en el manejo de la infraestructura de riego en el canal La Achirana, ocasionalmente produce el desborde de sus aguas y la inundación de terrenos y viviendas que se encuentran a su paso causando daños evitables mediante una administración más cuidadosa de los cursos de agua de la zona.

Durante el Fenómeno de "El Niño" 1997-98, Ica fue uno de los departamentos más afectados en el territorio nacional. Las fuertes precipitaciones ocurridas en la parte alta y media de la cuenca ocasionaron el desborde del río Ica, causando la inundación de la ciudad la noche del 29 de enero de 1998. De los caudales promedios mensuales del río Ica con sus normales históricas, durante episodios "El Niño" para el periodo 1925-2020, El Niño 1997-98 fue uno de los más fuertes del presente siglo, se inició en marzo de 1997 y las anomalías de la temperatura superficial del mar ingresaron por la parte sur del país, abarcando gran parte del mar peruano. Las precipitaciones en las estaciones Pluviométrica -Tambo y Pluviométrica -Santiago de Chocorvos presentaron valores significativos en enero de 1998. Es importante mencionar que el desborde del río Ica se debió a la crecida extraordinaria del río; estimándose un valor próximo a los 1050 m³/s a las 10:00 pm del día 29 de enero. (Alegre de la Cruz, 2000)

2.2 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA HIDROGRÁFICO DE LA CUENCA DEL RIO ICA.

El sistema hidrográfico de la cuenca del río Ica tiene su origen en un grupo de pequeñas lagunas situadas en su parte alta. De aquí nacen los ríos Tambo, Olaya y Santiago de Chocorvos y originan el río Jatunchaca, el cual a su vez al unirse con el río Tambo a la altura de la localidad de Tincocca forman el río Ica.

El río Ica constituye el principal eje de drenaje de la cuenca. En su recorrido recibe el aporte de varios afluentes, entre los cuales cabe mencionar las quebradas de Huacceyoc, Tambillos, Trapiche, Cansas, Yauca del Rosario y Tingue.

El curso superior del río o cuenca de recepción comprendida desde los nacientes hasta aguas abajo de la localidad de Tincocca (confluencia de los ríos Tambo y Jatunchaca), se caracteriza por la fuerte pendiente y el gran poder de erosión de las aguas, que dan como resultado la típica forma de "V" del valle y sus quebradas.

El curso medio abarca desde la confluencia de los ríos Tambo y Jatunchaca hasta la depresión de Ocucaje, muestra una suave pero gradual ampliación del encajonamiento y de la abertura en "V" del valle, así como una paulatina disminución de la pendiente. Aguas arriba de la Hacienda Trapiche, el valle se ensancha notablemente y reduce su pendiente, permitiendo el depósito de los materiales que el río transporta, dando origen a la formación del llano aluvial.

El curso inferior comprende desde la depresión de Ocucaje hasta la Boca del Río, con un cauce seco y de pequeño ancho, corriendo encajonado entre cerros de pequeña elevación, lo que ha motivado la ausencia de un cono de deyección y la deposición de sus sedimentos en el sector medio.

La longitud del sistema hidrográfico del río de Ica es de 239.65 km presentando una pendiente promedio aproximada de 1.95%, sin embargo, presenta sectores de pendientes más pronunciadas, especialmente en el sector de las quebradas de Capillas y Huacceyoc de la parte alta.

La cuenca del río Ica posee una superficie 7,340.83 km.², es de forma rectangular alargada, en ella se encuentran lagunas, manantiales, ríos y quebradas que disminuyen su caudal en los meses de julio, agosto, setiembre, octubre y noviembre, debido a la escasez de las lluvias, siendo importante en estos meses el caudal base y el abastecimiento de las lagunas reguladas ubicadas en la parte alta. (ANA, 2022).

2.3 MÁXIMAS AVENIDAS DEL RÍO ICA.

En el “Estudio Hidrológico de la Unidad Hidrográfica Ica”, (ANA, 2022) se seleccionaron 17 subcuencas potencialmente productoras de escurrimiento superficial para época de lluvia, con la finalidad de representar la variación de las características físicas de la cuenca, como la pendiente, la tasa de infiltración, la precipitación, entre otros. Con dicha información se elaboró un Esquema Topológico de la Cuenca del río Ica, ver **FIGURA 2**.

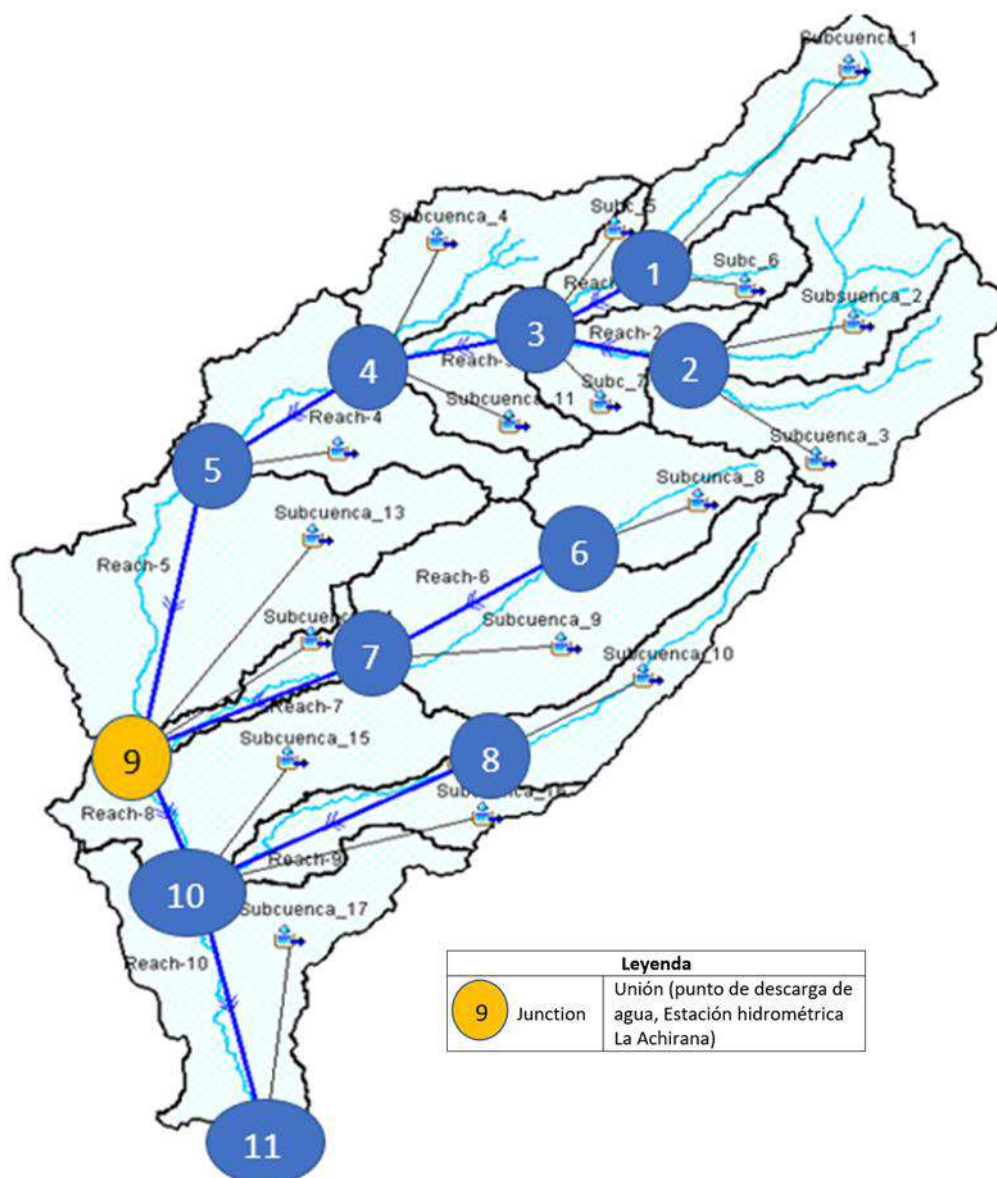
Los caudales máximos (ANA, 2022) para diferentes períodos de retorno: 10, 25, 50, 100 y 200 años en los puntos de escurrimiento para la cuenca del río Ica, se muestran en el **CUADRO 1**.

CUADRO 1. CAUDALES MÁXIMOS (M³/S) PARA DIFERENTES PERÍODOS DE RETORNO.

Descripción	Tr=10 años	Tr=25 años	Tr=50 años	Tr=100 años	Tr=200 años
Junction 2	129.70	232.80	343.70	489.70	679.40
Junction 1	41.20	67.80	94.60	128.00	172.00
Junction 3	176.80	221.20	259.30	324.70	352.90
Junction 4	185.40	214.10	235.50	272.40	366.40
Junction 5	170.80	198.10	215.60	231.50	246.10
Junction 6	9.80	14.30	19.00	25.20	33.40
Junction 7	14.20	25.00	50.40	105.00	194.40
Junction 9	144.80	190.80	215.70	226.10	464.40
Junction 8	11.10	27.30	48.20	81.00	127.50
Junction 10	132.40	177.40	206.40	232.60	468.90
Junction 11	116.50	166.80	197.70	220.80	438.60

Fuente. (ANA, 2022), Estudio Hidrológico de la Unidad Hidrográfica Ica.

FIGURA 2. ESQUEMA TOPOLÓGICO DE LA CUENCA DEL RIO ICA.



Fuente. (ANA, 2022), Estudio Hidrológico de la Unidad Hidrográfica Ica.

Para el presente trabajo, se ha optado por tomar los caudales señalados en la Junction 9, para recurrencias o periodos de retorno de 50, 100 y 200 años, debido a que en la Junction 9 se encuentra la estación hidrométrica La Achirana, cuyos caudales discurren por el tramo del río que pasa por la ciudad de Ica, motivo de estudio de la presente tesis.

2.4 GESTION DE RIESGOS.

2.4.1 INUNDACION FLUVIAL.

Las inundaciones se clasifican según su origen o su duración. Según su origen pueden ser: fluviales, pluviales y por operaciones incorrectas o roturas. La inundación fluvial es producto de intensas o continuas precipitaciones que exceden la capacidad de campo del suelo. Otro factor que influye es el volumen máximo que puede transportar el río, cuando este es superado

el cauce se desborda y el agua ocupa áreas aledañas (CENEPRED, 2014). Se transforma en peligro cuando estas zonas están ocupadas por viviendas o bienes poblacionales.

Según su duración, las inundaciones fluviales pueden ser:

2.4.1.1 DINAMICAS O RAPIDAS.

Se producen en ríos cuyas cuencas presentan fuertes pendientes. Las crecidas de los ríos son repentinas y de corta duración. Son las que producen los mayores daños en la población e infraestructura, debido a que el tiempo de reacción es casi nulo.

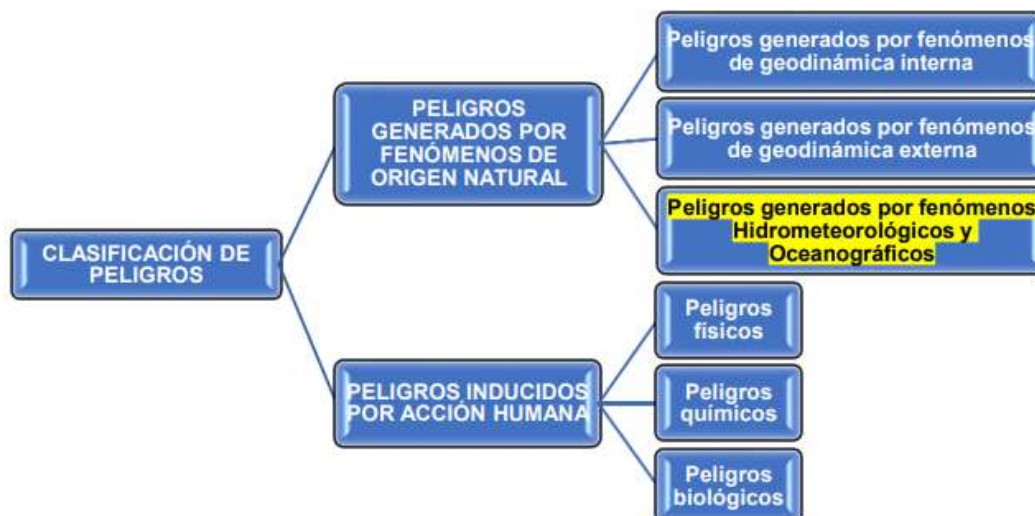
2.4.1.2 ESTATICAS O LENTAS.

Se producen cuando las lluvias son persistentes y generalizadas, producen un aumento paulatino del caudal del río hasta superar su capacidad máxima de transporte, por lo que el río se desborda, inundando áreas planas cercanas al mismo, a estas áreas se les denomina llanuras de inundación (CENEPRED, 2014).

2.4.2 PELIGRO.

Un peligro es la probabilidad de ocurrencia de un fenómeno natural o inducido por el ser humano, potencialmente dañino, para un periodo específico y una localidad o zona conocida (INDECI, 2009), **FIGURA3.**

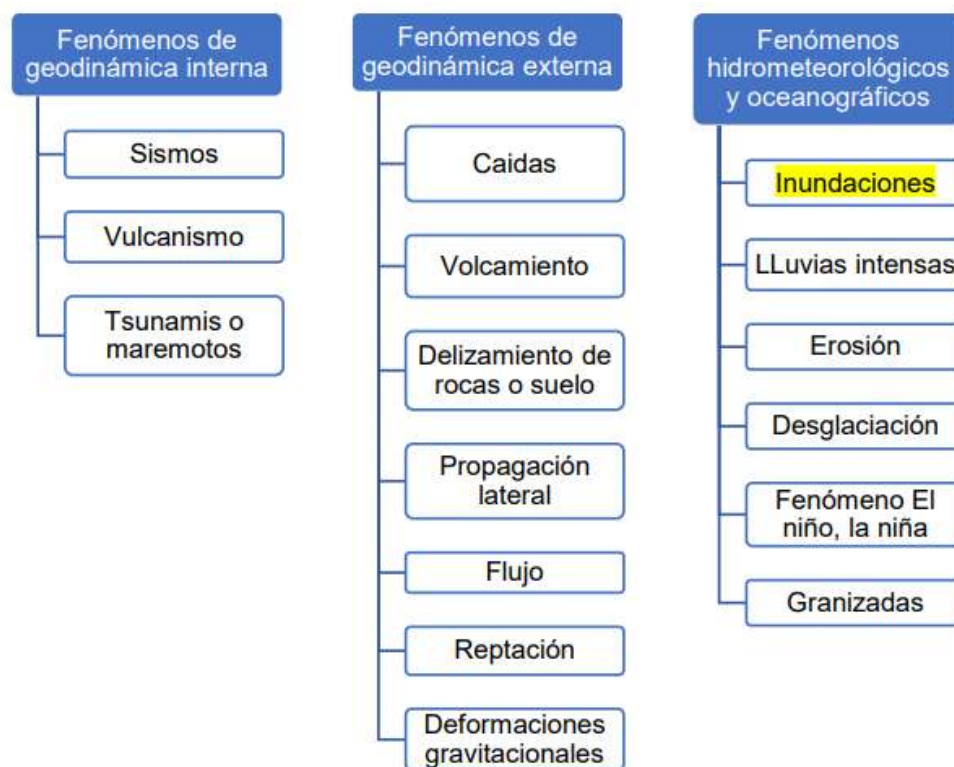
FIGURA 3. CLASIFICACIÓN DE PELIGROS ORIGINADOS POR FENÓMENOS NATURALES Y ACCIÓN HUMANA.



Fuente: (CENEPRED, 2014).

Los peligros generados por fenómenos de origen natural se subdividen en 3 clases, **FIGURA 4**, de geodinámica interna, de geodinámica externa e hidrometeorológicos y oceanográficos.

FIGURA 4. CLASIFICACIÓN DE PELIGROS POR FENÓMENOS DE ORIGEN NATURAL.



Fuente: (CENEPRED, 2014).

2.4.3 VULNERABILIDAD.

La vulnerabilidad es el grado de resistencia y/o exposición de un elemento frente a la ocurrencia de un peligro. Puede ser física, social, económica, cultural e ideológica, institucional y política, o de otro tipo. Se refiere a una serie de características que predisponen a una persona, un grupo o una sociedad a sufrir daños frente al impacto de un peligro y que dificultan su recuperación (INDECI, 2009).

Los factores de la vulnerabilidad son la exposición, la fragilidad y la resiliencia.

2.4.3.1 EXPOSICION.

Está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad.

2.4.3.2 FRAGILIDAD.

Indica las condiciones de desventaja o debilidad relacionadas al ser humano y sus medios de vida frente a un peligro, a mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad. Aquí se analizan las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno. Ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción, materiales inadecuados, entre otros (CENEPRED, 2011).

2.4.3.3 RESILIENCIA.

Está referida a la capacidad de las personas, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, las actividades económicas y las estructuras físicas, para asimilar,

adsorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse, del impacto de un peligro o amenaza, así como de incrementar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro (CENEPRED, 2011).

La vulnerabilidad depende de la fragilidad y la resiliencia, según:

$$Vulnerabilidad = \frac{Fragilidad}{Resiliencia}$$

La exposición, fragilidad y resiliencia en el ámbito social, económico y ambiental, y sus componentes se relacionan según lo mostrado en **FIGURA 5, FIGURA 6 y FIGURA 7**.

FIGURA 5. EXPOSICIÓN SOCIAL.

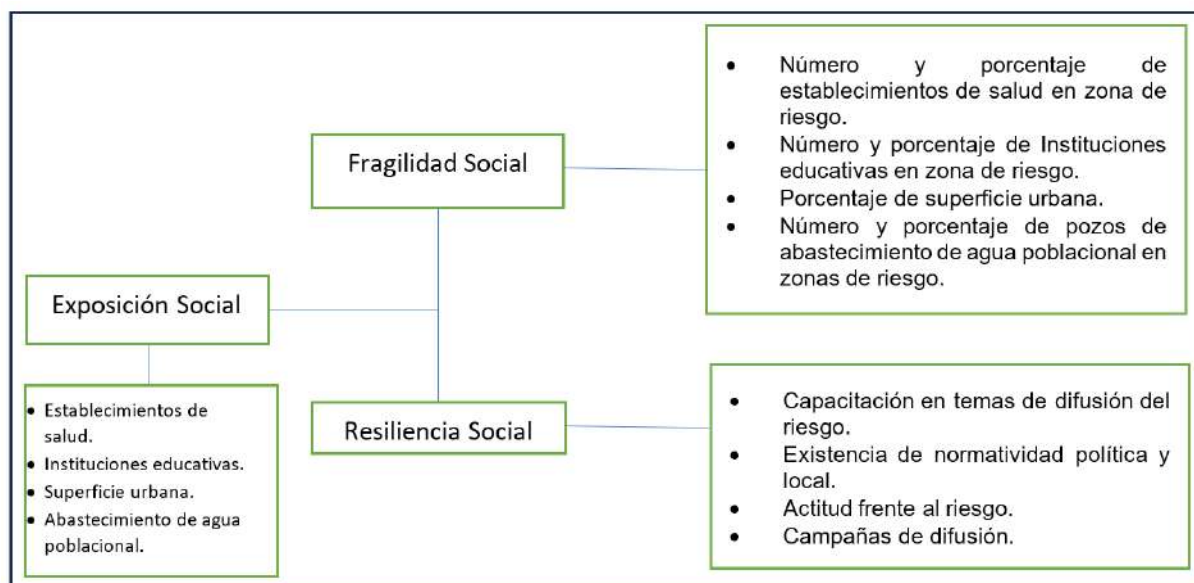


FIGURA 6. EXPOSICIÓN ECONÓMICA.

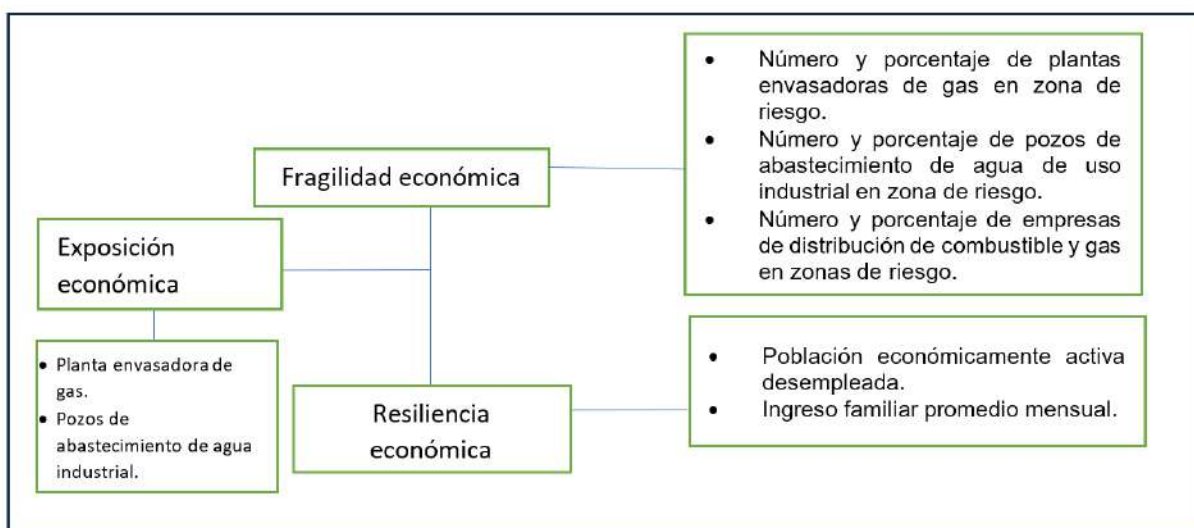
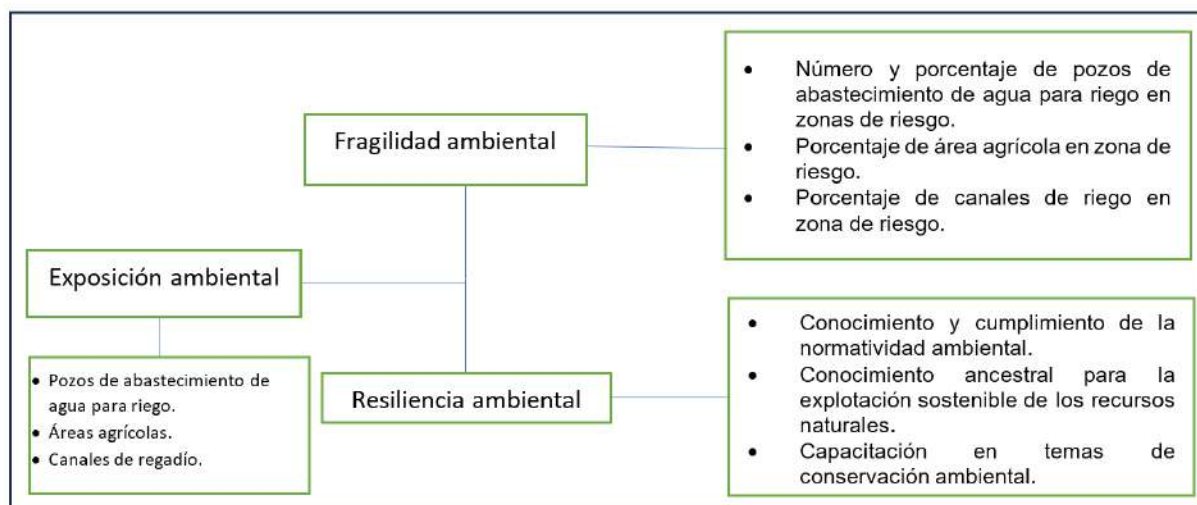


FIGURA 7. EXPOSICIÓN AMBIENTAL.



2.4.4 RIESGO.

El riesgo es la probabilidad de que un peligro se materialice y cause daños, en un periodo específico y un área conocida. Se evalúa en función de la relación entre el peligro y la vulnerabilidad. El riesgo sólo puede existir al presentarse un peligro en determinadas condiciones de vulnerabilidad, en un espacio y tiempo particular. No puede existir un peligro sin la existencia de una sociedad vulnerable y viceversa. De hecho, peligros y vulnerabilidades son mutuamente condicionados. Por lo tanto, al aumentar su resiliencia, una comunidad reducirá sus condiciones de vulnerabilidad y nivel de riesgo (INDECI, 2009).

Para la determinación del índice de riesgo, se utiliza la relación:

$$\text{Índice de Riesgo} = \text{Peligro} * \text{Vulnerabilidad}$$

3 MATERIALES Y MÉTODOS.

3.1 IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

La zona de estudio se encuentra ubicada en la Región y Provincia de Ica (en el tramo que discurre el río Ica y que pasa por la ciudad en 14.53 km) y abarca nueve (09) distritos, **CUADRO 2.**, con un área total de 117.99 Km².

CUADRO 2. DISTRITOS UBICADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.

Departamento	Provincia	Distrito	Área (km ²)	%
ICA	ICA	PUEBLO NUEVO	4.39	3.72
ICA	ICA	SAN JOSE DE LOS MOLINOS	0.33	0.28
ICA	ICA	SUBTANJALLA	6.19	5.25
ICA	ICA	LOS AQUIJES	15.58	13.21
ICA	ICA	LA TINGUI A	29.86	25.31
ICA	ICA	PARCONA	15.92	13.49
ICA	ICA	ICA	33.66	28.53
ICA	ICA	SAN JUAN BAUTISTA	10.21	8.66
ICA	ICA	SALAS	1.85	1.57
TOTAL			117.99	100

Fuente: Elaboración propia.

El polígono de la zona de estudio se enmarca en las coordenadas UTM WGS 84, Zona 18 sur, **CUADRO 3.**

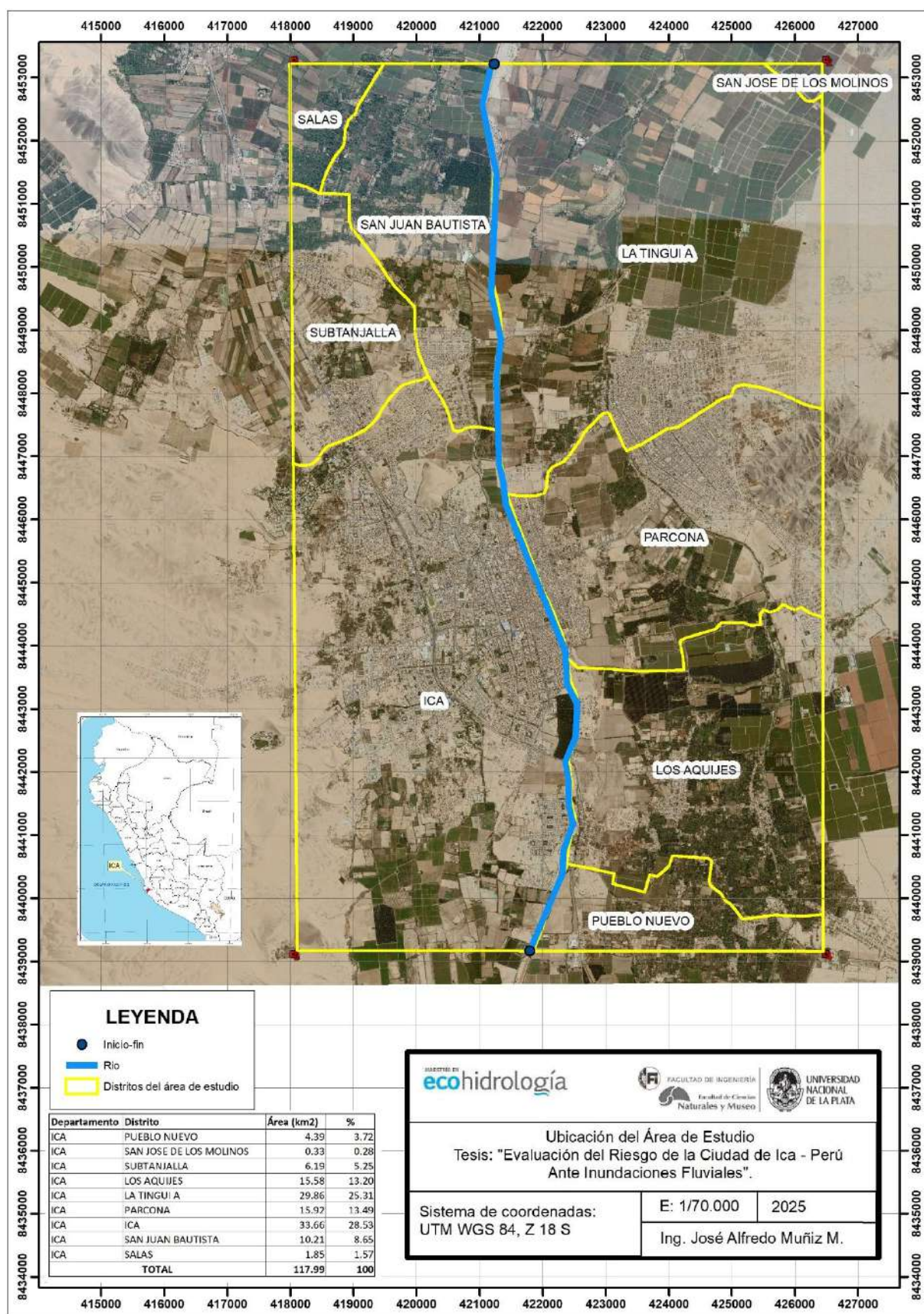
CUADRO 3. COORDENADAS UTM WGS 84, ZONA 18 SUR, DEL POLÍGONO DE LA ZONA DE ESTUDIO.

Coordenada Este (m E)	Coordenada Norte (m N)
418049	8453287
426491	8453287
418049	8439112
426491	8439112

Fuente: Elaboración propia.

El área en estudio, con sus distritos se aprecia en el **MAPA 1.**

MAPA 1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.



Fuente: Elaboración propia.

3.2 MATERIALES.

Se utilizó los programas informáticos:

- Arc Map 10.5, versión del software de sistemas de información geográfica (SIG) de ESRI para para visualizar, explorar y editar datos SIG, crear mapas.
- Iber 3.2.2, modelo numérico bidimensional de simulación de flujo turbulento en lámina libre, utilizado para la modelización de ríos y canales. Permite calcular flujos de agua, avenidas e inundaciones, además de delimitar zonas inundables
- Chac 5.07, permite realizar el cálculo hidrometeorológico de aportaciones y crecidas
- Hydrognomon 4. sistema de procesamiento de series de tiempo, utilizado en hidrología e hidráulica para realizar análisis estadísticos de series de tiempo.

Todos ellos son softwares gratuitos de descarga libre.

Imágenes ASTER GDEM (Aster Global Digital Elevation Model) descargadas de la página oficial del Ministerio del Ambiente de Perú – MINAM; del geo servidor.

https://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/download_raster.aspx.

Información de caudales máximos en el punto de interés, obtenidos del Estudio Hidrológico de la Unidad Hidrográfica Ica, (datos de la estación hidrométrica La Achirana (Junction 9)).

Censo poblacional de Ica, (Instituto de Estadística e Informática (INEI), 2018).

3.3 METODOLOGÍA DE TRABAJO

Para evaluar el riesgo de la ciudad de Ica ante inundaciones fluviales, se utilizó el Método Multicriterio con Proceso de Análisis Jerárquico. Este método permite ponderar los parámetros de evaluación del fenómeno de origen natural y de la vulnerabilidad, mostrando la importancia (peso) de cada parámetro en el cálculo del riesgo, facilitando la estratificación de los niveles de riesgos. Tiene un soporte matemático, permitiendo incorporar información cuantitativa (mediciones de campo) y cualitativa (nivel de incorporación de los instrumentos de gestión del riego, niveles de organización social, etc.). La ponderación por su flexibilidad permite incorporar nueva información generada en los ámbitos geográficos de interés (CENEPRED, 2014).

Asimismo, se utilizó información hidrológica base generada por la Autoridad Nacional del Agua – ANA (Chavarri Velarde, 2000).

Las evaluaciones realizadas se desarrollaron en 3 etapas:

- Determinación de niveles de peligrosidad,
- Determinación de la vulnerabilidad, y
- Determinación del riesgo.

3.3.1 DETERMINACION DE NIVELES DE PELIGROSIDAD.

3.3.1.1 DETERMINACION DE TOPOGRAFIA DEL AREA DE ESTUDIO

La topografía del área de estudio se trabajó en dos partes:

Zonas aledañas al río, fue generada del Modelo de Elevación Digital (obtenido a través de la ANA) de la Agencia Espacial de Perú – CONIDA (se observa en el **ANEXO N° 5**), cuya imagen satelital fue tomada el 23 de abril del 2016, y transformada a curvas a nivel cada 2 m en formato SHP. Con ayuda de un GPS (para ello se utilizó el GPS diferencial de doble frecuencia con un receptor base "MASTER") (las fotos se observan en el **ANEXO N°5**), se tomaron 8 puntos de altitud y coordenadas (UTM WGS 84 Z 18sur), en las zonas aledañas al río, lo

que permitió corregir la topografía generada del DEM (que para este caso a la elevación de las curvas a nivel se le restaron 12 metros) logrando con ello que coincidan las curvas a nivel con la altitud del terreno real.

Cauce del río, con curvas a nivel de cada 0.5 metros, se tomó del estudio denominado “Actualización del Expediente Técnico del PIP “Control de desbordes e Inundaciones en el río Ica y Quebrada Cansas/Chanchajalla”, del Tomo IV: Anexo 01. Topografía y Cartografía”, elaborado por el Proyecto Especial Tambo Ccaracocha – PETACC (PETACC, 2015).

Teniendo la topografía al detalle del cauce del río (cada 0.5 m), esta fue completada (en el tramo de la ciudad aledaño al río Ica) con las curvas a nivel cada 2 metros generada del DEM, obteniendo un SHP único con la topografía del área de estudio, ver **MAPA 2**.

3.3.1.2 MODELAMIENTO HIDRÁULICO, PARA DETERMINAR EL ÁREA INUNDABLE.

El modelamiento hidráulico se realizó con el uso del software Iber 3.2.2; en el **ANEXO N° 6** se presentan detalles del modelo bidimensional ejecutado.

Se trabajó con los caudales mostrados en el **CUADRO 4**, obtenidos del Estudio Hidrológico de la Unidad Hidrográfica Ica (ANA, 2022) .

CUADRO 4. CAUDALES SEGÚN PERÍODO DE RETORNO.

Periodo de retorno (años)	Caudal (m³/s)
50	215.70
100	226.10
200	464.40

El modelamiento hidráulico para determinar el área inundable se realizó en un tramo de 14.53 km, que inicia y culmina en las coordenadas mostradas en el **CUADRO 5**.

CUADRO 5. COORDENADAS DEL TRAMO EN MODELAMIENTO.

Coordenadas del tramo de inicio del modelamiento (UTM, WGS 84, Zona 18 sur)	Coordenadas del tramo final del modelamiento (UTM, WGS 84, Zona 18 sur)
421231 m E	421795 m E
8453223 m S	8439163 m S

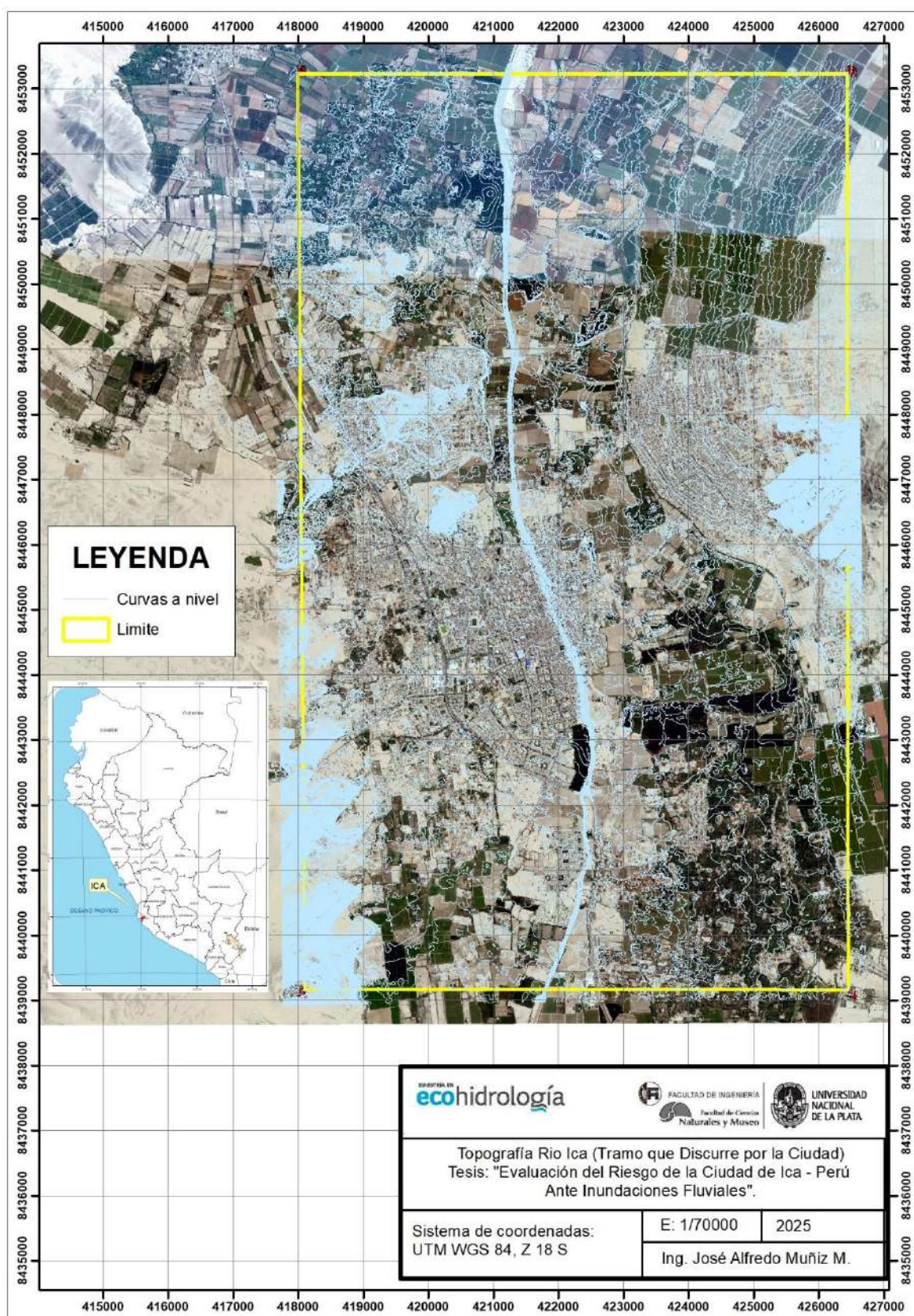
3.3.1.2.1 COEFICIENTES DE RUGOSIDAD UTILIZADOS EN EL MODELAMIENTO.

Los coeficientes de rugosidad fueron asignados automáticamente por el software Iber 3.2.2., ver **CUADRO 6 y MAPA 3**.

CUADRO 6. COEFICIENTES DE RUGOSIDAD EN EL TRAMO EN MODELAMIENTO.

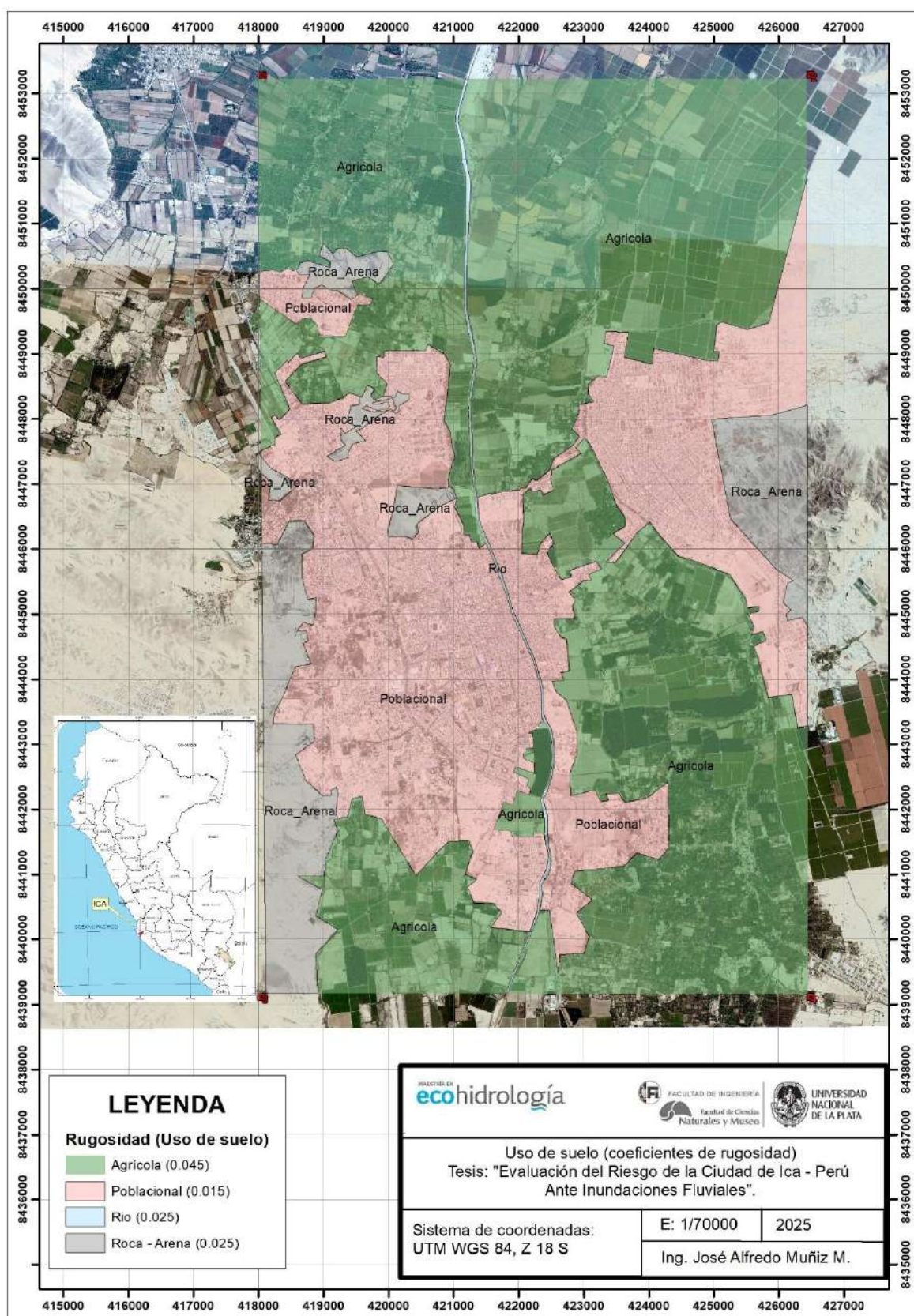
Uso de suelo	Rugosidad (Manning)
Río	0.025
Agrícola	0.045
Roca Arena	0.025
Poblacional	0.015

MAPA 2. TOPOGRAFÍA DEL RÍO ICA, EN EL ÁREA EN ESTUDIO.



Fuente: Elaboración propia.

MAPA 3. COEFICIENTES DE RUGOSIDAD SEGÚN USO DE SUELO.



Fuente: Elaboración propia.

3.3.1.3 IDENTIFICACIÓN DE LA ZONA DE PELIGRO.

Ejecutado el modelamiento hidráulico, se obtuvo la superficie inundable, con datos referentes a dos parámetros de evaluación: la velocidad del agua en m/s; y la profundidad del agua en m.

Peligrosidad en función a la velocidad del agua, muestra la velocidad (m/s) a la que el agua discurre en la zona inundable (zona de estudio) y que pudiera generar peligro respecto al arrastre de personas u objetos.

Peligrosidad en función a la profundidad de agua, muestra la altura (m) a la que el agua llega en la zona inundable (zona de estudio) y que pudiera generar peligro a las personas sobre todo de ahogamiento, así como daños materiales.

La superficie inundable representa la zona de peligro, y se le ha clasificado en peligro Muy Alto, Alto, Medio; y Bajo, conforme al **CUADRO 7**.

CUADRO 7. CLASIFICACION DEL PELIGRO.

PELIGRO		
Clasificación	Profundidad de agua (m)	Velocidad del agua (m/s)
Muy Alto	> 0.9	> 1.5
Alto	0.31 a 0.9	0.51 a 1.5
Medio	0.11 a 0.3	0.21 a 0.5
Bajo	0.0 a 0.1	0.0 a 0.2

Fuente: Elaboración propia.

Determinadas las áreas (m²) ubicadas en las zonas inundables, se les asignó un Peso de Ponderación para poder obtener un promedio ponderado, empleando el Método Multicriterio con análisis jerárquico. El cálculo de los pesos de ponderación (vectores de priorización) se muestra en el **ANEXO 1**. Los pesos de ponderación utilizados en el análisis se muestran en el **CUADRO 8 y CUADRO 9**.

CUADRO 8. PESO SEGÚN PROFUNDIDAD DEL AGUA EN ZONA INUNDADA.

PELIGRO	PESO DE PONDERACION
Muy alta (> 0.9 m)	0.558
Alta (0.31 - 0.9 m)	0.263
Media (0.11 - 0.3 m)	0.122
Baja (0 - 0.1 m)	0.057
SUMA	1

CUADRO 9. PESO DE PONDERACION SEGÚN VELOCIDAD DEL AGUA EN ZONA INUNDADA.

PELIGRO	PESO DE PONDERACION
Muy alta (>1.5 m/s)	0.576
Alta (0.51 - 1.5 m/s)	0.256
Media (0.21 - 0.5 m/s)	0.117
Baja (0 - 0.2 m/s)	0.051
SUMA	1

Finalmente, la peligrosidad para la profundidad de agua y para velocidad de agua se determinó con la siguiente fórmula:

$$Peligrosidad\ por\ profundidad = \frac{\Sigma(\text{peso ponderación profundidad} * \text{área inundada})}{\Sigma (\text{área inundada})}$$

$$Peligrosidad\ por\ velocidad = \frac{\Sigma(\text{peso ponderación velocidad} * \text{área afectada})}{\Sigma (\text{área afectada})}$$

3.3.2 DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD.

3.3.2.1 ELEMENTOS EXPUESTOS.

3.3.2.1.1 ELEMENTOS SOCIALES EXPUESTOS

Se consideró los siguientes parámetros de evaluación:

- Establecimientos de salud,
- Instituciones educativas,
- Zona urbana,
- Pozos de abastecimiento de agua poblacional.

3.3.2.1.2 ELEMENTOS ECONOMICOS EXPUESTOS

Se consideró los siguientes parámetros de evaluación:

- Abastecimiento de combustible,
- Plantas envasadoras de gas (GLP),
- Pozos de abastecimiento de agua industrial.

3.3.2.1.3 ELEMENTOS AMBIENTALES EXPUESTOS

Se consideró los siguientes parámetros de evaluación:

- Predios agrícolas,
- Pozos de abastecimiento de agua industrial.
- Canales de riego.

Se obtuvo información digital en formato SHP, de la página del Sistema de Información Para la Gestión del Riesgo de Desastre – SIGRID, del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre – CENEPRED.

Para determinar la exposición se consideró la velocidad de agua y la profundidad de agua, en cada uno de los elementos expuestos.

3.3.2.2 FRAGILIDAD.

La fragilidad se determinó por el promedio de los pesos ponderados de los valores asignados a las vulnerabilidades según:

$$Fragilidad = \frac{\Sigma(\text{peso ponderado fragilidad} * \text{elementos})}{\Sigma (\text{elementos})}$$

3.3.2.3 RESILIENCIA.

Respecto a la resiliencia se evaluó: Capacitación en temas de gestión del riesgo, existencia de normatividad política y local, actitud frente al riesgo, campañas de difusión, población económicamente activa desocupada, ingresos familiares promedio mensuales, conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental, conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales; y capacitación en temas de conservación ambiental.

Se asignó un peso para cada actividad, según lo mostrado en el **CUADRO 10.**

CUADRO 10. PESOS PARA LA RESILIENCIA.

RESILIENCIA SOCIAL	PESO
CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO	0.058
EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLÍTICA Y LOCAL	0.275
ACTITUD FRENTE AL RIESGO	0.066
CAMPAÑA DE DIFUSIÓN	0.114
PROMEDIO	0.128

RESILIENCIA ECONÓMICA	PESO
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA	0.450
"INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL (dólares americanos, USD)"	0.438
PROMEDIO	0.444

RESILIENCIA AMBIENTAL	PESO
CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL	0.086
CONOCIMIENTO ANCESTRAL PARA LA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS NATURALES	0.654
CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL	0.061
PROMEDIO	0.267

Cuanto más cercano está el valor a uno (1) significa que la sociedad en su conjunto está más preparada y tiene capacidad para afrontar y responder rápidamente ante un fenómeno de inundación fluvial, la población tiene la capacidad económica para superar rápidamente un fenómeno de inundación fluvial, el ambiente tiene una capacidad de recuperación muy alta

Mientras que cuanto el valor es más cercano a cero (0), significa que su capacidad de preparación y respuesta ante la presencia de un fenómeno de inundación fluvial es más

baja, lenta y no están preparados, su capacidad económica de recuperación ante la presencia de un fenómeno de inundación fluvial es más baja, lenta generando pobreza en las familias y la capacidad de recuperación del ambiente es más baja y lenta.

Los valores de pesos del **CUADRO 10**, fueron asignados a criterio propio, en función a las consideraciones señalados en los puntos anteriores.

3.3.3 DETERMINACION DE LOS NIVELES DE RIESGO.

3.3.3.1 MATRIZ DE RIESGOS.

Para elaborar la matriz de riesgo antes inundaciones fluviales, se consideró los riesgos sociales, económicos y ambientales, y se les asignó un rango que permite determinar el nivel de riesgo en que se encuentran los elementos expuestos analizados. **CUADRO 11, CUADRO 12 y CUADRO 13.**

CUADRO 11. DESCRIPCIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGO SOCIAL

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGO SOCIAL	RANGO
RIESGO MUY ALTO	Área urbana: mayor a 60% del área urbana expuesta. Servicios educativos expuestos: mayor a 60% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud expuestos: mayor a 60% del servicio de salud expuesto. Pozos de agua potable: mayor a 50% del servicio expuesto.	> 0.71
RIESGO ALTO	Área urbana: mayor a 40% y menor a 60% del área urbana expuesta. Servicios educativos expuestos: mayor a 40% y menor a 60% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud expuestos: mayor a 40% y menor a 60% del servicio de salud expuesto. Pozos de agua potable: mayor a 40% y menor a 50% del servicio expuesto.	0.51 - 0.70
RIESGO MEDIO	Área urbana: mayor a 20% y menor a 40% del área urbana expuesta. Servicios educativos expuestos: mayor a 20% y menor a 40% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud expuestos: mayor a 20% y menor a 40% del servicio de salud expuesto. Pozos de agua potable: mayor a 20% y menor a 40% del servicio expuesto.	0.31 - 0.50
RIESGO BAJO	Área urbana: menor a 20% del área urbana expuesta. Servicios educativos expuestos: menor a 20% del servicio educativo expuesto. Servicios de salud expuestos: menor a 20% del servicio de salud expuesto. Pozos de agua potable: menor a 20% del servicio expuesto.	0.00 - 0.30

Fuente: elaboración propia, tomando los criterios señalados en la metodología del Manual CENEPRED (2014).

CUADRO 12. DESCRIPCIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGO ECONOMICO

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN DE LA MATRIZ DEL RIESGO ECONÓMICO	RANGO
RIESGO MUY ALTO	Plantas envasadoras de gas: mayor a 75%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: mayor a 75%. Pozos de agua de abastecimiento industrial: mayor a 50% del servicio expuesto.	> 0.71
RIESGO ALTO	Plantas envasadoras de gas: mayor a 50% y menor a 75%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: mayor a 50% y menor a 75%. Pozos de agua de abastecimiento industrial: mayor a 40% y menor a 50% del servicio expuesto.	0.51 - 0.70
RIESGO MEDIO	Plantas envasadoras de gas: mayor a 30% y menor a 50%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: mayor a 30% y menor a 50%. Pozos de agua de abastecimiento industrial: mayor a 20% y menor a 40% del servicio expuesto.	0.31 - 0.50
RIESGO BAJO	Plantas envasadoras de gas: menor a 30%. Servicio de empresas de distribución de combustible y gas: menor a 30%. Pozos de agua de abastecimiento industrial: menor a 20% del servicio expuesto.	0.00 - 0.30

Fuente: elaboración propia, tomando los criterios señalados en la metodología del Manual CENEPRED (2014).

CUADRO 13. DESCRIPCIÓN DE LA MATRIZ DE RIESGO AMBIENTAL

NIVEL DE RIESGO	DESCRIPCIÓN DE LA MATRIZ DEL RIESGO AMBIENTAL	RANGO
RIESGO MUY ALTO	Canales de riego afectados: mayor a 60%. Área agrícola: mayor a 60%. Pozos de agua para riego agrícola: mayor a 50% del servicio expuesto.	> 0.70
RIESGO ALTO	Canales de riego afectados: mayor a 40% y menor a 60%. Área agrícola: mayor a 40% y menor a 60%. Pozos de agua para riego agrícola: mayor a 40% y menor a 50% del servicio expuesto.	0.51 - 0.70
RIESGO MEDIO	Canales de riego afectados: mayor a 20% y menor a 40%. Área agrícola: mayor a 20% y menor a 40%. Pozos de agua para riego agrícola: mayor a 20% y menor a 40% del servicio expuesto.	0.31 - 0.50
RIESGO BAJO	Canales de riego afectados: menor a 20%. Área agrícola: menor a 20%. Pozos de agua para riego agrícola: menor a 20% del servicio expuesto.	0.00 - 0.30

Fuente: elaboración propia, tomando los criterios señalados en la metodología del Manual CENEPRED (2014).

En el **CUADRO 14** se muestran los valores considerados para determinar el índice de riesgo.

CUADRO 14. ÍNDICES DE RIESGO.

Índice de Riesgo	Social	Económico	Ambiental
Muy Alto	> a 0,7	> a 0,7	> a 0,7
Alto	0,51 a 0,7	0,51 a 0,7	0,51 a 0,7
Medio	0,31 a 0,5	0,31 a 0,5	0,31 a 0,5
Bajo	0,0 a 0,3	0,0 a 0,3	0,0 a 0,3

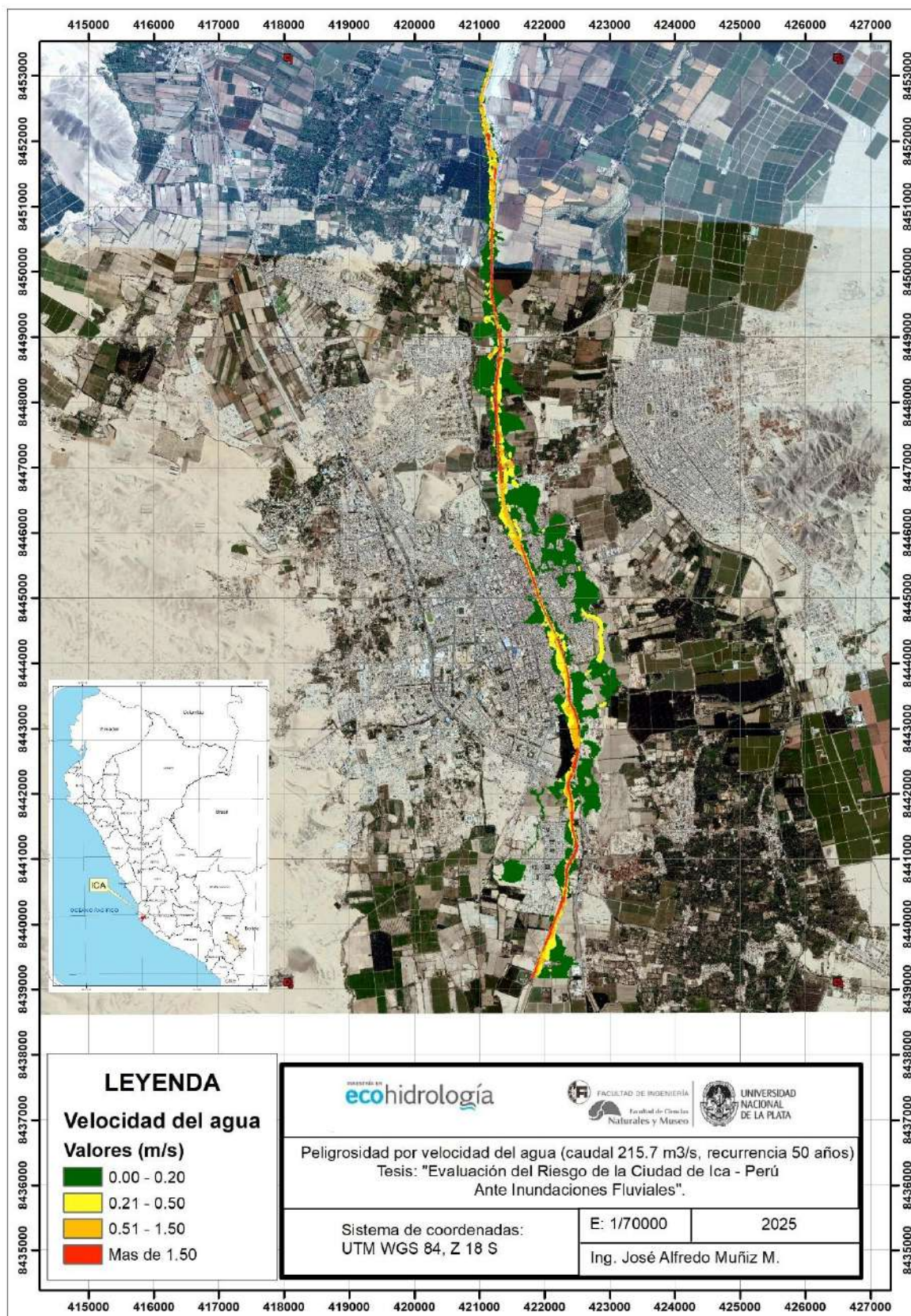
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 RESULTADOS

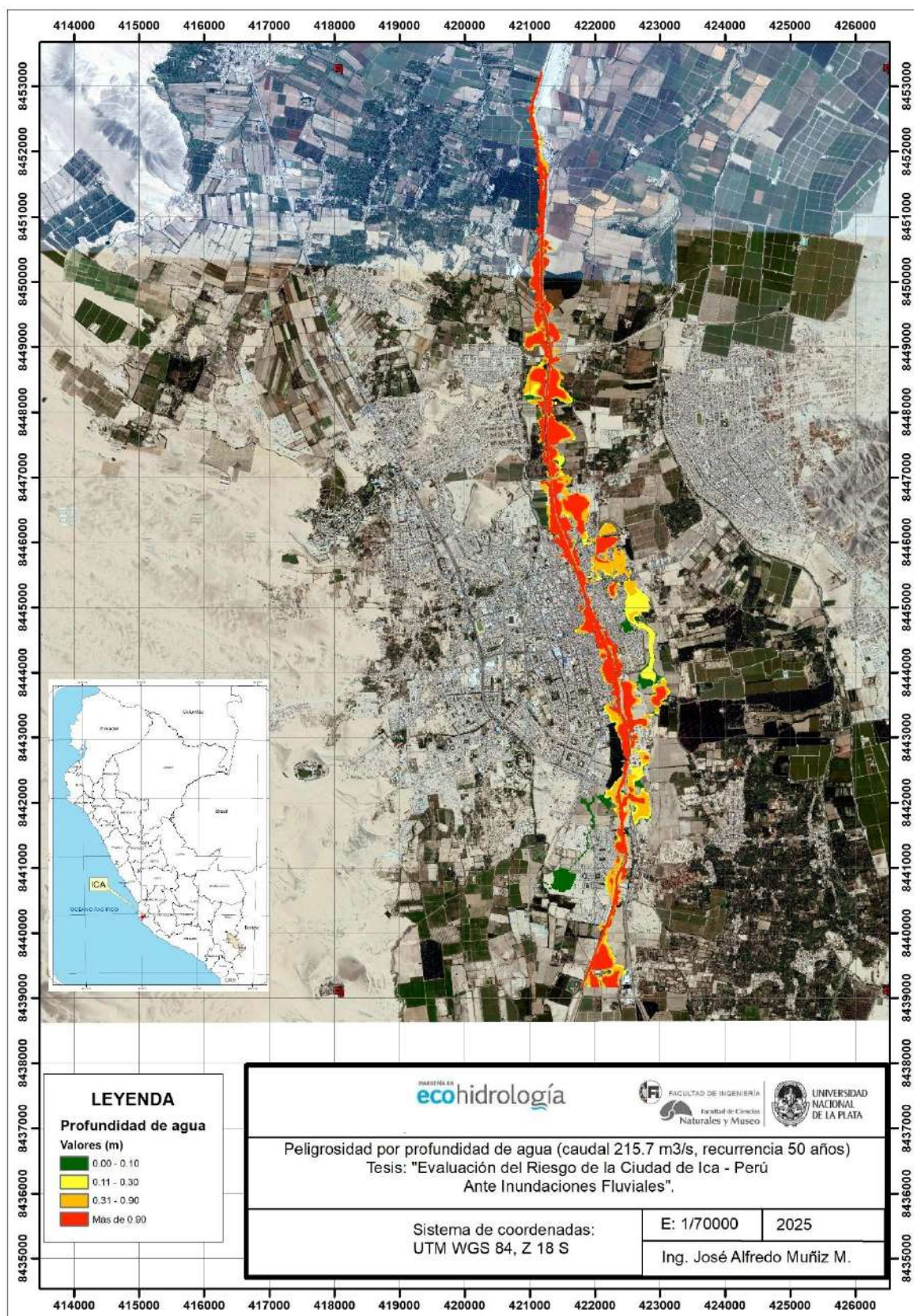
4.1.1 DETERMINACION DE NIVEL DE PELIGROSIDAD

En el MAPA 4, ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia., ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. y ¡Error! No se encuentra el origen de la referencia. se observa la peligrosidad ante inundaciones fluviales de la ciudad de Ica, con el caudal de 215,70 m³/s; 226,10 m³/s; y 464,40 m³/s, correspondientes a recurrencias de 50, 100 y 200 años, en función a la velocidad del agua y profundidad del agua, respectivamente.

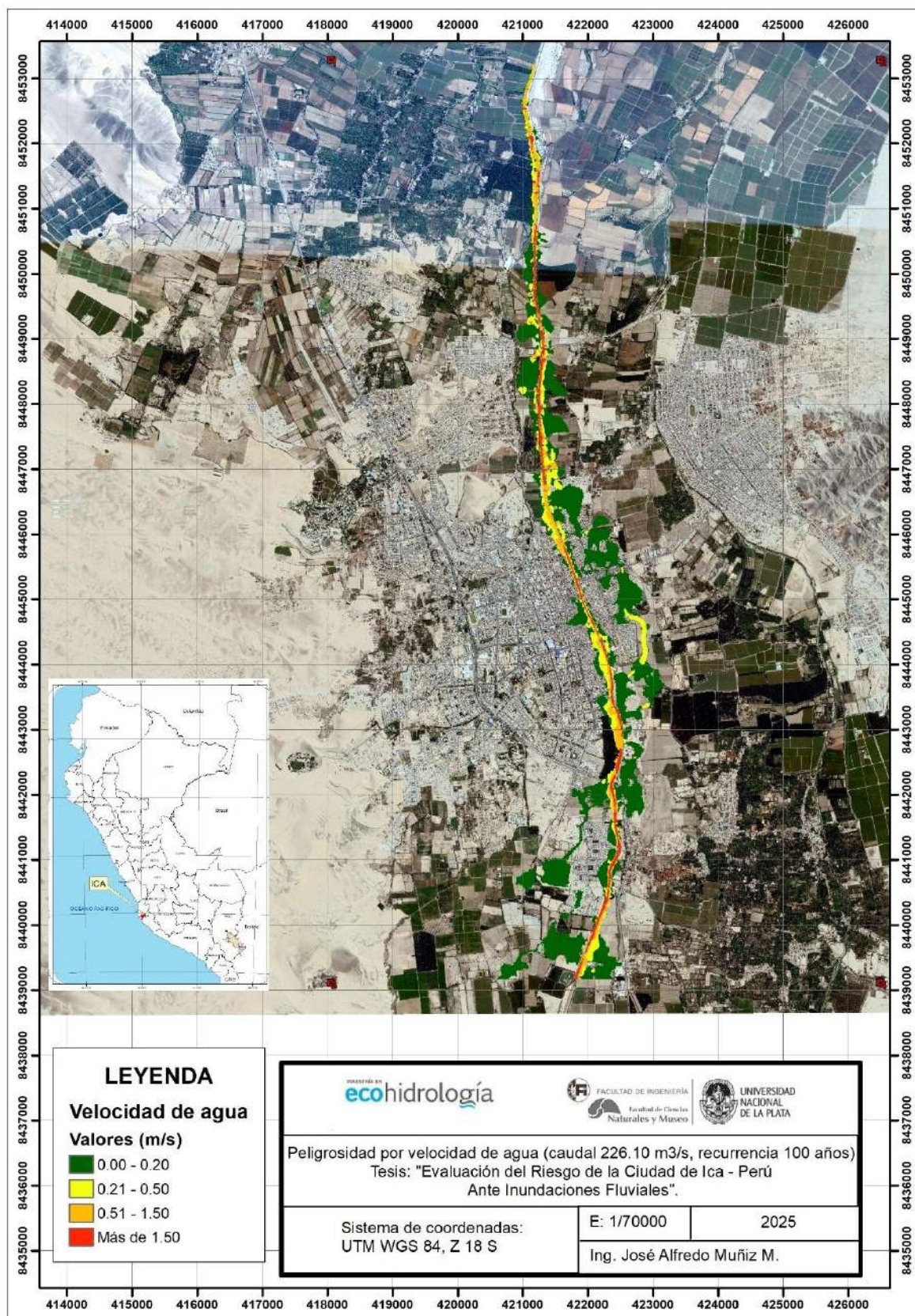
MAPA 4. PELIGROSIDAD CAUDAL DE 215.70 M³/S, PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS, VELOCIDAD DEL AGUA.



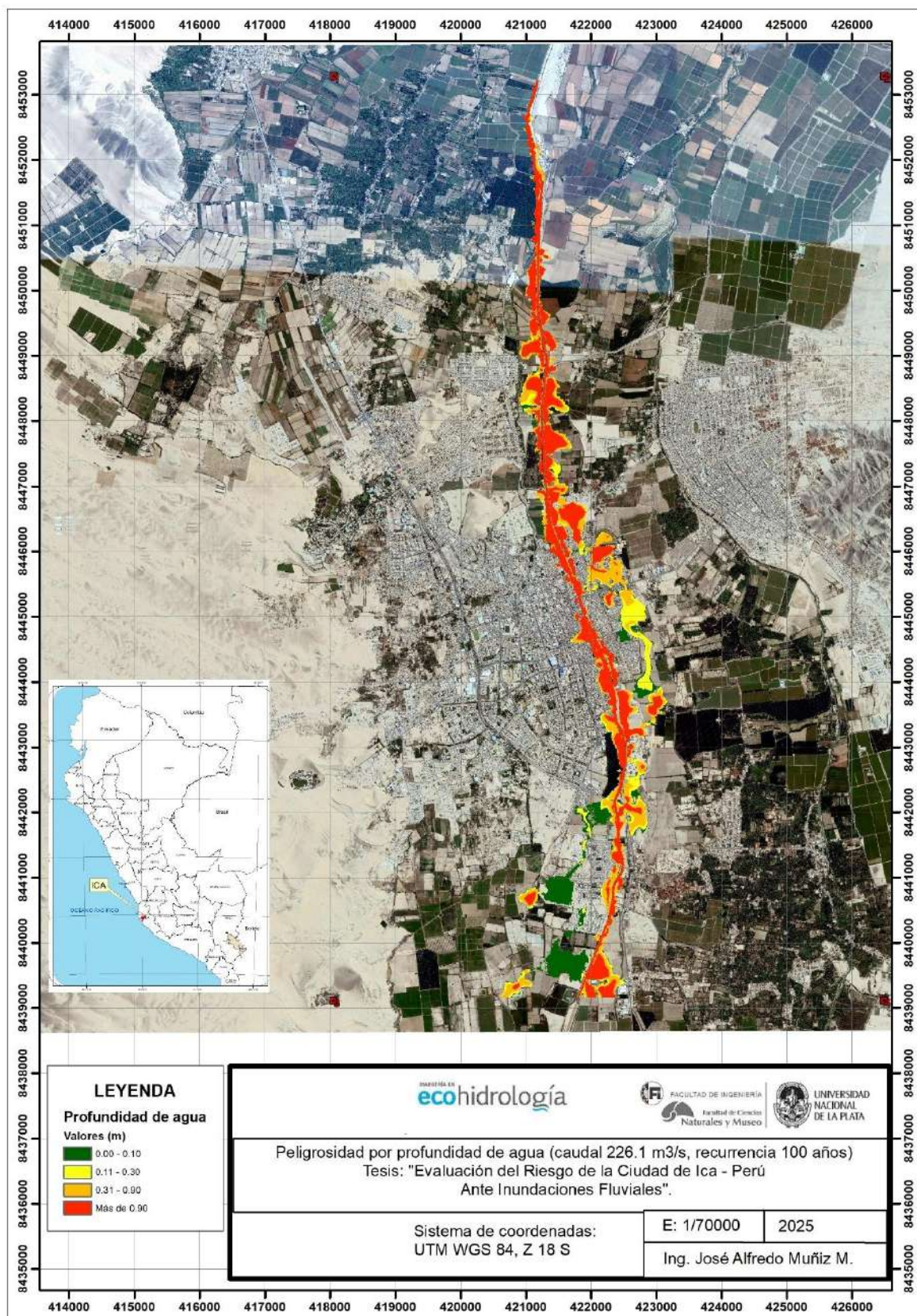
MAPA 5. PELIGROSIDAD CAUDAL DE 215.70 M³/S, PERIODO DE RETORNO DE 50 AÑOS,
PROFUNDIDAD DE AGUA.



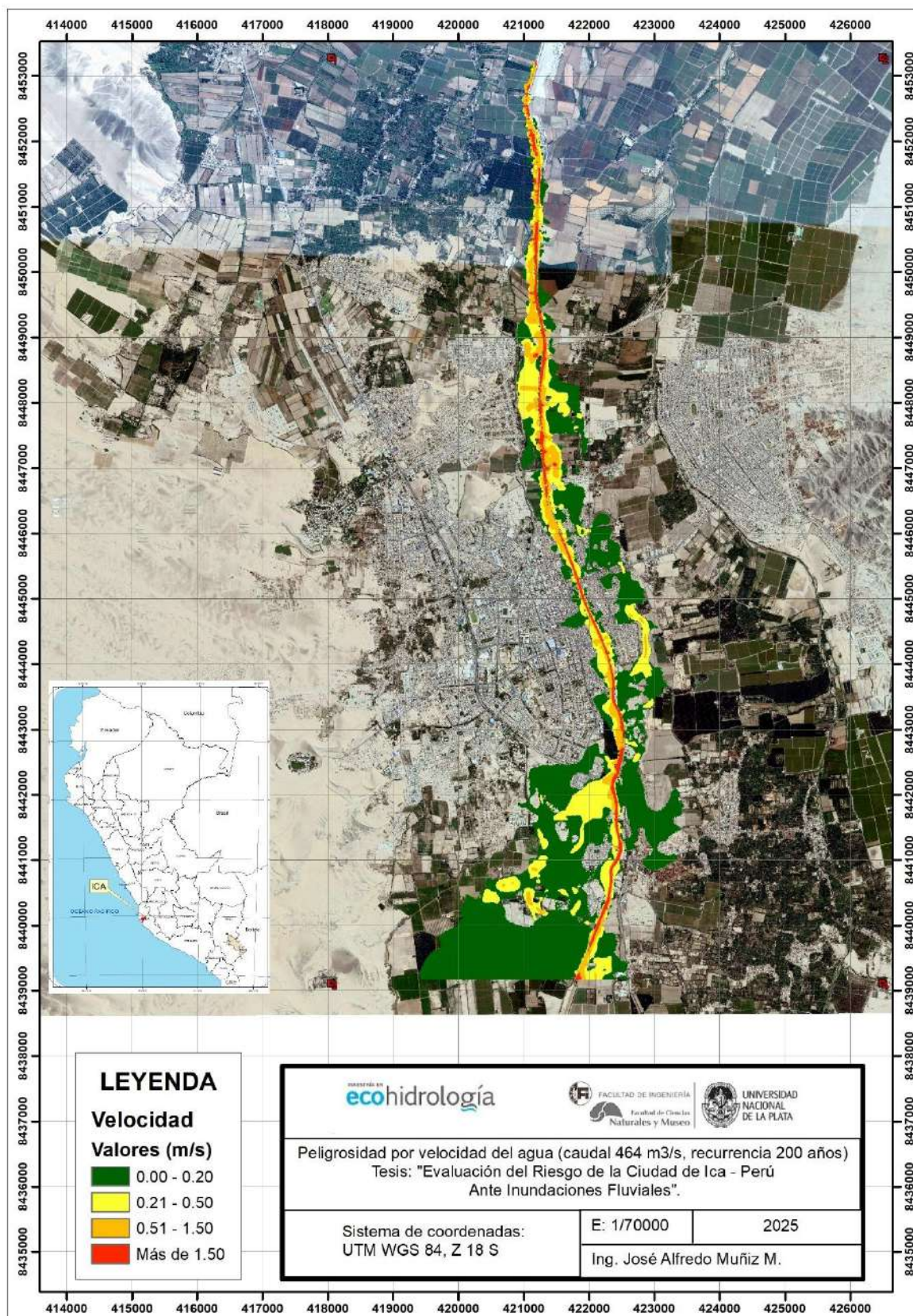
MAPA 6. PELIGROSIDAD CAUDAL DE 226.10 M³/S, PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS, VELOCIDAD DEL AGUA.



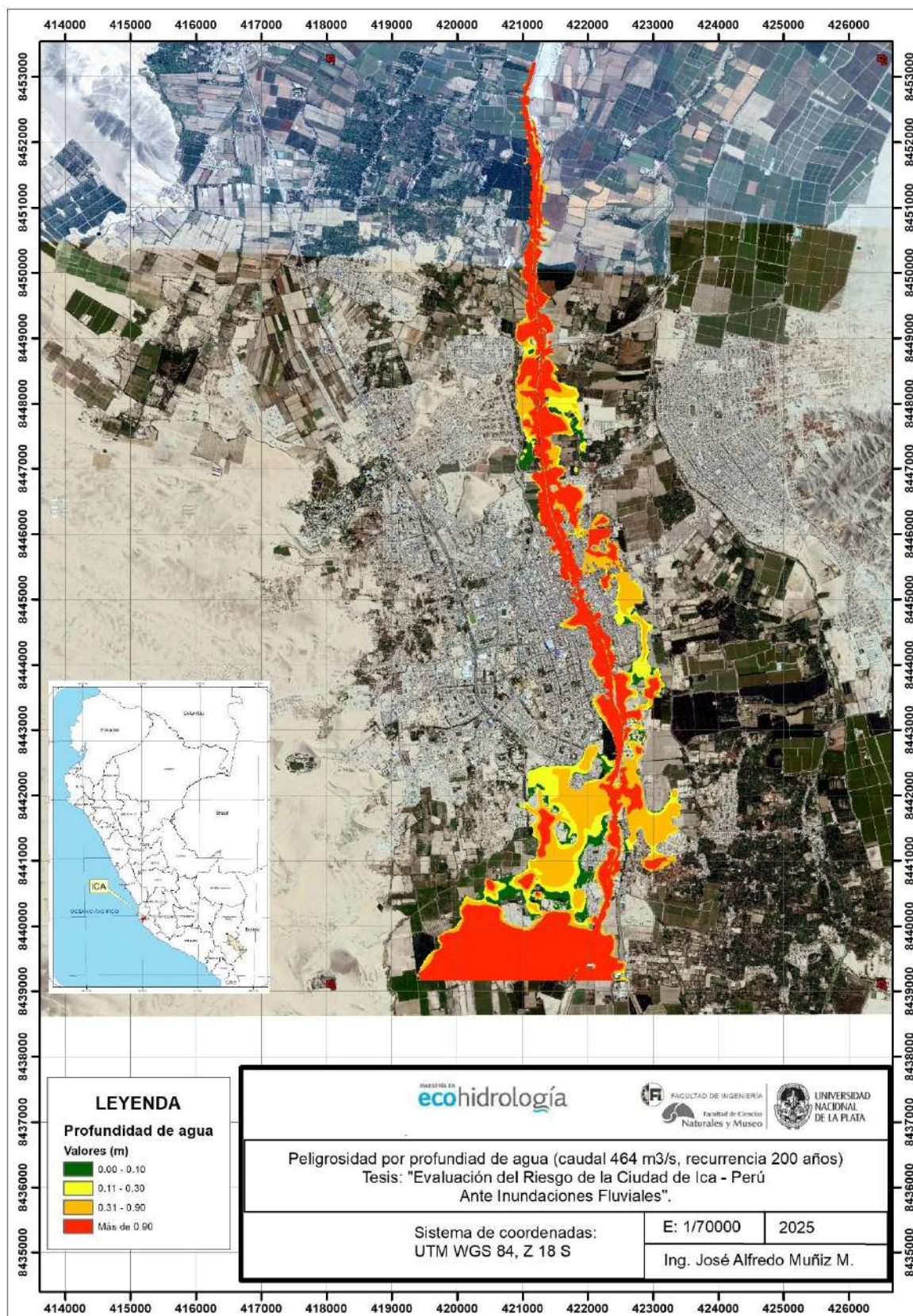
MAPA 7. PELIGROSIDAD CAUDAL DE 226.10 M³/S, PERIODO DE RETORNO DE 100 AÑOS,
PROFUNDIDAD DE AGUA.



MAPA 8. PELIGROSIDAD CAUDAL DE 464.40 M³/S, PERIODO DE RETORNO DE 200 AÑOS, VELOCIDAD DEL AGUA.



MAPA 9. PELIGROSIDAD CAUDAL DE 464.40 M³/S, PERIODO DE RETORNO DE 200 AÑOS,
PROFUNDIDAD DE AGUA.



RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.
Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.

Los resultados del área de peligro por profundidad de agua (m), y por velocidad del agua (m/s), para recurrencias de 50, 100 y 200 años, se aprecian en el **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**.

CUADRO 15. PELIGROSIDAD POR PROFUNDIDAD DE AGUA PARA RECURRENCIAS DE 50, 100 Y 200 AÑOS

PELIGROSIDAD POR PROFUNDIDAD DE AGUA PARA RECURRENCIAS DE 50, 100 Y 200 AÑOS												
Peligro Profundidad (m)	Recurrencia (Años)											
	50				100				200			
	Área Inundada (m2)	% de área inundada	Peso (*)	Peligrosidad	Área Inundada (m2)	% de área inundada	Peso	Peligrosidad	Área Inundada (m2)	% de área inundada	Peso (*)	Peligrosidad
Muy alta (más de 0.9 m)	2,579,185	67.00	0.558	0.428	3,089,670	68.00	0.558	0.430	7,145,852	68.00	0.558	0.445
Alta (0.31 - 0.9 m)	461,944	12.00	0.263		499,800	11.00	0.263		2,101,721	20.00	0.263	
Media (0.11 - 0.3 m)	615,925	16.00	0.122		681,545	15.00	0.122		945,775	9.00	0.122	
Baja (0.0 - 0.1 m)	192,477	5.00	0.057		272,618	6.00	0.057		315,258	3.00	0.057	
Ponderado	3,849,530	100.00	1.000		4,543,632	100.00	1.000		10,508,606	100.00	1.000	

CUADRO 16. PELIGROSIDAD POR VELOCIDAD DEL AGUA PARA RECURRENCIAS DE 50, 100 Y 200 AÑOS.

PELIGROSIDAD POR VELOCIDAD DEL AGUA PARA RECURRENCIAS DE 50, 100 Y 200 AÑOS.												
Peligro (velocidad m/s)	Recurrencia (Años)											
	50				100				200			
	Área Inundada (m2)	% de área inundada	Peso	Peligrosidad	Área Inundada (m2)	% de área inundada	Peso	Peligrosidad	Área Inundada (m2)	% de área inundada	Peso	Peligrosidad
Muy alta (más de 1.5 m/s)	76,991	2.00	0.576	0.086	136,309	3.00	0.576	0.092	420,344	4.00	0.576	0.102
Alta (0.51 - 1.5 m/s)	307,962	8.00	0.256		363,491	8.00	0.256		945,775	9.00	0.256	
Media (0.21 - 0.5 m/s)	500,439	13.00	0.117		636,108	14.00	0.117		1,786,463	17.00	0.117	
Baja (0.0 - 0.20 m/s)	2,964,138	77.00	0.051		3,407,724	75.00	0.051		7,356,024	70.00	0.051	
Ponderado	3,849,530	100.00	1.000		4,543,632	100.00	1.000		10,508,606	100.00	1.000	

4.1.2 DETERMINACION DE LA FRAGILIDAD

4.1.2.1 FRAGILIDAD POR PROFUNDIDAD DE AGUA DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS AL DESBORDE DEL RIO ICA

En él se muestra el consolidado de la evaluación de los elementos expuestos frágiles ante la profundidad de agua por desborde del río Ica.

CUADRO 17. FRAGILIDAD ANTE INUNDACIONES FLUVIALES POR PROFUNDIDAD DE AGUA

FRAGILIDAD ANTE INUNDACIONES FLUVIALES POR PROFUNDIDAD DEL RÍO ICA												
Recurrencia (años)	Dimensión	Elemento Expuesto	Fragilidad								Peso Ponderado de los elementos expuestos	Valor medio de la Fragilidad
			Muy Alta		Alta		Media		Baja			
			N°	Peso	N°	Peso	N°	Peso	N°	Peso		
50	Social	ESTABLECIMIENTOS DE SALUD										0.372
		INSTITUCIONES EDUCATIVAS	4	0.558	3	0.263	1	0.122	1	0.057	0.356	
		ÁREA DE ZONA URBANA (m2)	773,756	0.558	217,113	0.263	258,688	0.122	57,743	0.057	0.401	
		POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	1	0.558	2	0.263					0.361	
	Económica	ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	1	0.558	0	0.263	1	0.122	0	0.057	0.340	0.170
		PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)										
		POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL									0.000	
	Ambiental	ÁREA DE PREDIOS AGRÍCOLAS (m2)	1,805,430	0.558	244,830	0.263	357,236	0.122	134,734	0.057	0.442	0.381
		POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	3	0.558	1	0.263	1	0.122			0.412	
		CANALES DE RIEGO	226	0.558	279	0.263	262	0.122	44	0.057	0.289	
100	Social	ESTABLECIMIENTOS DE SALUD										0.379
		INSTITUCIONES EDUCATIVAS	5	0.558	3	0.263	1	0.122	1	0.057	0.376	
		ÁREA DE ZONA URBANA (m2)	867,220	0.558	249,877	0.263	293,973	0.122	58,795	0.057	0.401	
		POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	1	0.558	2	0.263					0.361	
	Económica	ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	1	0.558			1	0.122			0.340	0.170
		PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)										
		POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL									0.000	
	Ambiental	ÁREA DE PREDIOS AGRÍCOLAS (m2)	2,224,562	0.558	254,898	0.263	408,927	0.122	185,380	0.057	0.445	0.385
		POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	3	0.558	1	0.263	1	0.122			0.412	
		CANALES DE RIEGO	325	0.558	375	0.263	317	0.122	60	0.057	0.299	

RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.
Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.

200	Social	ESTABLECIMIENTOS DE SALUD			2	0.263					0.263	0.385
		INSTITUCIONES EDUCATIVAS	9	0.558	4	0.263	3	0.122	1	0.057	0.382	
		ÁREA DE ZONA URBANA (m2)	2,143,756	0.558	315,258	0.263	359,394	0.122	92,753	0.057	0.456	
		POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	3	0.558	2	0.263	0	0.122			0.440	
	Económica	ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	1	0.558	2	0.263	0	0.122			0.361	0.312
		PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)										
		POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL			2	0.263					0.263	
	Ambiental	ÁREA DE PREDIOS AGRÍCOLAS (m2)	5,470,160	0.558	607,796	0.263	987,668	0.122	455,847	0.057	0.447	0.416
		POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	8	0.558	2	0.263	2	0.122			0.436	
		CANALES DE RIEGO	1,295	0.558	628	0.263	612	0.122	116	0.057	0.366	

En el **ANEXO 2**, se muestra el número de elementos expuestos a inundación.

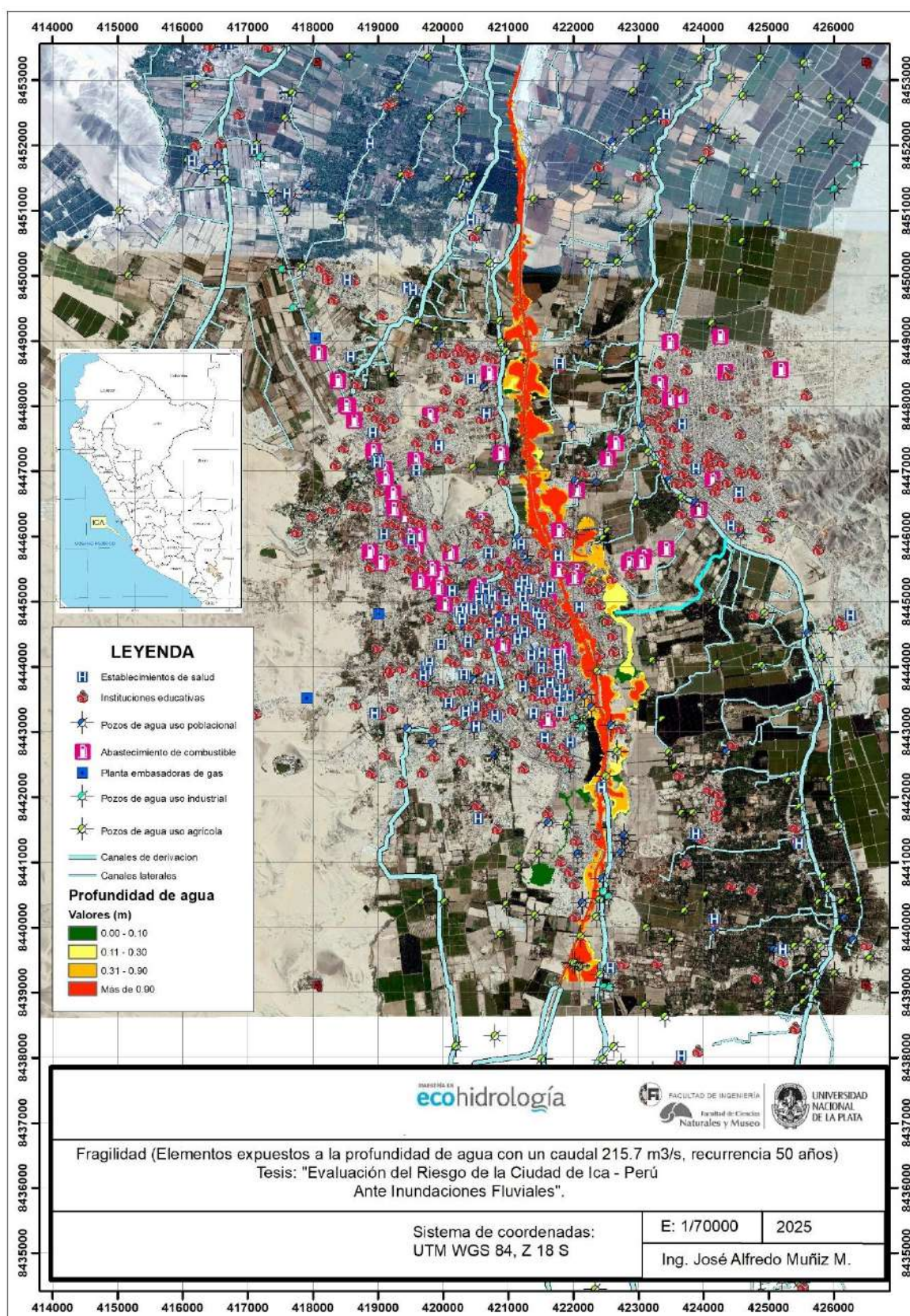
RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.

Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.

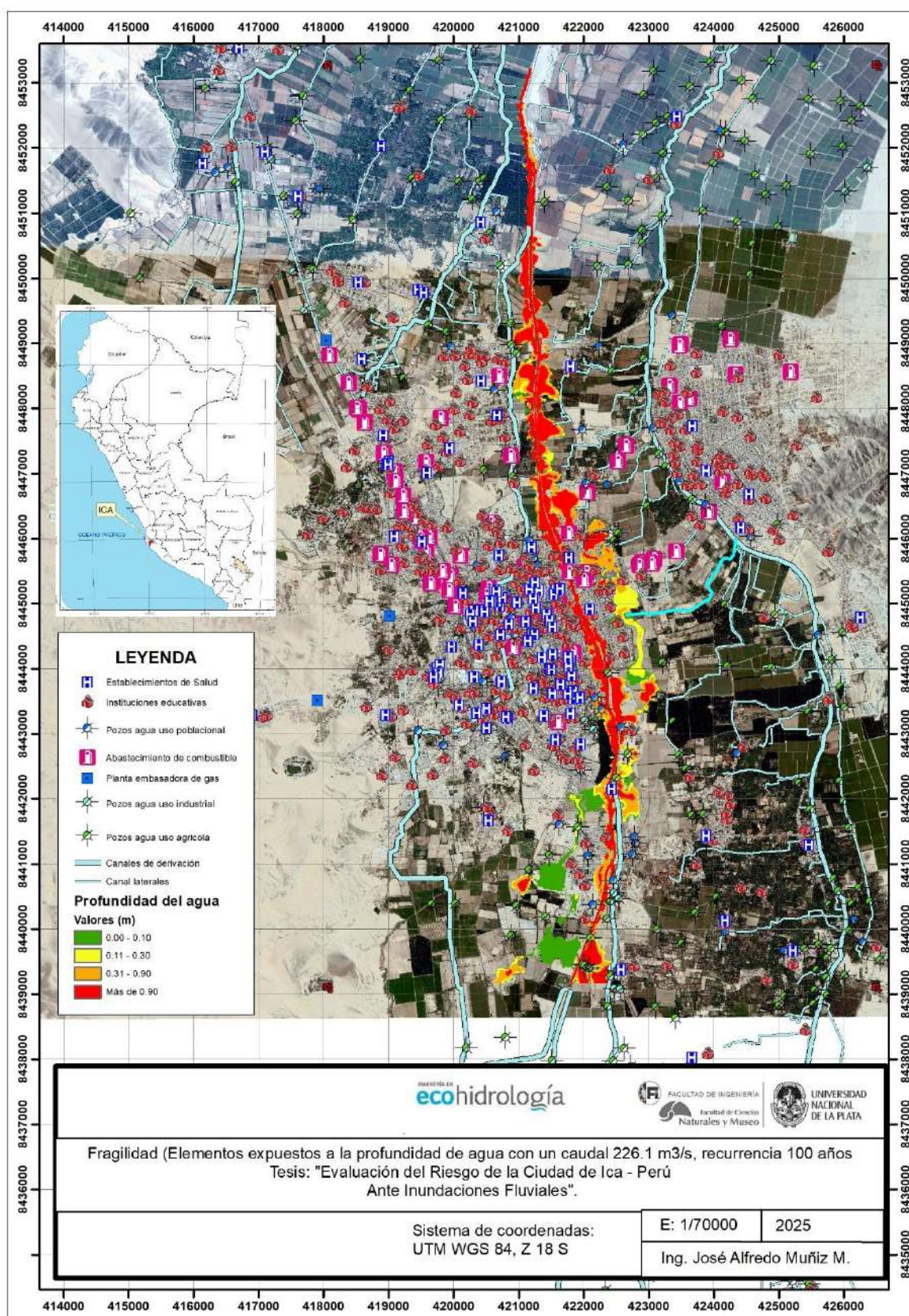
A continuación, se presentan mapas en lo que se han identificado la ubicación espacial de los elementos que están expuestos (a la profundidad de agua o a la velocidad de agua) a inundación por el desborde del río Ica con caudales de recurrencias de 50, 100 y 200 años. Las zonas de color rojo en los mapas representan un peligro muy alto, en las de color naranja un peligro alto, las de color amarillo un peligro medio y las de color verde representa un peligro bajo.

La codificación de colores se ve tanto para los mapas con elementos expuestos a la profundidad de agua, como para la velocidad de agua.

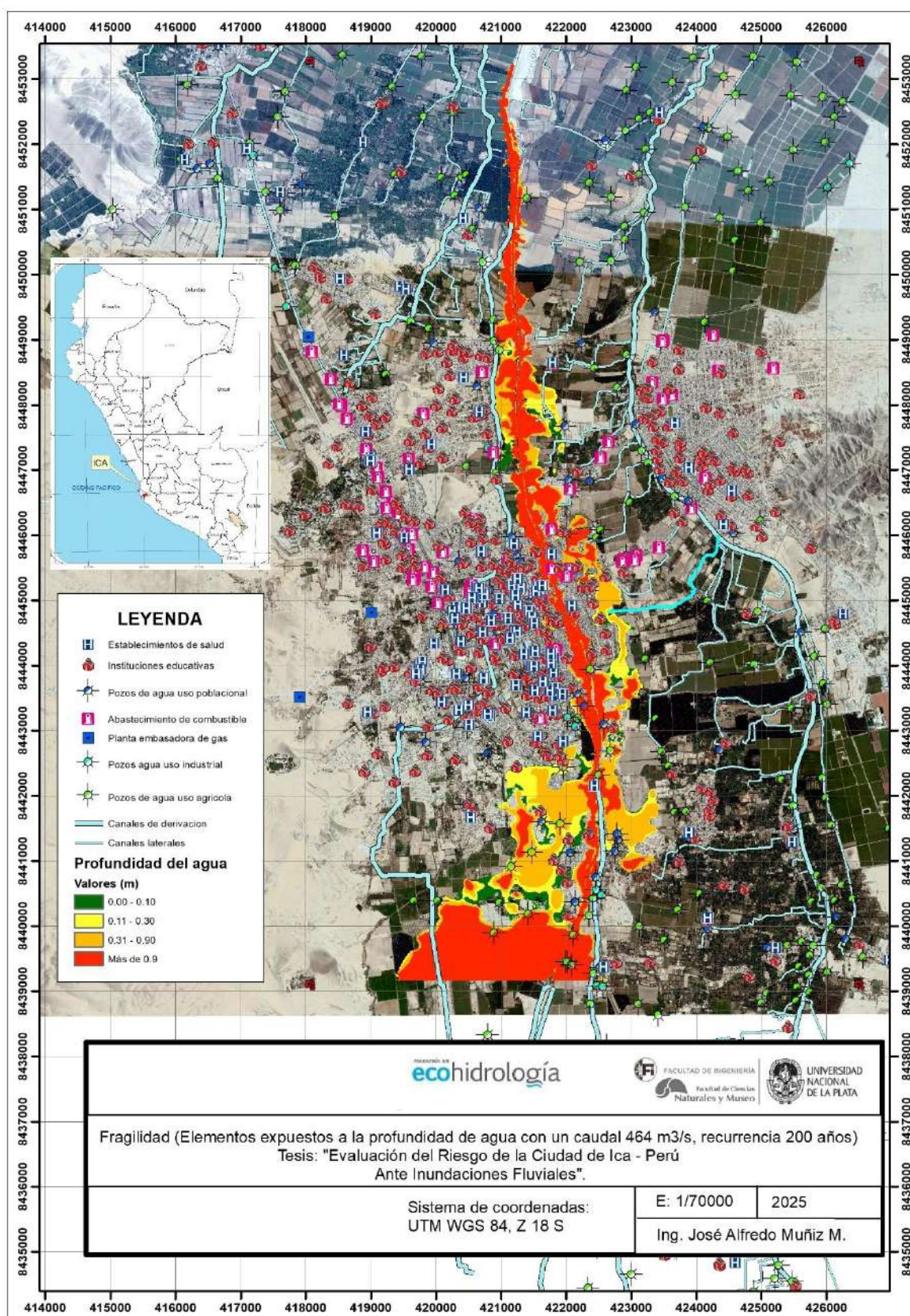
MAPA 10. FRAGILIDAD POR PROFUNDIDAD DE AGUA, RECURRENCIA DE 50 AÑOS.



MAPA 11. FRAGILIDAD POR PROFUNDIDAD DE AGUA RECURRENCIA DE 100 AÑOS.



MAPA 12. FRAGILIDAD POR PROFUNDIDAD DE AGUA, RECURRENCIA DE 200 AÑOS.



4.1.2.2 FRAGILIDAD POR VELOCIDAD DE AGUA

En el **CUADRO 18** se muestra el consolidado de la evaluación de los elementos expuestos frágiles a velocidad del agua, ante el desborde del río Ica.

CUADRO 18. EVALUACIÓN DE LA FRAGILIDAD ANTE VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

Dimensión	Elemento Expuesto	Fragilidad								Peso Ponderado de los elementos expuestos	Valor medio de la fragilidad
		Muy Alta		Alta		Media		Baja			
		N°	Peso	N°	Peso	N°	Peso	N°	Peso		
Social	ESTABLECIMIENTOS DE SALUD									0.000	0.061
	INSTITUCIONES EDUCATIVAS							9	0.051	0.051	
	ÁREA DE ZONA URBANA (m2)	13,073	0.576	261,460	0.256	457,555	0.117	575,212	0.051	0.120	
	POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL					1	0.117	2	0.051	0.073	
Económica	ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE			1	0.256			1	0.051	0.154	0.077
	PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)										
	POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL									0.000	
Ambiental	ÁREA DE PREDIOS AGRÍCOLAS (m2)	63,918	0.576	46,502	0.256	42,884	0.117	2,388,926	0.051	0.069	0.115
	POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	1	0.576	1	0.256	2	0.117	1	0.051	0.223	
	CANALES DE RIEGO					15	0.117	797	0.051	0.052	
Social	ESTABLECIMIENTOS DE SALUD									0.000	0.061
	INSTITUCIONES EDUCATIVAS							10	0.051	0.051	
	ÁREA DE ZONA URBANA (m2)	17,861	0.576	357,220	0.256	625,136	0.117	785,885	0.051	0.120	
	POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL					1	0.117	2	0.051	0.073	
Económica	ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE			1	0.256			1	0.051	0.154	0.077
	PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)										
	POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL									0.000	
Ambiental	ÁREA DE PREDIOS AGRÍCOLAS (m2)	121,315	0.576	98,142	0.256	152,666	0.117	2,385,407	0.051	0.085	0.123
	POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	1	0.576	1	0.256	2	0.117	1	0.051	0.223	
	CANALES DE RIEGO					162	0.117	914	0.051	0.061	

RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.

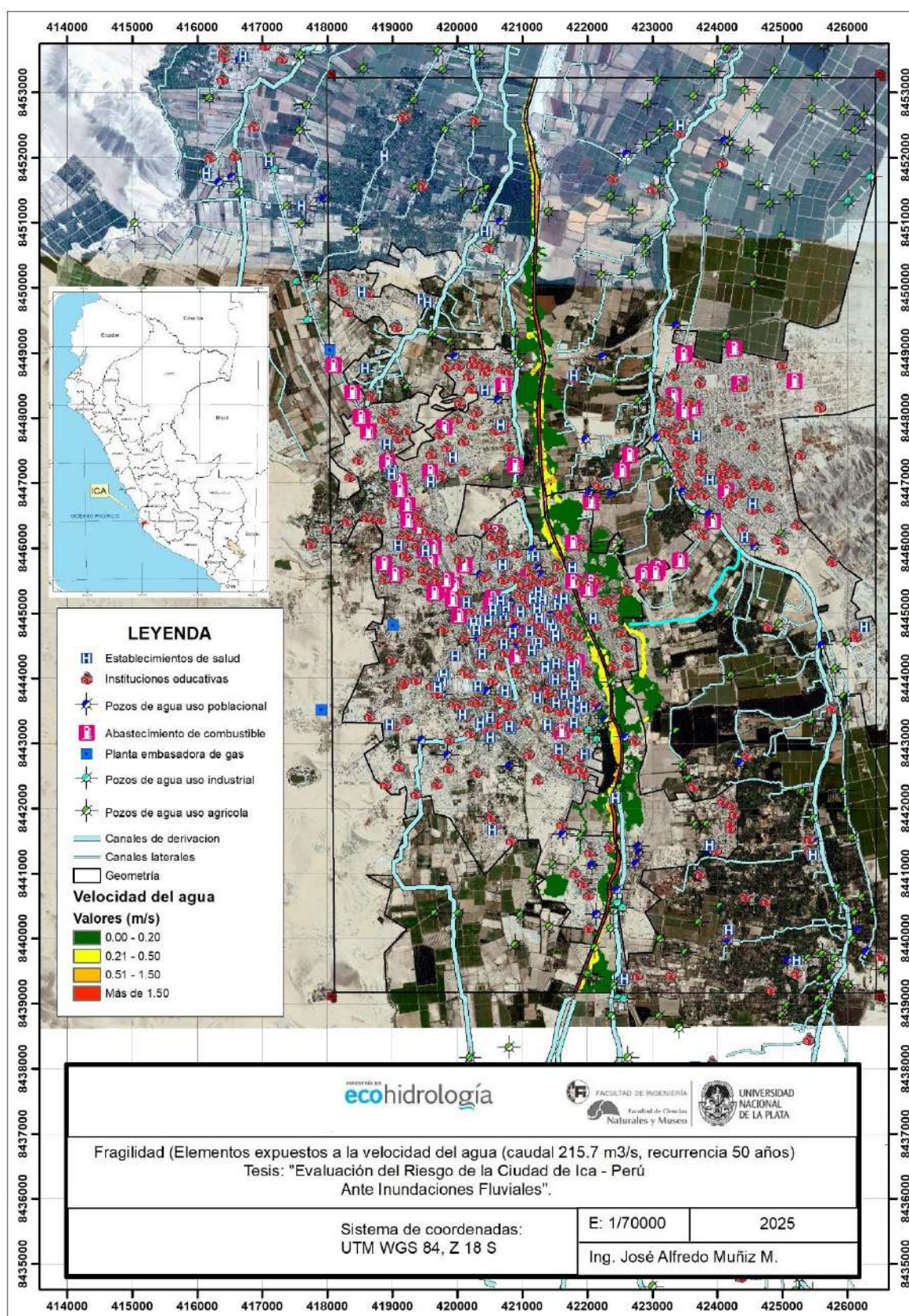
Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.

Social	ESTABLECIMIENTOS DE SALUD							2	0.051	0.051	0.077
	INSTITUCIONES EDUCATIVAS					2	0.117	15	0.051	0.059	
	ÁREA DE ZONA URBANA (m2)	22,814	0.576	456,284	0.256	798,497	0.117	1,003,824	0.051	0.120	
	POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL					2	0.117	3	0.051	0.077	
Económica	ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE			1	0.256	2	0.117			0.163	0.107
	PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)										
	POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL							2	0.051	0.051	
Ambiental	ÁREA DE PREDIOS AGRÍCOLAS (m2)	386,717	0.576	558,007	0.256	1,250,524	0.117	6,031,940	0.051	0.100	0.137
	POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	3	0.576	3	0.256	4	0.117	3	0.051	0.240	
	CANALES DE RIEGO	20	0.576	88	0.256	361	0.117	2,181	0.051	0.071	

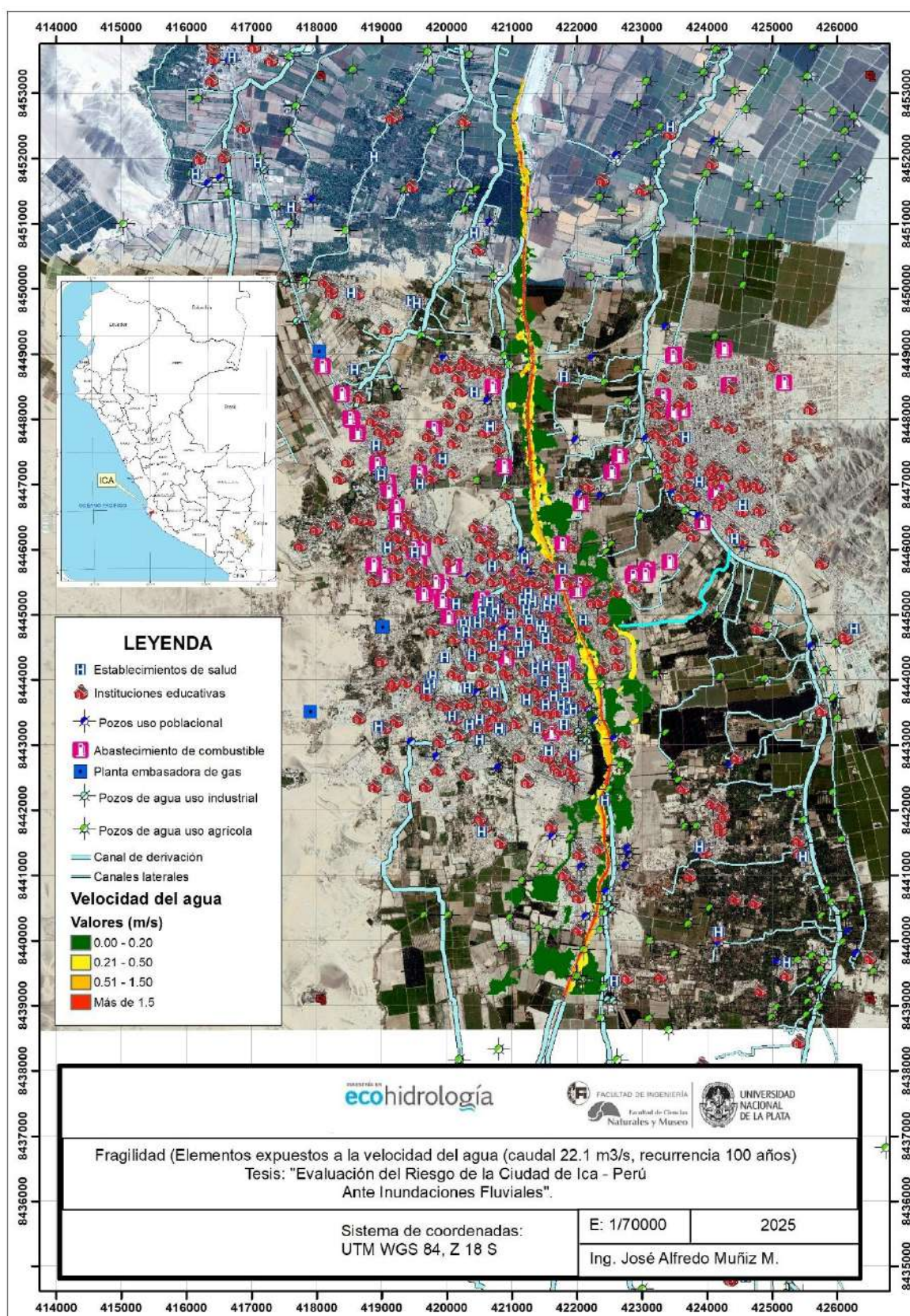
En el

ANEXO 3, se muestra el número de elementos expuestos al arrastre del agua, por desborde del río Ica.

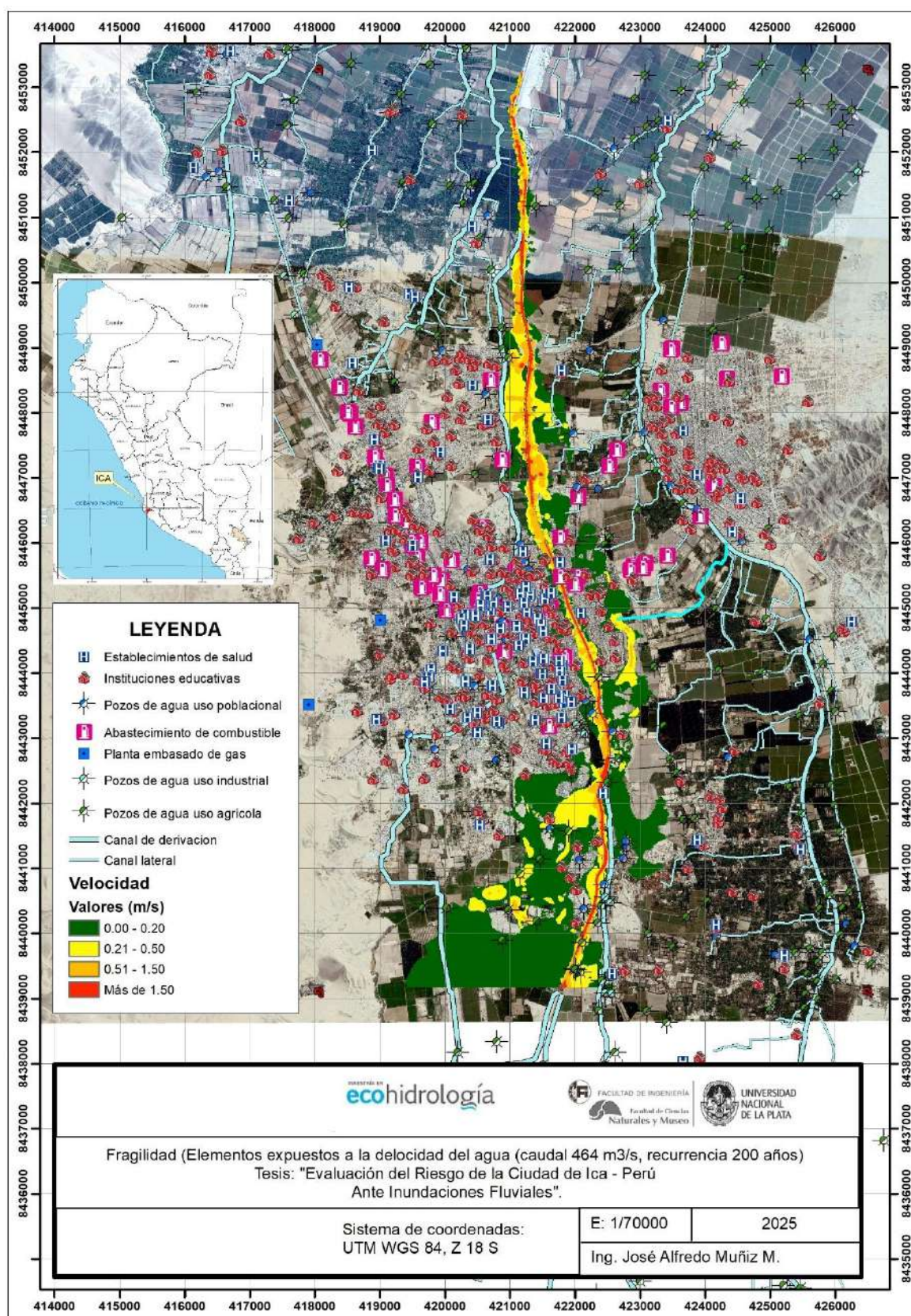
MAPA 13. FRAGILIDAD POR VELOCIDAD DE AGUA, RECURRENCIA DE 50 AÑOS.



MAPA 14. FRAGILIDAD POR VELOCIDAD DE AGUA, RECURRENCIA DE 100 AÑOS.



MAPA 15. FRAGILIDAD POR VELOCIDAD DE AGUA, RECURRENCIA DE 200 AÑOS.



4.1.3 DETERMINACION DE LA RESILIENCIA

En los siguientes cuadros se aprecian los resultados de la resiliencia.

CUADRO 19. RESILIENCIA SOCIAL "CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO.

"CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO"	%	PESO	PESO PONDERADO
La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema concernientes a gestión de riesgo.	85%	0.040	0.0578
La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura escasa.	8%	0.060	
La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	3%	0.100	
La población se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura total	2%	0.400	
La población se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, actualizándose, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total	2%	0.400	
TOTAL	100%	1.000	

CUADRO 20. RESILIENCIA SOCIAL EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLITICA Y LOCAL.

EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLÍTICA Y LOCAL	%	PESO	PESO PONDERADO
El soporte legal que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio genera efectos negativos a su desarrollo. No existen instrumentos legales locales que apoyen en la reducción del riesgo (ejemplo: ordenanzas municipales).	5%	0.05	0.275
El soporte legal del territorio que ayude a la reducción de riesgos del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se presenta en casi todo el territorio	10%	0.1	

El soporte legal del territorio que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple ocasionalmente. Existe un interés tenue en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra el área en estudio. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo, pero nunca se implementarán.	20%	0.2	
El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple regularmente. Existe un interés en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra puntualmente. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo, pero nunca se implementarán.	25%	0.25	
El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se llega a cumplir de manera estricta. El desarrollo planificado del territorio, es un eje estratégico de desarrollo. Se aplican acciones de ordenamiento o reordenamiento territorial. Siempre las acciones de prevención y/o mitigación de desastres están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo (o se vienen implementando).	40%	0.4	
TOTAL	100%	1	

CUADRO 21. RESILIENCIA SOCIAL ACTITUD FRENTE AL RIESGO.

"ACTITUD FRENTE AL RIESGO"	%	PESO	PESO PONDERADO
Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población	85	0.05	0.066
Actitud escasamente previsor de la mayoría de la población	8	0.05	
Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir riesgo.	3	0.2	
Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo e implementando escasas medidas para prevenir riesgo.	3	0.3	
Actitud previsor de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo	1	0.4	
TOTAL	100	1	

CUADRO 22. RESILIENCIA SOCIAL CAMPAÑAS DE DIFUSION.

"CAMPAÑA DE DIFUSIÓN"	%	PESO	PESO PONDERADO
No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo para la población local.	82	0.1	0.114
Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población.	8	0.1	
Difusión masiva y poco frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento de un gran sector de la población.	5	0.2	
Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento total de la población.	3	0.2	
Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento y participación total de la población y autoridades.	2	0.4	
TOTAL	100	1	

CUADRO 23. RESILIENCIA ECONOMICA POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA.

"POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA"	%	PESO	PESO PONDERADO
Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Escasa demanda de mano de obra para las actividades económicas. Escaso nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con serias limitaciones socioeconómicas.	2%	0.02	0,450
Bajo acceso y poca permanencia en un puesto de trabajo. Poca demanda de mano de obra para las actividades económicas. Bajo nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con limitaciones socioeconómicas.	5%	0.05	
Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para actividades económicas. Regular nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con regulares posibilidades socioeconómicas.	63%	0.63	
Acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para las actividades económicas. Regular nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con posibilidades socioeconómicas.	20%	0.2	
Alto acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Alta demanda de mano de obra para las actividades económicas. Alto nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con altas posibilidades socioeconómicas.	10%	0.1	
TOTAL	100%	1	

CUADRO 24. RESILIENCIA ECONOMICA INGRESO FAMILIAR PROMEDIO (US\$).

"INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL (- dólares americanos, USD)"	%	PESO	PESO PONDERADO
> 1000	10	0,100	0,438
> 600 - <= 1000	20	0,200	
> 300 <= 600	62	0,620	
> 150 - <= 300	5	0,050	
<= 150	3	0,030	
TOTAL	100	1,000	

CUADRO 25. RESILIENCIA AMBIENTAL CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL.

"CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL"	%	PESO	PESO PONDERADO
Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en tema de conservación ambiental.	70%	0,050	0,086
Sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. No cumpliéndolas.	16%	0,100	
Las autoridades y población conocen la existencia de normatividad en temas de conservación cumpliéndola parcialmente.	8%	0,200	
Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Cumpliéndola mayoritariamente.	4%	0,300	
Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Respetándola y cumpliéndola totalmente.	2%	0,350	
TOTAL	100%	1,000	

CUADRO 26. RESILIENCIA AMBIENTAL CONOCIMIENTO ANCESTRAL PARA LA EXPLOTACION SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS NATURALES.

"CONOCIMIENTO ANCESTRAL PARA LA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS NATURALES"	%	PESO	PESO PONDERADO
La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales	80%	0,800	0,654
Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	10%	0,100	
Parte de la población posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	5%	0,050	
La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	3%	0,030	
La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos	2%	0,020	
TOTAL	100%	1,000	

CUADRO 27. RESILIENCIA AMBIENTAL CAPACITACION EN TEMAS DE CONSERVACION AMBIENTAL.

"CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL"	%	PESO	PESO PONDERADO
La totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	82%	0,050	0,061
La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	12%	0,050	
La población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	3%	0,100	
La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	2%	0,300	
La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total.	1%	0,500	
TOTAL	100%	1,000	

Los valores de resiliencia se generaron en función a la revisión de normas vigente, entrevistas con funcionarios de diferentes instituciones y organizaciones.

Respecto a las normas revisadas, se mencionan las siguientes:

Marco Legal Principal (SINAGERD - Perú):

- **Ley N° 29664:** Crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, estableciendo principios y lineamientos.
- **DS N° 048-2011-PCM:** Reglamento de la Ley SINAGERD.
- **DS N° 115-2022-PCM:** Aprueba el Plan Nacional de Gestión de Riesgo de Desastres 2022-2030.

Instrumentos Técnicos y de Planificación:

- **Manual EVAR - Inundaciones (CENEPRED):** Guía para la evaluación de riesgos, que incluye la identificación de factores desencadenantes (caudales, topografía) y la elaboración de escenarios.
- **Plan de Prevención y Reducción del Riesgo (PPDRR):** Normas como la RM N° 224-2021-VIVIENDA.

Gestión ante Emergencias por Lluvias/Inundaciones:

- **SISMATE (Ley N° 30472):** Sistema de Mensajería de Alerta Temprana para emitir alertas rápidas.
- **Recomendaciones INDECI:** Monitoreo del caudal de ríos, implementación de sistemas de alerta comunitaria (silbatos, sirenas) y evacuación, según recomendaciones técnicas.
- **Reconstrucción:** Ley 30556 que dispone la reconstrucción con enfoque de riesgo.

Normas Internacionales:

- ISO 31000:2018: Proporciona directrices generales para identificar y tratar riesgos.

4.1.4 DETERMINACION DE LA VULNERABILIDAD

Los valores obtenidos de la vulnerabilidad ante la profundidad de agua y velocidad de agua por el desborde del río Ica se muestran a continuación, **CUADRO 28 y CUADRO 29**.

CUADRO 28. VULNERABILIDAD DE LA CIUDAD DE ICA ANTE LA PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

Recurrencia (años)	Dimensión	Valor medio de la Fragilidad	Valor medio de la Resiliencia	Vulnerabilidad = Fragilidad / Resiliencia
50	Social	0.372	0.128	2.91
	Económica	0.17	0.444	0.383
	Ambiental	0.381	0.267	1.426
100	Social	0.379	0.128	2.963
	Económica	0.17	0.444	0.383
	Ambiental	0.385	0.267	1.443
200	Social	0.385	0.128	3.011
	Económica	0.312	0.444	0.703
	Ambiental	0.416	0.128	3.251

CUADRO 29. VULNERABILIDAD DE LA CIUDAD DE ICA ANTE LA VELOCIDAD DEL AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

Recurrencia (años)	Dimensión	Valor medio de la Fragilidad	Valor medio de la Resiliencia	Vulnerabilidad = Fragilidad / Resiliencia
50	Social	0.061	0.128	0.477
	Económica	0.077	0.444	0.173
	Ambiental	0.115	0.267	0.43
100	Social	0.061	0.128	0.477
	Económica	0.077	0.444	0.173
	Ambiental	0.123	0.267	0.461
200	Social	0.077	0.128	0.601
	Económica	0.107	0.444	0.241
	Ambiental	0.137	0.128	1.068

4.1.5 DETERMINACION DEL RIESGO

4.1.5.1 INDICE DE RIESGO

En los siguientes cuadros se muestran los resultados referentes al índice de riesgo de la ciudad de Ica, por profundidad de agua y velocidad de agua, por el desborde del río Ica.

CUADRO 30. ÍNDICE DE RIESGO ANTE PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

Recurrencia (años)	Dimensión	Vulnerabilidad	Peligro	Índice de Riesgo (Amenaza x Vulnerabilidad)
50	Social	2.91	0.428	1.246
	Económica	0.383		0.164
	Ambiental	1.426		0.61
100	Social	2.963	0.43	1.274
	Económica	0.383		0.165
	Ambiental	1.443		0.621
200	Social	3.011	0.445	1.34
	Económica	0.703		0.313
	Ambiental	3.251		1.447

CUADRO 31. ÍNDICE DE RIESGO ANTE VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

Recurrencia (años)	Dimensión	Vulnerabilidad	Peligro	Índice de Riesgo (Amenaza x Vulnerabilidad)
50	Social	0.477	0.086	0.041
	Económica	0.173		0.015
	Ambiental	0.43		0.037
100	Social	0.477	0.092	0.044
	Económica	0.173		0.016
	Ambiental	0.461		0.042
200	Social	0.601	0.102	0.061
	Económica	0.241		0.025
	Ambiental	1.068		0.109

4.1.5.2 RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA POR DESBORDE ANTE INUNDACIONES FLUVIALES

En los siguientes cuadros, se muestra el riesgo de la ciudad de Ica por el desborde del río Ica.

CUADRO 32. CLASIFICACIÓN DEL RIESGO ANTE LA PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

Recurrencia (años)	Dimensión	Índice de Riesgo	Clasificación del Riesgo
50	Social	1.246	Muy Alto
	Económica	0.164	Bajo
	Ambiental	0.610	Alto
100	Social	1.274	Muy Alto
	Económica	0.165	Bajo
	Ambiental	0.621	Alto
200	Social	1.340	Muy Alto
	Económica	0.313	Medio
	Ambiental	1.447	Muy Alto

CUADRO 33. CLASIFICACIÓN DEL RIESGO ANTE LA VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

Recurrencia (años)	Dimensión	Índice de Riesgo	Clasificación del Riesgo
50	Social	0.041	Bajo
	Económica	0.015	Bajo
	Ambiental	0.037	Bajo
100	Social	0.044	Bajo
	Económica	0.016	Bajo
	Ambiental	0.042	Bajo
200	Social	0.061	Bajo
	Económica	0.025	Bajo
	Ambiental	0.109	Bajo

4.2 DISCUSION

4.2.1 RESPECTO AL NIVEL DE PELIGROSIDAD

El área expuesta a inundación por desborde del río Ica para recurrencias de 50, 100 y 200 años, es de 3 849 530; 4 543 632; y 10 508 606 m²; ó 3.8; 4.5; y 10.5 km² respectivamente, ver **CUADRO 15** y **CUADRO 16**.

4.2.1.1 PROFUNDIDAD DE AGUA

Para profundidad de agua se ha considerado el área total inundada de 10 508 606 m² que corresponde a la recurrencia de 200 años como el 100% del área, en base a ello se ha determinado que: las áreas inundadas con peligrosidad “Muy Alta” representan el 24.54%, 29.40% y 68.00% respectivamente para las recurrencias indicadas, **CUADRO 21**, lo que implica un empozamiento con profundidad de agua mayor a 0.9 metros, que afecta tanto a zonas urbanas como terrenos de cultivo.

Las demás áreas representan porcentajes menores al 10%, a excepción del área con peligro “Alto” (20%), para recurrencias de 200 años.

CUADRO 34. AREA PORCENTUAL SEGÚN NIVEL DE PELIGROSIDAD POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

Recurrencia (Años)	Área expuesta a peligro por profundidad (m2)				TOTAL
50	2,579,185	461,944	615,925	192,477	3,849,530
100	3,089,670	499,800	681,545	272,618	4,543,632
200	7,145,852	2,101,721	945,775	315,258	10,508,606

Nota: Para el cálculo del porcentaje se ha considerado 10,508,606 m² equivalente al 100%, teniendo como resultado lo siguiente:

Recurrencia (Años)	% de área expuesta a peligro por profundidad			
50	24.54	4.40	5.86	1.83
100	29.40	4.76	6.49	2.59
200	68.00	20.00	9.00	3.00

En el **GRAFICO 1** y **GRAFICO 2**, se observa la distribución de áreas expuestas a inundación por desborde del Río Ica.

GRAFICO 1. ÁREA EXPUESTA A PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA

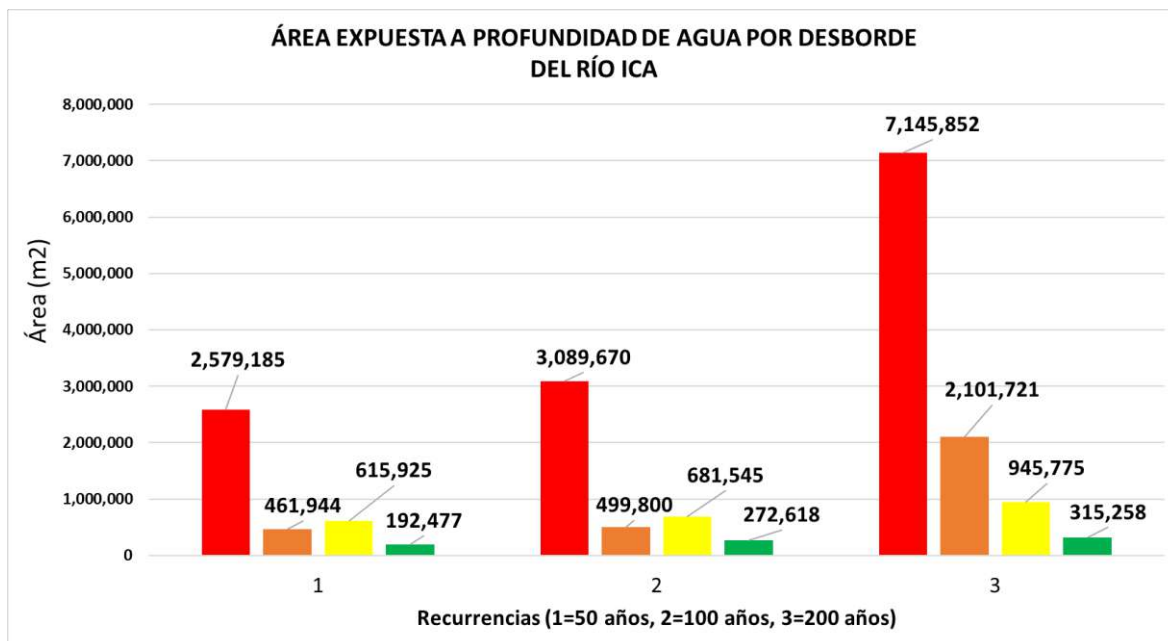
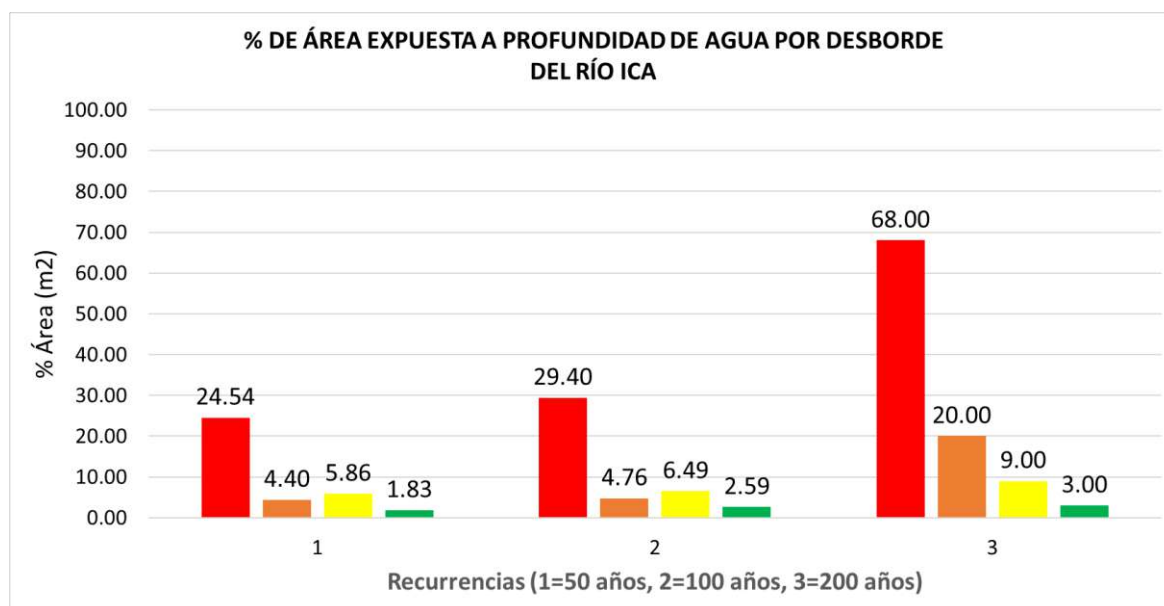


GRAFICO 2. PORCENTAJE DE ÁREA EXPUESTA A PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA



El análisis espacial derivado del Gráfico 2 revela que la extensión de la mancha de inundación en el valle de Ica es proporcional a la magnitud del evento estocástico. Se observa que, a mayor periodo de retorno, la capacidad de conducción del cauce se ve superada, incrementando el área de desborde de manera sistemática. Esta relación física-estadística se fundamenta en la teoría de *Applied Hydrology*, la cual establece que la recurrencia de un caudal pico se define por su probabilidad inversa de ocurrencia; así, los eventos de baja frecuencia (alto periodo de retorno) representan los escenarios de mayor peligro hidrometeorológico debido a su naturaleza extrema.

La dinámica de ocupación hídrica en la cuenca del Río Ica demuestra una correlación positiva y no lineal entre el periodo de retorno (T) y la magnitud del área de inundación (A_i). Este fenómeno se sustenta en el principio de probabilidad de excedencia de eventos extremos, donde la estocasticidad de las avenidas máximas, bajo el marco teórico de Chow, Maidment y Mays (1988), dicta que el incremento en el caudal pico (Q_p) expande el área de exposición de manera directamente proporcional a la energía cinética del flujo. Por tanto, la vulnerabilidad del territorio no es estática, sino una función dependiente de la recurrencia estadística, lo que exige un diseño de monitoreo basado en umbrales de seguridad hidrológica de baja frecuencia, pero alto impacto."

Los resultados presentados en el Gráfico 2 ratifican la Ley de Distribución de Eventos Extremos en la hidrología de superficie. La evidencia empírica observada en el desborde del Río Ica converge con la literatura canónica de la hidrología aplicada, validando que el área expuesta es un indicador sensible de la variabilidad del caudal según su recurrencia. Al contrastar estos hallazgos con la teoría de Chow et al. (1988), se infiere que la modelación hidrodinámica del área afectada debe integrar el análisis de frecuencia de valores extremos para mitigar la incertidumbre en la predicción de escenarios de inundación en zonas de alta vulnerabilidad antrópica.

Por otro lado, entidades como la FEMA (Federal Emergency Management Agency) y el USGS (United States Geological Survey), han enfatizado que las zonas de inundación se delimitan en función de caudales con períodos de retorno específicos (como el de 100 años), porque estos representan escenarios de alto peligro para poblaciones cercanas. "La estimación del caudal con recurrencia de 100 años se usa comúnmente para la planificación de inundaciones, ya que representa un riesgo significativo para la infraestructura y la población." (Dalrymple, 1960).

En el contexto latinoamericano, autores como (Ponce, 1989) destacan que, en zonas áridas o semiáridas, como muchas cuencas del Perú, los eventos de alta recurrencia pueden causar desbordes catastróficos debido a la falta de infraestructura adecuada y la urbanización desordenada. "Los eventos extremos, aunque infrecuentes, tienen alto impacto debido a su magnitud y la vulnerabilidad del entorno construido."

4.2.1.2 VELOCIDAD DE AGUA

Para velocidad de agua se ha considerado el área total inundada de 10'508,606 m² que corresponde a la recurrencia de 200 años como el 100% del área, en base a ello se ha determinado que: las áreas con peligrosidad "Muy Alta", "Alta" y "Media" representan menos del 10% para recurrencias de 50, 100 y 200 años, a excepción del área afectada por peligrosidad media a una recurrencia de 200 años que representa el 17%. **CUADRO 35.**

Respecto a la peligrosidad "Baja", aquí se encuentra ubicada la mayor cantidad de área con porcentajes de 28.21%, 32.43% y 70% para recurrencias de 50, 100 y 200 años respectivamente: Aquí se presenta una peligrosidad "Baja" debido a que la velocidad del agua es menor a 0.2 m/s, y con dicha velocidad no habría un arrastre significativo de elementos expuestos a la velocidad del agua.

CUADRO 35. AREA PORCENTUAL SEGÚN NIVEL DE PELIGROSIDAD POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

Recurrencia (Años)	Área expuesta a peligro por velocidad (m2)				TOTAL
50	76,991	307,962	500,439	2,964,138	3,849,530
100	136,309	363,491	636,108	3,407,724	4,543,632
200	420,344	945,775	1,786,463	7,356,024	10,508,606

Nota: Para el cálculo del porcentaje se ha considerado 10,508,606 m2 equivalente al 100%, teniendo como resultado lo siguiente:

Recurrencia (Años)	% de área expuesta a peligro por velocidad			
50	0.73	2.93	4.76	28.21
100	1.30	3.46	6.05	32.43
200	4.00	9.00	17.00	70.00

En el **GRAFICO 3 y GRAFICO 4**, se observa la distribución de áreas expuestas a inundación por desborde del Río Ica.

GRAFICO 3. ÁREA EXPUESTA A VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA

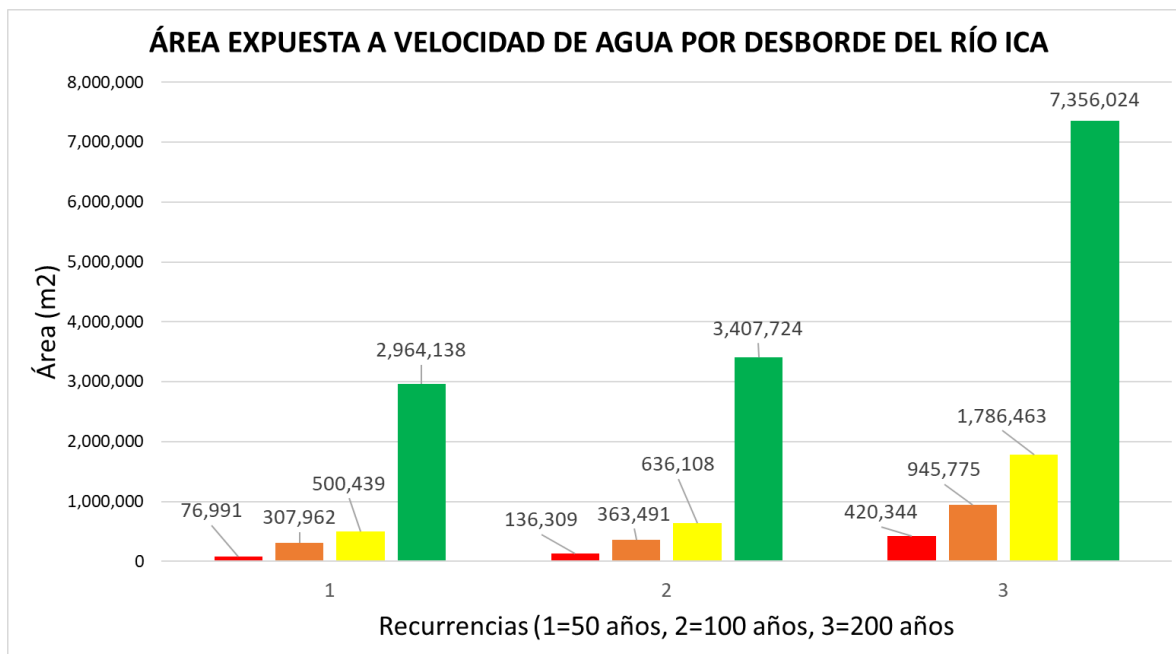
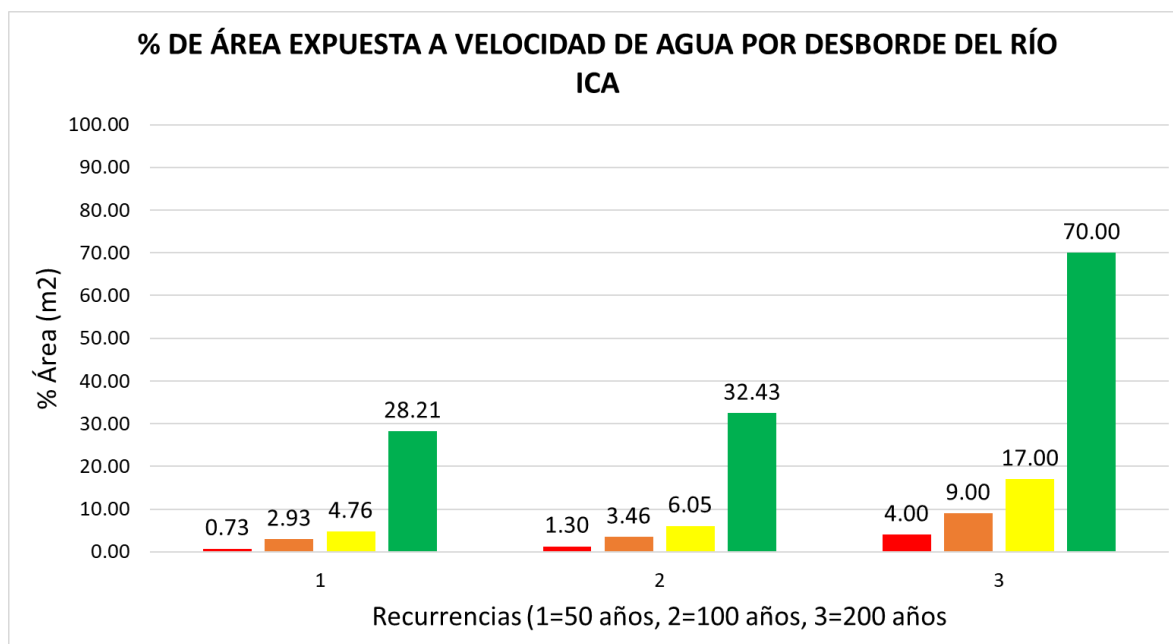


GRAFICO 4. PORCENTAJE DE ÁREA EXPUESTA A VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA



Del gráfico anterior se desprende que la mayor área expuesta a la velocidad del agua por el desborde del río Ica, presenta una peligrosidad “Baja” en las tres recurrencias, debido a que la velocidad del agua está relacionada con la pendiente del terreno, la ciudad de Ica se ubica en una zona con **pendiente suave**, especialmente en su parte urbana. Sin embargo, la **cuenca alta y media del río Ica** posee pendientes pronunciadas, lo que permite que, durante eventos extremos, el agua **acelere su velocidad aguas abajo**, conservando gran parte de su energía al llegar a la ciudad.

Cuando se produce un **desborde del río Ica**, el agua que se origina en la cuenca alta y media (pendiente fuerte) llega a la ciudad con **alta velocidad**, especialmente si los suelos están saturados o impermeabilizados.

4.2.2 RESPECTO A LA VULNERABILIDAD

4.2.2.1 ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.

Se han identificado como elementos expuestos a peligro “Muy Alto”, instituciones educativas, pozos de abastecimiento de agua poblacional, locales de abastecimiento de combustible (grifos) y pozos de agua para riego, cuyos porcentajes varían de 20 a 60%, tal como se observa en el **CUADRO 36, CUADRO 37, GRAFICO 5 y GRAFICO 6**, si consideramos el total de elementos expuestos dentro del área inundable; y de 1.07 a 6.4%, si consideramos el total de elementos expuesto existentes dentro de la ciudad (área considerada en el modelamiento).

Es preciso aclarar, que en la ciudad se tienen 115 establecimientos de salud, 373 instituciones educativas, 58 pozos de abastecimiento de agua poblacional, 78 grifos de abastecimiento de combustible, 02 plantas envasadoras de gas (GLP), 14 pozos de abastecimiento de agua industrial y; 125 pozos de abastecimiento de agua para riego; la información señalada se observa en el **ANEXO 7**.

CUADRO 36. NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MUY ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL (*)
	50	100	200	
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0	0	0
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	4	5	9	18
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	1	1	3	5
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	1	1	1	3
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	3	3	8	14

(*): Total de elementos expuestos dentro del área inundable.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL (*)
	50	100	200	
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0.00	0.00	115.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	4.00	5.00	9.00	373.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	1.00	1.00	3.00	58.00
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	1.00	1.00	1.00	78.00
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0.00	0.00	0.00	2.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0.00	0.00	0.00	14.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	3.00	3.00	8.00	125.00

(*): total de elementos expuesto dentro del área considerada en el modelamiento (totalidad de la ciudad).

CUADRO 37. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MUY ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0	0
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	22	28	50
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	20	20	60
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	33	33	33
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	21	21	57

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.

PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0.00	0.00	0.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	1.07	1.34	2.41
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	1.72	1.72	5.17
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	1.28	1.28	1.28
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0.00	0.00	0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0.00	0.00	0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	2.40	2.40	6.40

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

Los Establecimientos de Salud, Plantas Envasadoras de gas; y Pozos de abastecimiento de agua industrial no presenta peligrosidad “Muy Alta” debido a que se ubican en zonas alejadas del cauce del río, zonas que son menos expuestas al desborde del río Ica, condición que debe tenerse presente en la planificación urbanística; ya que las áreas más alejadas al río son más seguras ante eventos extremos por desborde del río.

GRAFICO 5. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.

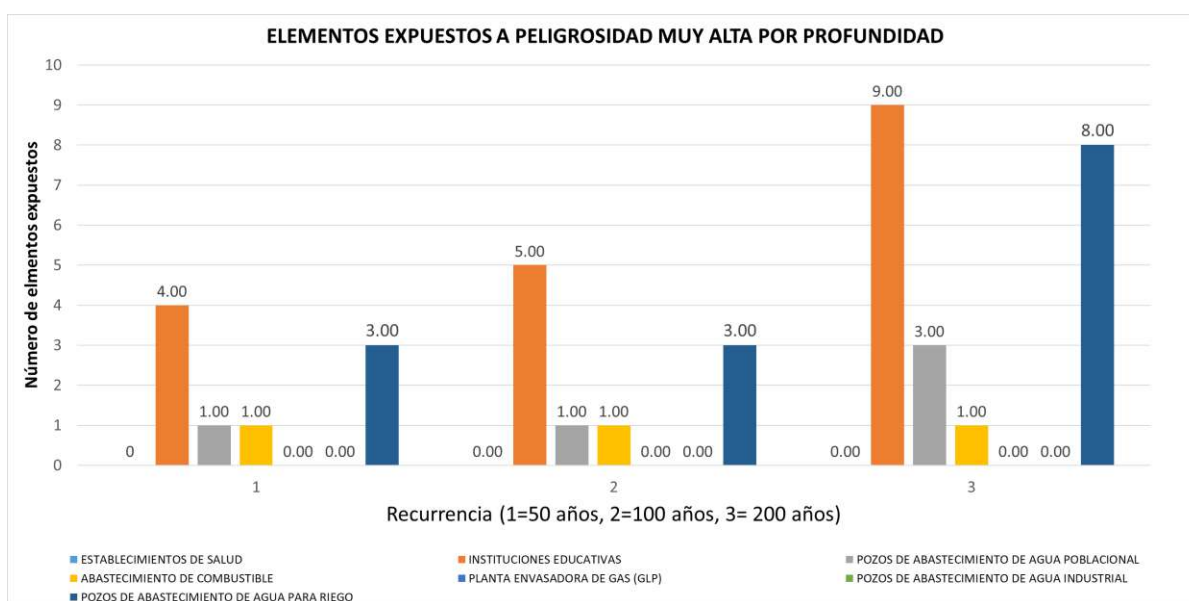
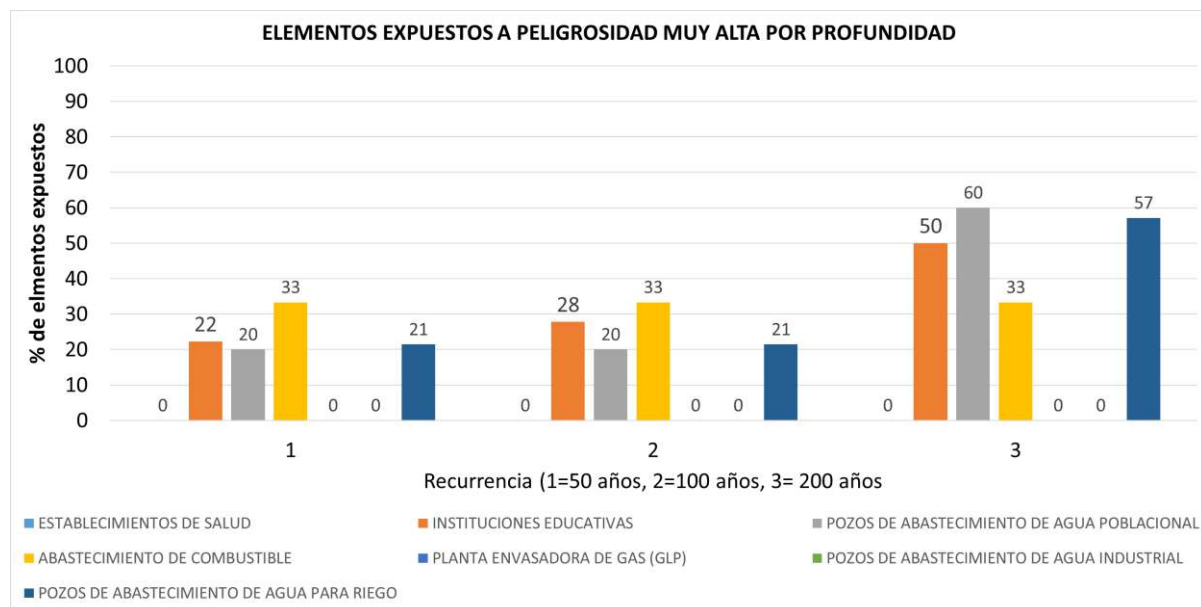
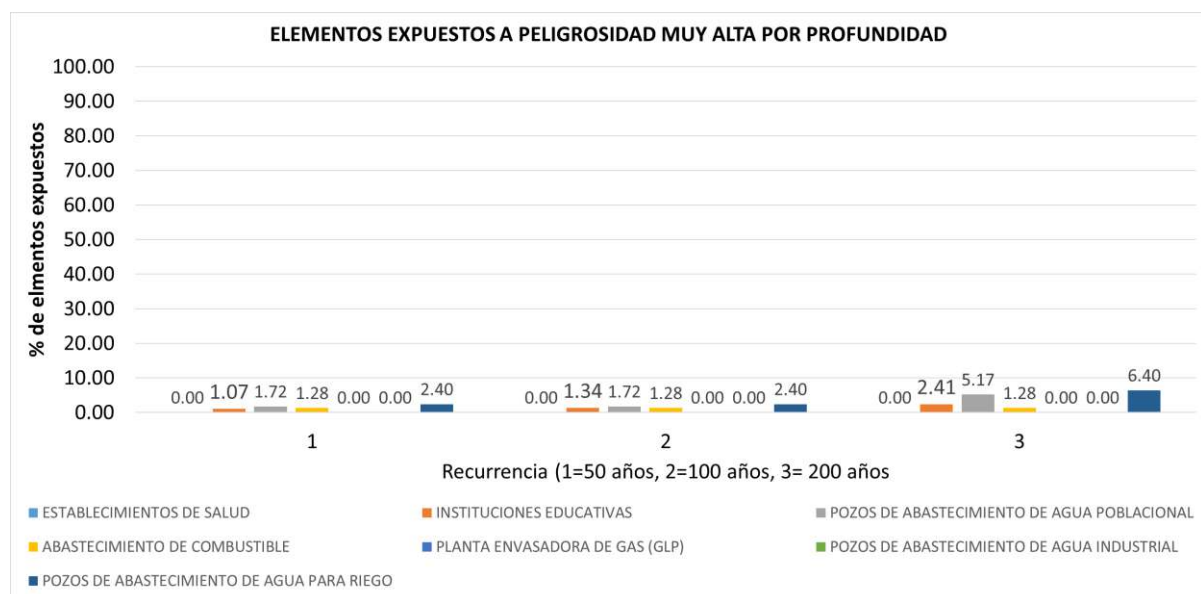


GRAFICO 6. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.



Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.



Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

4.2.2.2 ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.

Se han identificado como elementos expuestos a peligro “Alto”, establecimiento de salud, instituciones educativas, pozos de abastecimiento de agua poblacional, locales de abastecimiento de combustible, pozos de abastecimiento de agua para uso industrial y pozos de abastecimiento de agua para riego, cuyos porcentajes son menores al 35% en recurrencias de 50 y 100 años, y en recurrencias de 200 años se encuentra el mayor porcentaje que varían

de 33 a 100%, tal como se observa en **CUADRO 38**, **CUADRO 39**, **Nota:** el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.

PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0.00	0.00	1.74
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	0.80	0.80	1.07
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	3.45	3.45	3.45
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	0.00	0.00	2.56
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0.00	0.00	0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0.00	0.00	14.29
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	0.80	0.80	1.60

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

GRAFICO 7 y

GRAFICO 8; y si consideramos el total de elementos expuesto existentes dentro de la ciudad (área considerada en el modelamiento), los porcentajes varían de 1 a 4%.

CUADRO 38. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL (*)
	50	100	200	
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0	2	2
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	3	3	4	10
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	2	2	2	6
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	0	0	2	2
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0	0	2	2
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	1	1	2	4

(*): Total de elementos expuestos dentro del área inundable.

RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.

Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL (*)
	50	100	200	
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0.00	0.00	2.00	115.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	3.00	3.00	4.00	373.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	2.00	2.00	2.00	58.00
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	0.00	0.00	2.00	78.00
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0.00	0.00	0.00	2.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0.00	0.00	2.00	14.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	1.00	1.00	2.00	125.00

(*): total de elementos expuesto dentro del área considerada en el modelamiento (totalidad de la ciudad).

CUADRO 39. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0	100
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	30	30	40
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	33	33	33
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	0	0	100
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0	0	100
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	25	25	50

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.

PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0.00	0.00	1.74
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	0.80	0.80	1.07
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	3.45	3.45	3.45
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	0.00	0.00	2.56
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0.00	0.00	0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0.00	0.00	14.29
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	0.80	0.80	1.60

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

GRAFICO 7. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.

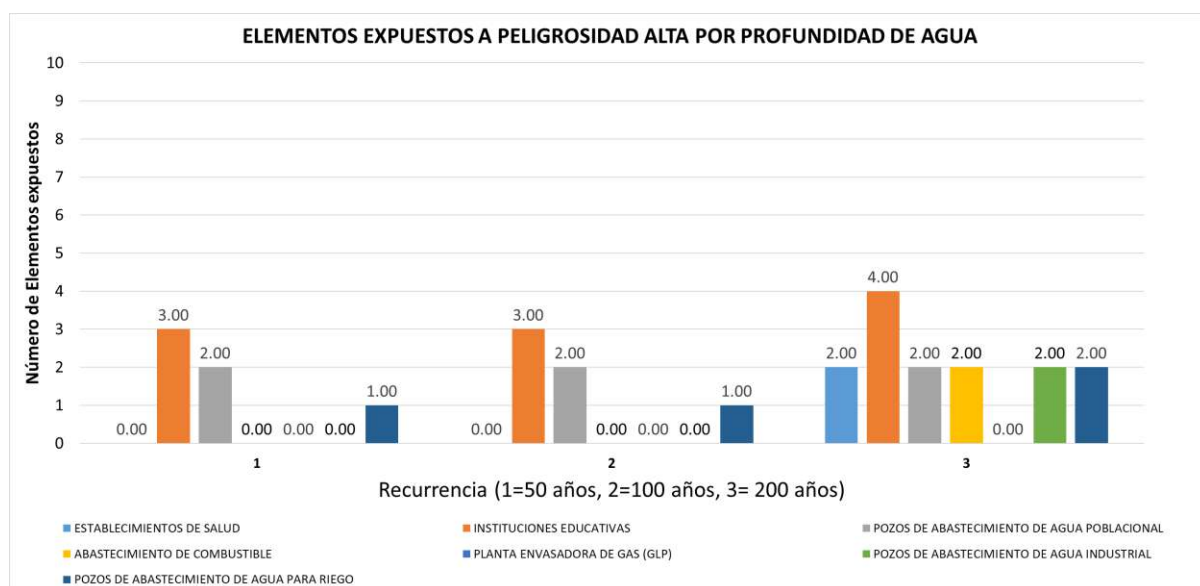
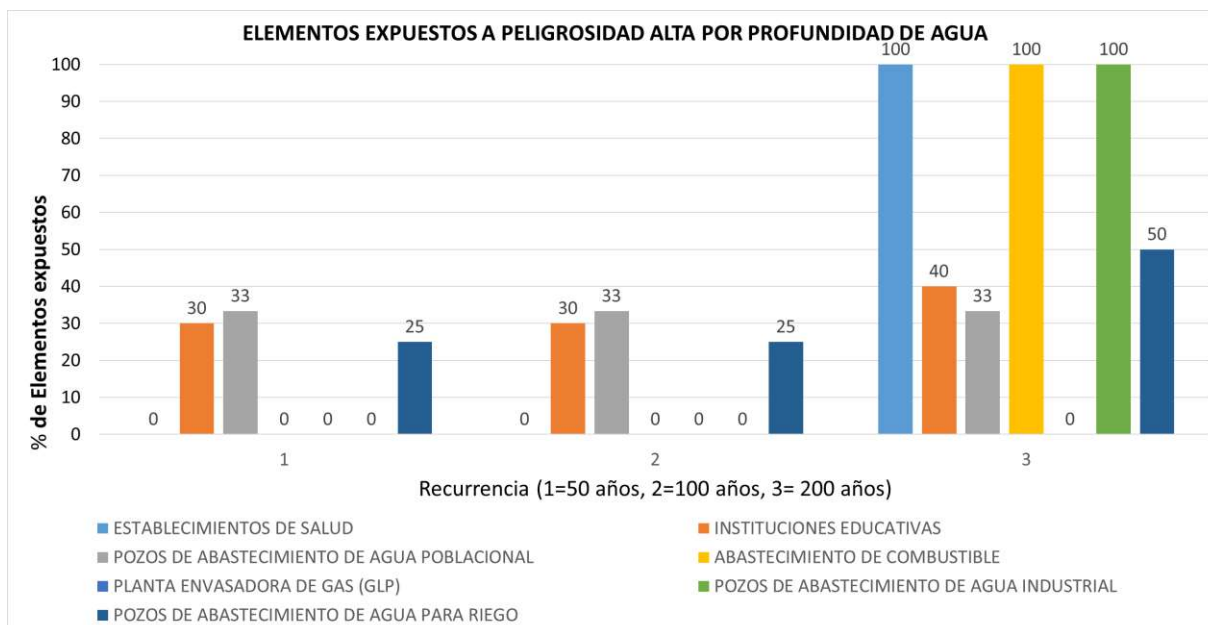
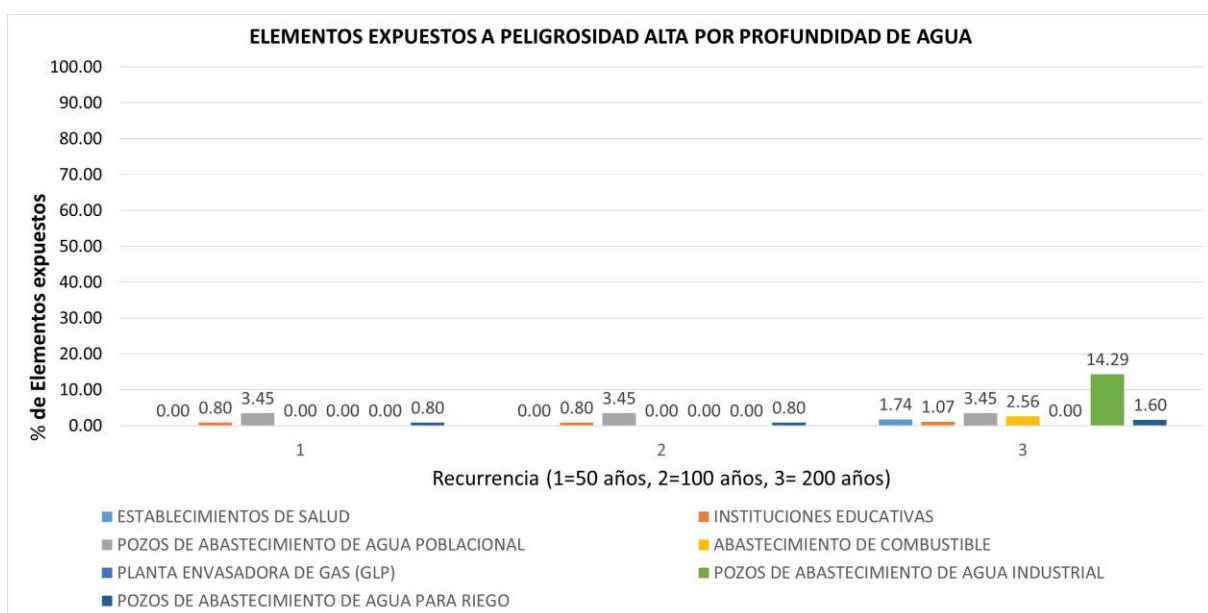


GRAFICO 8. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.



Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.



Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

4.2.2.3 ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.

Se han identificado como elementos expuestos a peligro “Medio”, instituciones educativas, locales de abastecimiento de combustible (grifos) y pozos de abastecimiento de agua para riego, cuyos porcentajes varían de 20 a 60%, tal como se observa en el **CUADRO 40**, **CUADRO 41**, **GRAFICO 9** y **GRAFICO 10**; si consideramos el total de elementos expuesto existentes dentro de la ciudad (área considerada en el modelamiento) los porcentajes varían de 1 a 3%.

CUADRO 40. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MEDIA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL (*)
	50	100	200	
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0	0	0
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	1	1	3	5
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	0	0	0	0
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	1	1	0	2
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	1	1	2	4

(*): Total de elementos expuestos dentro del área inundable.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL
	50	100	200	
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0.00	0.00	0.00	115.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	1.00	1.00	3.00	373.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	0.00	0.00	0.00	58.00
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	1.00	1.00	0.00	78.00
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0.00	0.00	0.00	2.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0.00	0.00	0.00	14.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	1.00	1.00	2.00	125.00

(*): total de elementos expuesto dentro del área considerada en el modelamiento (totalidad de la ciudad).

CUADRO 41. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MEDIA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0	0
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	20	20	60
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	0	0	0
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	50	50	0
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	25	25	50

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.

PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200

RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.
Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.

ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0.00	0.00	0.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	0.27	0.27	0.80
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	0.00	0.00	0.00
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	1.28	1.28	0.00
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0.00	0.00	0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0.00	0.00	0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	0.80	0.80	1.60

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

GRAFICO 9. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.

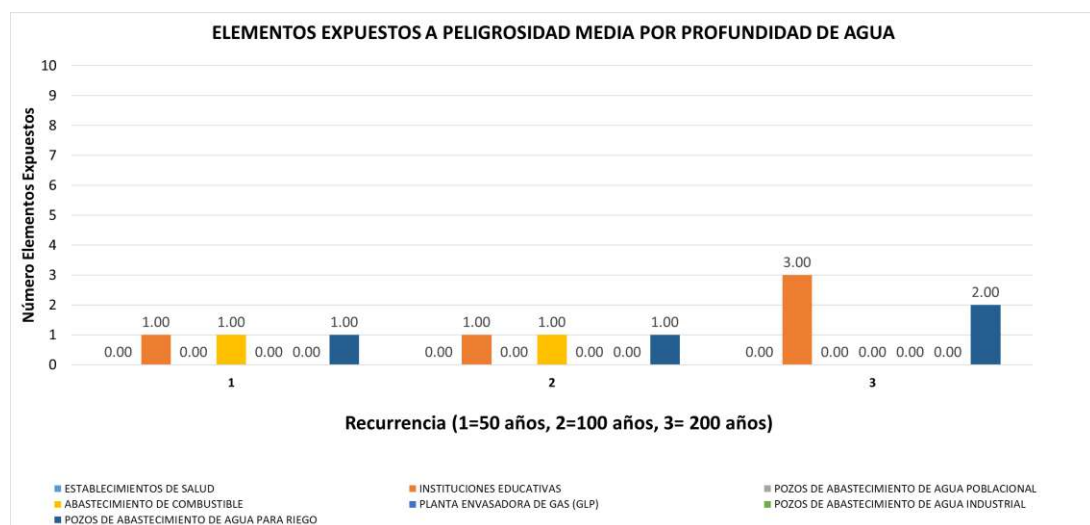
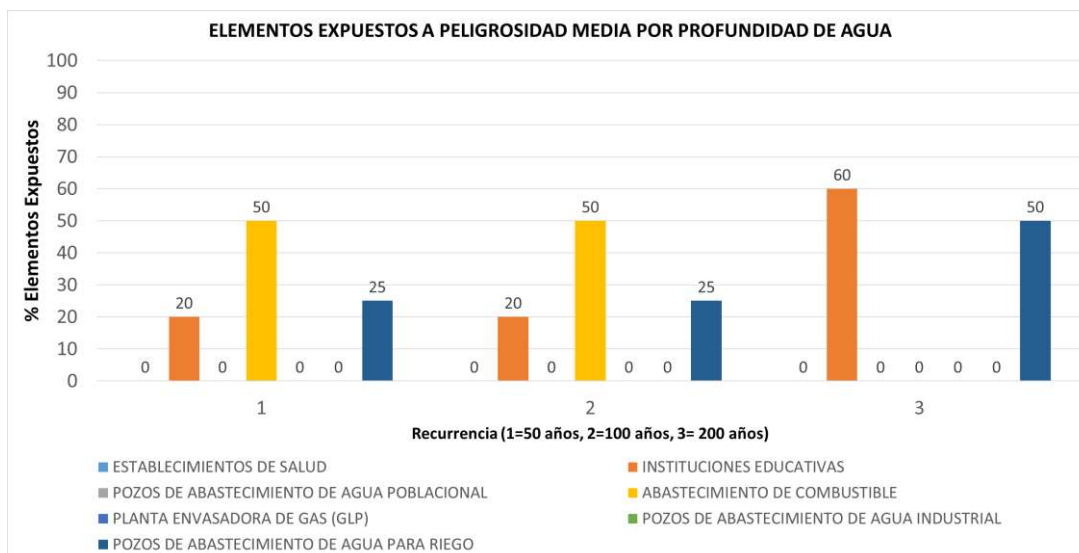
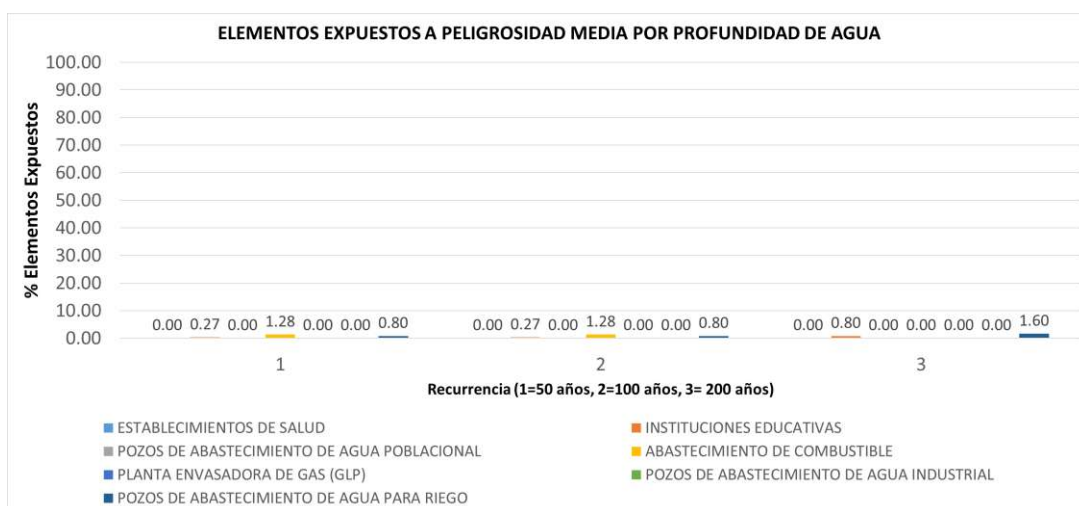


GRAFICO 10. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.



Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.



Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

4.2.2.4 ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “BAJA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.

Se han identificado como elementos expuestos a peligro “Bajo”, instituciones educativas, cuyos porcentajes están en 33%, tal como se observa en **CUADRO 42**, **CUADRO 43**, **GRAFICO 11** y **GRAFICO 12** y por ser “Baja” la peligrosidad no se consideran estos elementos que están en peligro; si consideramos el total de elementos expuesto existentes dentro de la ciudad (área considerada en el modelamiento) las instituciones educativas representan el 0.27%.

CUADRO 42. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “BAJA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.
Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL (*)
	50	100	200	
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0	0	0
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	1	1	1	3
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	0	0	0	0
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	0	0	0	0
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	0	0	0	0

(*): Total de elementos expuestos dentro del área inundable.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL (*)
	50	100	200	
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0.00	0.00	0.00	115.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	1.00	1.00	1.00	373.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	0.00	0.00	0.00	58.00
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	0.00	0.00	0.00	78.00
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0.00	0.00	0.00	2.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0.00	0.00	0.00	14.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	0.00	0.00	0.00	125.00

(*): total de elementos expuesto dentro del área considerada en el modelamiento (totalidad de la ciudad).

CUADRO 43. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “BAJA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0	0
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	33	33	33
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	0	0	0
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	0	0	0
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	0	0	0

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.

PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200

RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.
Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.

ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0.00	0.00	0.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	0.27	0.27	0.27
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	0.00	0.00	0.00
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	0.00	0.00	0.00
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0.00	0.00	0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0.00	0.00	0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	0.00	0.00	0.00

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

GRAFICO 11. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “BAJA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.

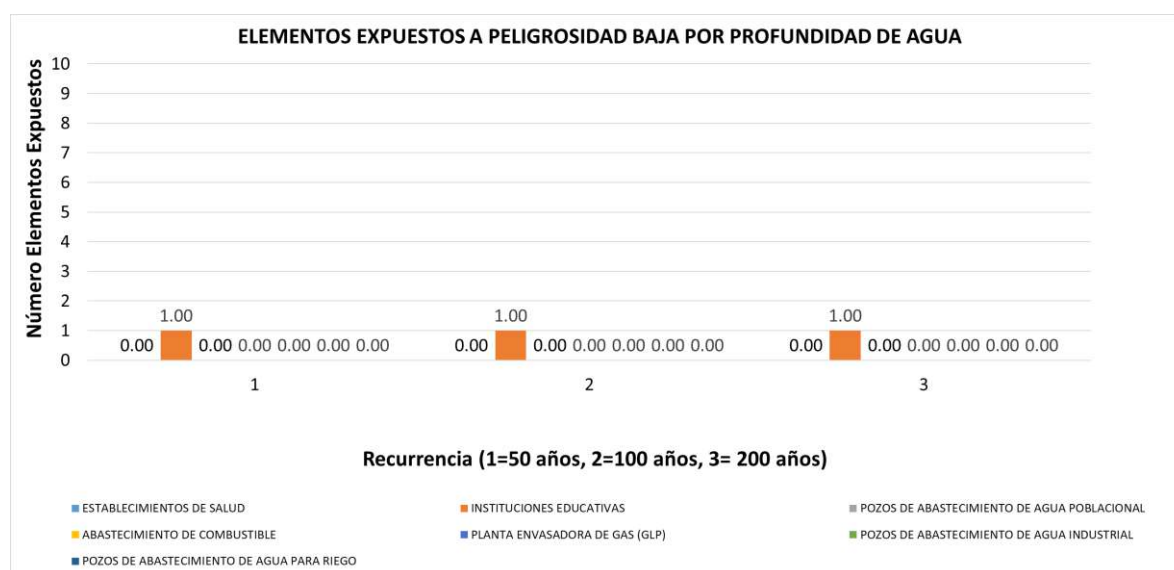
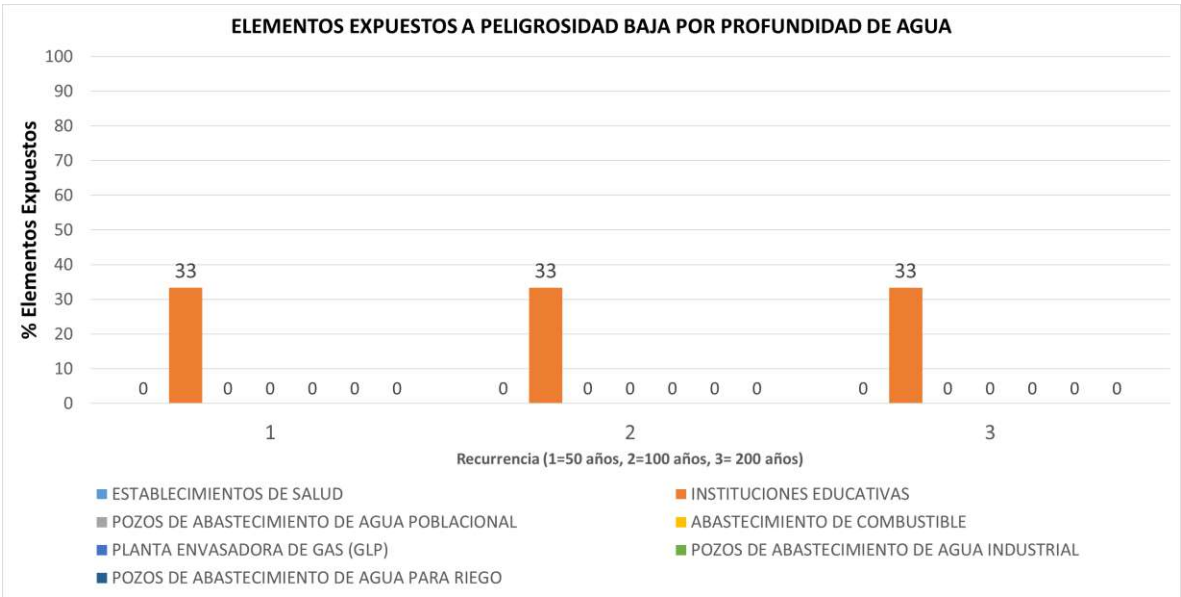
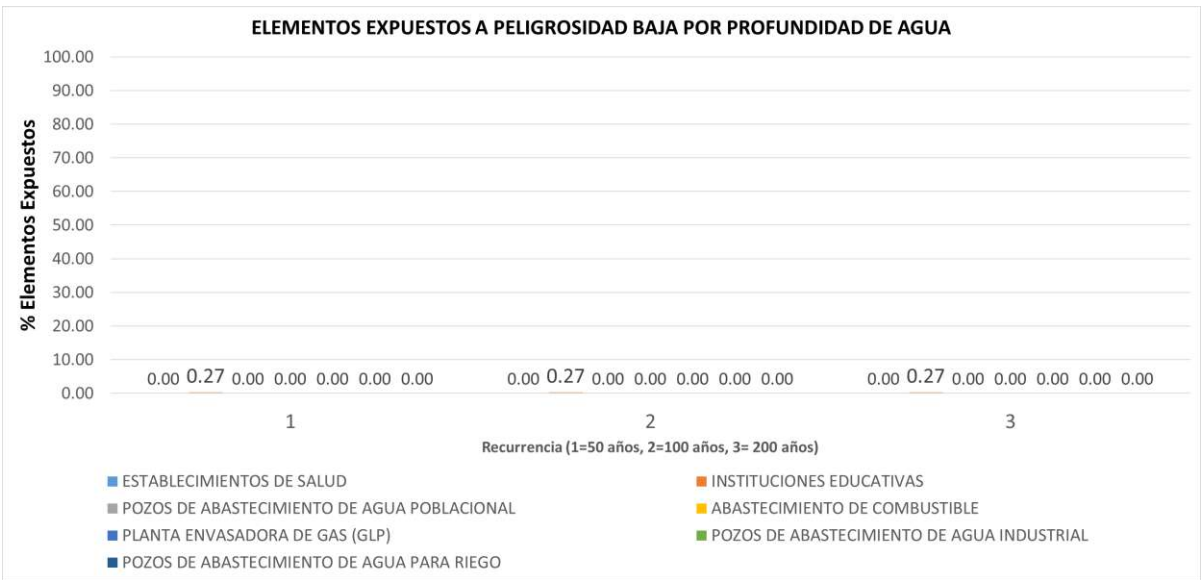


GRAFICO 12. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “BAJA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.



Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.



Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

4.2.2.5 ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD SEGÚN AREA URBANA Y AREA RURAL, PROFUNDIDAD DE AGUA.

El total de área urbana inundada es 2'911,161 m²; y el total de área agrícola es 7'521,470 m²; estos totales se refieren al área máxima inundada para una recurrencia de 200 años, lo que representaría el 100% de área.

Analizando las áreas expuestas a peligrosidad “Muy Alta”, se puede indicar que, las áreas más expuestas son las áreas agrícolas con respecto a las áreas urbanas, que, para recurrencias de 50, 100 y 200 años, representan el 14%, 17% y 41%; con relación a las áreas urbanas que representan el 6%, 7% y 16% respectivamente, como se puede apreciar en el **GRAFICO 13**.

GRAFICO 13. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.

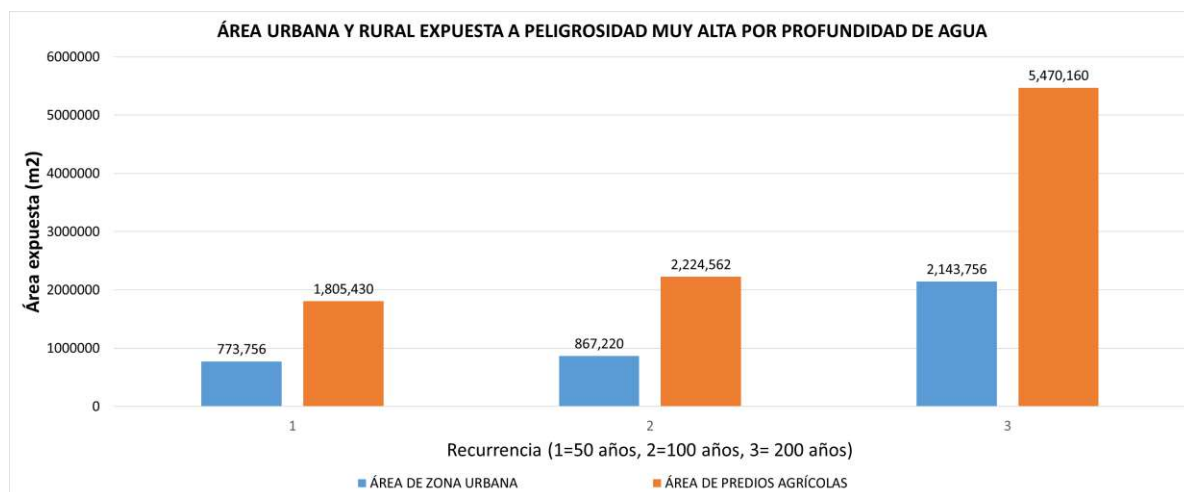
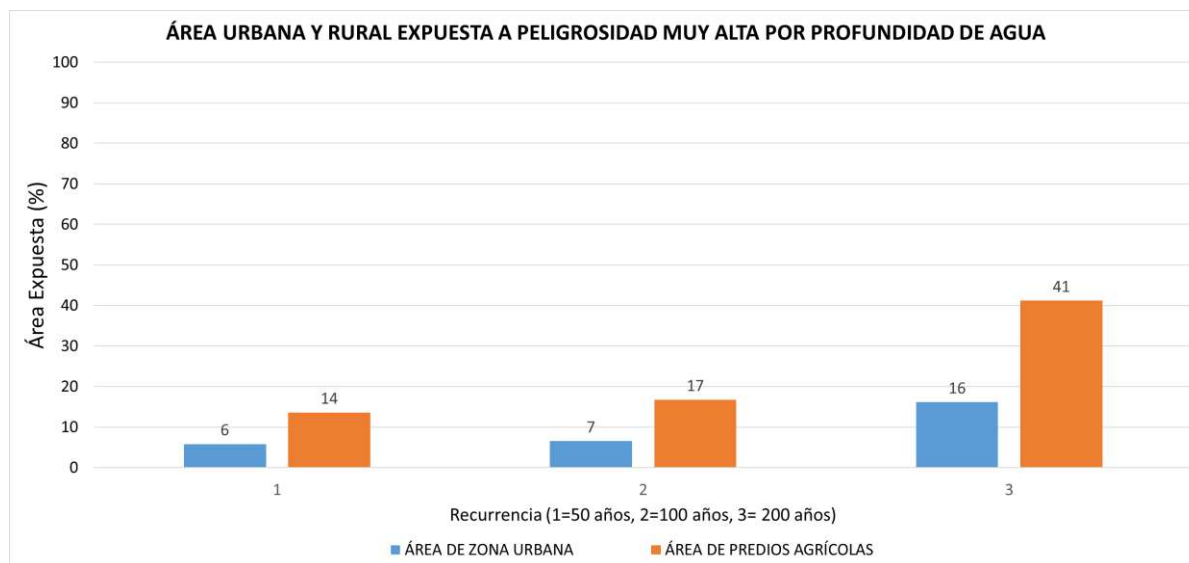


GRAFICO 14. PORCENTAJE DE ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.



Analizando las áreas expuestas a peligrosidad “Alta”, se puede indicar que, las áreas más expuestas son las áreas agrícolas con respecto a las áreas urbanas, para recurrencias de 50, 100 y 200 años representan el 13%, 13% y 32%, con relación a las áreas urbanas que representan el 11%, 13 y 17% para las recurrencias señaladas respectivamente, tal como se puede apreciar en el **GRAFICO 15**. Esto se debe a que el área aledaña al río Ica está conformada tanto por zona urbana y zona rural; y en el tramo que pasa el río por el puente Los Maestros (UTM WGS 84, Z18 S; 422363.38 M E, 8442178.33 M S), se estrangula el cauce del río y se genera desborde, inundando y poniendo en riesgo por profundidad y velocidad de agua, un área rural importante (mayor al área urbana), como se puede apreciar en **MAPA 8 y MAPA 9**; y en la foto 14 de los anexos.

Respecto a la modelación del cauce en el tramo que pasa el río por el puente Los Maestros (UTM WGS 84, Z18 S; 422363.38 M E, 8442178.33 M S), primero se ha tenido la topografía del río en el tramo a modelar, considerado las obras de existentes como el puente de los

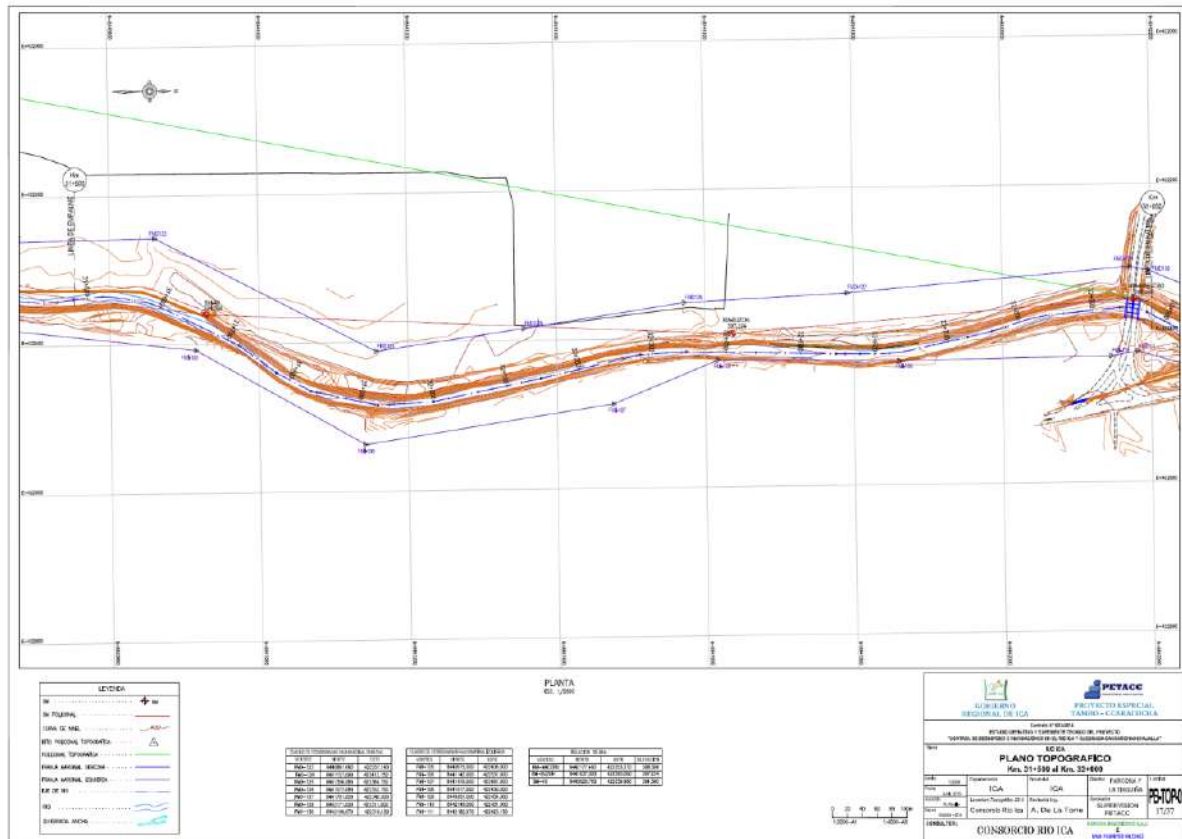
RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.

Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.

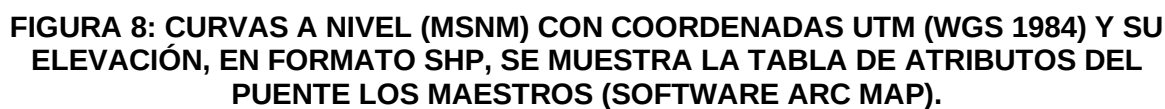
maestros, dicha topografía al detalle se obtuvo del Proyecto Especial Tambo Ccaraccocha (PETACC, P. E. T. C. –. (2015). *Actualización del Expediente Técnico del PIP “Control de desbordes e Inundaciones en el río Ica y Quebrada Cansas/Chanchajalla”*); conforme el PLANO “Puente Los Maestros”; dicha topografía se hallaba en el software Civil 3D, luego se exportó al software Arc Map en formato SPH, que se transformó a formato Raster y finalmente se guardó en formato ASCII (formato para ser utilizado por el software Iber).

En el software Iber, se importa el formato ASCII que contiene la topografía general (incluida la de los puentes, como el puente Los Maestros); para finalmente ejecutar el modelamiento.

PLANO 1: Detalle topográfico del Puente Los Maestros.



Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.



**MAPA 16. DESBORDE DEL RÍO ICA A LA ALTURA DEL PUENTE LOS MAESTROS
(CAUDAL DE 464.40 M3/S, PERIODO DE RETORNO DE 200 AÑOS).**

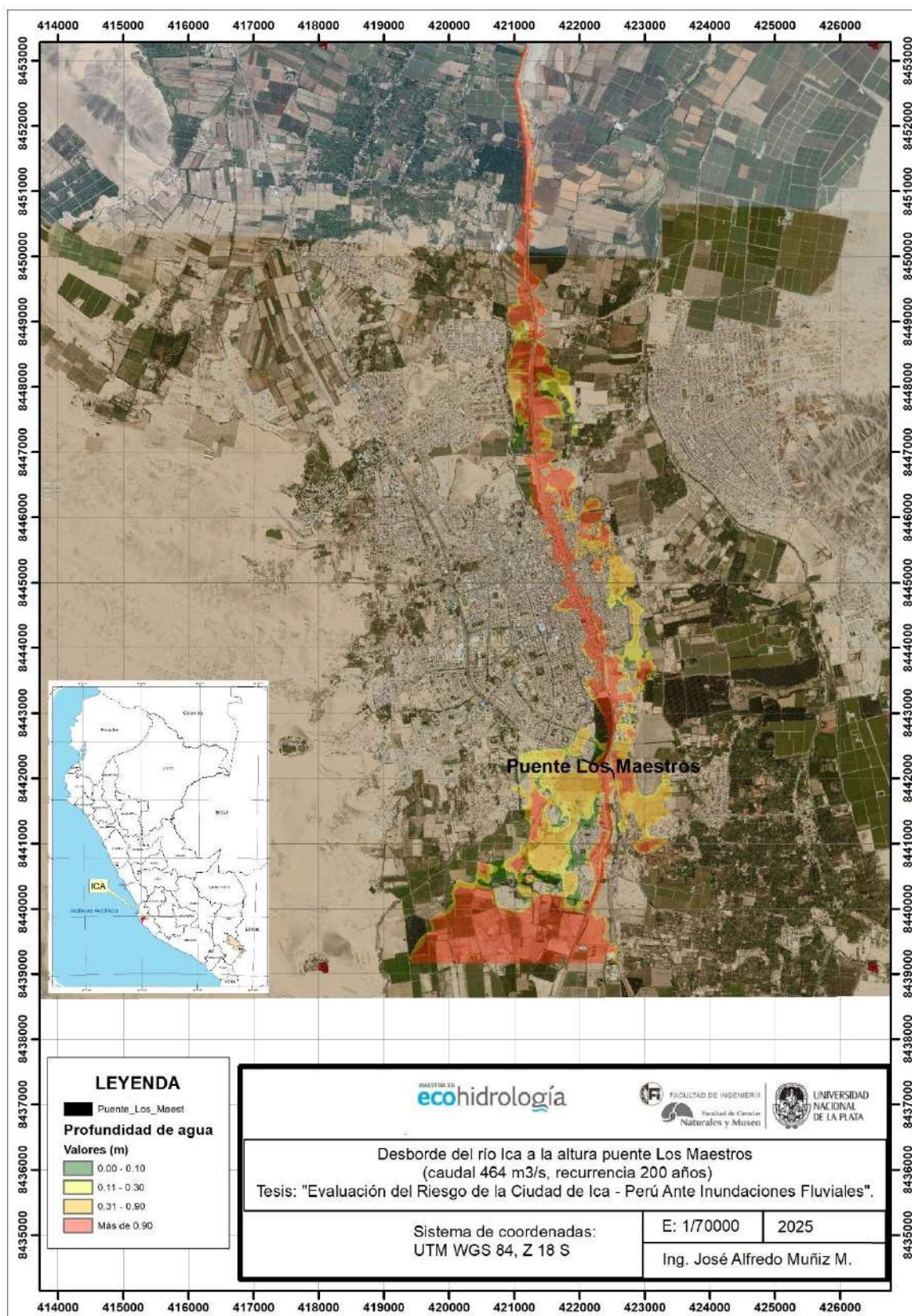


GRAFICO 15. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.

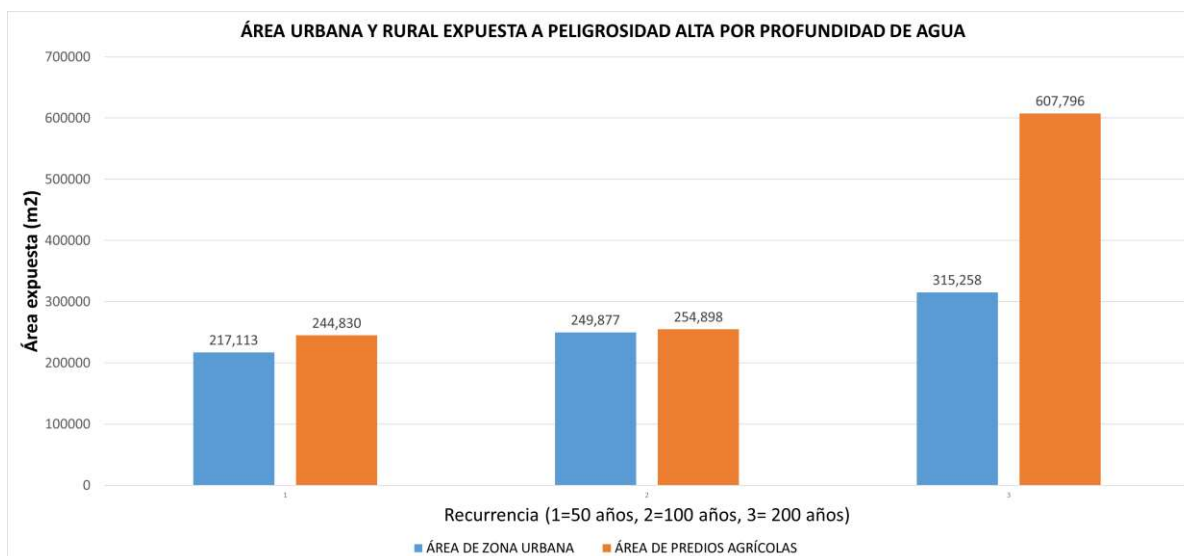
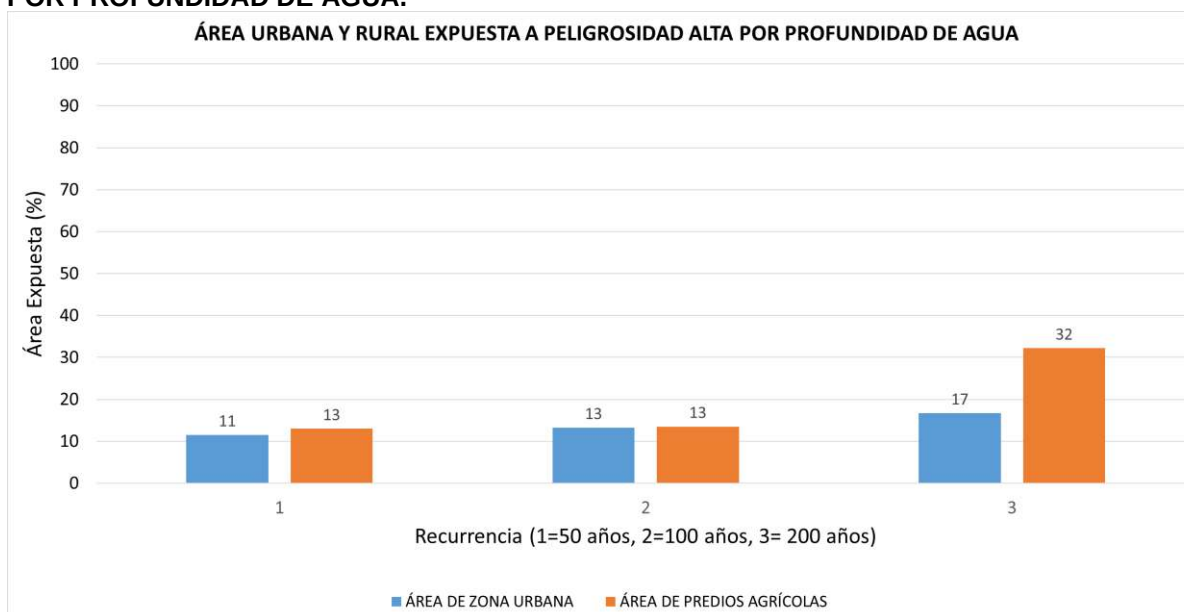


GRAFICO 16. PORCENTAJE DE ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “ALTA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.



Analizando las áreas expuestas a peligrosidad “Media”, se puede indicar que, las áreas más expuestas son las áreas agrícolas con respecto a las áreas urbanas, que, para recurrencias de 50, 100 y 200 años, representan el 13%, 15% y 37%, con relación a las áreas urbanas que representan el 10%, 11% y 13% respectivamente, tal como se puede apreciar en el **GRAFICO 17**.

GRAFICO 17. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.

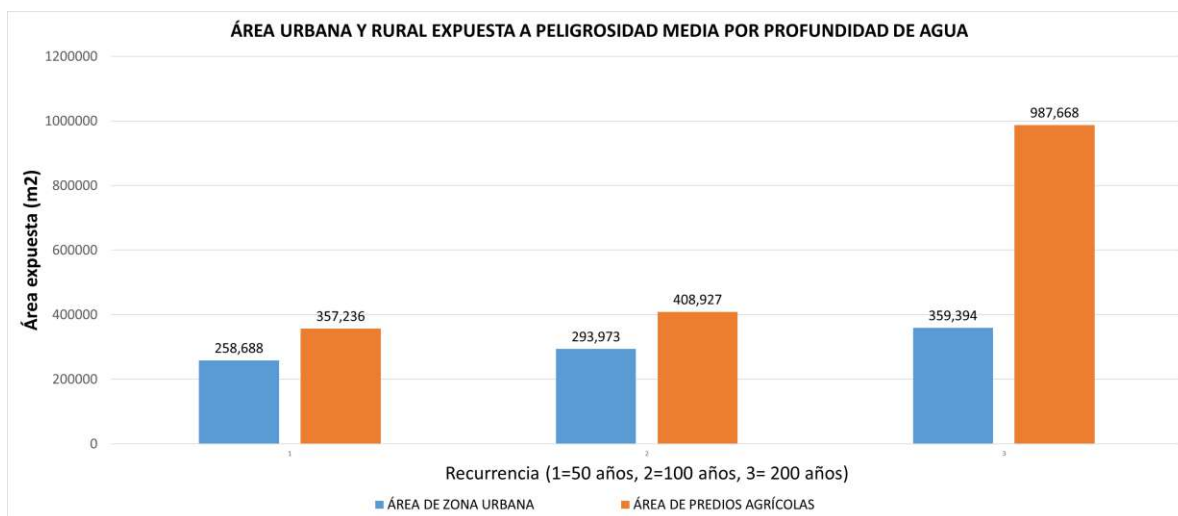
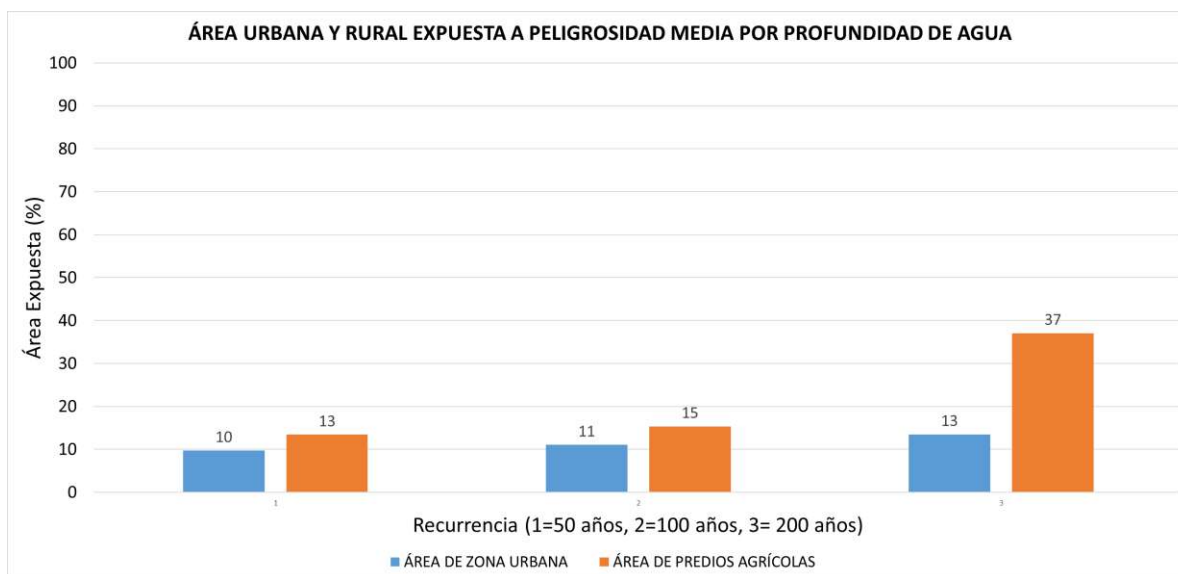


GRAFICO 18. PORCENTAJE DE ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.



Respecto a las áreas expuestas a peligrosidad “Baja”, se puede indicar que, las áreas más expuestas son las áreas agrícolas con respecto a las áreas urbanas, que, para recurrencias de 50, 100 y 200 años, representan el 14%, 19% y 46%, con relación a las áreas urbanas que representan el 6%, 6% y 9% respectivamente, tal como se puede apreciar en el **GRAFICO 19** y **GRAFICO 20**.

GRAFICO 19. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “BAJA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.

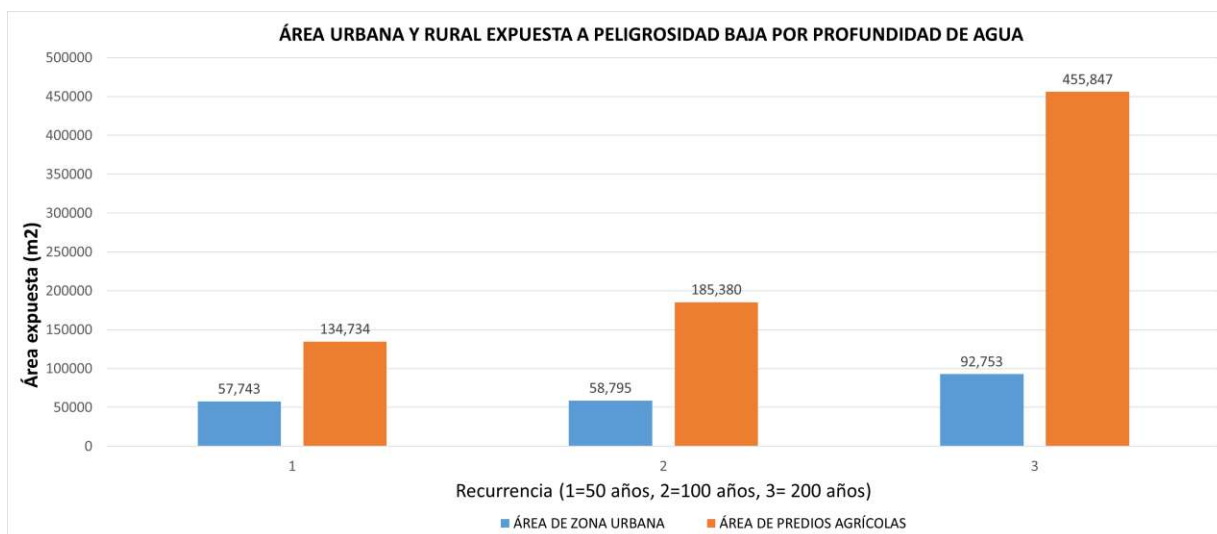
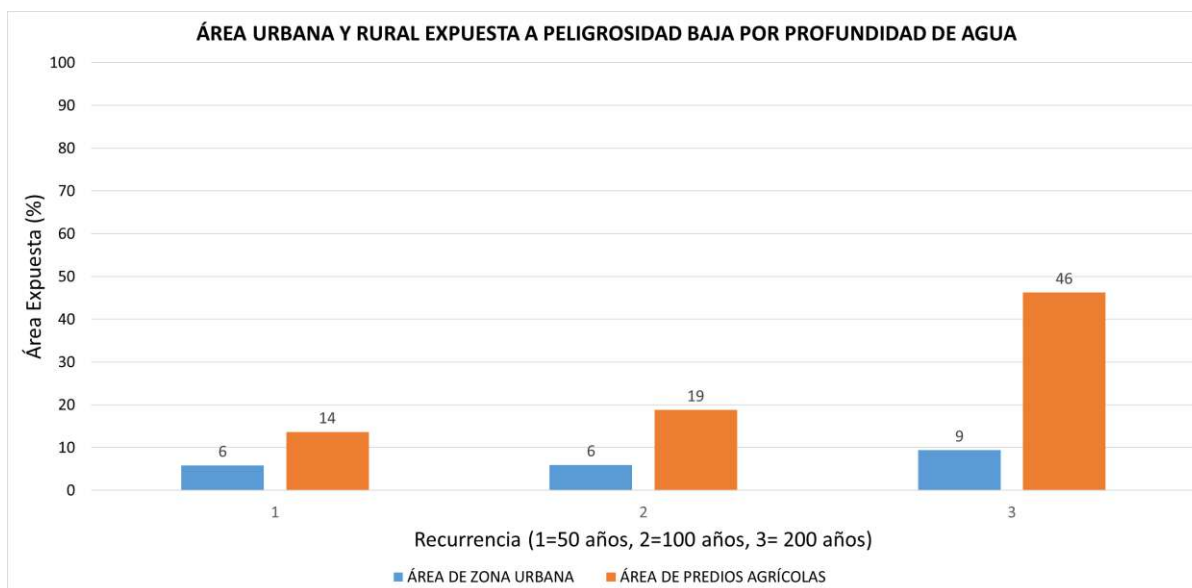


GRAFICO 20. PORCENTAJE DE ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “BAJA” POR PROFUNDIDAD DE AGUA.



El área más afectada es el área agrícola respecto a la urbana, esto se debe a que el área evaluada en la presente tesis, se analiza el impacto del desborde del río y, en el tramo evaluado se conjuga tanto zona urbana como zona agrícola (ésta última abarcando mayor área afectada).

4.2.2.6 ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD MUY ALTA POR VELOCIDAD DE AGUA.

Se han identificado como elementos expuestos a peligro “Muy Alto”, pozos de abastecimiento de agua para riego, cuyos porcentajes son de 20%, 20% y 60% para recurrencias de 50, 100 y 200 años, tal como se observa en el **CUADRO 44, CUADRO 45, GRAFICO 21, y GRAFICO 22**, si consideramos el total de elementos expuesto existentes dentro de la ciudad (área considerada en el modelamiento) el porcentaje varía de 0.8 a 2.4%.

CUADRO 44. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MUY ALTA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL (*)
	50	100	200	
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD				0.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS				0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL				0.00
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE				0.00
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)				0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL				0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	1	1	3	5.00

(*): Total de elementos expuestos dentro del área inundable.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL (*)
	50	100	200	
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD				115.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS				373.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL				58.00
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE				78.00
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)				2.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL				14.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	1	1	3	125.00

(*): total de elementos expuesto dentro del área considerada en el modelamiento (totalidad de la ciudad).

CUADRO 45. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MUY ALTA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

PORCENTAJE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0	0
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	0	0	0
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	0	0	0
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	20	20	60

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.

PORCENTAJE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0.00	0.00	0.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	0.00	0.00	0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	0.00	0.00	0.00
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	0.00	0.00	0.00
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0.00	0.00	0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0.00	0.00	0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	0.80	0.80	2.40

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

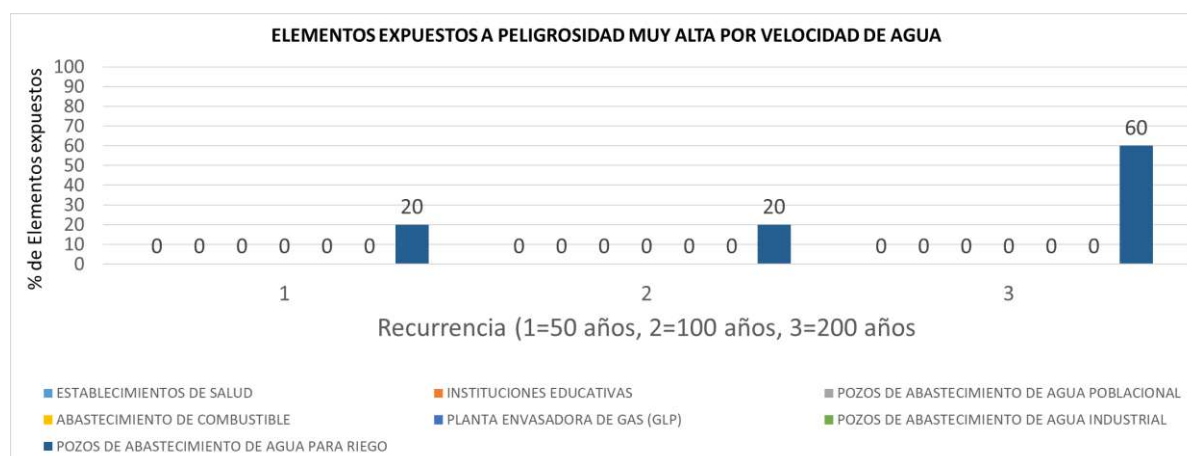
En el **GRAFICO 21** y

GRAFICO 22 se observan los elementos expuestos a peligrosidad “Muy Alta” por velocidad de agua.

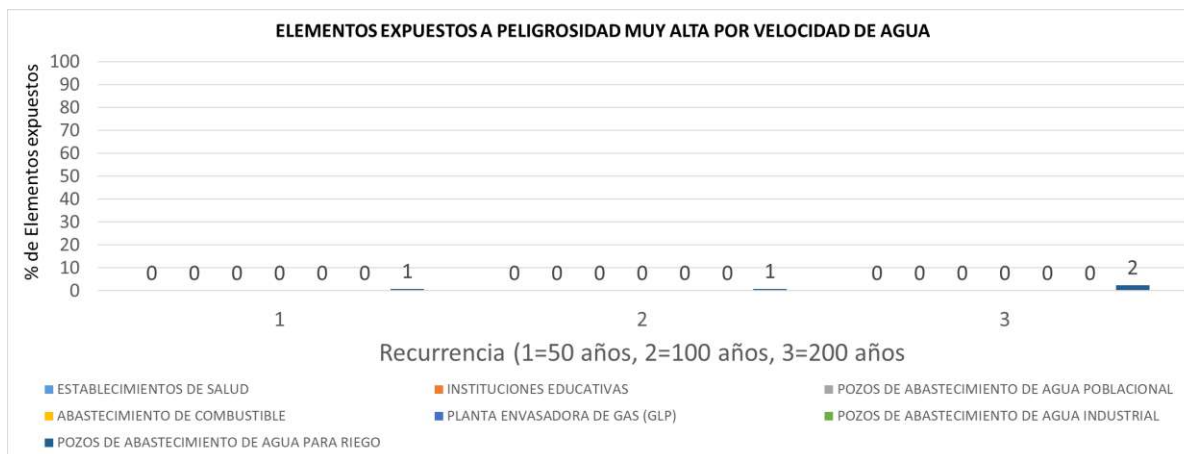
GRAFICO 21. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR VELOCIDAD DE AGUA.



GRAFICO 22. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR VELOCIDAD DE AGUA.



Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.



Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

4.2.2.7 ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “ALTA” POR VELOCIDAD DE AGUA.

Se han identificado, como elementos expuestos a peligro “Alto”, locales de abastecimiento de combustible (grifos) en 33% para recurrencias de 50, 100 y 200 años; y pozos de abastecimiento de agua para riego a razón de 20%, 20% y 60% respectivamente para las recurrencias señaladas.

En el **CUADRO 46, CUADRO 47, GRAFICO 23, y GRAFICO 24**, se observan los elementos expuestos a peligrosidad alta por velocidad de agua; si consideramos el total de elementos expuesto existentes dentro de la ciudad (área considerada en el modelamiento) el porcentaje varía de 1 a 2%.

CUADRO 46. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “ALTA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL (*)
	50	100	200	
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD				0.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS				0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL				0.00
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	1	1	1	3.00
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)				0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL				0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	1	1	3	5.00

(*): Total de elementos expuestos dentro del área inundable.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL (*)
	50	100	200	
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD				115.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS				373.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL				58.00
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	1	1	1	78.00
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)				2.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL				14.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	1	1	3	125.00

(*): total de elementos expuesto dentro del área considerada en el modelamiento (totalidad de la ciudad).

CUADRO 47. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “ALTA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

PORCENTAJE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0	0
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	0	0	0
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	33	33	33
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	20	20	60

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.

PORCENTAJE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0	0
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	0	0	0
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	1	1	1
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	1	1	2

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

GRAFICO 23. ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “ALTA” POR VELOCIDAD DE AGUA.

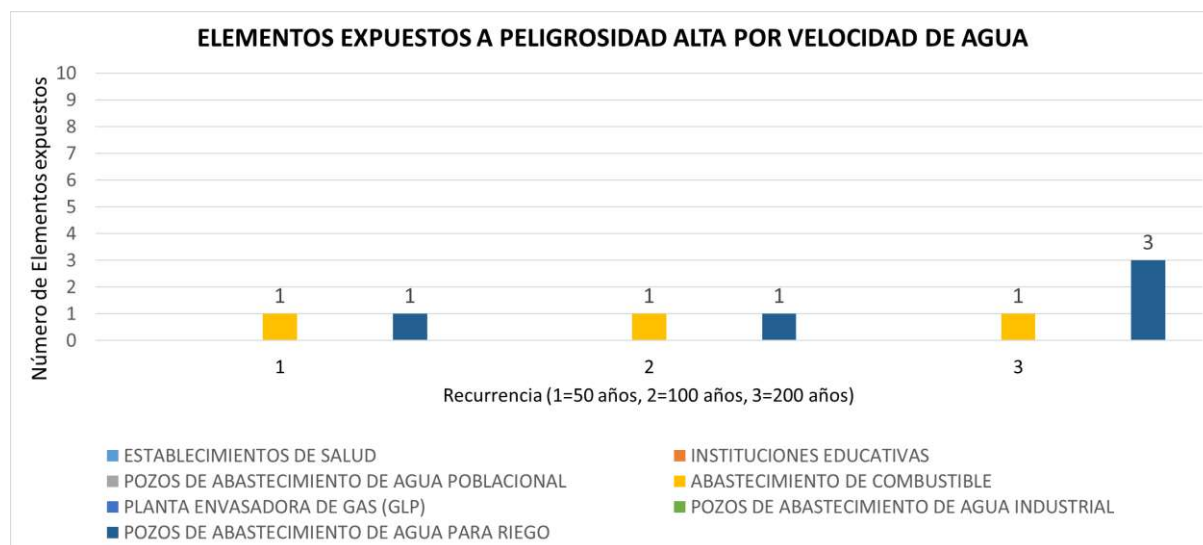
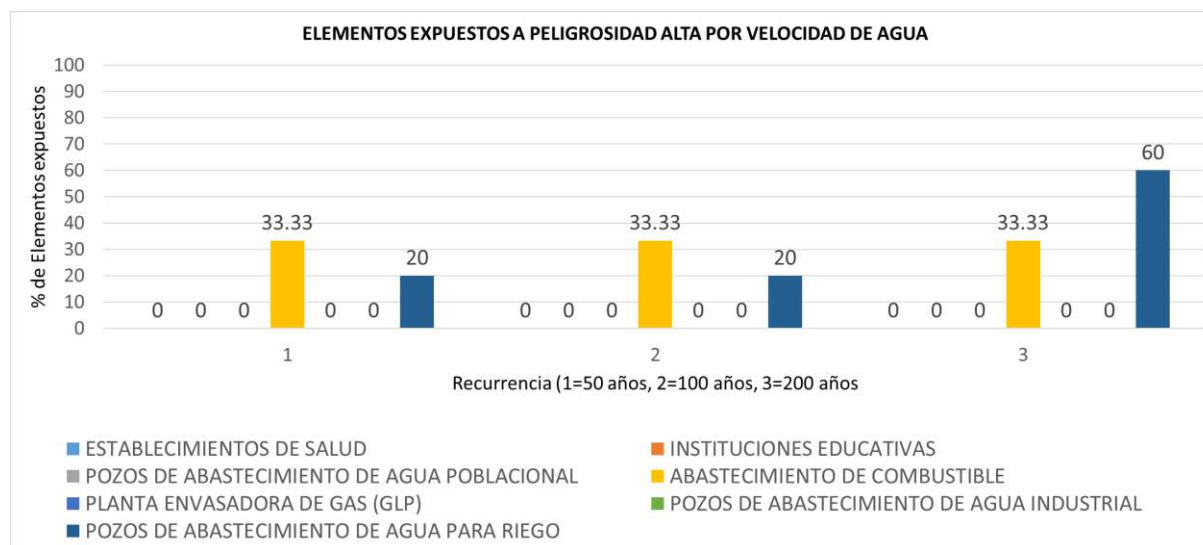
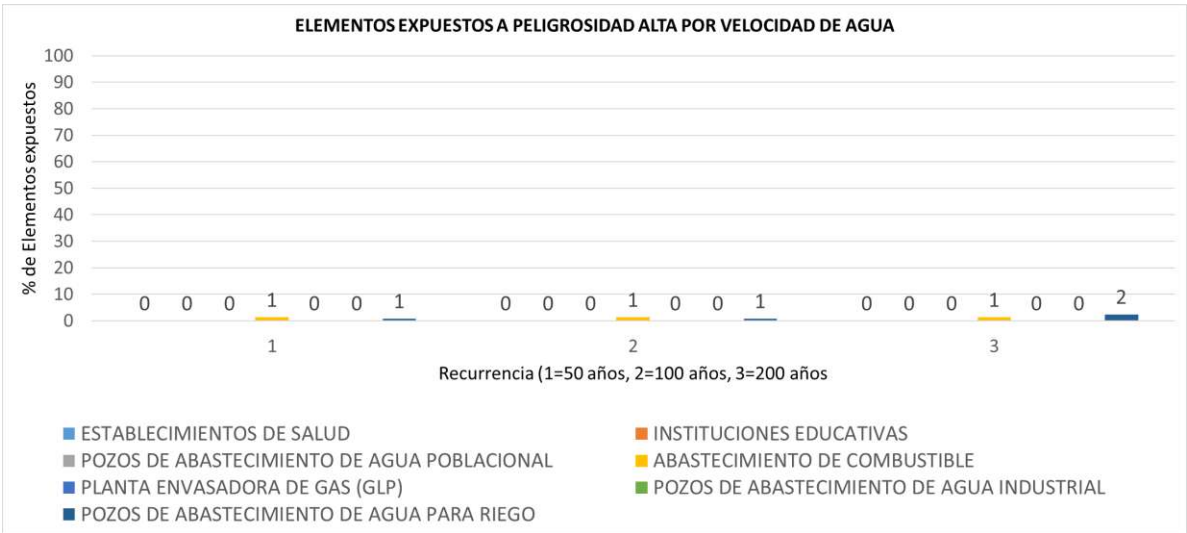


GRAFICO 24. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “ALTA” POR VELOCIDAD DE AGUA.



Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.



Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

4.2.2.8 ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD MEDIA POR VELOCIDAD DE AGUA.

Se han identificado, instituciones educativas a razón de 100% para recurrencias de 200 años, pozos de abastecimiento de agua poblacional a razón de 25%, 25% y 50% para recurrencias de 50, 100 y 200 años, locales de abastecimiento de combustible (grifos) 100% para recurrencia de 200 años, y pozos de abastecimiento de agua para riego a razón del 25%, 25% y 50% respectivamente para las recurrencias señaladas, tal como se observa en el **CUADRO 48, CUADRO 49, GRAFICO 25 y GRAFICO 26**; si consideramos el total de elementos expuesto existentes dentro de la ciudad (área considerada en el modelamiento) los porcentajes varían de 2 a 3 %.

CUADRO 48. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MEDIA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL (*)
	50	100	200	
E STABLECIMIENTOS DE SALUD				0.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS			2	2.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	1	1	2	4.00
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE			2	2.00
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)				0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL				0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	2	2	4	8.00

(*): Total de elementos expuestos dentro del área inundable.

RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.

Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL (*)
	50	100	200	
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD				115.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS			2	373.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	1	1	2	58.00
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE			2	78.00
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)				2.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL				14.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	2	2	4	125.00

(*): total de elementos expuesto dentro del área considerada en el modelamiento (totalidad de la ciudad).

CUADRO 49. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “MEDIA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

PORCENTAJE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0	0
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	0	0	100
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	25	25	50
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	0	0	0
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	25	25	50

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.

PORCENTAJE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0	0
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	2	2	3
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	0	0	3
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	2	2	3

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

GRAFICO 25. ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR VELOCIDAD DE AGUA, A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.

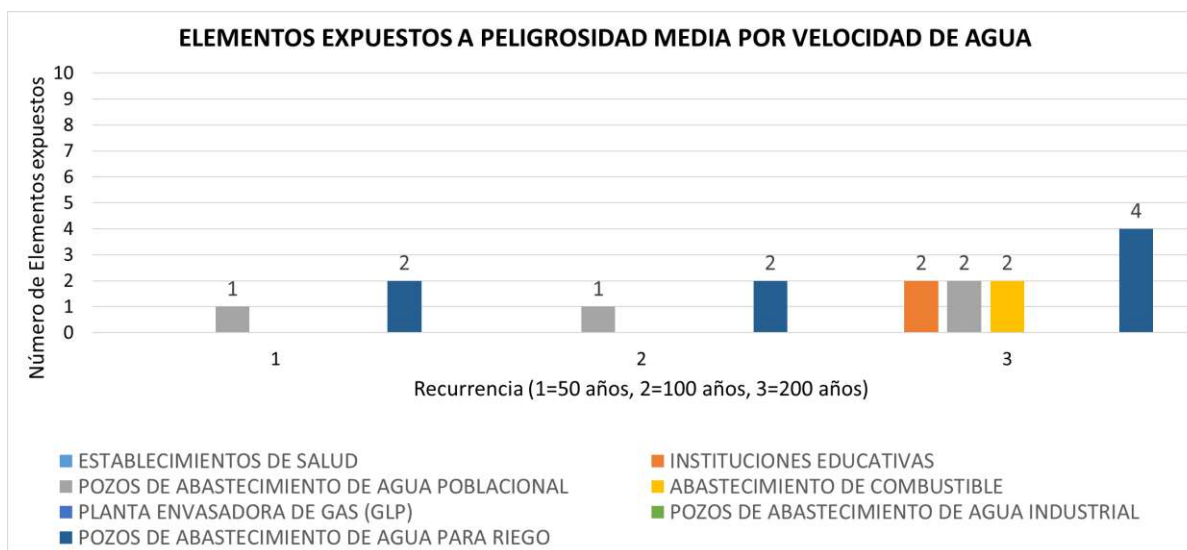
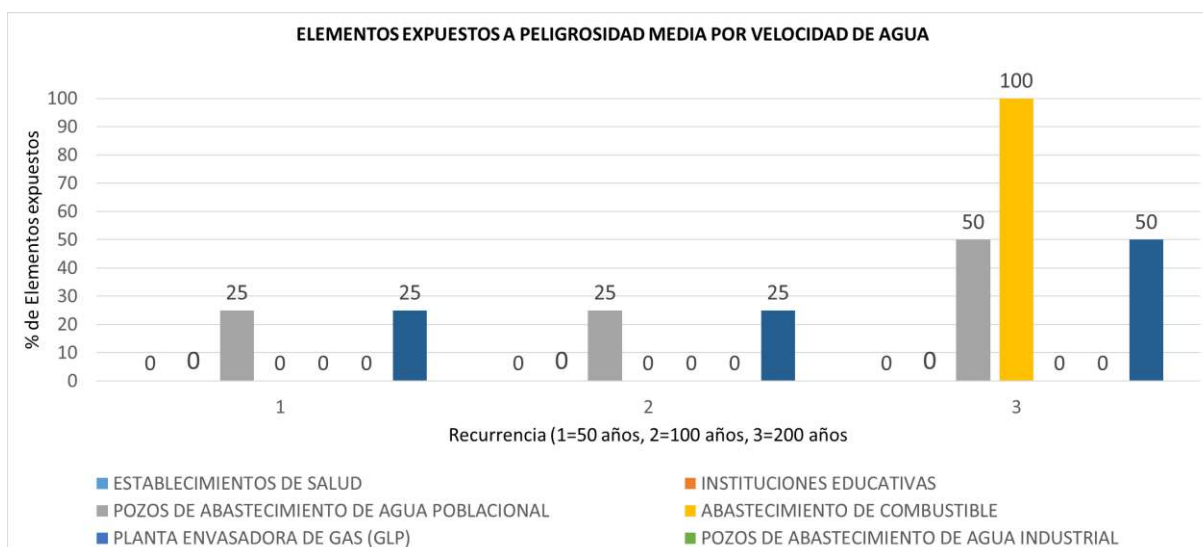
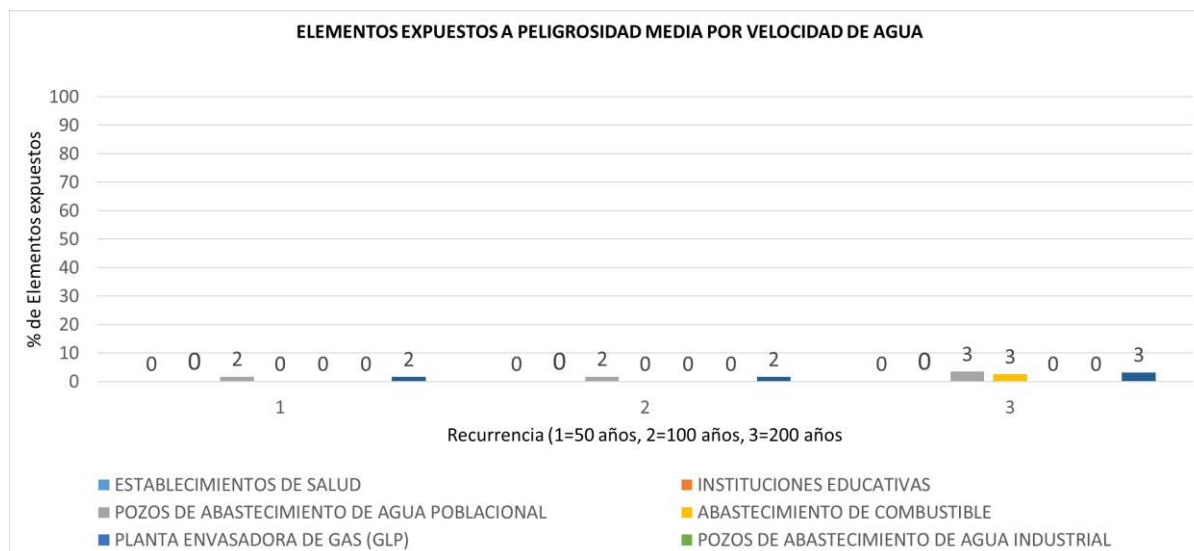


GRAFICO 26. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR VELOCIDAD DE AGUA, A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.



Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.



Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

4.2.2.9 ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD BAJA POR VELOCIDAD DE AGUA.

Para peligrosidad “Baja”, se han identificado diferentes elementos expuestos como establecimientos de salud, instituciones educativas, pozos de abastecimiento de agua para uso poblacional, industrial y riego, y locales de abastecimiento de combustible, cuyos porcentajes varían de 26% a 100%, sin embargo, dichos elementos por su peligrosidad al arrastre que es baja (menor a 0.2 m/s) no se consideran en peligro, tal como se observa en el **GRAFICO 27 y GRAFICO 28**; si consideramos el total de elementos expuesto existentes dentro de la ciudad (área considerada en el modelamiento) el porcentaje varía de 1 a 14%.

CUADRO 50. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS “BAJA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL (*)
	50	100	200	
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD			2	2.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	9	10	15	34.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	2	2	3	7.00
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	1	1		2.00
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)				0.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL			2	2.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	1	1	3	5.00

(*): Total de elementos expuestos dentro del área inundable.

RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.

Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.

NÚMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años			TOTAL (*)
	50	100	200	
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD			2	115.00
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	9	10	15	373.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	2	2	3	58.00
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	1	1		78.00
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)				2.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL			2	14.00
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	1	1	3	125.00

(*): total de elementos expuesto dentro del área considerada en el modelamiento (totalidad de la ciudad).

CUADRO 51. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS “BAJA”, POR VELOCIDAD DE AGUA POR DESBORDE DEL RÍO ICA.

PORCENTAJE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0	100
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	26	29	44
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	29	29	43
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	50	50	0
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0	0	100
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	20	20	60

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.

PORCENTAJE ELEMENTOS EXPUESTOS	Recurrencia Años		
	50	100	200
ESTABLECIMIENTOS DE SALUD	0	0	2
INSTITUCIONES EDUCATIVAS	2	3	4
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL	3	3	5
ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE	1	1	0
PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)	0	0	0
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL	0	0	14
POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO	1	1	2

Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos en toda el área de modelamiento (totalidad de elementos en la ciudad), como equivalente al 100%.

GRAFICO 27. ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “BAJA” POR VELOCIDAD DE AGUA, A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA”.

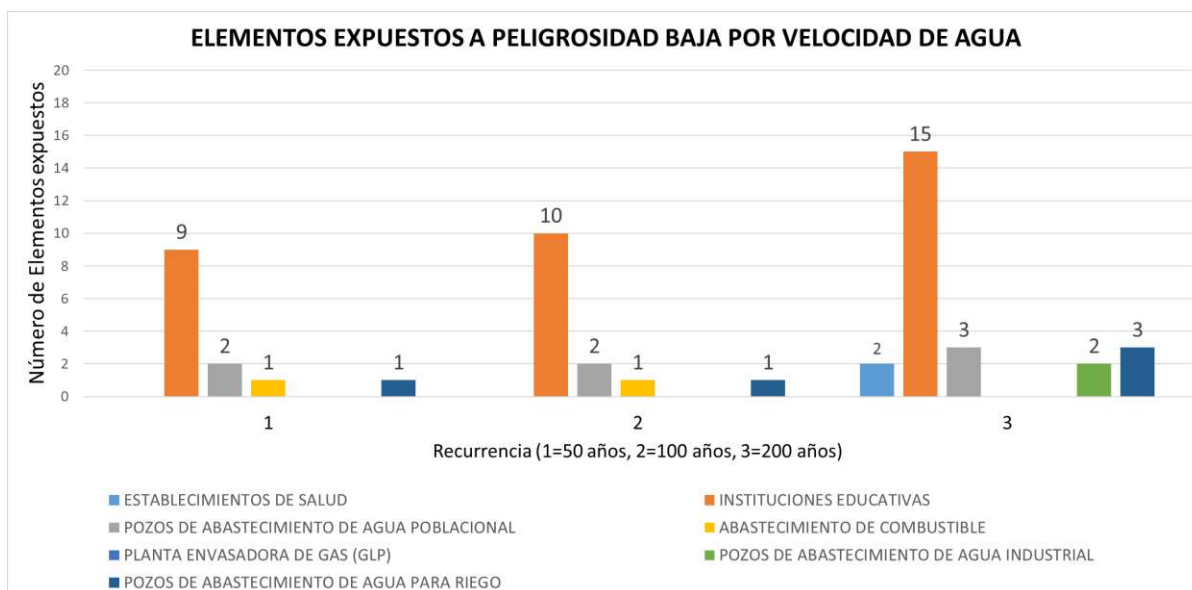
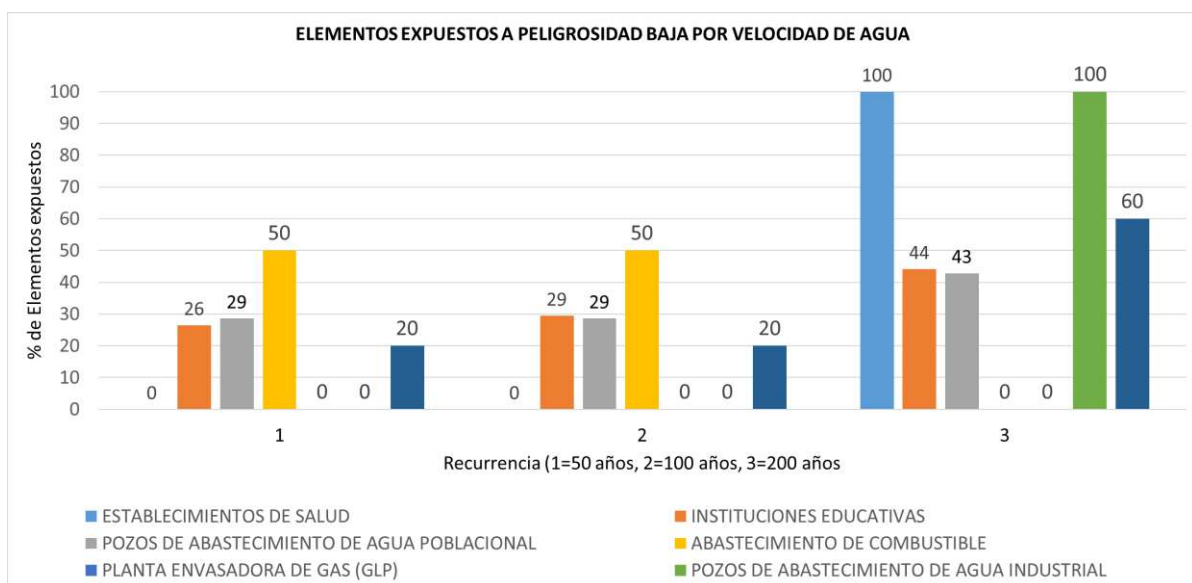
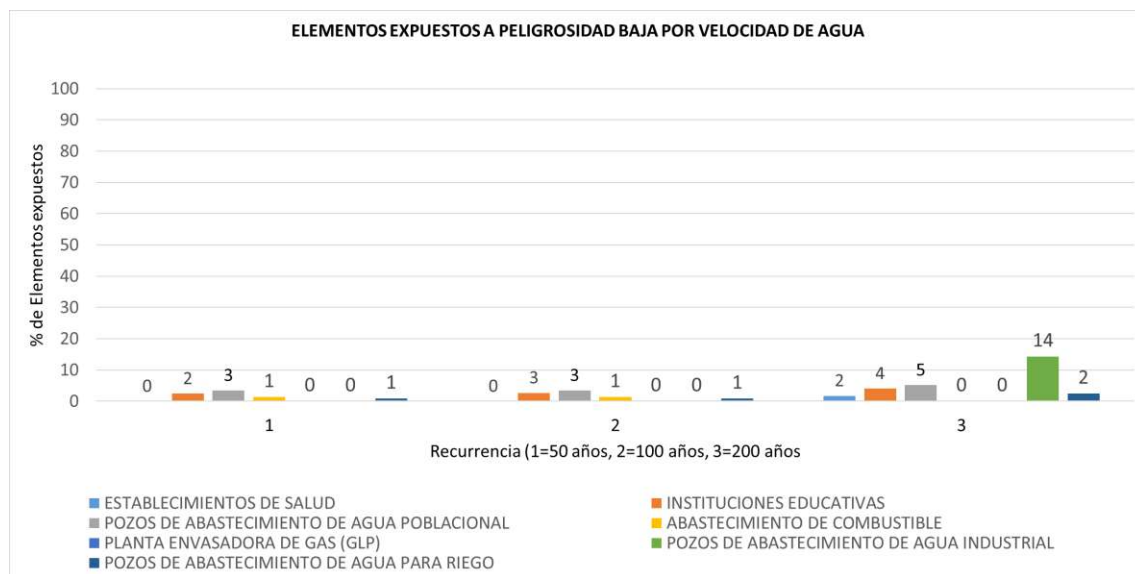


GRAFICO 28. PORCENTAJE DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD “BAJA” POR VELOCIDAD DE AGUA, A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA”.



Nota: el porcentaje se calcula considerando el número total de Elementos Expuestos para cada fila, como equivalente al 100%.

RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES. Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.



4.2.2.10 ELEMENTOS EXPUESTOS A PELIGROSIDAD SEGÚN AREA URBANA Y AREA RURAL, PROFUNDIDAD DE AGUA.

Las áreas expuestas a peligrosidad “Muy Alta” por velocidad de agua, son las correspondientes a la zona agrícola que, están en el rango de 10.22%, 19.39% y 61.81% para recurrencias de 50, 100 y 200 años, mientras que las áreas urbanas están entre 2.09%, 2.85% y 3.95% de forma corresponde para las mismas recurrencias, tal como se observa en el **GRAFICO 29 y GRAFICO 30**.

GRAFICO 29. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.

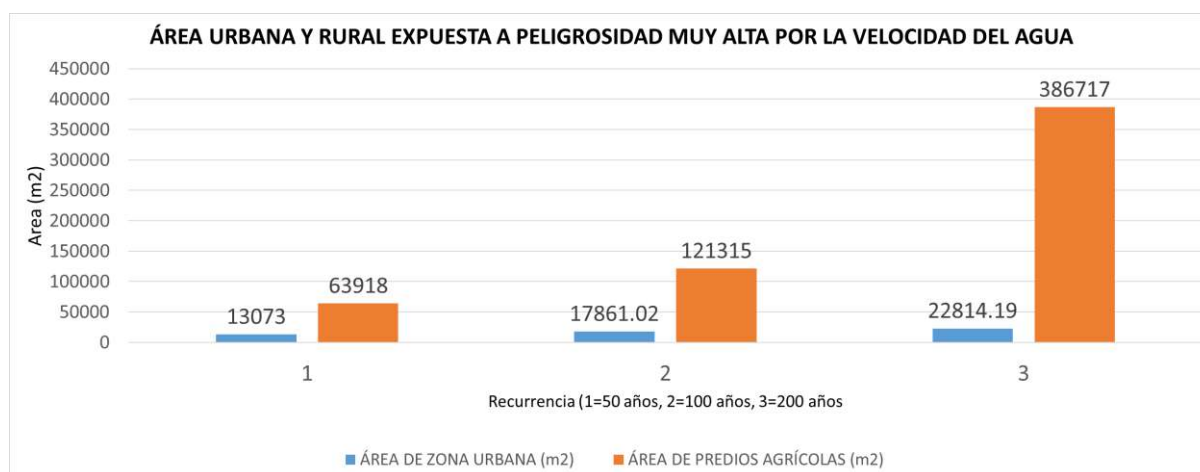
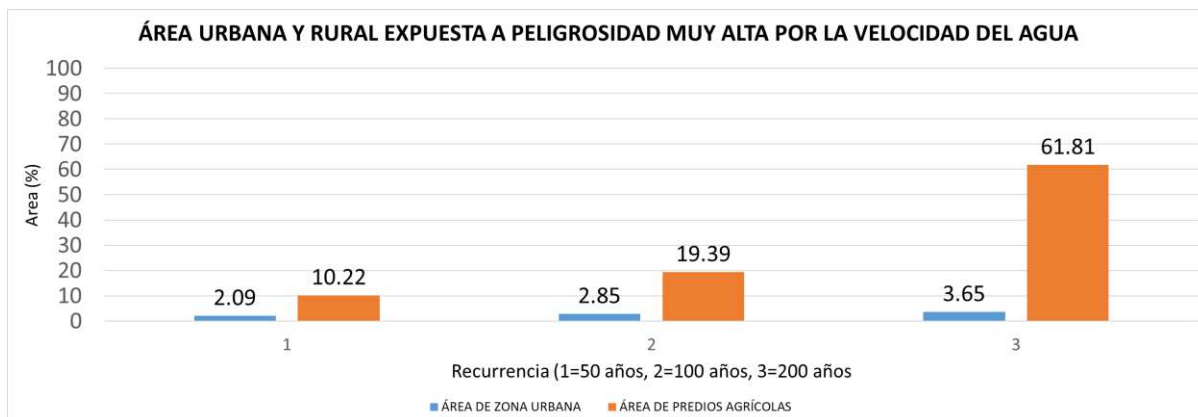


GRAFICO 30. PORCENTAJE DE ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MUY ALTA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.



La mayor área expuesta a peligro “Alto” por velocidad de agua corresponde al área urbana, con 14.71% y 20.10% para recurrencia de 50 y 100 años, mientras que el área rural es de 2.62% y 5.52% para las recurrencias señaladas; mientras que para la recurrencia de 200 años el área urbana representa el 25.67%, respecto al área rural de 31.39%, tal como se observa en el **GRAFICO 31 y GRAFICO 32**; esto obedece a que el desborde de agua abarca mayor área rural que urbana a la recurrencia de 200 años.

GRAFICO 31. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “ALTA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.

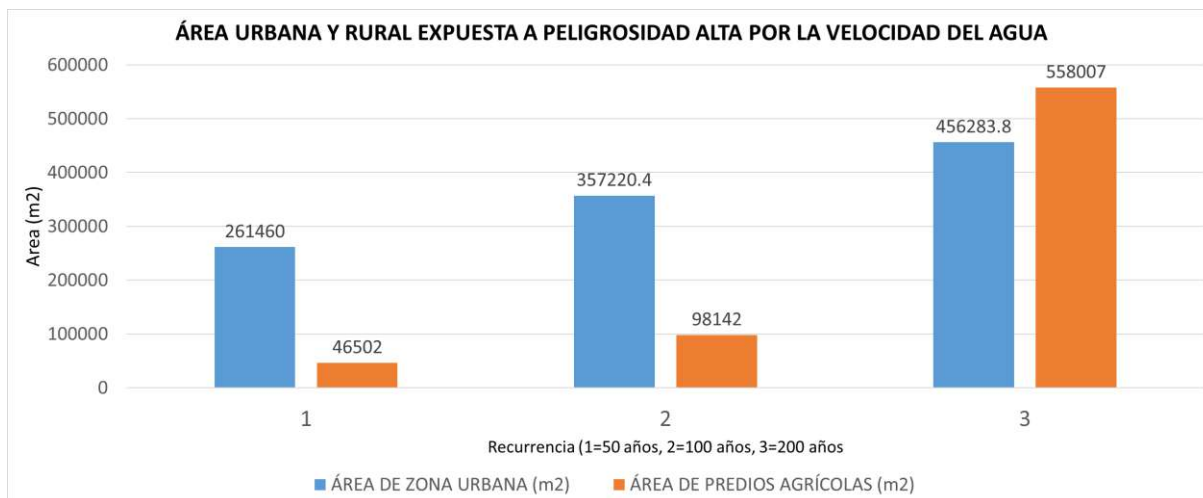
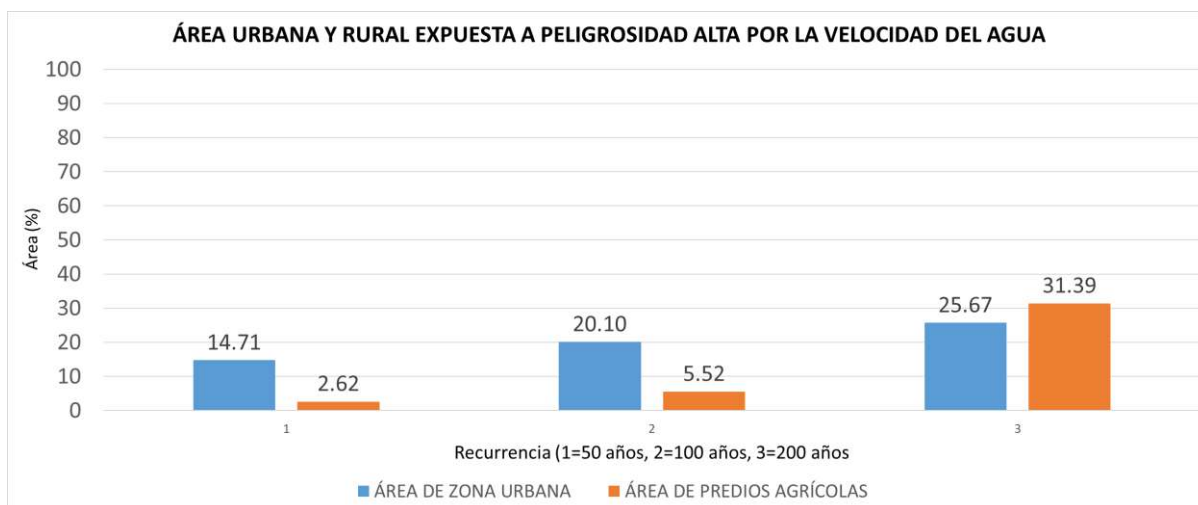


GRAFICO 32. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “ALTA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.



Las áreas expuestas a peligrosidad “Media” por la velocidad del agua, son las áreas urbanas, que representan el 13.75% y 18.79% para recurrencias de 50 y 100 años, respecto a las áreas agrícolas correspondiente a 1.29% y 4.59%, respectivamente para las mismas recurrencias; mientras que, para la recurrencia de 200 años, la mayor área corresponde a la agrícola con 37.58% respecto a la urbana con 24%, tal como se observa en el **GRAFICO 33 y GRAFICO 34**.

GRAFICO 33. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.

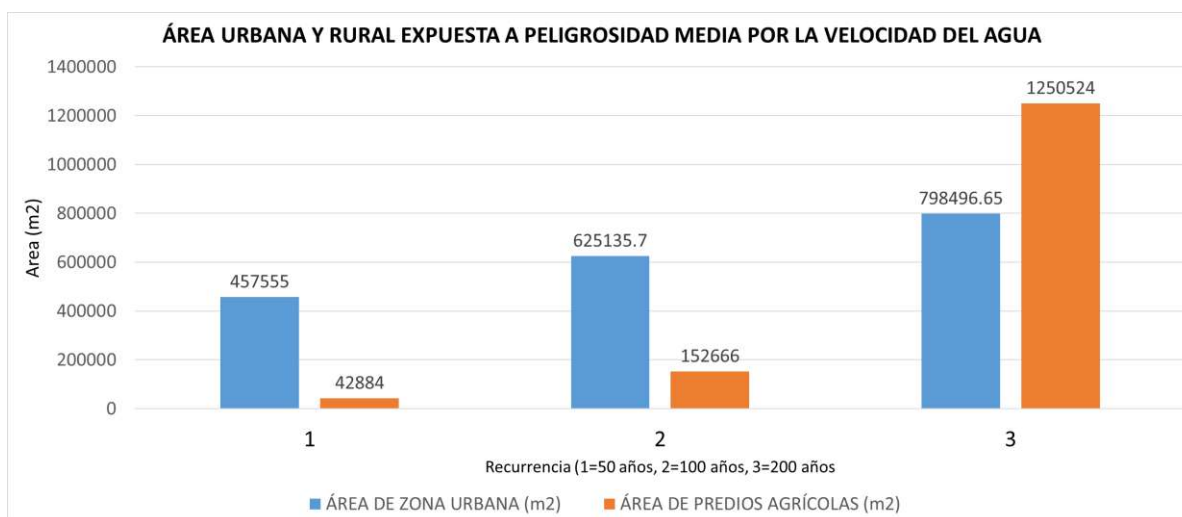
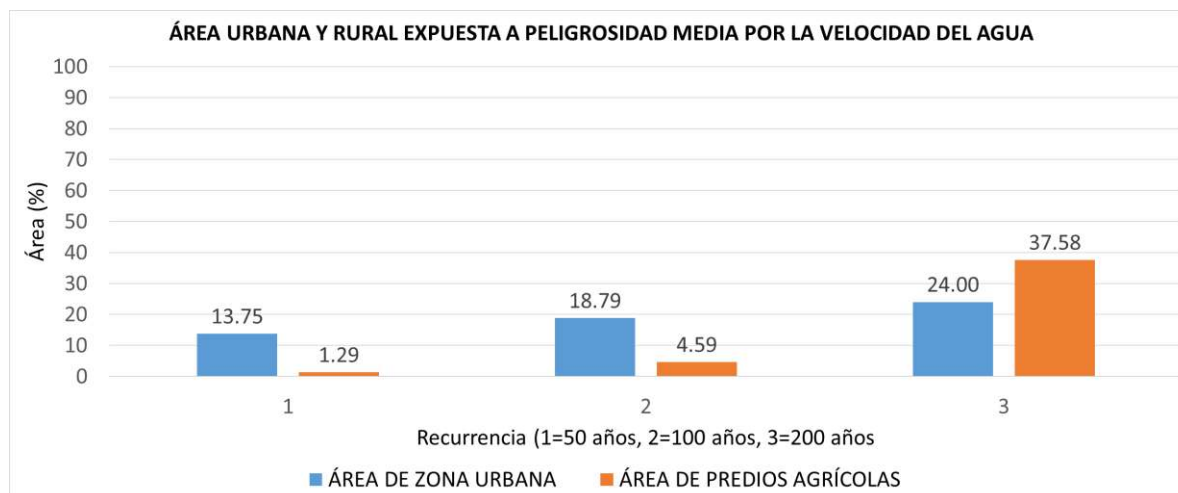


GRAFICO 34. PORCENTAJE DE ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “MEDIA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA.



El área expuesta a un peligro “Bajo” por velocidad de agua, es agrícola con 18.14% y 18.11% y 45.8% para recurrencias de 50, 100 y 200 años respectivamente, mientras que para las áreas urbanas se tienen 4.37%, 5.97% y 7.62% para las recurrencias señaladas, tal como se observa en el **GRAFICO 35**.

GRAFICO 35. ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “BAJA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA”.

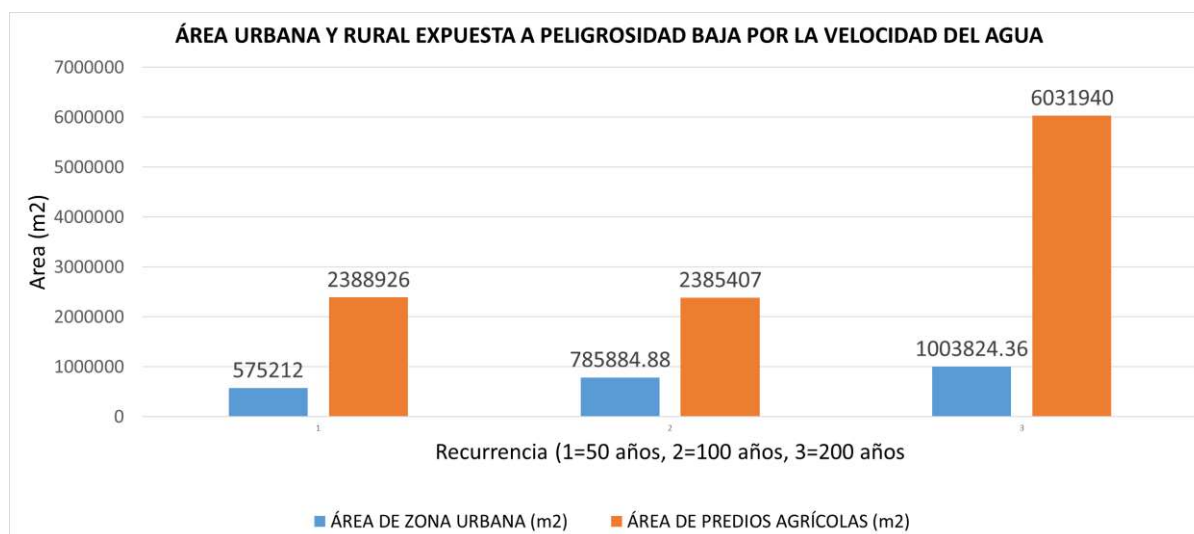
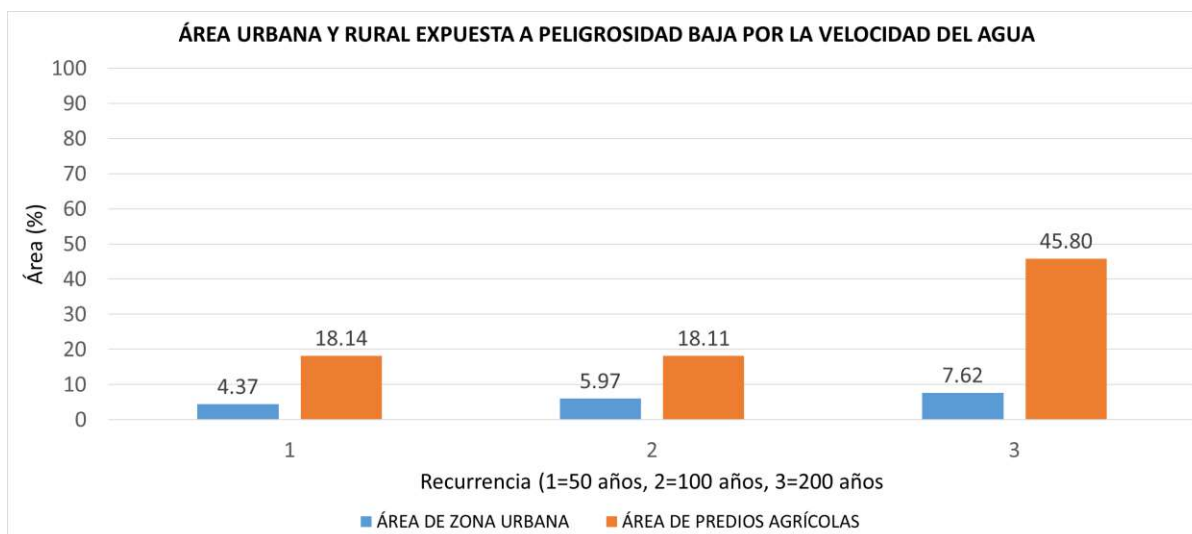


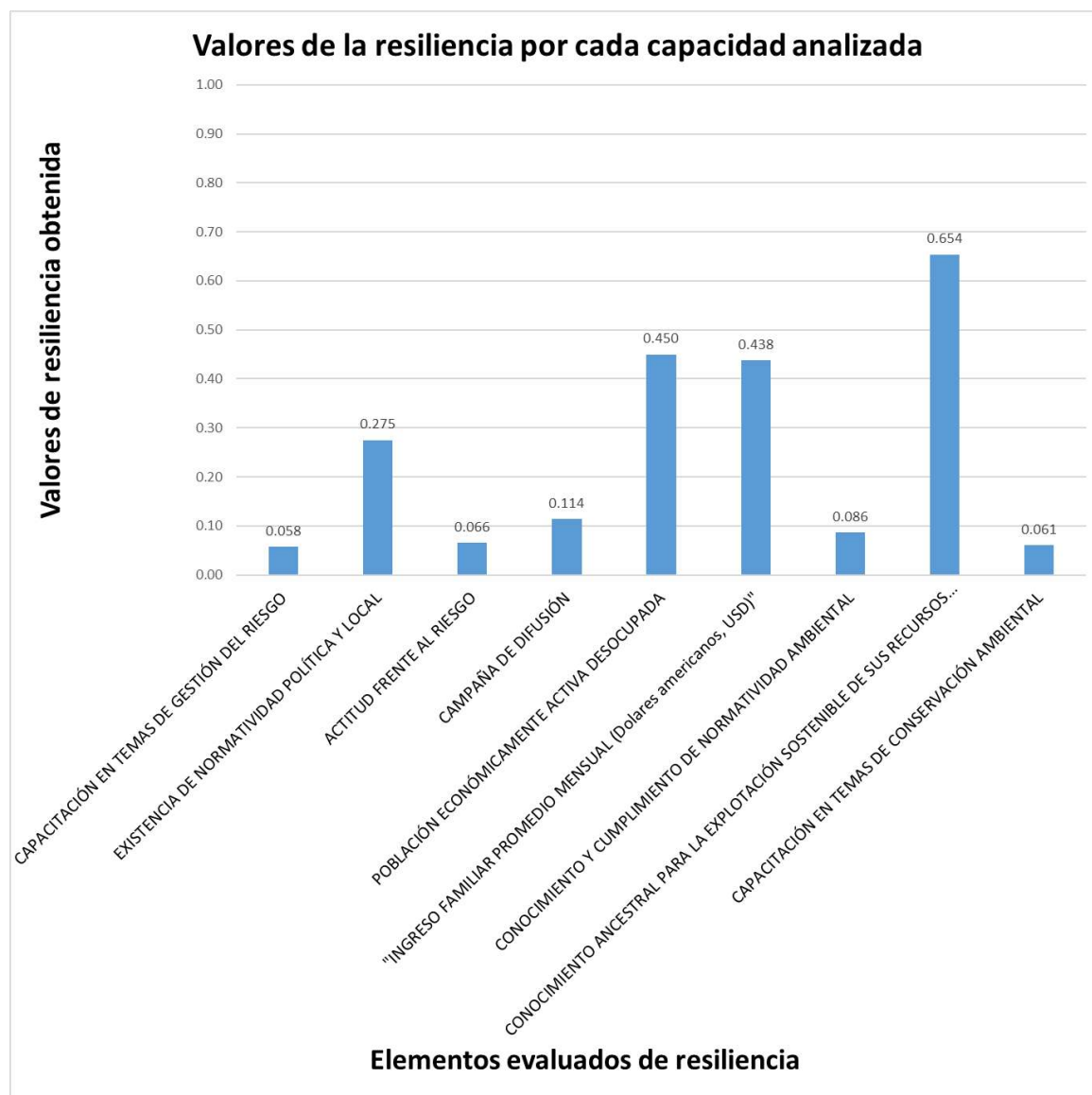
GRAFICO 36. PORCENTAJE DE ÁREA URBANA Y RURAL EXPUESTA A PELIGROSIDAD “BAJA” POR VELOCIDAD DEL AGUA A CAUSA DEL DESBORDE DEL RÍO ICA”.



4.2.3 RESPECTO A LA RESILIENCIA

De la evaluación realizada, se desprende que los ítems población económicamente activa desocupada, e ingresos familiares promedio mensuales, tienen una capacidad de recuperación media a baja, con valores por debajo de 0.5 y superiores a 0.4, mientras que, respecto al conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales, tiene una resiliencia relativamente media a alta con valores por encima de 0.5; en los demás aspectos, la capacidad de recuperación es muy baja. En el **GRAFICO 37**, se pueden apreciar los valores hallados respecto a la resiliencia.

GRAFICO 37. VALORES DE LA RESILIENCIA POR CADA CAPACIDAD ANALIZADA.



La capacidad de recuperación económica de las familias afectadas es “Media”, mientras que la capacidad de recuperación social y ambiental, frente al desborde del río Ica es “Baja”, ello se debe a que las autoridades y población de Ica, están escasamente preparados en temas de gestión de riesgo de desastres, que tiene que ver con un ordenamiento territorial adecuado, no están preparados económicamente riesgos por inundación, las campañas de prevención como simulacros y otros son muy escasos, la población no conoce las normas ambientales en materia de riesgo de desastre por inundaciones y hay una escasa capacitación en temas de conservación ambiental.

Por lo señalado, se puede decir que la resiliencia de la población y la ciudad de Ica es muy baja.

GRAFICO 38. RESUMEN DE LA RESILIENCIA.

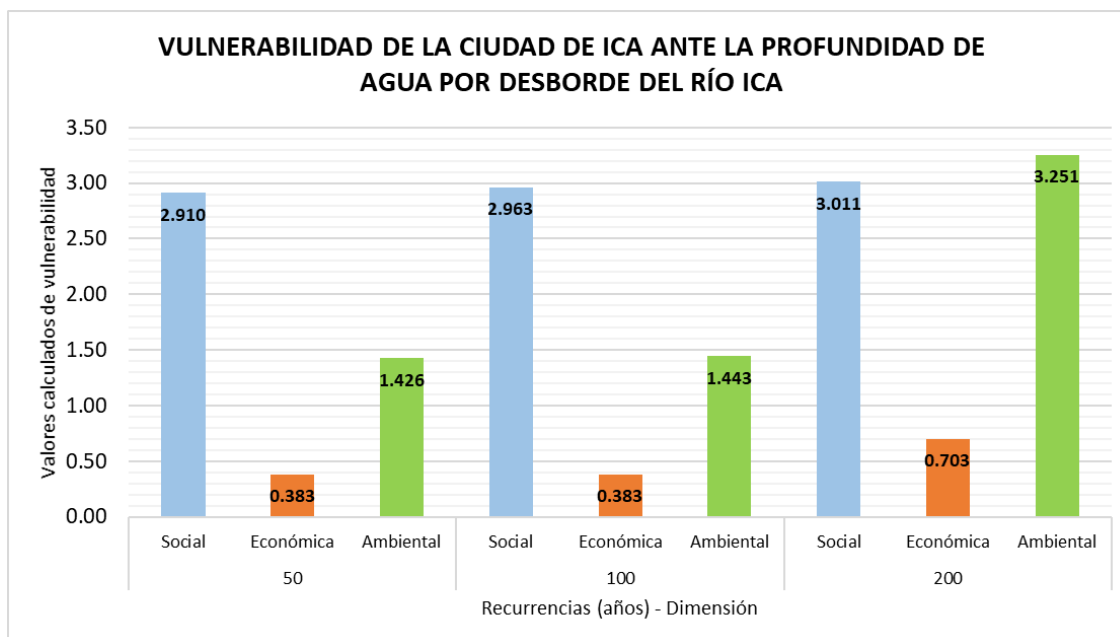


Los resultados obtenidos evidencian que, si bien existen zonas con baja peligrosidad, gran parte de la ciudad presenta niveles medios a altos de vulnerabilidad, especialmente por la falta de resiliencia ambiental y social. Los caudales correspondientes a los 200 años de recurrencia generan empozamientos que afectan significativamente infraestructura educativa, sanitaria y zonas urbanas densamente pobladas.

4.2.4 RESPECTO A LA VULNERABILIDAD.

La Vulnerabilidad de la ciudad de Ica por la profundidad de agua debido al desborde del río Ica, para las recurrencias de 50, 100 y 200 años, en las dimensiones sociales es “Alta”, cuyos valores oscilan entre 2.910 a 3.011, para la dimensión ambiental la vulnerabilidad es también alta cuyos valores están entre 1.426 a 3.251. La vulnerabilidad de la dimensión económica presenta valores de 0.383 a 0.703, tal como se aprecia en el **GRAFICO 39**.

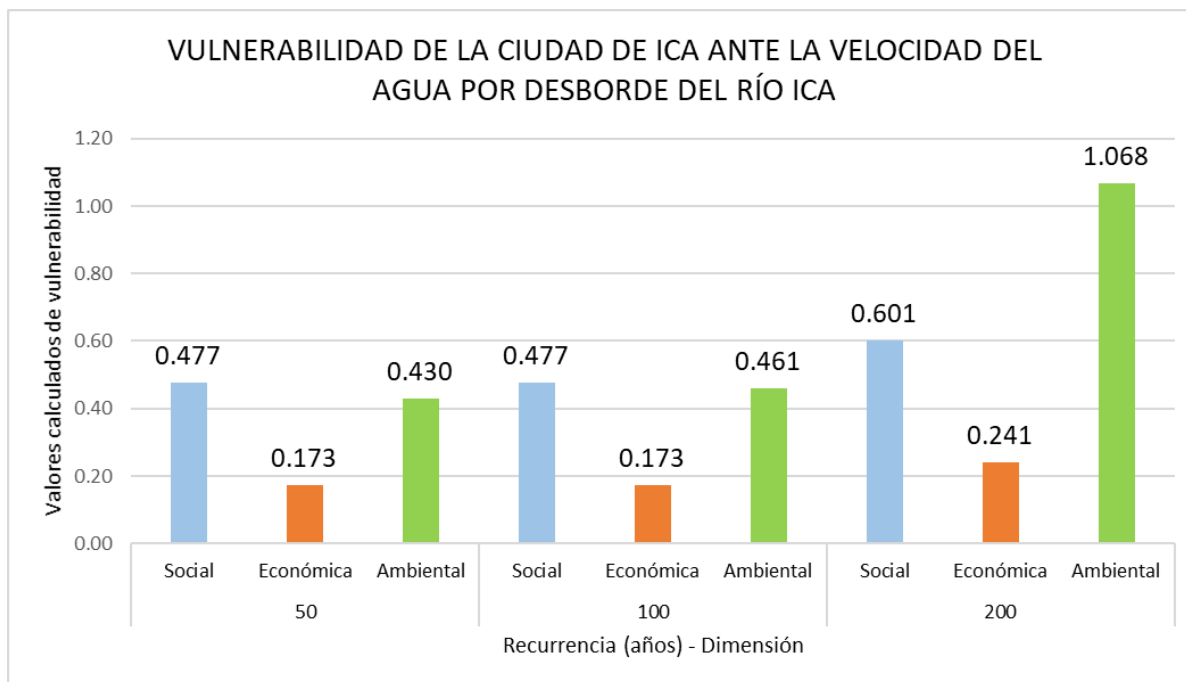
GRAFICO 39. VULNERABILIDAD POR PROFUNDIDAD DE AGUA.



La vulnerabilidad ambiental es mayor a recurrencia de 200 años ya que compromete mayor área rural.

La vulnerabilidad de la ciudad de Ica por la velocidad de agua debido al desborde del río Ica, presenta valores menores a 1 en las tres dimensiones analizadas con valores en el rango de 0.173 a 0.601, por lo que podría considerarse una vulnerabilidad de “Baja” a “Media” para las recurrencias de 50, 100 y 200 años, a excepción de la dimensión ambiental que, para la recurrencia de 200 años, presenta un valor de 1.068, tal como se aprecia en el **GRAFICO 40**.

GRAFICO 40. VULNERABILIDAD POR VELOCIDAD DE AGUA.



4.2.5 RESPECTO AL RIESGO.

4.2.5.1 POR PROFUNDIDAD DE AGUA.

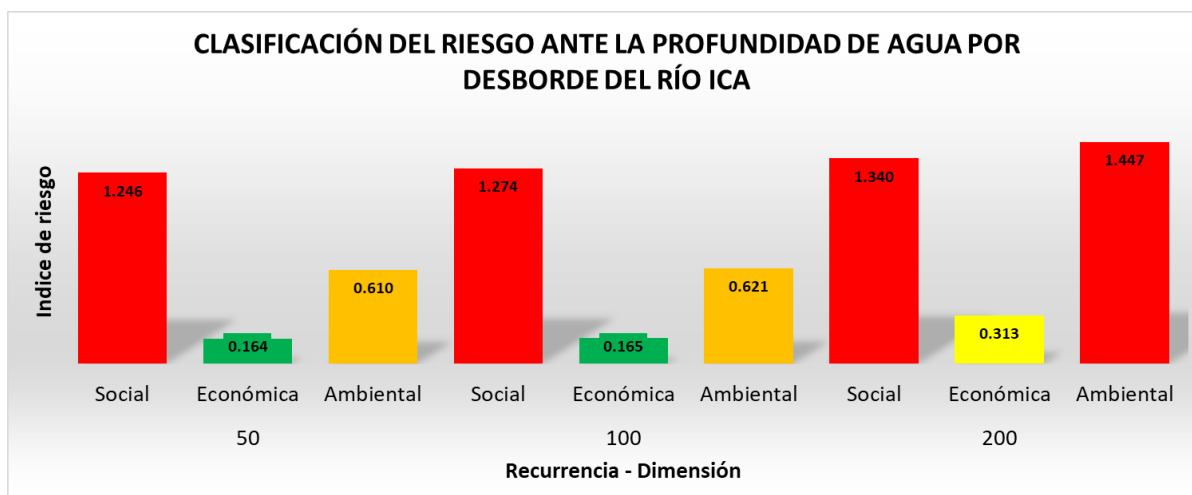
La ciudad de Ica, presenta un riesgo “Muy Alto” en las dimensiones sociales de las recurrencias de 50, 100 y 200 años.

La dimensión económica presenta riesgos “Bajos” para las recurrencias de 50 y 100 años, y medio para la recurrencia de 200 años.

La dimensión ambiental presenta un riesgo “Alto” para las recurrencias de 50 y 100 años, y muy alto para la recurrencia de 200 años. **GRAFICO 41**.

Los modelos actuales permiten prever impactos similares o mayores en ausencia de medidas estructurales y de gestión del riesgo. La evaluación muestra la necesidad urgente de implementar acciones correctivas en la planificación urbana y la infraestructura de protección frente a inundaciones.

GRAFICO 41. RIESGO POR PROFUNDIDAD DE AGUA.



Índice de Riesgo	Social	Económico	Ambiental
Muy Alto	> a 0,7	> a 0,7	> a 0,7
Alto	0,51 a 0,7	0,51 a 0,7	0,51 a 0,7
Medio	0,31 a 0,5	0,31 a 0,5	0,31 a 0,5
Bajo	0,0 a 0,3	0,0 a 0,3	0,0 a 0,3

4.2.5.2 POR VELOCIDAD DE AGUA.

La ciudad de Ica, presenta un riesgo “Bajo” en todas las dimensiones (social económica y ambiental), con valores que oscilan entre 0.015 a 0.109, para las recurrencias de 50, 100 y 200 años; esto se debe a que la ciudad de Ica (tramo estudiado) presenta una pendiente casi nula y la velocidad del agua está en función a la pendiente, lo que concuerda con la ecuación de Manning – Chezy (de la que se desprende que la velocidad está en relación directa a la pendiente). **GRAFICO 42.**

GRAFICO 42. RIESGO POR VELOCIDAD DE AGUA.



Índice de Riesgo	Social	Económico	Ambiental
Muy Alto	> a 0,7	> a 0,7	> a 0,7
Alto	0,51 a 0,7	0,51 a 0,7	0,51 a 0,7
Medio	0,31 a 0,5	0,31 a 0,5	0,31 a 0,5
Bajo	0,0 a 0,3	0,0 a 0,3	0,0 a 0,3

Se puede indicar que la **recurrencia del caudal** es un indicador clave en la **evaluación del peligro de desborde**, porque permite estimar la frecuencia y magnitud de eventos extremos.

Un caudal con baja recurrencia indica un menor **riesgo**, mientras que uno con recurrencia mayor (50, 100 ó 200 años) indica un **evento raro, pero potencialmente devastador**. Por ello, la planificación territorial y la gestión del riesgo deben tomar en cuenta estos datos para prevenir pérdidas humanas y económicas.

El riesgo de “Muy Alto” a “Alto” señalado en la presente tesis coincide con el Estudio sobre la vulnerabilidad y los efectos de los desastres naturales en el sector agrícola - Región Ica, realizado por el GOBIERNO REGIONAL DE ICA (SIGRID, 2017) del que se desprende que la ciudad de Ica, es vulnerable a diversos desastres naturales y antrópicos, tal es así, que predomina los mayores efectos producidos por los desastres de origen Hidrometeorológico, es decir inundaciones, entre sus antecedentes registra en el siglo XX cinco (05) inundaciones: en 1908, en 1925, en 1932, 1963 y en 1998; además entre 1921 y 1998 las aguas del río Ica se han desbordado en dieciocho (18) oportunidades, es decir un promedio de una vez cada seis (06) años.

El estudio Identificación de puntos críticos con riesgo a inundaciones en ríos y quebradas 2017: Ica (ANA, 2018)), señala que; se ha identificado 217 zonas vulnerables a inundaciones y erosiones principalmente en los ríos Ica, Pisco, Aja, Tierras Blancas, Nasca, Las Trancas, Taruga, Grande, Ingenio, Vizcas, Palpa, Santa Cruz y las quebradas Chico, Huarangal, Chico, Grande, Yesera y Tortolitas, y que pone en riesgo a 6,799 familias, 1,608 viviendas, 22 Colegios, 21 Centros de Salud, 3 km de carretera, bocatomas, canales y un área de 8,943 hectáreas frutales, maíz, tubérculos, cebolla, pallar y alfalfa. Con lo que corrobora que Ica se encuentra en una zona de muy alto a alto riesgo por inundaciones fluviales.

El Informe de Evaluación de Riesgos Originados por Sismos e Inundación Fluvial de la Oficina Regional del INDECOPI En Ica (De la Cruz U, 2023) obtiene peligro “Muy Alto” por la vulnerabilidad “Media” y de este análisis se determinó el nivel de riesgo “Alto”, lo que coincide con el presente trabajo de tesis.

5 CONCLUSIONES.

El modelamiento hidrodinámico bidimensional realizado con el software Iber 3.2.2 permitió identificar que el comportamiento del flujo en el tramo urbano de Ica está fuertemente condicionado por la morfología del cauce y la presencia de infraestructuras. Se determinó que el estrangulamiento del cauce a la altura del Puente Los Maestros es un factor crítico de riesgo, ya que actúa como un cuello de botella que provoca el desborde de las aguas, afectando un área rural significativamente mayor a la urbana en escenarios de máxima avenida.

Los resultados demuestran una alta sensibilidad del riesgo ante la variación de los periodos de retorno (50, 100 y 200 años). Mientras que el peligro por velocidad se mantiene mayoritariamente en niveles "Bajos" debido a la escasa pendiente de la zona urbana, la profundidad del agua (calado) es el factor determinante que eleva el riesgo a niveles "Muy Alto" y "Alto" en los tres escenarios analizados. Esto confirma que, en Ica, el daño potencial está más asociado a la inundación por anegamiento prolongado que a la fuerza destructiva de la corriente.

El análisis multicriterio revela que la ciudad posee una resiliencia "Baja" en las dimensiones social, económica y ambiental, lo que actúa como un amplificador del riesgo. Esta fragilidad se manifiesta en la alta exposición de elementos críticos, como instituciones educativas y establecimientos de salud, que presentan porcentajes de afectación superiores al 33% en el escenario de 200 años de recurrencia. La falta de capacidades institucionales y comunitarias para la recuperación post-desastre es el principal desafío para la gestión del riesgo local.

La robustez de este estudio reside en la integración de topografía de alta resolución (curvas cada 0.5 metros en el cauce) y el uso de modelos de turbulencia avanzados en Iber, los cuales permiten caracterizar con precisión la disipación de energía en zonas de desborde. No obstante, existen incertidumbres inherentes a la rugosidad del lecho (coeficientes de Manning) y a la estabilidad de la malla en zonas con cambios bruscos de geometría, lo que sugiere que futuras investigaciones podrían refinar estos parámetros con datos de campo en tiempo real.

En conclusión, se valida la hipótesis de que la metodología de CENEPRED es eficaz para cuantificar el riesgo en la cuenca baja del río Ica. Los niveles de riesgo "Muy Alto" hallados guardan consistencia con estudios previos de instituciones como ANA e INDECI, confirmando la urgencia de implementar medidas no estructurales de ordenamiento territorial y sistemas de alerta temprana para proteger a las miles de familias expuestas.

6 RECOMENDACIONES

- Es fundamental evolucionar de una simulación de caudales constantes a una **modelación con hidrogramas de avenida**. Esto permitiría evaluar el efecto del almacenamiento en la llanura de inundación y la duración de la permanencia del agua, factores que el modelo estacionario tiende a sobreestimar.
- Dada la llanura de inundación de Ica, se recomienda el uso de **tecnología LiDAR** o fotogrametría de alta precisión con drones para obtener un Modelo Digital de Terreno (MDT) que elimine el "ruido" de la vegetación y edificaciones, permitiendo una definición más exacta de las vías de evacuación natural del flujo.
- Se sugiere realizar un análisis de sensibilidad de los **coeficientes de Manning**, contrastando los resultados del modelo con marcas de agua históricas de eventos como el de 1998, para ajustar los valores de rugosidad según el tipo de cobertura real del cauce y las zonas urbanas.
- Se recomienda adoptar el producto de **profundidad por velocidad ($h \times v$)** como un criterio adicional de peligrosidad. Este indicador es vital para determinar la capacidad de arrastre del flujo, lo cual permitiría identificar zonas donde, a pesar de tener calados bajos, la velocidad representa un riesgo mortal para los peatones o de socavación para las estructuras.
- Se recomienda que los mapas de peligro y riesgo obtenidos se compartan con la municipalidad y el gobierno regional para alimentar el **Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres (SIGRID)**, facilitando la toma de decisiones basada en evidencia técnica y no solo en criterios empíricos.
- Se recomienda priorizar la intervención estructural en los puntos críticos identificados por el modelo, específicamente en el **Puente Los Maestros** y zonas de estrangulamiento. Las obras de defensa ribereña no deben limitarse a muros de contención, sino considerar el aumento de la sección hidráulica y el mantenimiento del cauce para garantizar que la capacidad de conducción soporte caudales de diseño para un periodo de retorno de al menos 100 años.
- Ante la alta sensibilidad del riesgo por calado (profundidad), es imperativo fortalecer el **Sistema de Alerta Temprana** en la cuenca alta y media del río Ica. Se sugiere la instalación de sensores de nivel y estaciones hidrométricas automatizadas que permitan contar con un tiempo de respuesta de al menos 3 a 5 horas antes de que la onda de avenida alcance el tramo urbano, permitiendo la evacuación de los sectores con nivel de riesgo "Muy Alto".
- Los mapas de riesgo y peligro obtenidos en esta investigación deben ser integrados formalmente en el **Plan de Desarrollo Urbano (PDU)** y en el **Plan de Acondicionamiento Territorial (PAT)** de la Municipalidad Provincial de Ica. Se recomienda restringir el otorgamiento de licencias de edificación en las zonas de inundación recurrente y promover la reubicación progresiva de los elementos más vulnerables (viviendas de material precario) detectados en el análisis de fragilidad social.

- Dado que la resiliencia evaluada resultó ser "Baja", se recomienda a las autoridades de Defensa Civil desarrollar programas de capacitación técnica y sensibilización para la población. Estas acciones deben enfocarse en la elaboración de planes de contingencia familiares y en la protección de activos económicos y servicios críticos (salud y educación) que presentan una alta exposición según los escenarios de 200 años de recurrencia.
- Para futuras investigaciones, se sugiere ampliar el alcance del modelo hidráulico incorporando el transporte de sedimentos y la morfodinámica del río, factores que alteran la rugosidad del cauce y la capacidad hidráulica en el tiempo. Asimismo, desde un enfoque ecohidrológico, se recomienda evaluar el impacto de las inundaciones en la recarga del acuífero de Ica y el rol de las zonas de amortiguamiento naturales como reguladores de crecidas.
- Se sugiere a las instituciones competentes (ANA y SENAMHI) realizar una actualización constante de las curvas de frecuencia de caudales máximos, incorporando los efectos del cambio climático y la variabilidad generada por el Fenómeno El Niño (FEN), para reducir la incertidumbre en los modelos de predicción y diseño de obras hidráulicas.

7 BIBLIOGRAFÍA CITADA.

Alegre de la Cruz, R. (2000). Fenomeno de El Niño y su relación con las crecidas del rio Ica.

ANA. (2018). Identificación de puntos críticos con Riesgo a Inundaciones en Ríos.

ANA. (2022). Estudio Hidrológico de la Unidad Hidrográfica Ica Autoridad Nacional del Agua 2022.

CENEPRED. (2011). Glosario CENEPRED. Cenepred, 1–6. Retrieved from <https://dimse.cenepred.gob.pe/simse/cenepred/docs/glosario-terminos-grd-cenepred.pdf>

CENEPRED. (2014). Manual para la Evaluacion de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales. Cenepred.

CENEPRED. (2023). ESCENARIOS DE RIESGO POR INUNDACION Y MOVIMIENTOS EN MASA A NIVEL DE CUENCA HIDROGRÁFICA.

Chavarri Velarde, E. A. (2000). Balance Hidrológico De La Cuenca Integral Del Rio Ica, 1, 74. Retrieved from <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/4385/ANA0002845.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Chow, V. Te, Maidment, D. R., & Mays, L. W. (1988). Applied Hydrology Chow. Retrieved from http://ponce.sdsu.edu/Applied_Hydrology_Chow_1988.pdf

Dalrymple, T. (1960). Flood-Frequency Analyses. Manual of Hydrology Part 3. Flood-flow techniques. In Usgpo (Vol. 1543-A, p. 80). Retrieved from <http://pubs.usgs.gov/wsp/1543a/report.pdf>

De la Cruz U, K. (2023). Informe de evaluacion de riesgos originados por sismos e inundacion fluvial de la oficina regional del INDECOPI en Ica.

Hamidifar, H., & Nones, M. (2021). Global to regional overview of floods fatality: the 1951-2020 period. Natural Hazards and Earth System Sciences, 357(December), 1–22. Retrieved from <https://doi.org/10.5194/nhess-2021-357>

INDECI. (2009). Gestion del riesgo de desastres para la planificación del desarrollo local. Historia, 1–66. Retrieved from https://www.mesadeconcertacion.org.pe/sites/default/files/guia_de_gestion_de_riesgos.pdf

Instituto de Estadística e Informática (INEI), I. N. (2018). Censo Ica Resultados Definitivos. Censos económicos. Retrieved from http://www.inr.pt/uploads/docs/recursos/2013/20Censos2011_res_definitivos.pdf

PETACC, P. E. T. C. –. (2015). Actualización del Expediente Técnico del PIP “Control de desbordes e Inundaciones en el río Ica y Quebrada Cansas/Chanchajalla”.

Ponce, V. (1989). Engineering Hydrology. Principles and practices. (P. Hall, Ed.).

SIGRID. (2017). Estudios sobre la Vulnerabilidad y los Efectos de los Desastres Naturales en el Sector Agrícola Región Ica Vulnerabilidad.

Del Carpio, J. & Gutiérrez, J. (2012). Evaluación del riesgo hídrico en Ica. Revista de Ingeniería Civil UNICA No hallo la fuente bibliográfica.

8 ANEXOS.

ANEXO 1. DETERMINACION DE LOS PESOS DE PONDERACION PARA EL PROCESO DE ANALISIS JERARQUICO.

PROFUNDIDAD DE AGUA

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES				
DESCRIPTORES	Muy alta (> 0.9 m)	Alta (0.31 - 0.9 m)	Media (0.11 - 0.3 m)	Baja (0 - 0.1 m)
Muy alta (> 0.9 m)	1.000	3	5	7
Alta (0.31 - 0.9 m)	0.333	1	3	5
Media (0.11 - 0.3 m)	0.200	0.333	1	3
Baja (0 - 0.1 m)	0.143	0.2	0.333	1
SUMA	1.676	4.533	9.333	16.000
1/SUMA	0.597	0.221	0.107	0.063

MATRIZ DE NORMALIZACION					
DESCRIPTORES	Muy alta (> 0.9 m)	Alta (0.31 - 0.9 m)	Media (0.11 - 0.3 m)	Baja (0 - 0.1 m)	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
Muy alta (> 0.9 m)	0.597	0.662	0.536	0.438	0.558
Alta (0.31 - 0.9 m)	0.199	0.221	0.321	0.313	0.263
Media (0.11 - 0.3 m)	0.119	0.074	0.107	0.188	0.122
Baja (0 - 0.1 m)	0.085	0.044	0.036	0.063	0.057
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	

VELOCIDAD DE AGUA

MATRIZ DE COMPARACION DE PARES				
DESCRIPTORES	Muy alta (>1.5 m/s)	Alta (0.51 - 1.5 m/s)	Media (0.21 - 0.5 m/s)	Baja (0 - 0.2 m/s)
Muy alta (>1.5 m/s)	1.000	3	5	9
Alta (0.51 - 1.5 m/s)	0.333	1	3	5
Media (0.21 - 0.5 m/s)	0.200	0.333	1	3
Baja (0 - 0.2 m/s)	0.111	0.2	0.333	1
SUMA	1.644	4.533	9.333	18.000
1/SUMA	0.608	0.221	0.107	0.056

RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.
 Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.

MATRIZ DE NORMALIZACION					
DESCRIPTORES	Muy alta (>1.5 m/s)	Alta (0.51 - 1.5 m/s)	Media (0.21 - 0.5 m/s)	Baja (0 - 0.2 m/s)	VECTOR DE PRIORIZACION (PONDERACION)
Muy alta (>1.5 m/s)	0.608	0.662	0.536	0.500	0.576
Alta (0.51 - 1.5 m/s)	0.203	0.221	0.321	0.278	0.256
Media (0.21 - 0.5 m/s)	0.122	0.074	0.107	0.167	0.117
Baja (0 - 0.2 m/s)	0.068	0.044	0.036	0.056	0.051
SUMA	1.000	1.000	1.000	1.000	

ANEXO 2. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS A PROFUNDIDAD DE AGUA.

ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.

ELEMENTOS EXPUESTOS A PROFUNDIDAD DE AGUA - DIMENSIÓN SOCIAL								
"ESTABLECIMIENTOS DE SALUD"								
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	N°	CENTRO MÉDICO	DISTRITO	TIPO DE INSTITUCIÓN	CATEGORÍA	SITUACIÓN	FUENTE
50	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	0						
100	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	0						
200	Muy Alta	0						
	Alta	1	VIDA MEDIC	ICA	PRIVADO	ESTABLECIMIENTO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO	ACTIVO	MINSA
		2	SAN RAFAEL	PUEBLO NUEVO	GOBIERNO REGIONAL	ESTABLECIMIENTO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO	ACTIVO	MINSA
	Media	0						
	Baja	0						

INSTITUCIONES EDUCATIVAS.

ELEMENTOS EXPUESTOS A PROFUNDIDAD DE AGUA - DIMENSIÓN SOCIAL										
"INSTITUCIONES EDUCATIVAS"										
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	N°	NOMBRE	DISTRITO	N° ALUMNOS VARONES	N° ALUMNOS MUJERES	N° TOTAL ALUMNOS	N° DOCENTES	CÓDIGO MINEDU	FUENTE
50	Muy Alta	1	81	PARCONA	77	67	144	6	A2	MINEDU
		2	BEATITA DE HUMAY	ICA	12	10	22	3	B0	MINEDU
		3	5	ICA	55	43	98	4	A2	MINEDU
		4	SANTA ELENA	ICA	34	33	67	4	B0	MINEDU
	Alta	1	526	PARCONA	5	11	16	2	A2	MINEDU
		2	22322	PARCONA	30	9	39	3	B0	MINEDU
		3	146	ICA	53	45	98	4	A2	MINEDU
	Media	1	24	LA TINGUIcA	50	50	100	4	A2	MINEDU
Baja	1	527	PARCONA	12	4	16	1	A2	MINEDU	
100	Muy Alta	1	81	PARCONA	77	67	144	6	A2	MINEDU
		2	BEATITA DE HUMAY	ICA	12	10	22	3	B0	MINEDU
		3	5	ICA	55	43	98	4	A2	MINEDU
		4	SANTA ELENA	ICA	34	33	67	4	B0	MINEDU
		5	526	PARCONA	5	11	16	2	A2	MINEDU
	Alta	1	22322	PARCONA	30	9	39	3	B0	MINEDU
		2	146	ICA	53	45	98	4	A2	MINEDU
		3	24	LA TINGUIcA	50	50	100	4	A2	MINEDU
	Media	1	ABRAHAM VALDELOMAR	PARCONA	196	103	299	32	F0	MINEDU
	Baja	1	527	PARCONA	12	4	16	1	A2	MINEDU
200	Muy Alta	1	81	PARCONA	77	67	144	6	A2	MINEDU
		2	BEATITA DE HUMAY	ICA	12	10	22	3	B0	MINEDU
		3	5	ICA	55	43	98	4	A2	MINEDU
		4	146	ICA	53	45	98	4	A2	MINEDU
		5	SANTA ELENA	ICA	34	33	67	4	B0	MINEDU
		6	144	LOS AQUIJES	8	10	18	1	A2	MINEDU
		7	526	PARCONA	5	11	16	2	A2	MINEDU
		8	22322	PARCONA	30	9	39	3	B0	MINEDU
		9	INSIGNE SCHOOL	ICA	27	15	42	3	A2	MINEDU
	Alta	1	24	LA TINGUIcA	50	50	100	4	A2	MINEDU
		2	527	PARCONA	12	4	16	1	A2	MINEDU
		3	83	ICA	14	12	26	1	A2	MINEDU
		4	SAN IGNACIO SCHOOL	ICA	64	68	132	10	A3	MINEDU
	Media	1	VILLA CARITAS	ICA	5	6	11	3	A2	MINEDU
		2	MI DIVINO NIO JESUS	ICA	1	2	3	1	A2	MINEDU
		3	538	ICA	3	4	7	1	A2	MINEDU
	Baja	1	SAN BARTOLOME	ICA	70	118	188	4	L0	MINEDU

ÁREA DE ZONA URBANA EXPUESTA.

ELEMENTOS EXPUESTOS A PROFUNDIDAD DE AGUA - DIMENSIÓN SOCIAL		
"ÁREA DE ZONA URBANA"		
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	ÁREA (m2)
50	MUY ALTO	773,756
	ALTO	217,113
	MEDIO	258,688
	BAJO	57,743
	TOTAL	1,307,300
100	MUY ALTO	867,220
	ALTO	249,877
	MEDIO	293,973
	BAJO	58,795
	TOTAL	1,469,865
200	MUY ALTO	2,143,756
	ALTO	315,258
	MEDIO	359,394
	BAJO	92,753
	TOTAL	2,911,161

POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL.

ELEMENTOS EXPUESTOS A PROFUNDIDAD DE AGUA - DIMENSIÓN SOCIAL								
"POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL"								
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	N°	DISTRITO	TIPO	CAUDAL (l/s)	ESTADO	USO	FUENTE
50	Muy Alta	1	Los Aquijes	Tubular	33.78	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
	Alta	1	Ica	Tubular	53.72	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
		2	Parcona	Tubular	35	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
	Media	0						
	Baja	0						
100	Muy Alta	1	Los Aquijes	Tubular	33.78	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
	Alta	1	Ica	Tubular	53.72	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
		2	Parcona	Tubular	35	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
	Media							
	Baja							
200	Muy Alta	1	Ica	Tubular	53.72	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
		2	Los Aquijes	Tubular	33.78	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
		3	Ica	Tubular	53.72	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
	Alta	1	Parcona	Tubular	35	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
		2	Ica	Tubular	17	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
	Media	0						
	Baja	0						

ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE (GRIFOS).

ELEMENTOS EXPUESTOS A PROFUNDIDAD DE AGUA - DIMENSIÓN ECONÓMICA						
"ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE"						
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	N°	ACTIVIDAD	TIPO	DISTRITO	FUENTE
50	Muy Alta	1	Estación De Servicio Con Gasocentro De Glp	Gasocentro	Parcona	OSINERGMIN
	Alta	0				
	Media	1	Estación De Servicio Con Gasocentro De Glp	Gasocentro	Parcona	OSINERGMIN
	Baja	0				
100	Muy Alta	1	Estación De Servicio Con Gasocentro De Glp	Gasocentro	Parcona	OSINERGMIN
	Alta	0				OSINERGMIN
	Media	1	Estación De Servicio Con Gasocentro De Glp	Gasocentro	Parcona	OSINERGMIN
	Baja	0				OSINERGMIN
200	Muy Alta	1	Estación De Servicio Con Gasocentro De Glp	Gasocentro	Parcona	OSINERGMIN
	Alta	1	Estación De Servicio Con Gasocentro De Glp	Gasocentro	Parcona	OSINERGMIN
		2	Estación De Servicio Con Gasocentro De Glp	Gasocentro	Parcona	OSINERGMIN
	Media	0				
	Baja	0				

PLANTA ENVASADORA DE GAS.

ELEMENTOS EXPUESTOS A PROFUNDIDAD DE AGUA - DIMENSIÓN ECONÓMICA								
"PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)"								
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	N°	RAZÓN SOCIAL	RUBRO	CAPACIDAD	UNIDAD	DISTRITO	FUENTE
50	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	0						
100	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	0						
200	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	0						

POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL.

ELEMENTOS EXPUESTOS A PROFUNDIDAD DE AGUA - DIMENSIÓN ECONÓMICA								
"POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL"								
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	N°	DISTRITO	TIPO	CAUDAL (l/s)	ESTADO	USO	FUENTE
50	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	0						
100	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	0						
200	Muy Alta	0						
	Alta	1	Ica	Tubular	5.8	Utilizado	Industrial	
		2	Ica	Tubular	8	Utilizado	Industrial	
	Media	0						
	Baja	0						

ÁREA DE PREDIOS AGRÍCOLAS EXPUESTOS.

ELEMENTOS EXPUESTOS A PROFUNDIDAD DE AGUA		
"ÁREA DE PREDIOS AGRÍCOLAS"		
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	ÁREA (m2)
50	MUY ALTO	1,805,430
	ALTO	244,830
	MEDIO	357,236
	BAJO	134,734
	TOTAL	2,542,230
100	MUY ALTO	2,224,562
	ALTO	254,898
	MEDIO	408,927
	BAJO	185,380
	TOTAL	3,073,767
200	MUY ALTO	5,470,160
	ALTO	607,796
	MEDIO	987,668
	BAJO	455,847
	TOTAL	7,521,471

POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO.

ELEMENTOS EXPUESTOS A PROFUNDIDAD DE AGUA - DIMENSIÓN AMBIENTAL								
"POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO"								
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	N°	DISTRITO	TIPO	CAUDAL (l/s)	ESTADO	USO	FUENTE
50	Muy Alta	1	Parcona	Tubular	2	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
		2	Parcona	Tubular	2	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
		3	Parcona	Tubular	3	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
	ALTO	1	Pueblo Nuevo	Tubular	4.5	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
	Media	1	Los Aquijes	Tubular	9.1	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
	Baja	0						
100	Muy Alta	1	Parcona	Tubular	2	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
		2	Parcona	Tubular	2	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
		3	Parcona	Tubular	3	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
	ALTO	1	Pueblo Nuevo	Tubular	4.5	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
	Media	1	Los Aquijes	Tubular	9.1	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
	Baja	0						
200	Muy Alta	1	Parcona	Tubular	2	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
		2	Pueblo Nuevo	Tubular	4.5	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
		3	Pueblo Nuevo	Tubular	2	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
		4	Ica	Tubular	41	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
		5	Sin dato	Sin dato	2	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
		6	Sin dato	Sin dato	3	Sin dato	Agrícola	Gobierno regional de Ica
		7	Ica	Mixto	2	Sin dato	Agrícola	Gobierno regional de Ica
		8	Ica	Mixto	50	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
	ALTO	1	Ica	Tubular	9	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
		2	Ica	Tubular	45	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
	Media	1	Los Aquijes	Tubular	9.1	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
		2	Pueblo Nuevo	Tubular	10	Utilizado	Agrícola	Gobierno regional de Ica
	Baja	0				Utilizado	Agrícola	

LONGITUD AFECTADA DE CANALES DE RIEGO.

ELEMENTOS EXPUESTOS A PROFUNDIDAD DE AGUA - DIMENSIÓN AMBIENTAL						
"CANALES DE RIEGO"						
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	ORDEN	NOMBRE	USO	CAUDAL (m3/s)	LONGITUD AFECTADA (M)
50	Muy Alta	CD	La Mochica	Agrícola	1.59	72.59
		CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	143
		L1	Santa Elena	Agrícola	0.3	10.6
	Alta	CD	La Mochica	Agrícola	28	73
		CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	67
		L1	Santa Elena	Agrícola	0.3	74.2
		L1	San Idelfonso	Agrícola	0.24	52.2
		L1	Vista Alegre	Agrícola	0.22	13
	Media	CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	150
		L1	Santa Elena	Agrícola	0.3	106
		L1	San Idelfonso	Agrícola	0.24	5.8
	Baja	L1	Santa Elena	Agrícola	0.3	21.2
		L1	Las Monjas	Agrícola	0.2	23
100	Muy Alta	CD	La Mochica	Agrícola	2	140
		CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	120
		L1	Santa Elena	Agrícola	0.3	65
	Alta	CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	212
		CD	La Mochica	Agrícola	2	51
		L1	Santa Elena	Agrícola	0.3	77
		L1	San Idelfonso	Agrícola	0.24	35
	Media	CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	65
		L1	Santa Elena	Agrícola	0.3	162
		L1	San Idelfonso	Agrícola	0.24	34
		L1	Vista Alegre	Agrícola	0.19	56
	Baja	L1	Santa Elena	Agrícola	0.3	35
		L1	Las Monjas	Agrícola	0.2	25
200	Muy Alta	CD	La Mochica	Agrícola	2	878
		CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	385
		L1	Santa Elena	Agrícola	0.3	31.7
	Alta	CD	La Mochica	Agrícola	2	101
		CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	308
		L1	Santa Elena	Agrícola	0.3	127
		L1	San Idelfonso	Agrícola	0.24	68
		L1	Vista Alegre	Agrícola	0.19	24
	Media	CD	La Mochica	Agrícola	2	30
		CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	62
		L1	Santa Elena	Agrícola	0.3	476
		L1	Las Monjas	Agrícola	0.2	45
	Baja	CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	15
		L1	Tejada	Agrícola	0.5	101

ANEXO 3. NUMERO DE ELEMENTOS EXPUESTOS A VELOCIDAD DE AGUA.

ESTABLECIMIENTOS DE SALUD.

ELEMENTOS EXPUESTOS A LA VELOCIDAD DEL AGUA - DIMENSIÓN SOCIAL								
"ESTABLECIMIENTOS DE SALUD"								
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	N°	CENTRO MÉDICO	DISTRITO	TIPO DE INSTITUCIÓN	CATEGORÍA	SITUACIÓN	FUENTE
50	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	0						
100	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	0						
200	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	1	VIDA MEDIC	ICA	PRIVADO	ESTABLECIMIENTO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO	ACTIVO	MINSA
		2	SAN RAFAEL	PUEBLO NUEVO	GOBIERNO REGIONAL	ESTABLECIMIENTO DE SALUD SIN INTERNAMIENTO	ACTIVO	MINSA

INSTITUCIONES EDUCATIVAS.

ELEMENTOS EXPUESTOS A LA VELOCIDAD DEL AGUA - DIMENSIÓN SOCIAL										
"INSTITUCIONES EDUCATIVAS"										
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	N°	NOMBRE	DISTRITO	N° ALUMNOS VARONES	N° ALUMNOS MUJERES	N° TOTAL ALUMNOS	N° DOCENTES	CÓDIGO MINEDU	FUENTE
50	Muy Alta	0								
	Alta	0								
	Media	0								
	Baja	1	81	PARCONA	77	67	144	6	A2	MINEDU
		2	BEATITA DE HUMAY	ICA	12	10	22	3	B0	MINEDU
		3	5	ICA	55	43	98	4	A2	MINEDU
		4	SANTA ELENA	ICA	34	33	67	4	B0	MINEDU
		5	526	PARCONA	5	11	16	2	A2	MINEDU
		6	22322	PARCONA	30	9	39	3	B0	MINEDU
		7	146	ICA	53	45	98	4	A2	MINEDU
		8	24	LA TINGUIca	50	50	100	4	A2	MINEDU
		9	527	PARCONA	12	4	16	1	A2	MINEDU
100	Muy Alta	0								
	Alta	0								
	Media	0								
	Baja	1	81	PARCONA	77	67	144	6	A2	MINEDU
		2	BEATITA DE HUMAY	ICA	12	10	22	3	B0	MINEDU
		3	5	ICA	55	43	98	4	A2	MINEDU
		4	SANTA ELENA	ICA	34	33	67	4	B0	MINEDU
		5	526	PARCONA	5	11	16	2	A2	MINEDU
		6	22322	PARCONA	30	9	39	3	B0	MINEDU
		7	146	ICA	53	45	98	4	A2	MINEDU
		8	24	LA TINGUIca	50	50	100	4	A2	MINEDU
		9	ABRAHAM VALDELOMAR	PARCONA	196	103	299	32	F0	MINEDU
		10	527	PARCONA	12	4	16	1	A2	MINEDU
200	Muy Alta	0								
	Alta	0								
	Media	1	81	PARCONA	77	67	144	6	A2	MINEDU
		2	BEATITA DE HUMAY	ICA	12	10	22	3	B0	MINEDU
	Baja	1	5	ICA	55	43	98	4	A2	MINEDU
		2	146	ICA	53	45	98	4	A2	MINEDU
		3	SANTA ELENA	ICA	34	33	67	4	B0	MINEDU
		4	144	LOS AQUIJES	8	10	18	1	A2	MINEDU
		5	526	PARCONA	5	11	16	2	A2	MINEDU
		6	22322	PARCONA	30	9	39	3	B0	MINEDU
		7	INSIGNE SCHOOL	ICA	27	15	42	3	A2	MINEDU
		8	24	LA TINGUIca	50	50	100	4	A2	MINEDU
		9	527	PARCONA	12	4	16	1	A2	MINEDU
		10	83	ICA	14	12	26	1	A2	MINEDU
		11	SAN IGNACIO SCHOOL	ICA	64	68	132	10	A3	MINEDU
		12	VILLA CARITAS	ICA	5	6	11	3	A2	MINEDU
		13	MI DIVINO NIeO JESUS	ICA	1	2	3	1	A2	MINEDU
		14	538	ICA	3	4	7	1	A2	MINEDU
		15	SAN BARTOLOME	ICA	70	118	188	4	L0	MINEDU

ÁREA URBANA.

ELEMENTOS EXPUESTOS A LA VELOCIDAD DEL AGUA - DIMENSIÓN SOCIAL		
"ÁREA DE ZONA URBANA"		
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	ÁREA (m2)
50	MUY ALTO	13,073
	ALTO	261,460
	MEDIO	457,555
	BAJO	575,212
	TOTAL	1,307,300
100	MUY ALTO	17,861
	ALTO	357,220
	MEDIO	625,136
	BAJO	785,885
	TOTAL	1,786,102
200	MUY ALTO	22,814
	ALTO	456,284
	MEDIO	798,497
	BAJO	1,003,824
	TOTAL	2,281,419

POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL.

ELEMENTOS EXPUESTOS A LA VELOCIDAD DEL AGUA - DIMENSIÓN SOCIAL								
"POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POBLACIONAL"								
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	N°	DISTRITO	TIPO	CAUDAL (l/s)	ESTADO	USO	FUENTE
50	Muy Alta							
	Alta							
	Media	1	Los Aquijes	Tubular	33.78	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
	Baja	1	Ica	Tubular	53.72	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
		2	Parcona	Tubular	35	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
100	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	1	Los Aquijes	Tubular	33.78	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
	Baja	1	Ica	Tubular	53.72	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
		2	Parcona	Tubular	35	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
200	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	1	Ica	Tubular	53.72	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
		2	Los Aquijes	Tubular	33.78	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
	Baja	1	Ica	Tubular	53.72	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
		2	Parcona	Tubular	35	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica
		3	Ica	Tubular	17	Utilizado	Poblacional	Gobierno regional de Ica

GRIFOS DE ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE.

ELEMENTOS EXPUESTOS A LA VELOCIDAD DEL AGUA - DIMENSIÓN ECONÓMICA						
"ABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE"						
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	N°	ACTIVIDAD	TIPO	DISTRITO	FUENTE
50	Muy Alta	0				
	Alta	1	Estación De Servicio Con Gasocentro De Glp	Gasocentro	Parcona	OSINERGMIN
	Media	0				
	Baja	1	Estación De Servicio Con Gasocentro De Glp	Gasocentro	Parcona	OSINERGMIN
100	Muy Alta	0				
	Alta	1	Estación De Servicio Con Gasocentro De Glp	Gasocentro	Parcona	OSINERGMIN
	Media	0				
	Baja	1	Estación De Servicio Con Gasocentro De Glp	Gasocentro	Parcona	OSINERGMIN
200	Muy Alta	0				
	Alta	1	Estación De Servicio Con Gasocentro De Glp	Gasocentro	Parcona	OSINERGMIN
	Media	1	Estación De Servicio Con Gasocentro De Glp	Gasocentro	Parcona	OSINERGMIN
		2	Estación De Servicio Con Gasocentro De Glp	Gasocentro	Parcona	OSINERGMIN
	Baja	0				

PLANTAS ENVASADORAS DE GAS.

ELEMENTOS EXPUESTOS A LA VELOCIDAD DEL AGUA - DIMENSIÓN ECONÓMICA								
"PLANTA ENVASADORA DE GAS (GLP)"								
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	N°	RAZÓN SOCIAL	RUBRO	CAPACIDAD	UNIDAD	DISTRITO	FUENTE
50	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	0						
100	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	0						
200	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	0						

POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL.

ELEMENTOS EXPUESTOS A LA VELOCIDAD DEL AGUA - DIMENSIÓN ECONÓMICA								
"POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA INDUSTRIAL"								
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	N°	DISTRITO	TIPO	CAUDAL (l/s)	ESTADO	USO	FUENTE
50	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	0						
100	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	0						
200	Muy Alta	0						
	Alta	0						
	Media	0						
	Baja	1	Ica	Tubular	5.8	Utilizado	Industrial	
		2	Ica	Tubular	8	Utilizado	Industrial	

ÁREA DE PREDIOS AGRÍCOLAS.

ELEMENTOS EXPUESTOS A LA VELOCIDAD DEL AGUA		
"ÁREA DE PREDIOS AGRÍCOLAS"		
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	ÁREA (m2)
50	MUY ALTO	63,918
	ALTO	46,502
	MEDIO	42,884
	BAJO	2,388,926
	TOTAL	2,542,230
100	MUY ALTO	121,315
	ALTO	98,142
	MEDIO	152,666
	BAJO	2,385,407
	TOTAL	2,757,530
200	MUY ALTO	386,717
	ALTO	558,007
	MEDIO	1,250,524
	BAJO	6,031,940
	TOTAL	8,227,188

POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE RIEGO.

ELEMENTOS EXPUESTOS A LA VELOCIDAD DEL AGUA - DIMENSIÓN AMBIENTAL								
"POZOS DE ABASTECIMIENTO DE AGUA PARA RIEGO"								
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	N°	DISTRITO	TIPO	CAUDAL (l/s)	ESTADO	USO	FUENTE
50	Muy Alta	1	Parcona	Tubular	2	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
	ALTO	1	Parcona	Tubular	2	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
	Media	1	Parcona	Tubular	3	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
		2	Pueblo Nuevo	Tubular	4.5	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
	Baja	1	Los Aquijes	Tubular	9.1	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
100	Muy Alta	1	Parcona	Tubular	2	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
	ALTO	1	Parcona	Tubular	2	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
	Media	1	Parcona	Tubular	3	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
		2	Pueblo Nuevo	Tubular	4.5	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
	Baja	1	Los Aquijes	Tubular	9.1	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
200	Muy Alta	1	Parcona	Tubular	2	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
		2	Parcona	Tubular	2	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
		3	Pueblo Nuevo	Tubular	4.5	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
	ALTO	1	Pueblo Nuevo	Tubular	2	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
		2	Ica	Tubular	41	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
		3	Sin dato	Sin dato	2	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
	Media	1	Sin dato	Sin dato	3	Sin dato	Agricola	Gobierno regional de Ica
		2	Ica	Mixto	2	Sin dato	Agricola	Gobierno regional de Ica
		3	Ica	Mixto	50	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
		4	Ica	Tubular	9	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
	Baja	1	Ica	Tubular	45	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
		2	Los Aquijes	Tubular	9.1	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica
		3	Pueblo Nuevo	Tubular	10	Utilizado	Agricola	Gobierno regional de Ica

CANALES DE RIEGO.

ELEMENTOS EXPUESTOS A LA VELOCIDAD DEL AGUA - DIMENSIÓN AMBIENTAL						
"CANALES DE RIEGO"						
RECURRENCIAS (años)	PELIGROSIDAD	ORDEN	NOMBRE	USO	CAUDAL (m3/s)	LONGITUD AFECTADA (M)
50	Muy Alta					
	Alta					
	Media	CD	La Mochica	Agrícola	1.59	15
	Baja	L1	San Idelfonso	Agrícola	0.24	58
		CD	La Mochica	Agrícola	28	131
		CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	360
		L1	Santa Elena	Agrícola	0.3	212
		L1	Vista Alegre	Agrícola	0.22	13
		L1	Las Monjas	Agrícola	0.2	23
100	Muy Alta					0
	Alta					0
	Media	CD	La Mochica	Agrícola	2	154
		CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	8
	Baja	CD	La Mochica	Agrícola	2	17
		CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	387
		L1	Santa Elena	Agrícola	0.3	384
		L1	San Idelfonso	Agrícola	0.24	58
		L1	Vista Alegre	Agrícola	0.19	23
		L1	Las Monjas	Agrícola	0.2	45
200	Muy Alta	CD	La Mochica	Agrícola	2	20
	Alta	CD	La Mochica	Agrícola	2	81
		CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	8
	Media	CD	La Mochica	Agrícola	2	50
		CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	12
		L1	Santa Elena	Agrícola	0.3	254
		L1	Las Monjas	Agrícola	0.2	45
	Baja	CD	La Mochica	Agrícola	2	858
		CD	Tacaraca	Agrícola	2.34	750
		L1	Santa Elena	Agrícola	0.3	380
		L1	Tejada	Agrícola	0.5	101
		L1	San Idelfonso	Agrícola	0.24	68
		L1	Vista Alegre	Agrícola	0.19	24

ANEXO 4. ALBUM FOTOGRAFICO.

1. DEFENSA RIBEREÑA (UTM WGS 84 Zona 18s, 8452670; 421016)



2. INMEDIACIONES DEL PUENTE SAN JUAN (UTM WGS 84 Zona 18s, 8450892; 421275).



3. PUENTE SAN JUAN HACIA AGUAS ABAJO DEL RIO ICA, 421196.00 M E, 8450725.00 M S.



4. ENROCADO EN EL RÍO ICA Y PROTECCIÓN EN QDA. CANSAS/CHANCHAJALLA (UTM WGS 84 Zona 18s, 8449092; 421360).



5. ENROCADO DE PROTECCIÓN DIQUE SARAJA (UTM WGS 84 Zona 18s, 8447108; 421367).



6. LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO, HA SIDO URBANIZADA Y DELIMITADA POR UN CERCO. 421460.01 M E, 8446148.22 M S



RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.
Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.

VISTA DE NUEVA URBANIZACIÓN LOCALIZADA EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO ICA. 421460.01 M E, 8446148.22 M S



7. PUENTE SOCORRO, MARGEN DERECHA DEL RIO ICA 421531.96 M E, 8446013.18 M S



RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.
Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.

8. PUENTE PUNO DESDE AGUAS ABAJO DEL RIO ICA 421690.43 M E, 8445638.04 M S



9. PUENTE GRAU 421825.59 M E, 8445279.05 M S



10. TRAMO DEL RIO QUE PASA POR LA CIUDAD.



11. PUENTE CUTERVO 422189.38 M E, 8444349.77 M S



12. ENROCADO DE PROTECCIÓN (UTM WGS 84 Zona 18s, 8444553; 422158).



13. ENROCADO DE PROTECCIÓN (UTM WGS 84 Zona 18s, 8442390; 422397) (7).

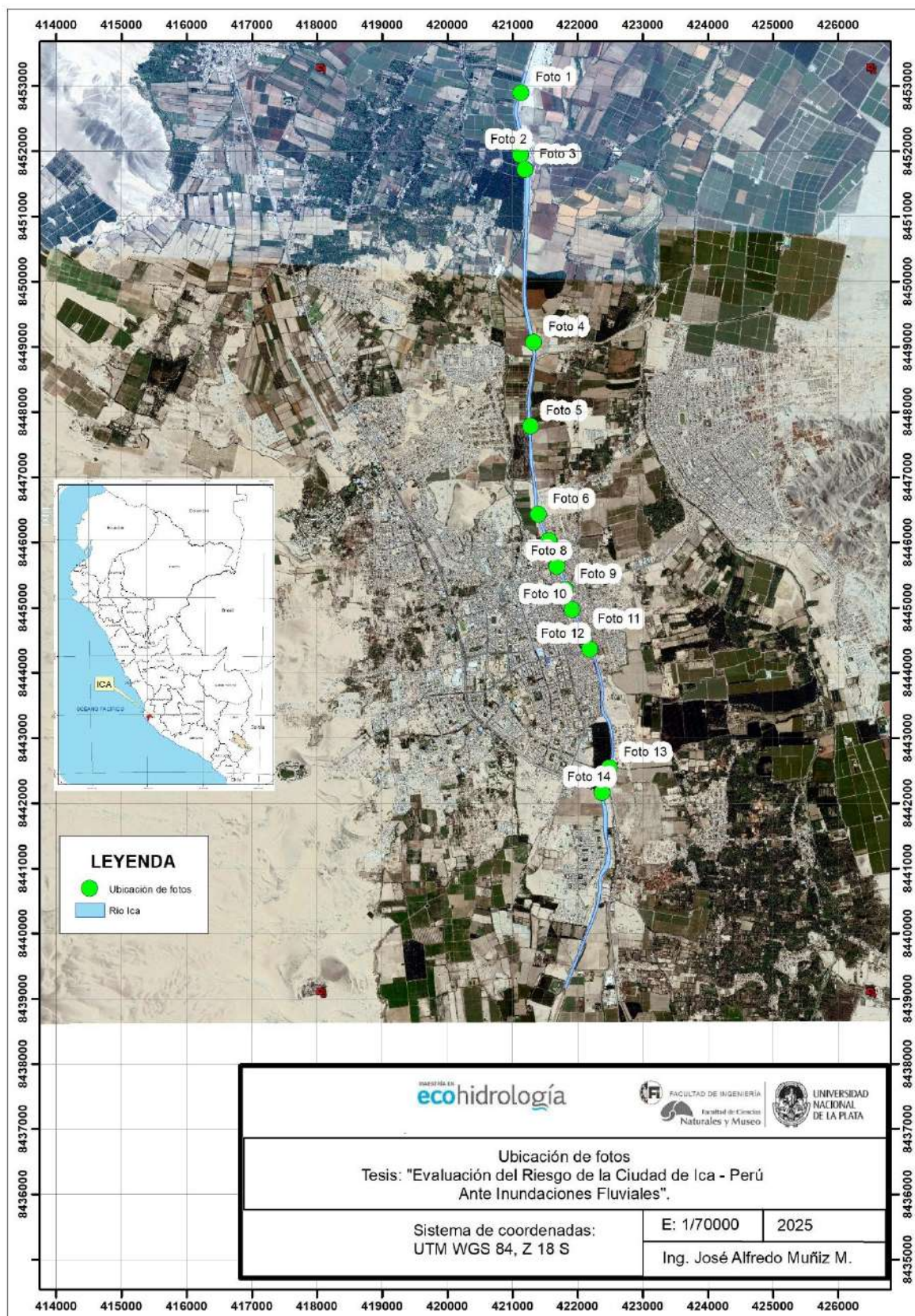


14. PUENTE LOS MAESTROS 422363.38 M E, 8442178.33 M S.

RIESGO DE LA CIUDAD DE ICA – PERÚ, ANTE INUNDACIONES FLUVIALES.
Ing. José Alfredo Muñiz Miroquezada.



Ubicación de las fotos tomadas del Río Ica.



ANEXO N° 5. DATOS DEL MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL – DEM; Y, FOTO DEL GPS UTILIZADO.



AGENCIA ESPACIAL
DEL PERÚ CONIDA

"Año de la unidad, la paz y el desarrollo"



AGENCIA ESPACIAL DEL PERÚ - CONIDA

ACTA DE ENTREGA DE PRODUCTOS DE IMÁGENES SATELITALES N° 063-2023

Lima, 06 de junio del 2023

Por medio de la presente, la Dirección de Aplicaciones Espaciales y Geomática (DIAPG), hace entrega de las siguientes Imágenes / Productos, solicitados por:

Entidad: Autoridad Nacional del Agua

DNI: 43638408

Area/Dirección: Autoridad Administrativa del Agua Chaparra Chíncha

Cargo: Coordinador Técnico AAA Chaparra Chíncha

Correo: Ibustinza@ana.gob.pe

Telefono: 957451918

Los productos imagen solicitados, que se describen a continuación no serán utilizados nunca en contra de los intereses del Estado o en intereses que pongan en peligro la seguridad y/o los intereses nacionales. Así mismo, de corresponderme me comprometo a administrar y controlar el adecuado uso, el destino y la custodia de las imágenes recibidas.

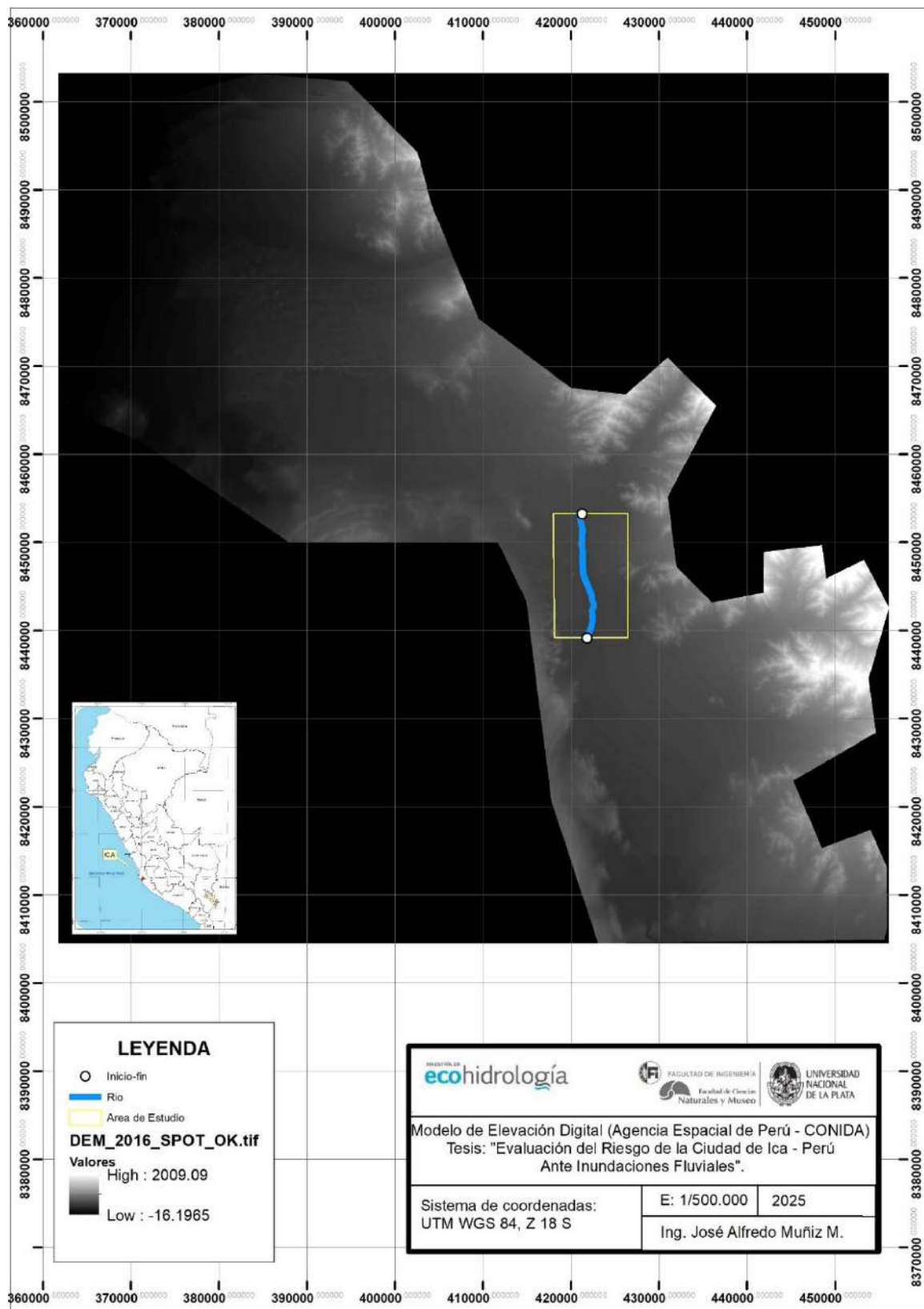
Detalle del Producto	Fecha		Zona	Sensor	Fecha Inicio	Fecha Fin	Formato	
	Elaboración	Cantidad					Formato	Entrega
Modelo digital de elevación (DEM)	2023-06-06	1	ICA	SPOT	2016-04-23	2016-04-23	Digital	TIF
Curvas de nivel cada 5 metros	2023-06-06	1	ICA	SPOT	2016-04-23	2016-04-23	Digital	Shape

Motivo:

Información para análisis

- El costo referencial está basado al costo promedio por kilómetro cuadrado en el mercado internacional de imágenes satelitales.
- Las imágenes satelitales entregadas no generaron un gasto para la institución solicitante, representando un ahorro para el estado peruano.
- Todo tipo de información cartográfica y temática que se desarrolle con las imágenes procedentes del satélite PeruSAT-1 e imágenes obtenidas de la constelación Pleiades 1A/B, SPOT 6/7, TerraSAR-X, TanDEM-X a través del Offset 3, deben ser declarados como datos fuente.
- Las imágenes satelitales entregadas serán empleadas para los fines que fueron solicitadas.

MAPA, MODELO DE ELEVACIÓN DIGITAL DE LA CUENCA DEL RÍO ICA.



Fuente: Agencia Espacial de Perú – CONIDA

ANEXO N° 6 DETALLES DEL MODELO BIDIMENSIONAL EJECUTADO

DETALLES DEL MODELO BIDIMENSIONAL EJECUTADO

Respecto al software Iber

MODELO DE TURBULENCIA

Los **modelos de turbulencia** en Iber, se utilizan para cerrar las ecuaciones de **Saint-Venant** (aguas someras) cuando se incluyen los términos de tensiones de Reynolds. Estos modelos simulan la transferencia de cantidad de movimiento debida a los remolinos y la viscosidad turbulenta.

En **Iber**, los modelos de turbulencia disponibles se clasifican principalmente en tres categorías, según su complejidad y fundamento físico:

1. Modelo de Viscosidad Constante (Constant Viscosity).

Es el modelo más simple. Asume que la viscosidad turbulenta (ν_t) es un valor uniforme en todo el dominio.

- **Rigor Académico:** Se considera un modelo de orden cero. Aunque es computacionalmente económico, no captura la heterogeneidad del flujo en geometrías complejas. Su uso suele limitarse a pruebas de sensibilidad o casos de flujo laminar teórico.

2. Modelo de Parámetros de Calado (Parabolic / Mixing Length).

Relaciona la turbulencia directamente con el calado (h) y la velocidad de fricción (u_*).

$$\nu_t = \frac{\kappa}{6} u_* h$$

- **Modelo Parabólico:** La viscosidad turbulenta se calcula como (donde κ es la constante de von Kármán).
- **Rigor Académico:** Es adecuado para flujos donde la turbulencia es generada principalmente por la fricción con el lecho (bottom-generated turbulence). Es muy eficiente para ríos con cauces definidos y variaciones suaves.

3. Modelos de Longitud de Mezcla de Rastogi y Rodi.

Es una variante que combina la turbulencia generada por el fondo con la turbulencia generada por el gradiente de velocidades laterales (shear stress).

- **Rigor Académico:** Introducen una formulación más robusta para representar la difusión transversal de la cantidad de movimiento, siendo superior al modelo parabólico simple en zonas de mezcla lateral.

4. Modelo $k - \epsilon$ (Dos Ecuaciones).

Es el modelo más avanzado disponible en Iber. Resuelve dos ecuaciones de transporte adicionales: una para la energía cinética turbulenta (k) y otra para la tasa de disipación de dicha energía (ϵ).

- **Rigor Académico:** Es el estándar para investigaciones de alto nivel. Permite modelar fenómenos de **transporte de turbulencia**, lo cual es crítico en:
 - ✓ Zonas de recirculación (detrás de pilas de puentes o espigones).
 - ✓ Chorros de vertido o desembocaduras.
 - ✓ Geometrías con cambios bruscos donde la turbulencia no está en equilibrio local con el lecho.
 - ✓ *Nota:* Requiere una malla más fina y mayor tiempo de cómputo para asegurar la estabilidad de las ecuaciones de transporte.

"Para la resolución del cierre turbulento de las ecuaciones de Navier-Stokes promediadas por el calado (shallow water equations), se evaluaron diferentes configuraciones de transporte de cantidad de movimiento. En escenarios de alta complejidad hidrodinámica, se optó por el

modelo de dos ecuaciones $k - \epsilon$, debido a su capacidad para caracterizar la evolución espacio-temporal de la viscosidad turbulenta no lineal. A diferencia de los modelos de

viscosidad constante o parabólicos, el esquema $k - \epsilon$, integra los efectos de la producción y disipación de energía cinética, garantizando una representación fidedigna de los procesos de mezcla y las estructuras coherentes del flujo en las zonas de desborde."