

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“EVALUACIÓN DE RIESGO POR INUNDACIÓN
DEL SECTOR C.P. SARÍN PARA EL DESBORDE
DEL RIO SARÍN, SÁNCHEZ CARRIÓN – LA
LIBERTAD, 2023”

Tesis para optar al título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Giorgio Alexander Espinoza Urquiaga

Diego Javier Flores Abanto

Asesor:

Dra. Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez

<https://orcid.org/0000-0001-8198-2250>

Trujillo - Perú

JURADO CALIFICADOR

Jurado 1 Presidente(a)	Gonzalo Hugo Díaz García	40539624
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	Luis Alberto Alva Reyes	42013371
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	Nixon Brayan Peche Melo	70615775
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

INFORME DE SIMILITUD
TESIS RIESGOS_DIEGO FLORES Y GIORGIO ESPINOZA
INFORME DE ORIGINALIDAD

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
2	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	repositorio.upagu.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.unap.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorio.upn.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.unjbg.edu.pe Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Privada del Norte Trabajo del estudiante	<1%

DEDICATORIA

A mi familia y amistades por el apoyo incondicional.

Giorgio Espinoza

A mi familia, especialmente a mis padres por
su sacrificio y comprensión, y a mi amada
novia Teresa por su apoyo incondicional.

Diego Flores

AGRADECIMIENTO

A mis padres por el apoyo incondicional, la formación y educación.

A mis tres hermanos que me enseñan con el ejemplo.

A mis amigos que son parte del camino.

Giorgio Espinoza

A los docentes que estuvieron siempre dispuestos a darnos su apoyo,
a nuestra asesora, la Ing. Sheyla Cornejo Rodríguez, por su paciencia
y predisposición, a los pobladores del Centro Poblado Sarín por su
accesibilidad y apertura al diálogo, y en general a todos los que
permitieron el correcto desarrollo de este trabajo.

Diego Flores

Tabla de contenido

JURADO CALIFICADOR	2
INFORME DE SIMILITUD	3
DEDICATORIA	4
AGRADECIMIENTO	5
TABLA DE CONTENIDO	6
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	11
RESUMEN	18
CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN	19
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA	58
CAPÍTULO III: RESULTADOS	64
CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	117
REFERENCIAS	121
ANEXOS	130

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros geomorfológicos de la cuenca	67
Tabla 2. Máxima precipitación diaria por año	68
Tabla 3. Precipitación de diseño y modelos de distribución con prueba de Smirnov-Kolmogorov	69
Tabla 4. Número de curva.....	70
Tabla 5. Valores de parámetros para todos los periodos de retorno	70
Tabla 6. Caudal de diseño para diferentes periodos de retorno	71
Tabla 7. Valores para el coeficiente de Manning para canal	72
Tabla 8. Coeficiente de Manning para el tramo del río Sarín	73
Tabla 9. Precipitación en Sarín.....	82
Tabla 10. Parámetro de precipitaciones anómalas positivas.....	83
Tabla 11. Parámetro de cercanía a una fuente de agua	83
Tabla 12. Parámetro de intensidad media en una hora (mm/h).....	83
Tabla 13. Valor de caracterización del fenómeno de inundación.....	84
Tabla 14. Parámetro de Relieve.....	84
Tabla 15. Parámetro de tipo de suelo	85
Tabla 16. Parámetro de cobertura vegetal.....	85
Tabla 17. Parámetro de uso actual del suelo	85
Tabla 18. Factores condicionantes	86
Tabla 19. Parámetro hidrometeorológico.....	86
Tabla 20. Parámetro Geológico	87
Tabla 21. Parámetro: Inducido por la acción humana	87
Tabla 22. Factores desencadenantes.....	87
Tabla 23. Valor de susceptibilidad.....	88
Tabla 24. Valor de peligrosidad.....	88
Tabla 25. Nivel de peligrosidad	89
Tabla 26. Parámetro de Grupo etario	89
Tabla 27. Parámetro de servicios educativos expuestos	90
Tabla 28. Parámetro de servicios de salud terciarios.....	90

Tabla 29. Valor de exposición social	90
Tabla 30. Parámetro material de construcción de la edificación	91
Tabla 31. Parámetro del estado de conservación de la edificación	91
Tabla 32. Parámetro de la antigüedad de la Constitución de la Edificación	92
Tabla 33. Parámetro de elevación de las edificaciones	92
Tabla 34. Parámetro de viviendas que incumplen normativa	92
Tabla 35. Valor de fragilidad social	93
Tabla 36. Parámetro de capacitación en temas de Gestión del Riesgo	93
Tabla 37. Parámetro de conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres	94
Tabla 38. Parámetro de existencia de normatividad política y local	94
Tabla 39. Parámetro de actitud frente al riesgo	95
Tabla 40. Parámetro de campaña de difusión	95
Tabla 41. Resiliencia social.....	95
Tabla 42. Parámetro de localización de la edificación.....	96
Tabla 43. Parámetro de servicio básico de agua potable y saneamiento	96
Tabla 44. Parámetro de servicios de las empresas eléctricas expuestas	97
Tabla 45. Parámetro de servicio de las empresas de distribución de combustible y gas	97
Tabla 46. Parámetro de servicio de empresas de transporte expuesto	98
Tabla 47. Parámetro de área agrícola	98
Tabla 48. Parámetro de servicios de telecomunicaciones	99
Tabla 49. Valor de exposición económica	99
Tabla 50. Parámetro de material de construcción de la edificación	100
Tabla 51. Parámetro del estado de conservación de la edificación	100
Tabla 52. Parámetro de antigüedad de la Constitución de la Edificación	101
Tabla 53. Parámetro de viviendas que incumplen normativa	101
Tabla 54. Parámetro de la topografía del terreno (P=Pendiente)	102
Tabla 55. Parámetro de elevación de las edificaciones	102
Tabla 56. Valor de fragilidad económica	102
Tabla 57. Parámetro de población económicamente activa desocupada	103

Tabla 58. Parámetro de ingreso familiar promedio mensual (Soles).....	104
Tabla 59. Parámetro de organización y capacitación institucional.....	104
Tabla 60. Parámetro de capacitación en temas de gestión del riesgo	105
Tabla 61. Valor de resiliencia económica	105
Tabla 62. Parámetro de deforestación	106
Tabla 63. Parámetro de porcentaje de deforestación	106
Tabla 64. Parámetro de pérdida de suelo	107
Tabla 65. Parámetro de pérdida de agua.....	107
Tabla 66. Valor de exposición ambiental.....	107
Tabla 67. Parámetro de características geológicas del suelo	108
Tabla 68. Parámetro de explotación de Recursos Naturales.....	109
Tabla 69. Parámetro de localización de Centros Poblados.....	109
Tabla 70. Valor de fragilidad ambiental	109
Tabla 71. Parámetro de conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental.....	110
Tabla 72. Parámetro de conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales	111
Tabla 73. Parámetro de capacitación en temas de conservación ambiental.....	111
Tabla 74. Resiliencia ambiental.....	112
Tabla 75. Valor de vulnerabilidad social	112
Tabla 76. Valor de vulnerabilidad económica	113
Tabla 77. Vulnerabilidad Ambiental	113
Tabla 78. Vulnerabilidad Total.....	114
Tabla 79. Nivel de vulnerabilidad.....	114
Tabla 80. Nivel de riesgo.....	115
Tabla 81. Numero de curva para condiciones húmedas (1).....	132
Tabla 82. Numero de curva para condiciones húmedas (2).....	133
Tabla 83. Numero de curva para condiciones normales (1)	134
Tabla 84. Numero de curva para condiciones normales (2)	135
Tabla 85. Niveles de Peligro	186

Tabla 86. Niveles de Vulnerabilidad	187
Tabla 87. Niveles de Riesgo.....	188

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación de Riesgo - Peligrosidad - Vulnerabilidad.....	49
Figura 2. Delimitación de área de proyecto	59
Figura 3. Procedimiento del proyecto.....	62
Figura 4. Ubicación e identificación de la zona de estudio	65
Figura 5. Cuenca del río Sarín delimitada.....	66
Figura 6. Datos de la estación elegida para el estudio	67
Figura 7. Inundación T= 5 años	75
Figura 8. Inundación T= 10 años	76
Figura 9. Inundación T= 50 años	77
Figura 10. Inundación T= 100 años	78
Figura 11. Inundación T= 200 años	79
Figura 12. Inundación T= 500 años	80
Figura 13. Vista satelital de la zona de estudio (geográfica).....	81
Figura 14. Vista satelital de la zona de estudio con puntos referenciales.....	82
Figura 15. Clasificación de condiciones de humedad antecedentes según precipitación acumulada previa	130
Figura 16. Tabla de valores referenciales para la determinación del coeficiente de Manning.....	131
Figura 17. Tabla de parámetros y descriptores para precipitaciones anómalas positivas en peligrosidad dentro de la caracterización del fenómeno.	136
Figura 18. Tabla de parámetros y descriptores para cercanía a una fuente de agua en peligrosidad dentro de la caracterización del fenómeno.	137
Figura 19. Tabla de parámetros y descriptores para intensidad media en una hora en peligrosidad dentro de la caracterización del fenómeno.	138
Figura 20. Tabla de parámetros y descriptores para el relieve en susceptibilidad dentro de los factores condicionantes.	139
Figura 21. Tabla de parámetros y descriptores para el tipo de suelo en susceptibilidad dentro de los factores condicionantes.....	140
Figura 22. Tabla de parámetros y descriptores para el tipo de suelo en susceptibilidad dentro de los factores condicionantes.....	141

Figura 23. Tabla de parámetros y descriptores para el uso actual del suelo en susceptibilidad dentro de los factores condicionantes.	142
Figura 24. Tabla de parámetros y descriptores para indicadores hidrometeorológicos en susceptibilidad dentro de los factores desencadenantes.....	143
Figura 25. Tabla de parámetros y descriptores para indicadores geológicos en susceptibilidad dentro de los factores desencadenantes.	144
Figura 26. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador “inducido por la acción humana” en susceptibilidad dentro de los factores desencadenantes.....	145
Figura 27. Tabla de parámetros y descriptores para grupos etarios en exposición dentro de la vulnerabilidad social.	146
Figura 28. Tabla de parámetros y descriptores para servicios educativos expuestos dentro de la vulnerabilidad social.	147
Figura 29. Tabla de parámetros y descriptores para servicios educativos en exposición dentro de la vulnerabilidad social.	148
Figura 30. Tabla de parámetros y descriptores para material de construcción de la edificación referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad social.	149
Figura 31. Tabla de parámetros y descriptores para estado de conservación de la edificación referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad social.	150
Figura 32. Tabla de parámetros y descriptores para estado de conservación de la edificación referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad social.	151
Figura 33. Tabla de parámetros y descriptores para la elevación de las edificaciones referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad social.	152
Figura 34. Tabla de parámetros y descriptores para las viviendas que cumplen normativa referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad social.	153
Figura 35. Tabla de parámetros y descriptores para la capacitación en temas de gestión del riesgo referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad social.....	154
Figura 36. Tabla de parámetros y descriptores para el conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad social.....	155
Figura 37. Tabla de parámetros y descriptores para la existencia de normatividad política y local referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad social.....	156
Figura 38. Tabla de parámetros y descriptores para la actitud frente a un riesgo referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad social.	157
Figura 39. Tabla de parámetros y descriptores para la actitud frente a un riesgo referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad social.	158

Figura 40. Tabla de parámetros y descriptores para la localización de la edificación referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad económica.....	159
Figura 41. Tabla de parámetros y descriptores para el servicio básico de agua potable y saneamiento referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad económica.....	160
Figura 42. Tabla de parámetros y descriptores para los servicios de las empresas eléctricas expuestas referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad económica.....	161
Figura 43. Tabla de parámetros y descriptores para el servicio de las empresas de distribución de combustible y gas referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad económica.....	162
Figura 44. Tabla de parámetros y descriptores para el servicio de empresas de transporte expuesto dentro de la vulnerabilidad económica.	163
Figura 45. Tabla de parámetros y descriptores para el área agrícola referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad económica.	164
Figura 46. Tabla de parámetros y descriptores para el área agrícola referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad económica.	165
Figura 47. Tabla de parámetros y descriptores para el material de construcción de la edificación referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad económica.	166
Figura 48. Tabla de parámetros y descriptores para el estado de conservación de la edificación referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad económica.	167
Figura 49. Tabla de parámetros y descriptores para la antigüedad de la constitución de la edificación referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad económica.	168
Figura 50. Tabla de parámetros y descriptores para las viviendas que cumplen normativa de la edificación.	169
Figura 51. Tabla de parámetros y descriptores para la topografía del terreno referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad económica.	170
Figura 52. Tabla de parámetros y descriptores para la elevación de las edificaciones referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad económica.	171
Figura 53. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “población económicamente activa desocupada” referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad económica.	172
Figura 54. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “población económicamente activa desocupada” referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad económica.	173
Figura 55. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “población económicamente activa desocupada” referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad económica.	174
Figura 56. Tabla de parámetros y descriptores para la capacitación en temas de gestión del riesgo referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad económica.	175

Figura 57. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “deforestación” referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad ambiental.	176
Figura 58. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “porcentaje de deforestación” referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad ambiental.	177
Figura 59. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “perdida de suelo” referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad ambiental.	178
Figura 60. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “perdida de agua” referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad ambiental.	179
Figura 61. Tabla de parámetros y descriptores para las características geológicas del suelo referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad ambiental.....	180
Figura 62. Tabla de parámetros y descriptores para la explotación de recursos naturales referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad ambiental.....	181
Figura 63. Tabla de parámetros y descriptores para la localización de centros poblados referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad ambiental.....	182
Figura 64. Tabla de parámetros y descriptores para el conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad ambiental.....	183
Figura 65. Tabla de parámetros y descriptores para el conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad ambiental. .	184
Figura 66. Tabla de parámetros y descriptores para el conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad ambiental. .	185
Figura 67. Identificación de la zona de estudio (Mapa de información geográfica).....	189
Figura 68. DEM de la zona descargado de la web	190
Figura 69. Capa con la mejora de las imperfecciones	191
Figura 70. Capa para la determinación de la dirección de flujo.....	192
Figura 71. Capa de cálculo de flujo acumulado.....	193
Figura 72. Capa de la Red de flujo sintética definida	194
Figura 73. Segmentación de corrientes.....	195
Figura 74. Delimitación de microcuencas.....	196
Figura 75. Microcuencas en formato vector.....	197
Figura 76. Líneas de drenaje en formato shapefile.....	198
Figura 77. Microcuencas según la línea de drenaje en formato shapefile	199
Figura 78. Cuenca delimitada con el punto de aforo determinado	200

Figura 79. Perímetro y área de la cuenca	201
Figura 80. Longitud de cauce principal	202
Figura 81. Valores de altitud de la cuenca	203
Figura 82. Pendiente media de la cuenca	204
Figura 83. Altura máxima y altura mínima del cauce principal	205
Figura 84. Mapa de numero de curva en condiciones normales del ANA para la cuenca de estudio ..	206
Figura 85. Mapa de numero de curva en condiciones húmedas del ANA para la cuenca de estudio ..	207
Figura 86. Ingreso de características generales de los datos de precipitaciones	208
Figura 87. Característica del tiempo del conjunto de datos a ingresar	209
Figura 88. Ingreso del primer año del registro de los datos a ingresar	210
Figura 89. Ingreso del número de datos disponibles	210
Figura 90. Máxima precipitación diaria por año	211
Figura 91. Gráfico estadístico en el programa Hydrognomon	212
Figura 92. Test de Smirnov-kolmogorov	213
Figura 93. Función densidad de probabilidad.....	214
Figura 94. Función de distribución acumulada.....	215
Figura 95. Precipitación de diseño para periodo de retorno de 5 años.....	216
Figura 96. Precipitación de diseño para periodo de retorno de 10 años	217
Figura 97. Precipitación de diseño para periodo de retorno de 50 años	218
Figura 98. Precipitación de diseño para periodo de retorno de 100 años	219
Figura 99. Precipitación de diseño para periodo de retorno de 200 años	220
Figura 100. Precipitación de diseño para periodo de retorno de 500 años	221
Figura 101. DEM de la cuenca donde se encuentra el área de estudio	222
Figura 102. Curvas de nivel de la cuenca donde se encuentra el área de estudio.....	223
Figura 103. Generación del TIN con las curvas de nivel	224
Figura 104. TIN de la cuenca del área	225
Figura 105. TIN de la cuenca ubicada en el Basemap del ArcMap.....	226
Figura 106. Creación del cauce principal con Stream Centerline	227
Figura 107. Cauce principal adyacente al área de estudio digitalizado.....	228

Figura 108. Asignación de atributos del cauce principal	229
Figura 109. Creación de los bancos del canal principal con Bank Lines	230
Figura 110. Líneas de banco de lado izquierdo y derecho	231
Figura 111. Creación de las líneas que delimitan el alcance del desborde con Flow Path Centerlines	232
Figura 112. Líneas de ruta creada para ambos lados del margen	233
Figura 113. Asignación de atributos de la línea de ruta para ambos lados del canal	234
Figura 114. Creación de las secciones transversales con XS Cut Lines	234
Figura 115. Definición de la longitud de las secciones y de la distancia entre cada sección	235
Figura 116. Procesamiento del TIN del área de estudio para el modelo 3D.....	236
Figura 117. Generación de atributos para el modelamiento 3D.....	237
Figura 118. Creación del perfil en 3D del cauce central y sus componentes.....	238
Figura 119. Generación de atributos en 3D para las secciones transversales	239
Figura 120. Generación de la data para exportación a HEC-RAS	240
Figura 121. Identificación del archivo con los datos generados	241
Figura 122. Creación del proyecto en HEC-RAS	242
Figura 123. Importación de la información geométrica generada a HEC-RAS	243
Figura 124. Selección de las unidades para la importación de datos	244
Figura 125. Geometría del canal, importada en HEC-RAS.....	245
Figura 126. Numero de Manning para el canal central y para los márgenes	246
Figura 127. Introducción del caudal de diseño para diferentes periodos de retorno.....	247
Figura 128. Pendientes del cauce principal introducidas aguas arriba y aguas abajo	248
Figura 129. Selección del régimen de flujo para el modelamiento	249
Figura 130. Exportación de la información generada en HEC-RAS	250
Figura 131. Cambio del formato de los datos importados de HEC-RAS en ArcMap.....	251
Figura 132. Selección de la generación de la capa con la información importada de HEC-RAS	252
Figura 133. Selección de los datos necesarios para el procesamiento de la capa a generar.....	253
Figura 134. Importación de la data generada en HEC-RAS.....	254
Figura 135. Procesamiento de la data importada	255
Figura 136. Información procesada en el ArcMap.....	256

Figura 137. Generación del TIN para la superficie de inundación	257
Figura 138. Selección de los perfiles importados a procesar	258
Figura 139. Generación de la llanura de inundación	259
Figura 140. Matriz de consistencia	260
Figura 141. Matriz de operacionalización de variables	261
Figura 142. Complejo deportivo del centro poblado Sarín	262
Figura 143. Tramo del Río Sarín	263
Figura 144. Vía de ingreso al centro poblado Sarín.	264
Figura 145. Realización de encuestas 1	265
Figura 146. Realización de encuestas 2	266

RESUMEN

En la presente investigación que se realizó, respecto al Centro Poblado Sarín en la provincia de Sánchez Carrión. Con el principal objetivo de evaluar el riesgo de inundación por desborde del río Sarín. Se calculó, las máximas avenidas para diferentes años, identificando la mayor área inundable, el riesgo por inundación y planteamiento de medidas de prevención. Respecto a la metodología de investigación, es de tipo descriptiva no experimental tomándose como muestra al Centro Poblado Sarín y sus sectores adyacentes a la población con todas las posibles áreas inundables que colinde. Considerando el número de pobladores extraído del INEI de 1050 personas.

Dentro de los resultados, se pudo determinar el área inundable para distintas avenidas entre 5 a 500 años. También, se encontró un nivel alto para peligrosidad encontrando un valor con magnitud adimensional de 0.136, en relación con la susceptibilidad y caracterización del fenómeno. En vulnerabilidad se encontró que tiene un nivel alto con un valor con magnitud adimensional de 0.180, en relación con las vulnerabilidades sociales, económicas y ambientales. Por tanto, se determinó que el nivel de riesgo tiene un valor con magnitud adimensional de 0.024 correspondiéndole un rango de nivel alto.

Concluyendo con propuestas de subsanación de los puntos dentro de los parámetros de peligrosidad y vulnerabilidad encontrados como medidas de prevención.

PALABRAS CLAVES: Desborde, Inundación, Peligrosidad, Riesgo, Vulnerabilidad.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

CONTEXTO

Las inundaciones catalogadas como desastres naturales, siempre han estado presentes y aunque la humanidad se ha ido adaptando, siguen causando pérdidas humanas y materiales, se estima por ejemplo que “de acuerdo con los datos disponibles en la clasificación EM-DAT, la mayoría de los desastres ocurridos en el mundo entre 1970 y 2011 fueron de origen meteorológico e hidrológico (7.650), por lo general provocados por inundaciones (3.719)” (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2014). Las inundaciones por desborde de ríos gracias a su aumento de caudal tienen especial atención en América del sur por la diversidad territorial presente, la limitada capacidad de sus instituciones y la diversidad climática; misma que se manifiesta en nuestro país con la estacionalidad de las precipitaciones generando una época seca y otra de lluvias muy marcada, que por lo general va desde septiembre hasta abril del siguiente año, con más intensidad entre diciembre y marzo del siguiente año, dejando a su paso diferentes afectaciones en las zonas más vulnerables a este evento en nuestro país (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú [SENAMHI], 2016), como lo reportó el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI, a inicios del año 2019 las intensas lluvias dejaron un saldo de 39 fallecidos, 8299 afectados por las inundaciones, así como 14 heridos (Centro de Operaciones de Emergencia Nacional [COEN], 2019). Algunas de estas zonas vulnerables son las regiones ubicadas en el norte del país, tanto las zonas costeras como en las zonas altoandinas, las mismas que debido a la complicada accesibilidad, el relieve accidentado propio de la zona y un crecimiento económico y poblacional no planeado, por mencionar algunas causas que incrementan la vulnerabilidad; aunado a esto, gracias al cambio climático han aumentado los eventos

climáticos como el mencionado hasta en un 25% según INDECI, además de que las emergencias por fenómenos naturales aumentaron hasta por 6 veces y el 72% fueron de origen climático; y específicamente la costa y sierra norte han mostrado un incremento en frecuencia e intensidad de lluvias respecto a la sierra central, con lo cual se tienen altas probabilidades en la región de La Libertad de ocurrencia ante inundaciones (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2016).

La sierra liberteña tiene un historial largo de los eventos mencionados ocurridos con anterioridad, y aun así no se ha podido prevenir eficientemente debido al incremento en la intensidad de las precipitaciones y el aumento de asentamientos e infraestructura de diversa índole. Según un informe en base a la identificación de zonas críticas, la provincia de Sánchez Carrión ocupa el segundo lugar en cantidad de puntos críticos, es decir susceptibles a ser dañados, el daño correspondiente a un aumento de caudal incluye pérdida de viviendas, destrucción de vías u obras de arte, afectación a los servicios básicos como el alcantarillado o la red de agua potable, daño a infraestructura pública importante como colegios y hospitales, pérdida de cultivos, entre otros (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMMET], 2008). Si bien las lluvias en estas zonas son estacionales y de algún modo esperadas, esto no evita que recientemente hayan ocurrido fenómenos que devienen en daño a determinados sectores, uno de estos eventos es el desborde del río Sarín en el 2014, que provocó muchos de los daños anteriormente mencionados, en conjunto con esto se reportó que en el 2022 en el sector Ticapampa del C.P. Sarín se rompió la defensa ribereña dejando viviendas expuestas. Usualmente en zonas alejadas, de difícil acceso o no tan conocidas, no suele haber información hidrométrica, por lo que es indispensable la teoría habida en la hidrología e hidráulica, para que, por medio de distintos métodos matemáticos, se pueda completar la data requerida para cumplir con los objetivos propuestos, esto además se complementa gracias a la

tecnología geomática existente y al uso de distintos softwares que modelan eventos de acuerdo a parámetros establecidos, es que se pueden llegar a cumplir o realizar el estudio requerido, estos softwares también utilizan la teoría existente aplicada a los modelos con los que cuenta. Dentro de todas las utilidades que se le puedan dar a la gestión de riesgos de desastres, en este caso sirve para mitigar un posible evento de desborde e inundación, determinando el nivel de riesgo de una zona en particular, lo que a la larga permitirá una mejor capacidad de respuesta, que incluye la prevención que desemboca a una mayor adaptabilidad y resiliencia de la población.

MARCO TEÓRICO

ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Internacionales

- Al estudiar las inundaciones fluviales, es decir, el desborde de los ríos, también hablamos de diferentes parámetros o características que conforman su estudio, y tienen influencia en el evento, como las precipitaciones, las condiciones del terreno, las características del cauce, entre otros. Es así que, para lograr conocer el comportamiento del río ante crecidas es necesario seguir ciertos lineamiento o procedimientos según los datos disponibles, en vista de esto; Barrera Rodriguez, Danilo, Universidad Técnica de Ambato (2021), en su tesis donde aplica el diseño bibliográfico o documental titulada "Caracterización del comportamiento hidráulico del río Ambato en el tramo comprendido entre el sector de Tilulún y el sector de las Viñas desde el km 0+00 al 4+00 mediante un modelo matemático"; hace mención a que:

Al encontrar datos hidrométricos del río a estudiar, no fue necesario aplicar modelos hidrológicos, solo con los datos históricos de caudales, calcular el caudal para el

periodo de retorno que el autor considero pertinente, además de recopilar información topográfica para la caracterización del terreno, los datos topográficos se trabajaron en ArcGIS, el cual se puede trabajar en conjunto con el software Hec-Ras para determinar el comportamiento hidráulico bajo las condiciones dadas, obteniendo al final diferentes velocidades de flujo y caudales que traen consigo diferentes consecuencias como inundaciones, erosión o socavación en zonas aledañas, el autor concluye que para el periodo de retorno de 261.20 años el aumento de caudal del río Ambato provocara desborde y el posterior daño económico a las zonas aledañas, determinando también secciones críticas que abarca un parque y un club, además que existirá socavación en el puente que está en el tramo de estudio. Este estudio nos dice que el trabajo conjunto de los dos softwares antes mencionados nos puede dar resultados satisfactorios en cuanto a modelamiento hidráulico siguiendo el orden correcto.

- Willys Duarte, Guillermo, Universidad Autónoma de Baja California (2021), en su tesis del tipo descriptivo - no experimental, titulada "Análisis de riesgo por inundaciones en zona urbana de la ciudad de Tijuana. Caso de estudio"; nos dice que: En su investigación trabajó con datos pluviales, por lo tanto, tuvo que elegir algún método de estimación de caudales, donde se tienen en cuenta la relación lluvia – escorrentía, y para su caso eligió el método racional, para el cual tiene que hallar la intensidad de la precipitación y otros datos de la cuenca, para luego con los caudales de diseño poder hacer el modelamiento hidráulico con el software Hec-Ras, el cual al mostrar el escenario de inundación, ayudará a la determinación del riesgo que para este caso se basa en conceptos del CENAPRED para cuantificar el riesgo, calculando el peligro y la vulnerabilidad. Según indica 8072 hectáreas del área urbana de la zona de estudio se verán afectadas, para un periodo de retorno de 25 años, además de

especificar que el 4% de la población total de la zona de estudio se verá afectada. El autor también tomó datos de elevaciones dispuestos en la base de datos que consultó, más recalca que se pueden tener mejores resultados al actualizar la misma, además también recalca que la falta de planeación es de los principales parámetros que aumentan el riesgo, en conjunto con la falta de interés de mitigar los resultados, en cuanto a riesgos hallados.

Nacionales

- Ledesma Mercado, Jhonatan, Universidad Nacional del Centro del Perú (2019), en su investigación del tipo aplicada y diseño descriptivo transeccional; titulada "Análisis comparativo de la estimación del nivel de riesgo de desastres del centro poblado de Huallamayo, Paucartambo – Pasco" (Perú); nos dice que:

Al estar en una región con gran diversidad geográfica hay zonas más expuestas que otras a una multiplicidad de eventos que causan desastres, lo que significa zonas con mayor vulnerabilidad, es prioritario no solo reconocer a simple vista el peligro o el riesgo, si no que hacer análisis más detallados como el que se desarrolló para este trabajo aplicado para el centro poblado de Huallamayo, lugar donde ya se tenía antecedentes de desastres causados por el aumento de caudal del río Paucartambo, con esto en cuenta es que se decide hallar el nivel de riesgo para los desastres a los que esta propenso el centro poblado, para esto fue necesario aplicar la metodología proporcionada por INDECI para darle validez al estudio, además se creyó conveniente elegir una metodología internacional como CAPRA para aplicarla y poder hacer una comparación. Se llega a concluir que hay una relación que se aplica entre el riesgo y vulnerabilidad donde este último representa un indicador del primero, y que al parecer el análisis de vulnerabilidad con el enfoque de INDECI deja vacíos, ya que según el

autor muestra vacíos en la determinación de los valores, lo que revela su baja confiabilidad en comparación con el análisis CAPRA, incluso proveyendo un plan de contingencia en caso el resultado sea negativo. Se da a entender entonces que para hacer un estudio con mayor sustento es necesario realizar análisis con más profundidad, donde se trabaje no solo con la observación y el criterio si no que se usen datos como los que brindan las estaciones hidrológicas o información topográfica, para que el estudio pueda aplicarse a la realidad y ser útil a la comunidad.

- Cómo parte de este estudio se sabe que será necesario la aplicación de distintas herramientas, las cuales tienen una base teórica matemática, ya sea al momento de hacer los modelamientos o cuando se trabaja con la estadística. Esto debido a que en su mayoría los la hidráulica y la hidrología trabajan con modelos matemáticos para poder tener cierto poder de predictibilidad y lograr aterrizar los resultados a decisiones o el propio diseño y planeamiento de proyectos para determinada zona. Se puede llegar a pensar de que resultaría en extremo complicado realizar alguno de estos estudios por todo lo que implica realizarlo en el país, ya que la falta de datos, la manejabilidad de los propios datos o la accesibilidad a las herramientas como los softwares necesarios para el modelamiento, podrían traer dudas de la factibilidad de un trabajo de este tipo, en vista de esto; Aguirre Segura, Max, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo (2021), en su tesis del tipo descriptiva y diseño transversal, titulada "Análisis de vulnerabilidad y riesgo por inundación en la ciudad de Namballe como consecuencia del desborde del río Namballe en épocas de fuertes lluvias mediante el uso de modelos matemáticos"; hace mención a que:
En su investigación realizada en la ciudad de Namballe, hizo uso de herramientas o procedimientos de fácil acceso para recopilar información o procesarla como obtener el perfil del terreno por archivos DEM, delimitación de la cuenca con ArcGIS, análisis

hidrológico con HEC-HMS, análisis hidráulico con IBER, obtención de datos de precipitación en la página web de SENAMHI, obtención de caudales para determinados tiempos de retorno utilizando la teoría matemática; ahora bien, debido a que su trabajo incluía analizar la vulnerabilidad y el riesgo, es que se trabajó con el manual básico para la estimación de riesgo de INDECI generando así mapas de vulnerabilidad y riesgo, además que en sus resultados implicaban al final que para periodos de retorno de 100 años a más la inundación era considerable era necesario para el autor dar propuestas de solución estructurales, es así que por último se utilizó programas para el diseño de la estructura propuesta para la mitigación. Se puede inferir entonces que es viable en este nivel de investigación realizar el trabajo ya que no representa mayor dificultad de acceso a los diferentes softwares o data necesario. Respecto a la data que pudo representar una dificultad mayor se pudo notar que se solucionó el problema haciendo uso de la teoría hidrológica para poder completar la data, aun si es más recomendable según el autor tener más estaciones para poder recopilar la mayor cantidad de datos posibles para evitar errores, porque aun siendo efectivo el método para cubrir los datos faltantes.

Locales

- Apreciando que un análisis de vulnerabilidad o riesgo para una inundación de cualquier tipo puede realizarse sin inconvenientes que no se puedan solucionar con la teoría ya estudiada y herramientas accesibles. Respecto a este último factor, y al notar otras investigaciones usando manuales extranjeros, surge la duda de que guía o parámetros seguir para este análisis y la forma en la que se debe usar para la finalidad deseada, se puede inferir que Perú al igual que otros países posee o dispone parámetros oficiales a seguir para realizar estos estudios, en vista de esto; Loyola

Morales, Juan, Universidad Cesar Vallejo (2019), en su investigación del tipo descriptiva y diseño transeccional; titulada "Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad"; menciona que:

Para la evaluación de riesgo por inundación usó el Manual Básico para la Estimación del Riesgos del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), recopilando la información requerida según el tipo de desastre a evaluar, que este caso es una inundación, obtuvo resultados de riesgo alto, gracias a cuantificar la vulnerabilidad, la cual se subdivide en diferentes dimensiones, y el peligro, para al final proponer medidas de prevención que el autor separa en estructurales y no estructurales, mismos ítems que se puede encontrar en el Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales del CENEPRED, mismo al que hace mención como una de las instituciones a conocer al estar encargada de la gestión de riesgo. Asimismo, da a entender la adaptabilidad de este tipo de guías para diferentes tipos de desastres, y dando a conocer posibles causas que llevan a tener un riesgo alto, haciendo énfasis en la falta de planeación territorial u ordenamiento, en conjunto con el mal trato al cauce del río, es decir a la intervención humana, logrando cambiar el caudal. El autor también da importancia a este tipo de evaluaciones, ya que como dice, es mejor gestionar riesgos que desastres.

- Al igual que en cualquier estudio o análisis que se quiera hacer, este siempre va acompañado de otros estudios previos que complementen o den la información necesaria para desarrollar el tema de interés, es así que como se puede notar que un análisis o estudio de vulnerabilidad, riesgo o similar aplicado a inundaciones o desbordes de río, es necesario aplicar conocimientos de hidráulica e hidrología, lo cual

nos lleva a plantearnos qué conocimiento, manejo de teoría o herramientas son necesarias para completar un estudio que involucre a los elementos antes mencionados y que alcance tiene o que resultados llega a dar, con esto presente; Gavidia y Bazán, Universidad del Norte (2020), en su investigación de tipo descriptiva y de diseño no experimental; titulada "Efecto del comportamiento de caudales máximos con fines de encauzamiento de avenidas en el sector puente Careaga, río Chicama 2020"; indica que:

En su investigación, dado a que si pudo disponer con el registro de caudales históricos del río a estudiar, se centró más en su comportamiento, es decir al factor hidráulico, apoyándose de la distribución de probabilidades, usando la distribución de Nash y Gumbel para los diferentes periodos de retorno de acuerdo a la finalidad del estudio. Para el modelamiento hidráulico eligió el software Hec-Ras con todas las extensiones necesarias para trabajar en conjunto con la tecnología SIG, obteniendo diferente área de inundación para cada periodo de retorno, e identificando los puntos críticos para su propuesta y diseño de una medida de protección, el cual es su objetivo final, para aplicar los conocimientos y herramientas hidráulicas, dentro del estudio se puede ver las consecuencias de un aumento de caudal, erosión y desgaste causados a elementos estructurales, para lo cual se propone en este caso específico diferentes medidas estructurales para dar solución de forma preventiva a los puntos críticos encontrados, gracias a los datos obtenidos en el modelamiento.

BASES TEÓRICAS

Inundaciones

Viene a ser el rebase del nivel normal del agua de ríos, lagunas o lagos gracias a las precipitaciones que por ejemplo hacen que el volumen máximo de transporte de un río sea

superado ocasionando su desborde que deviene en una invasión de agua que cubre temporalmente a las superficies de tierra aledañas, que normalmente son llamadas zonas inundables o franjas de inundación. En las regiones montañosas con mayor pendiente suelen presentarse de manera más súbita y violenta, además se producen entre noviembre y abril de todos los años durante la temporada de lluvias. (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres [CENEPRED], 2014).

1. Tipos de inundación

1.1. Por su duración

- 1.1.1. Inundaciones dinámicas o rápidas: Se producen en ríos cuyas cuencas presentan fuertes pendientes, por efecto de las lluvias intensas. 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 (CENEPRED, 2014).
- 1.1.2. Inundaciones estáticas o lentas: Generalmente 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).

1.2. Por su origen

- 1.2.1. Inundaciones pluviales: Producidas sólo por el acopio del agua de las precipitaciones en una zona geográfica determinada sin incluir al desborde de cauces de ríos. Para que suceda es necesario que haya niveles de lluvia anómalos o mayores a la media del lugar y que sean persistentes, en síntesis, debe haber una importante acumulación de volumen de lluvia en

un periodo de tiempo corto o en todo caso, lluvia no tan intensa, pero persistente a través de un largo periodo de tiempo sobre un suelo sin mucha capacidad de absorción (CENEPRED, 2014).

1.2.2. Inundaciones fluviales: Producidas en gran medida por el desborde de un cauce fluvial; ya que a veces el agua incrementa su nivel de manera abrupta, superando así la capacidad que su cauce natural puede almacenar y transportar sin que se desborde cuando hay crecidas (CENEPRED, 2014).

2. Daño de inundaciones a infraestructura

Producidos por la hidratación o saturación en la estructura, suministros y equipamiento; desgaste de las líneas vitales; provoca el asiento o la caída de edificaciones, desgaste de tabiquería y pisos; también de equipo e insumos; daño o caída de cobertura; así como también, desgaste de muebles, ropa, documentos, archivos, etc (CENEPRED, 2014).

3. Situaciones que incrementan los efectos de las inundaciones

Relleno del cauce natural; uso del material del cauce para fines constructivos sin el adecuado control; mal uso del espacio, al arrojar desperdicio o desmonte; ejecución indebida de proyectos: obras de arte u otros proyectos hidráulicos, la deforestación en diversos puntos de la cuenca, en especial en la parte media y alta; ausencia de planificación urbana, invadiendo cauces naturales de ríos o riberas (CENEPRED, 2014).

Hidrología

Es la ciencia natural que estudia el agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos (Villon M., 2006).

Puede decirse que es el estudio de todo el ciclo hidrológico. Referido al tema determina la frecuencia, magnitud y duración de las tasas de flujo de la corriente y su relación con las precipitaciones y demás factores que sean de relevancia, además incluye en su estudio al escurrimiento, la humedad del suelo, la evapotranspiración, caudales y la armonía del volumen glaciares.

1. Ciclo hidrológico

Toda la gama de cambios por las que atraviesa el agua en la naturaleza donde circula de manera continua a través de diferentes caminos y en todos sus estados y sus formas. Este ciclo ayuda a delimitar el campo de la hidrología y lo que estudia, por lo que se dice que es el foco central de la hidrología. Este fenómeno llega a ser muy complejo e intrincado, sumándole a esto que es muy irregular generando así periodos que pueden llamarse normales, otros periodos de sequias, y otros de inundaciones (Villon M., 2006).

2. Cuenca

Es el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación se unen para formar un solo curso de agua (Villon M., 2006).

- Cuenca hidrográfica: Es la definición geográfica de la cuenca, su contorno o limite (Villon M., 2006).
- Cuenca hidrológica: Entendida como una entidad para el manejo que se realiza en la cuenca hidrográfica (Villon M., 2006).

Se pueden encontrar cuencas:

- Según su tamaño: Microcuenca (Pequeña), subcuenca (mediana) y cuenca (grande).
- Según su ecosistema: Áridas, tropicales, frías y húmedas.
- Según su objetivo: Hidro-energéticas, para agua poblacional, agua para riego y agua para irrigación.
- Según su relieve o pendiente: plano, suave, mediano, accidentado, fuerte, muy fuerte, escarpado y muy escarpado.
- Según la dirección de la evacuación de las aguas: Exorreicas, endorreicas y arreicas.

2.1. Parámetros geomorfológicos de la cuenca

Entre los que determinan y describen mejor a la cuenca tenemos a la delimitación de la cuenca, área de la cuenca, longitud de cauce principal, perímetro de la cuenca, elevación y pendiente de los terrenos, red de drenaje y la forma de la cuenca (Villon M., 2006).

Podemos describirla según los siguientes parámetros:

- Coeficiente de compacidad o índice de Gravelius (K_c): Relación entre el perímetro de la cuenca (P) y el perímetro de un círculo de área (A) de la cuenca hidrográfica (Villon M., 2006).

$$K_c = 0,28 \cdot \frac{P}{\sqrt{A}}$$

- Coeficiente de circularidad (C_c):

$$C_c = 4 \cdot \pi \cdot \frac{A}{P^2}$$

- Factor forma (F_f o K_f): Relación entre el área de la cuenca (A) y la longitud (L) de la misma (Villon M., 2006).

$$K_f = \frac{A}{L^2}$$

3. Recursos hídricos

Comprende el control de los recursos naturales abarcando aguas continentales entre ellas superficial y subterráneas (Ley 29338, 2010).

3.1. Agua atmosférica

3.1.1. Precipitaciones: Con origen en las nubes, llegando a la parte superficial del suelo, aquí se encuentra la lluvia, la nieve y otros eventos donde el agua se precipita a la capa superficial terrestre. (Aparicio F., 1989).

3.1.1.1. Lluvia:

Fenómeno ocasionado producto de la acumulación y evaporación de gotas de agua en la atmósfera. (Aparicio F., 1989).

Se presentan algunas características para el estudio hidrológico.

- Precipitación media sobre una zona: Se refiere a la altura o nivel promedio de determinada zona de influencia, para muchos problemas hidrológicos se necesitan incluso la altura diaria, mensual, anual, y la media de cada una. (Villon M., 2006).
- Intensidad ($i_{m\acute{a}x}$): Cantidad de agua caída por unidad de tiempo, y lo que se plasma es la altura máxima de agua de precipitación (P) caída por unidad de tiempo en horas (t) (Villon M., 2006).

$$i_{m\acute{a}x} = \frac{P}{t}$$

- Duración: Tiempo que pasa desde el inicio hasta el fin del evento, dentro del cual se encuentra el parámetro periodo de duración, tomado en minutos u horas (Villon M., 2006).

- Frecuencia: Cantidad de oportunidades en las que se repite un evento con cualidades y cantidades de intensidad y duración determinadas, en cierto periodo de tiempo, normalmente se obtiene en años (Villon M., 2006).
- Periodo de retorno (T): Espacio de tiempo promedio, que transcurre para que determinado evento pueda ser igualado o excedido. Representa al inverso de la frecuencia (f), y se determina también según criterio del investigador (Villon M., 2006).

$$T = \frac{1}{f}$$

- Representación gráfica:
 - a. Hietograma: Gráfica el cambio de la intensidad en mm/hora, en el transcurso de una tormenta expresada en minutos u horas. A veces se requiere saber la distribución para determinado periodo de tiempo, es así que se necesita la construcción de hietogramas de diseño, el mismo que requiere la ayuda de las relaciones IDF o la curva IDF, este método que lo utiliza se llama Método del bloque alterno (Villon M., 2006).
 - b. Curva masa-precipitación: Representación del agua acumulada vs el tiempo, no decrece, y la pendiente de la tangente representa la intensidad instantánea en cualquier punto y en ese tiempo (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2011).
 - c. Curvas IDF: Pretende asociar la intensidad con el tiempo que dure la lluvia, además de la probabilidad de ocurrencia o frecuencia, en síntesis, aunque es común que no se disponga de

la información suficiente para su construcción, se emplean métodos para obtener una estimación de los datos faltantes (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2011).

3.2. Agua subsuperficial

Es la que se encuentra por debajo de la superficie, y que tiene interacciones y comportamientos que influyen a la hidrología del agua superficial (Aparicio F., 1989).

3.3. Agua superficial

Agua que fluye sobre la superficie de la tierra, e interactúa con el agua atmosférica y el agua subsuperficial (Aparicio F., 1989).

3.3.1. Ríos

Curso fluvial que desemboca en un curso fluvial de mayor magnitud (ANA, 2016).

3.3.1.1. Componentes legales: Se detalla las partes del cauce y su limitación con la faja marginal, según la normativa vigente (ANA, 2016).

- Cauce o álveo: Físicamente es el aspecto en planta, sección y perfil que tiene una corriente (ANA, 2016).
- Cauce inactivo: Cauce o álveo por el que no discurre el agua por variación de su curso (ANA, 2016).
- Riberas: Áreas de los ríos, arroyos, torrentes, lagos y lagunas, comprendidas entre el nivel mínimo de sus aguas y el nivel de su máxima creciente. Para su delimitación no se considerarán las máximas crecidas registradas por eventos extraordinarios, constituye un bien de dominio público hidráulico (ANA, 2016).

- Nivel mínimo de las aguas: Nivel de las aguas, calculado o estimado en base a los niveles mínimos de los registros históricos considerando los periodos máximos de información disponible, o de la información disponible en la Unidad Hidrográfica (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016).
- Nivel de máxima creciente: Nivel de las aguas durante su máxima crecida y en una sección transversal específica del cauce, arroyo, lago, laguna y reservorio; no se considerarán las máximas crecidas por causas de eventos extraordinarios (ANA, 2016).
- Faja marginal: Área inmediata superior al cauce o álveo de la fuente de agua, natural o artificial, en su máxima creciente, sin considerar los niveles de las crecientes por causas de eventos extraordinarios, constituye bien de dominio público hidráulico (ANA, 2016).

3.3.1.2. Características: Se refiere a los datos que pueden servir para el estudio de su comportamiento y que podemos encontrar tanto en el flujo o el canal, ya sea la velocidad, el caudal, la turbidez, la forma del cauce, etc (ANA, 2016).

4. Estudio hidrológico

Se mencionan algunos parámetros o detalles importantes de un estudio hidrológico referidos al tema del presente proyecto, que incluyen e interrelacionan a las precipitaciones y el comportamiento del río y su cuenca (Villon M., 2006).

4.1. Datos hidrometeorológicos

Aquellos datos medibles de lluvia o de caudales que se han ido acumulando a lo largo del tiempo, se pueden obtener en distintas instituciones

gubernamentales. Los mismos que sirven para el análisis por distintos métodos estadístico o en la construcción de modelos hidrológicos (Villon M., 2006).

4.2. Estimación de caudales de diseño

Generalmente referido a encontrar el caudal de diseño o máximo caudal para determinado periodo de tiempo o periodo de retorno. Dependiendo de los datos con los que se tengan, ya sea que se cuenten con datos hidrométricos o pluviométricos se eligen la forma del trabajo, cuando se cuentan con registros históricos de caudales, se aplican métodos estadísticos para calcular las máximas avenidas, también se aplican las relaciones graficas para estudiar y hallar distintos parámetros del comportamiento de la cuenca con el río y la relación lluvia – escurrimiento. Al no contar con datos de caudales se trabaja con datos pluviométricos, teniendo en cuenta el modelo lluvia – escurrimiento que determina el comportamiento de la cuenca y el río, para poder calcular las máximas avenidas (Villon M., 2006).

Existen varios métodos para calcular el caudal máximo, y dependiendo de los datos disponibles, tenemos:

- Método empírico
- Método del scs-cn
- Métodos estadísticos
- Método directo
- Métodos hidrológicos y correlaciones gráficas

Es importante señalar que la lluvia no solo aporta al caer directamente en el cauce del río, si no que existe un aporte importante de la lluvia que cae fuera del cauce principal en la cuenca a la que pertenece el río, podemos encontrar 3 posibles comportamientos:

- a. Precipitación en exceso (Escorrentía directa): También llamada precipitación en exceso y que deviene finalmente en la denominada escorrentía directa, que suele depender tanto de la intensidad y otras características de la lluvia, así como, de las características del terreno de la cuenca (Villon M., 2006).
- b. Infiltración: Donde el agua pasa por la parte superficial del terreno y va al suelo. Existen muchos factores que incrementan la tasa de infiltración, los cuales dependen de las características del suelo donde caiga la lluvia, como la pendiente, el tipo de suelo, entre otros factores, este proceso puede concluir en escorrentía subsuperficial y/o escorrentía subterránea, también se acumulan en las capas de suelo aumentando su humedad o se acumulan en el nivel freático, que entre otros fines puede llegar a ser la escorrentía base. No necesariamente indica pérdida. Para hallar un valor que lo refleje cuantitativamente tenemos el Método SCS o el Método Green-Ampt presentes en la literatura (Villon M., 2006).
- c. Pérdidas: Es la precipitación que no aporta o no aporta en el tiempo adecuado al aumento del caudal, generalmente debido a la absorción por infiltración, interceptación o almacenamiento superficial (Villon M., 2006).

Todos los métodos tienen implícitos la relación que hay entre lluvia y escorrentía, y como contribuye al caudal. Hay diferentes opciones aplicables a nuestro caso, en el cual menciona diferentes tipos de métodos como el método racional y el racional modificado, o el modelamiento hidrológico HMS que tiene implícito diferentes métodos y sistemas para la simulación

4.2.1. Método racional modificado

Propuesto por el manual de hidrología, hidráulica y drenaje del MTC, y válido para cuencas menores a 770 km² y para un tiempo de concentración entre 0.25 y 24 horas (Ministerio de Transportes y comunicaciones, 2011).

La fórmula para el caudal de diseño (Q) es:

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A \cdot K$$

Donde:

C= Coeficiente de escorrentía

$$C = \frac{(P_d - P_o) \cdot (P_d + 23 \cdot P_o)}{(P_d + 11 \cdot P_o)^2}$$

I= Intensidad de precipitación (mm/h)

$$I = \left(\frac{P}{24}\right) \cdot (11)^{\frac{28^{0,1} - t_c^{0,1}}{28^{0,1} - 1}}$$

t_c= Tiempo de concentración

$$t_c = 0,3 \cdot \left(\frac{L}{S^{0,25}}\right)^{0,76}$$

L= Longitud del cauce mayor (km)

S= Pendiente promedio del cauce mayor (m/m)

P= Precipitación máxima corregida (mm)

$$P = k_A \cdot P_d$$

P_d= Precipitación máxima diaria (mm)

k_a= Factor reductor o coeficiente de simultaneidad

$$k_A = 1 - \left(\frac{\log A}{15}\right)$$

A= Área de la cuenca (km²)

K= Coeficiente de uniformidad

$$K = 1 + \frac{t_c^{1.25}}{t_c^{1.25} + 14}$$

4.2.2. Modelamiento HEC-HMS

El espacio en donde se trabaja es una cuenca, y se puede transformar en principio lluvia en escorrentía, de esta forma se caracteriza primero a la cuenca con sus distintos parámetros geomorfológicos y luego a su comportamiento con las lluvias, así la entrada al sistema sería la precipitación y la salida sería el caudal, la evaporación y el flujo subsuperficial, en caso de no intervenir o no ser determinantes para el caudal se consideran pérdidas que escapan de los límites de la cuenca. Cada variable o parámetro pertenecen a su respectivo método empírico para ser determinante, estos métodos vienen dados gracias al comportamiento de la lluvia en las cuencas y a la relación lluvia-escorrentía mencionado anteriormente, el tipo de modelo se elige en función de forma, aleatoriedad y la variabilidad espacial y temporal de los diferentes procesos involucrados (Villon M., 2006).

- En la interacción de las precipitaciones con la cuenca y su relación con el caudal, como se dijo se presentan diferentes comportamientos de las precipitaciones en esta interacción, en los diferentes métodos para estimación de caudales están presentes diferentes parámetros o índices que caracterizan a la cuenca y cuantifican varios parámetros de este comportamiento, además de representaciones gráficas que ayudan a obtener parámetros que se requieran.
 - Tiempo de concentración: Es el tiempo en donde toda la cuenca contribuye al cauce, en otras palabras, se puede decir que es el

tiempo que transcurre desde que una gota cae por precipitación en el punto más alejado de la cuenca hasta la salida de la cuenca (Villon M., 2006).

- Coeficiente de almacenamiento: Cuantifica el retraso que la cuenca aplica al escurrimiento superficial para desplazarse (Villon M., 2006).
- Coeficiente de escorrentía: Es una relación entre la tasa de escorrentía en su cima (profundidad de escorrentía) y la tasa de lluvia (precipitación total luego del inicio de la escorrentía) para la cuenca de drenaje (Villon M., 2006).
- Numero de curva N: Es un valor adimensional que en muchos casos requiere de calibración o ajuste a su valor inicial, representado por un número, tal que $0 \leq CN \leq 100$, donde un $CN=0$ que indicaría una infiltración total de la lluvia y $CN=100$, que todo lo que llueve escurre (Villon M., 2006).
- Abstracciones por el método scs: En este método se entiende a la precipitación total (P) como la suma de las pérdidas y aportes, donde relaciona a las dos cantidades potenciales con los 2 reales (Villon M., 2006).
- Infiltración media: Proceso mediante el cual se supone que la capacidad de infiltración es constante, y a esta medida o parámetro se le llama índice de infiltración media (Φ) (Villon M., 2006).
- Hidrograma: Representación gráfica que muestra el cambio en el tiempo de alguna información hidrológica, mayormente asociada al caudal, se puede decir que expresa de manera integral las

características fisiográficas y climáticas que rigen las relaciones
entre lluvia y escorrentía de determinada cuenca de drenaje

Tenemos al hidrograma anual e hidrograma de tormenta (Aparicio
F., 1989).

Tenemos formas de representación como:

Hidrograma unitario: El HU de una cuenca se determina
como el hidrograma de escurrimiento directo resultante de 1
pulgada de exceso de una precipitación repartida uniformemente
sobre el área de la cuenca, con una intensidad o tasa constante en
un periodo de duración efectivo (Aparicio F., 1989).

Hidrograma sintético: Surge ante la falta de datos ya que
no en todas las cuencas se pueden encontrar estaciones
hidrométricas o los registros de lluvia necesarios, debido a su
importancia se han desarrollado muchos hidrogramas sintéticos, se
presentan algunos métodos como el hidrograma sintético triangular
o el hidrograma sintético de Snyder (Aparicio F., 1989).

Hidráulica

Para el presente trabajo se puede decir que estudia el componente líquido y sus
características como su comportamiento en diferentes ámbitos o superficies, es así que al
tener en cuenta al río como una unidad de estudio se denomina hidráulica fluvial. La
hidráulica se relaciona de manera muy estrecha con la hidrología ya que ambas se
retroalimentan entre sí, y ya que para el presente tema se requiere conocer el área de
inundación es necesario tener en cuenta los parámetros que influyen en el comportamiento en
un determinado cauce y con una determinada avenida. Al querer hallar lo que se requiere

tenemos a la ecuación general de la hidráulica, donde se determinan los parámetros que se requieren para hallar la propagación y proceder a la simulación de la propagación o tránsito del río (Te Chow V., 2005).

1. Parámetros

Dimensiones espaciales del cauce como perímetro mojado, radio hidráulico o tirante, caudal, rugosidad, propiedades de los fluidos y presión (Te Chow V., 2005).

2. Tránsito o propagación de avenidas

Al comportamiento de los flujos lo rigen diferentes ecuaciones provenientes de diferentes teorías o teoremas que son capaces de representar su comportamiento o parte de él, teniendo en cuenta que lo que estudiamos es en sí un flujo, es que se puede llegar a determinar con mucho nivel de precisión su avance, tránsito o propagación, considerando los parámetros o restricciones a la que está sujeta, con esta premisa es que según el fin. (Te Chow V., 2005).

El uso o la necesidad que se le quiera dar tenemos dos principales tipos de tránsito o propagación:

2.1. Agregado: Es llamado también el ‘tránsito hidrológico’, y el flujo solo se estudia o se computa como función del tiempo solo en un sitio en especial, mayormente requerido cuando se tiene un caudal en un tramo aguas arriba y se quiere determinar en otro tramo del cauce, por esto es más apropiado decir tránsito de caudales a este apartado (Te Chow V., 2005).

2.2. Distribuido: También llamado el ‘tránsito hidráulico’, el flujo en este modelo se estudia o se computa como función de espacio y tiempo a lo largo del sistema, y la ventaja es que también en este modelo se calcula el nivel de agua simultáneamente se le llama distribuido ya que los parámetros que influyen en el flujo que circula a

través del suelo y por los canales logran que el caudal, la velocidad y profundidad cambien en el espacio a través de la cuenca. En este modelo se presentan diversos métodos para su desarrollo dentro del cual se pueden hallar también diferentes coeficientes, los mismos que suelen ser determinantes si se requiere trabajar con determinado software para simular la distribución, y dependiendo del método que el software utilice, también depende del tipo de flujo a estudiar (Te Chow V., 2005).

3. Canales

Un canal viene a ser un conducto por el cual fluye el agua y dentro de todas las maneras de clasificar un canal se puede mencionar que según su origen pueden ser naturales o artificiales. En lo que respecta a los canales naturales, lo más común para este tipo, es que sean canales abiertos, es entonces que los ríos en términos hidráulicos vienen a ser canales, aunque de una forma más simplificada ya que los ríos presentan más cambios en sus variables a lo largo de su cauce, por esto mismo es que muchas veces para facilitar el proceso de estudio y en caso de tratarse de un estudio como en el de inundaciones se simplifica y se describe con métodos y/o modelos de flujo en canales que logren resultados más aproximados; se tiene en cuenta a la geometría del canal o el tipo de flujo que presente en el mismo para proceder a su análisis (Te Chow V., 2005).

3.1. Geometría del canal: En los canales naturales las secciones tienden a ser muy irregulares y pueden variar desde formas parabólicas a formas trapezoidales, y en crecidas presenta una sección primaria del canal que transporta la corriente con caudales normales y una o varias secciones laterales en caso de desborde (Te Chow, V., 2005).

3.2.Elementos geométricos de una sección: Se presentan algunos con importancia básica (Te Chow V., 2005).

- Profundidad de flujo: Altura que va desde el punto más bajo de una sección del canal hasta la superficie libre (Te Chow V., 2005).
- Nivel: Distancia vertical desde un punto de referencia hasta la superficie libre (Te Chow V., 2005).
- Ancho superficial: Ancho de la sección del canal en la superficie libre (Te Chow V., 2005).
- Área mojada: Área de la sección transversal del flujo perpendicular a la dirección del flujo (Te Chow V., 2005).
- Perímetro mojado: Longitud de la línea de intersección de la superficie de canal mojada y de un plano transversal perpendicular a la dirección del flujo (Te Chow V., 2005).
- Radio hidráulico: Relación del área mojada con respecto a su perímetro mojado (Te Chow V., 2005).
- Profundidad hidráulica: Relación entre el área mojada y el ancho en la superficie (Te Chow V., 2005).
- Factor de sección para el cálculo del flujo crítico y uniforme (Te Chow V., 2005).

3.3.Características que influyen en el flujo: En la interacción del flujo con el canal, hay características que influyen en su comportamiento, como la ya mencionada geometría del canal, pero además hay otros parámetros que incluso se requieren para el modelamiento (Te Chow V., 2005).

Se hace mención de algunas independientemente del tipo de flujo a estudiar:

- Pendiente del canal: Puede cambiar la velocidad en diferentes puntos, además de influir en la presión (Te Chow V., 2005).
- Rugosidad: Dato fundamental para el cálculo hidráulico, además presenta diferentes formas de cuantificarlo, una de ellas se representa en la relación que tiene con la velocidad del flujo propuesta por Manning, donde surge el coeficiente de rugosidad, conocido como n de Manning. No hay un método exacto para hallar el coeficiente mencionado, pero a raíz de factores que influyen en su valor, en conjunto con experimentos realizados a lo largo del tiempo se presentan distintas tablas para diferentes tipos de canales o escenarios que nos dan un valor para ‘ n ’ (Te Chow V., 2005).

4. Flujo

Como dato se tiene que la propagación o tránsito presenta un flujo de naturaleza no permanente y no uniforme, además de que en el proceso real de los flujos actúan las tres dimensiones espaciales, aunque para fines prácticos se puede aproximar como unidimensional, despreciando el ancho del cauce respecto a la profundidad. En este punto al ya haber mencionado que tipo de flujo está presente en los ríos, da a entender que la existencia de otros (Te Chow V., 2005).

Existen diferentes clasificaciones para los flujos, de forma simplificada se puede decir que son:

4.1. Por su efecto en el tiempo

4.1.1. Flujo permanente: Se le llama así, cuando el tirante se mantiene igual en cualquier momento o en periodo de tiempo determinado (Te Chow V., 2005).

4.1.2. Flujo no permanente: Se le llama así, cuando el tirante se transforma con el tiempo, este tipo de flujo se presenta de manera natural en canales abiertos,

y describe de mejor forma el comportamiento de los ríos (Te Chow V., 2005).

4.2. Por su efecto en el espacio

4.2.1. Flujo uniforme: Cuando la velocidad media y el caudal, con todo lo que implica se mantiene igual en cualquier sección del canal, suele ocurrir por lo general en canales artificiales, solo se suele suponer que sucede en canales naturales para poder calcular un aproximado, y solo puede ser permanente (Te Chow V., 2005).

4.2.2. Flujo no uniforme: Cuando propiedades del flujo como la elevación de la superficie del agua, la velocidad y el caudal varían a lo largo del canal, está más asociado a un flujo no permanente y describe de mejor forma un canal natural y abierto. Presente también en el tránsito distribuido de crecientes, donde se menciona que el flujo se puede describir con las ecuaciones de Saint-Venant (Te Chow V., 2005).

- Hay más características para el flujo respecto a su comportamiento, pero se ha hecho mención de lo más relevante para el estudio (Te Chow V., 2005).

Análisis estadístico de datos hidrológicos

1. Periodo de retorno

Se considera al periodo de retorno T , al tiempo promedio en años que se considera que pueda ocurrir un evento similar o de mayor magnitud. Donde:

$$P(X \geq x) = \frac{1}{T} \quad \text{ó} \quad T = \frac{1}{P(X \geq x)}$$

Donde:

$P(X \geq x)$ = probabilidad de ocurrencia de un evento $> x$

T= Periodo de retorno

2. Distribuciones de probabilidad teóricas

2.1. Tipos o modelos de distribuciones teóricas

- Distribución normal
- Distribución log-normal de 2 o 3 parámetros
- Distribución gamma de 2 o 3 parámetros
- Distribución log-Pearson tipo III
- Distribución Gumbel
- Distribución log-Gumbel

Donde dentro de los usos destaca la modificación de distribuciones empíricas de diversas variables (caudales, precipitación, entre otros) dentro de la hidrología para cierto intervalo de tiempo (promedios anuales, mensuales, etc.) (Villón, M. 2006).

2.2. Función de distribución de probabilidad

También llamada distribución acumulada, y ya sea para variables discretas o continuas, se define como la probabilidad de que X tome cualquier valor menor o igual que x (Villón, M. 2006).

2.3. Función de densidad de probabilidad

Función que permite determinar la probabilidad de que una variable X, tome los diferentes valores x_i , dentro del rango en el que está definido y bajo ciertas condiciones (Villón, M. 2006).

3. Pruebas de bondad y ajuste

Las más usadas son las de ajuste gráfico y de ajuste estadístico, la cual incluye a las pruebas de Chi – cuadrado y Smirnov – Kolmogorov. Con estas pruebas podemos comprobar si determina función de probabilidad teórica se ajusta a la

frecuencia empírica de cierta serie analizada, con los parámetros estimados en base a los valores muestrales de la serie. (Villón, M. 2006).

Gestión de riesgos de desastres

En este caso aplicado a los causados por fenómenos naturales; es un concepto que integra diferentes etapas para el mejor manejo, planificación y toma de decisiones; dichas etapas o partes van desde la identificación hasta el fin último que abarca a la prevención, mitigación o respuesta, y reconstrucción o rehabilitación de ser el caso. Facilita las acciones a realizar y organiza a los actores involucrados gracias a su estrategia integral. Este concepto es promovido por la EIRD, que es un marco de acción perteneciente a la UNISDR que a su vez forma parte de la ONU, y que es absorbido en el plano nacional por el SINAGERD, amparado en el marco legal por la 'Ley Nro. 29664, Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres- SINAGERD' y que para la gestión de riesgo de desastres se basa en las pautas de los organismos internacionales estableciendo diferentes lineamientos, procesos, principios, etc. En el desarrollo de las etapas mencionadas contamos con material que sirve como guía para el estudio o ejecución, dadas por las diferentes entidades que conforman el SINAGERD, como el CENEPRED, que para la ejecución de una evaluación de riesgo originados nos brinda un manual; también nos da definiciones o teoría describiendo el riesgo y sus componentes. (Ley Nro. 29664, 2011)

1. Evaluación de riesgo

En resumen, es un estudio que abarca un conjunto de acciones y/o procedimientos que se realizan sobre cierta área geográfica con el fin de identificar y cuantificar el riesgo para así plantear medidas de prevención o control de esos riesgos, riesgos que surgen a causa de la ocurrencia de fenómenos naturales, tal ocurrencia se refiere a los eventos extremos, mismos que están asociados a determinado periodo de

retorno. Se evalúa el riesgo en función de dos variables, que son: la peligrosidad y la vulnerabilidad, y que se complementa con la identificación de los elementos expuestos (CENEPRED, 2014).

2. Riesgo

Se define como probabilidad ocurrencia de un determinado evento, y las potenciales pérdidas o consecuencias adversas que tendría este evento para distintos sectores, en un espacio y tiempo definidos. Además, relaciona a parámetros como peligro y vulnerabilidad, incluso bajo formulas empíricas, logrando una relación directamente proporcional al riesgo, es decir al modificar uno de los dos parámetros, el riesgo también cambia de la misma forma. Se logra hallar, después de hallar las dos variables que le dan forma, multiplicando los valores de peligrosidad y vulnerabilidad entre sí, además de tener definidos diferentes rangos (CENEPRED, 2014).

Figura 1

Relación de Riesgo - Peligrosidad - Vulnerabilidad

$$R_{ie} | _t = f(P_i, V_e) | _t$$

Dónde:

R= Riesgo.

f= En función

P_i=Peligro con la intensidad mayor o igual a *i* durante un período de exposición *t*

V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto.

3. Peligrosidad

También denominada amenaza, y pueden surgir por procesos artificiales o naturales, en este caso se hace énfasis a los naturales, que se caracterizan, según el tipo de evento, por una combinación de frecuencia, magnitud, intensidad y duración; este evento puede afectar determinada área poblada, infraestructura física y/o el medio ambiente. Se debe tener en cuenta que el peligro es físicamente no controlable o poco

controlable. Puede clasificarse al peligro por el origen del fenómeno y por el fenómeno en sí, y con esto tener un esquema de la evaluación para un evento en particular como la inundación. La evaluación para una inundación divide a los parámetros cuantificados, que cuentan con diversos descriptores con su respectivo peso que se detallan en las tablas para la evaluación, dichas tablas están hechas en base al análisis jerárquico (CENEPRED, 2014).

Se divide u ordena para la evaluación de la siguiente manera:

3.1. Parámetros para la caracterización del fenómeno de inundaciones

- Precipitaciones anómalas positivas: Se refiere a la diferencia de la precipitación promedio respecto a la precipitación del evento anómalo (CENEPRED, 2014).
- Cercanía a una fuente de agua: Referente a la distancia entre el objeto de estudio a la fuente de agua más cercana (CENEPRED, 2014).
- Intensidad media en una hora (mm/h): Se refiere a la dimensión de la precipitación en términos de la altura de la lluvia en una hora para el evento anómalo (CENEPRED, 2014).

3.2. Parámetros susceptibles al fenómeno del estudio (Susceptibilidad)

3.2.1. Factores condicionantes: Son las características propias del lugar que determinan lo susceptible que puede ser una zona, y lo favorable o no de un escenario para que un evento se produzca, dentro de los que se considera para una inundación tenemos al relieve, tipo de suelo, cobertura vegetal y uso actual de suelos (CENEPRED, 2014).

3.2.2. Factores desencadenantes: Son los hechos o sucesos que provocan los eventos y dentro de los cuales tenemos a los factores hidrometeorológicos, geológicos y el factor que depende de la acción humana (CENEPRED, 2014).

4. Vulnerabilidad

En resumen y para el presente estudio se refiere a el grado de exposición, susceptibilidad o debilidad que presentan diferentes elementos o conjunto de elementos en respuesta a un determinado evento, y que para su estudio se puede subdividir en distintas dimensiones según el conjunto de elementos a evaluar (dimensión social, dimensión económica, dimensión ambiental), y que existen debido a la presencia humana en determinada zona. Además, la vulnerabilidad debido al comportamiento, capacidad y demás variables, presentan factores para el estudio de las diferentes dimensiones. Como parte del riesgo, se puede decir que, dentro de los dos parámetros que lo componen es el que tiene mayor capacidad de control o manejo para disminuir el riesgo (CENEPRED, 2014).

Dimensiones

- Dimensión social: Incluye en específico a la población, su estado, condición u organización, expuesta ubicada dentro de la zona de influencia; por ejemplo, se puede decir que los ancianos, los niños o desempleados son los que más sufrirían a causa de una inundación. Es un fenómeno complejo y para su medida existen múltiples variables e indicadores que determinan su valor, dentro de los cuales la cohesión, la relación y el conocimiento de la población para una respuesta oportuna (CENEPRED, 2014).
- Dimensión económica: Indica o detalla a todos los activos económicos privados o públicos de determinada área, además de la capacidad económica particular de los distintos grupos poblacionales, como su condición o su capacidad monetaria (CENEPRED, 2014).

- **Dimensión ambiental:** Se refiere a las condiciones ecológicas y/o ambientales de la zona de estudio, es decir, la resistencia del medio natural o el comportamiento de las personas hacia algún elemento que pueda afectar al medio ambiente, o el estado de conservación de los mismos elementos del medio que protegen a la zona, en otras palabras, los mismos que afectan directamente al incremento de la vulnerabilidad en respuesta a determinado evento (CENEPRED, 2014).

Factores

- **Exposición:** Es o se relaciona al hecho de que los activos, estructuras o sistemas se encuentren en la zona de impacto que se encuentren en peligro, y a consecuencia de esto puedan sufrir daño o pérdida de su integridad. Se genera gracias a la mala relación de las personas con el medio, que se produce a causa de la nula planificación y la falta de políticas, lineamientos sobre crecimiento demográfico u desarrollo urbano o territorial (CENEPRED, 2014).
- **Fragilidad:** Representa a la debilidad antrópica y sus actividades frente a un peligro, las malas condiciones respecto a su carácter físico o de comportamiento de una comunidad (CENEPRED, 2014).
- **Resiliencia:** Se refiere a la capacidad y forma de respuesta, la asimilación o aptitud para la recuperación de una comunidad y sus activos frente a la ocurrencia de determinado evento. También relacionada a organización y adaptabilidad (CENEPRED, 2014).

Para la evaluación según la guía del CENEPRED, se organizan los factores, las dimensiones y los parámetros de la siguiente manera:

4.1. Vulnerabilidad social

4.1.1. Exposición social: Aquí tenemos a parámetros como el grupo etario, servicios educativos expuestos y servicios de salud terciarios (CENEPRED, 2014).

4.1.2. Fragilidad social: Los parámetros que evalúan o determinan la fragilidad social son el material de construcción de las edificaciones, estado de conservación de las edificaciones, antigüedad de la constitución de las edificaciones, configuración de elevación de las edificaciones e incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente (CENEPRED, 2014).

4.1.3. Resiliencia social: Aquí tenemos a parámetros como capacitación en temas de gestión del riesgo, conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres, existencia de normatividad política y local, actitud frente al riesgo y campaña de difusión (CENEPRED, 2014).

4.2. Vulnerabilidad económica

4.1.1. Exposición económica: Para este ítem tenemos a la localización de la edificación, servicio básico de agua potable y saneamiento, servicios de las empresas eléctricas expuestas, servicio de las empresas de distribución de combustible y gas, servicio de empresas de transporte expuesto, área agrícola y servicios de telecomunicaciones (CENEPRED, 2014).

4.1.2. Fragilidad económica: Para este parámetro tenemos al material de construcción de las edificaciones, estado de conservación de las edificaciones, antigüedad de construcción de la edificación, incumplimiento de procedimientos constructivos de acuerdo a normatividad vigente, topografía del terreno y configuración de elevación de las edificaciones (CENEPRED, 2014).

4.1.3. Resiliencia económica: Para este ítem tenemos como parámetros que la evalúan a la población económicamente activa desocupada, ingreso familiar promedio mensual, organización y capacitación institucional y capacitación en temas de gestión del riesgo (CENEPRED, 2014).

4.3. Vulnerabilidad ambiental

4.1.1. Exposición ambiental: Tenemos como parámetros evaluadores a la deforestación, porcentaje de deforestación, pérdida de suelo y pérdida de agua (CENEPRED, 2014).

4.1.2. Fragilidad ambiental: Tenemos como parámetros que lo determinan a las características geológicas del suelo, explotación de recursos naturales y localización de centros poblados (CENEPRED, 2014).

4.1.3. Resiliencia ambiental: Los parámetros que la determinan son el conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental, conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales y capacitación en temas de conservación ambiental (CENEPRED, 2014).

5. Medidas de prevención y reducción del riesgo

Acciones que se realizan previo a la ocurrencia de un desastre o determinado evento, y que disminuyen el riesgo, mitigando o eliminando diferentes puntos dentro de los parámetros que conforman al riesgo (CENEPRED, 2014).

5.1. Medidas estructurales

Asociada con una intervención física mediante el desarrollo de obras de infraestructura que actúan como protección de distintos elementos de la zona de influencia, ya sea de forma directa o alterando las características hidrológicas o hidráulicas (CENEPRED, 2014).

5.1.1. Estructuras de retención: Tenemos a diferentes tipos de presas, estanques de retención y estanques de detención (CENEPRED, 2014).

5.1.2. Estructuras de protección: Tenemos a los diques, muros, dunas y barreras, usos de suelos adaptados a inundaciones y asilamiento, ensanchamiento de la sección, cambio de la rugosidad, encauzamientos y modificación de las características de la cuenca (CENEPRED, 2014).

5.1.3. Sistemas de drenaje: Tenemos como ejemplo a los sistemas unitarios, sistemas separativos, cubiertas vegetadas, áreas de bio-retención y franjas filtrantes, zanjas de infiltración y filtros de arena (CENEPRED, 2014).

5.2. Medidas no estructurales

No implica las intervenciones físicas como las obras civiles, por ende, no actúa en sí sobre el fenómeno en cuestión, pero reducen los niveles de los diferentes parámetros que componen el riesgo; y pueden complementar a las medidas estructurales, ya que actúan o trabajan directamente con la población. Se aplica el conocimiento o el material disponible para generar lineamientos, instrucciones o formas de respuesta; pueden ser activas y pasivas (CENEPRED, 2014).

Dentro de los cuáles se pueden encontrar:

5.2.1. Activas: Las que tienen que ver directamente con la gente y su capacidad de organización (CENEPRED, 2014).

5.2.2. Pasivas: Relacionadas a la legislación o planificación, e incluyen códigos, normas, reglas, ordenamientos, estímulos fiscales y financieros. Estas medidas no requieren muchos recursos económicos para su desarrollo (CENEPRED, 2014).

En otros documentos se pueden clasificar y distinguir diferentes categorías para describir las medidas que se incluyen en las medidas pasivas y activas como las políticas y planeamiento urbano, predicción de inundaciones: Meteorológica e hidrológica, comunicación: Comunicación general y sistemas de alarma, movilización: Evacuación y huida, coordinación y procedimientos de operación: Coordinación general, coordinación durante el evento de inundación, seguros e indemnizaciones, etc (CENEPRED, 2014).

1.2. Justificación

1.2.1. Conveniencia

Esta investigación sirve para dar un vistazo más integral a la solución de los problemas que generan eventos como las inundaciones, da directivas para cuantificar peligros y vulnerabilidades y sirve de ejemplo para posteriores investigaciones, en la aplicabilidad del manual, hasta el punto de plantear medidas de prevención (CENEPRED, 2014).

1.2.2. Relevancia social

Este trabajo da muestras del camino a seguir para la gestión de riesgos y su implementación como política pública, retroalimentándose y haciendo evolucionar a la gestión de riesgos. Las diferentes entidades encargadas de la ejecución de proyectos, el planeamiento de las ciudades o encargadas de capacitar, se servirán de este tipo de trabajos para saber las necesidades de la población, la misma que también se beneficia con la divulgación de la presente información como ayuda para el conocimiento de su propia vulnerabilidad y así tomar mejores decisiones individuales en caso de desastres (CENEPRED, 2014).

1.2.3. Implicaciones practicas

Ayuda tanto a la planificación territorial, como a la prevención y la mitigación de riesgos, esto ubicando los puntos más críticos y planteando medidas estructurales y no estructurales para su solución, que puede ampliarse haciendo un análisis de costo – beneficio para las acciones a seguir, en general se puede llegar hasta un control de riesgos según el nivel de riesgo que se tenga y el nivel de admisibilidad de tal.

1.3. Formulación del problema

¿Cuál es la evaluación de riesgo por inundación del sector C.P. Sarín para el desborde del río Sarín, Sánchez Carrión – La Libertad, 2023?

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el riesgo por inundación, según el manual de CENEPRED, del sector C.P. Sarín para el desborde del río Sarín, Sánchez Carrión – La Libertad, 2023.

1.4.2. Objetivos específicos

- Calcular máximas avenidas del río Sarín, con los datos obtenidos de la estación más cercana a la cuenca de estudio, para diferentes periodos de retorno de 5, 10, 50, 100, 200 y 500 años
- Determinar el área inundable en el tramo estudiado del Centro Poblado de Sarín para periodos de retorno de 5, 10, 50, 100, 200 y 500 años.
- Identificar el riesgo por inundación aplicando el manual del CENEPRED, calculando tanto la vulnerabilidad como la peligrosidad.
- Proponer medidas de prevención teniendo en cuenta las variables y condiciones del terreno, combinando medidas estructurales y no estructurales.

CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

Esta investigación **según su alcance o profundidad es descriptiva** ya que busca describir el proceso de inundación en un tramo del Río Sarín para el sector del C.P. Sarín y lugares adyacentes muy cercanos, para poder determinar el riesgo de inundación. **Según su orientación es aplicada**, al tener un propósito práctico, ya que al hacer el análisis de riesgo y ubicar las zonas más afectadas, según la gestión de riesgos se debe de buscar acciones para la mitigación del probable evento. **Según la manipulación de variable es de diseño no experimental** ya que no se va a manipular ninguna variable, tampoco se tiene un espacio controlado para hacerlo y ni se crea situaciones artificiales para ver cómo afecta a la población y muestra, solo nos limitaremos a observar la inundación por desbordamiento, que incluye también observar las lluvias en la zona. También es **según la naturaleza de sus datos es cuantitativa**, ya que se recolectará y se hará el análisis de datos numéricos como pluviometría (Sampieri, R. y Mendoza C., 2018).

2.2. Población y muestra

2.2.1. Población

En cuanto a lo referente a la población, el río Sarín, abastecido por la cuenca del río Santa, y ubicada dentro de la zona de la Inter cuenca del Alto Marañón y en la cuenca del río Sarín, entonces determinamos que la población son todas las posibles áreas inundables con las cuales colinde o atraviese el río Sarín, desde su cabecera hasta el final de su curso, en específico todas las zonas que colindan con el río Sarín en épocas de lluvia.

2.2.2. Muestra

Para delimitar el estudio para poder tener mayor manejabilidad y aplicando diferentes criterios de observación como el grado de afectación que se presume, la precariedad y antecedentes de eventos ocurridos, concluimos en que nuestra muestra es el Centro Poblado Sarín y sus sectores adyacentes como una zona inundable a causa del desborde del río Sarín en épocas de lluvia, dentro de la propia cuenca donde recibe el aporte de la lluvia. Teniendo en consideración los siguientes datos respectivos según la figura 2: Coordenadas UTM 179081.27m Este y 9124695.54 m Sur, y un área respectiva a 100 hectáreas.

Figura 2

Delimitación de área de proyecto



2.3. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.3.1. Técnicas

Para la primera parte de la investigación que implica la búsqueda y el recogimiento de datos de lluvia y si lo hubiese de caudales en la zona, se hace consultando a los datos o informes que otorgan las diferentes estaciones hidrometeorológicas o pluviométricas, esto consultando a diversas entidades públicas o privadas que dispongan de esta información, es decir una recolección mediante **técnicas de recolección documental** revisando los datos archivados. Al obtener estos

datos se hizo el análisis de manera ordenada según su fecha en hojas de cálculo para poder organizar de una mejor manera y proceder con el análisis correspondiente,

además de que nos apoyamos en distintos métodos estadísticos para completar algunos datos u obtener los datos requeridos para la siguiente parte, esto también se logra mediante la revisión documental, consultando manuales verificados dados por entidades oficiales, que indican la aplicación de fórmulas empíricas y la utilización de tablas.

Para la siguiente parte, al recolectar nueva data aplicando las técnicas anteriores, se procedió a ordenarlas y recolectar la data faltante para luego poder procesarlas y analizarlas obteniendo así las zonas de inundación.

Implícitamente también se realiza la recolección de datos que indican o detallan la topografía y ubicación del terreno a investigar, esta información se obtiene en la web y luego es analizada y procesada mediante la modelización para utilizarla en conjunto con los demás datos recolectados, para lograr el objetivo principal

Finalmente se hará uso de manuales y/o instructivos para el análisis de los diferentes datos que se obtuvo mediante **la observación no experimental** y de los datos de inundación recolectados, además de la identificación in situ de los elementos expuestos del C.P. y con esto se obtendrá el peligro y la vulnerabilidad que, finalmente nos dará el riesgo de la zona, y al final se podrán plantear medidas estructurales y no estructurales.

2.3.2. Materiales

- MANUAL MTC, que es la guía que da el estado peruano para el diseño de obras de drenaje, va desde dar pautas y procedimientos a seguir para obtener

los datos que se requieran para el diseño, hasta el diseño propio de la infraestructura.

- MANUAL CENEPRED, Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del riesgo de Desastres, que contiene herramientas que sirven al gestionar riesgos de desastre, buscando calcular y controlar los riesgos que se encuentren. Cuantifica tanto la vulnerabilidad como la peligrosidad para poder encontrar valores que representen el riesgo en determinada zona.
- DEM, Modelo digital de elevación, base de datos proporcionada por la NASA y disponible en distintas páginas web para su descarga.

2.3.3. Instrumentos

- Registros de máxima precipitación diaria proporcionados por Senamhi.
- Fichas con validación de CENEPRED para estimar cada punto de evaluación de riesgos en el centro poblado Sarín.
 - Se evaluará el nivel de riesgo de inundación a partir del nivel de vulnerabilidad y peligrosidad CENEPRED (2014).
- Mapas de inundación generados por HEC RAS.

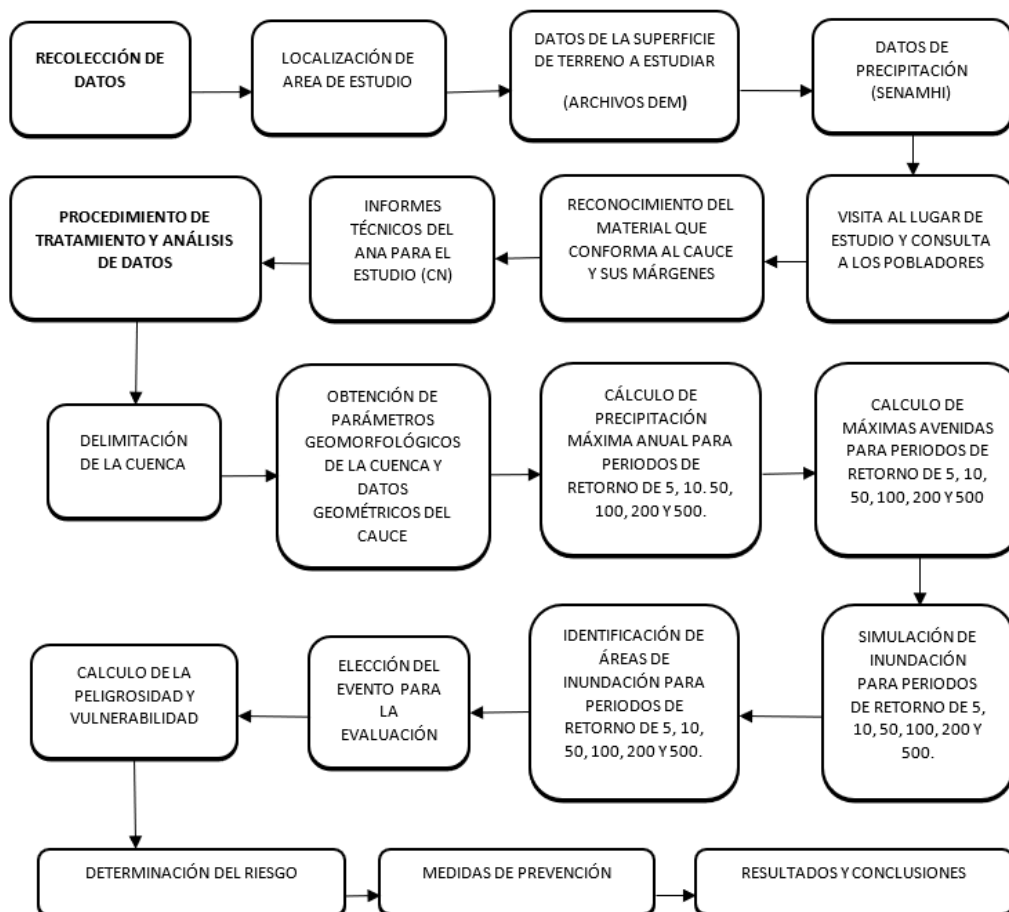
La validación de cada material e instrumento viene dada principalmente por las entidades gubernamentales que fomentan su uso en la materia que lo requiera, además de que cada manual esta desarrollado por un conjunto de profesionales de diferentes áreas, y dentro de su rigurosidad incluye el estar comprobado empíricamente ya que se ha usado para diferentes proyectos. Se denota así también la confiabilidad, además, en cuanto a criterio de calidad, se quiso basar en la observación de trabajos previos realizados con los manuales mencionados, demostrando su utilidad y eficiencia.

- Softwares: **HEC RAS**, para la obtención de los mapas de inundación; **ArcMap**, para la trabajabilidad de los archivos DEM y la muestra del área de inundación; **Microsoft Excel**, para el ordenamiento de datos y diferentes cálculos para hallar el caudal de diseño; **Hydrognomon**, para la trabajabilidad de la estadística y así hallar la máxima precipitación diaria para los diferentes periodos de retorno.

2.4. Procedimiento

Figura 3

Procedimiento del proyecto



- Como complemento al apartado metodológico tenemos a la matriz de operacionalización de las variables y la matriz de consistencia. (Ver anexo 131 y 132).

2.5. Aspectos éticos

La presente investigación esta ceñida tanto por el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres ([CENEPRED], 2014); en lo concerniente al riesgo, y a lo dispuesto por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones en lo concerniente al manejo de la información hidrológica e hidráulica, recalcando así el respeto en las formas y el uso del material oficial dentro del territorio peruano. Además, para la aplicación de los indicativos, se ha tenido el cuidado en el manejo de los datos, poniendo énfasis en realizar el procedimiento tal cual lo detallado en las guías del MTC. Por último, se hace mención a que, en la aplicación del manual otorgado por el CENEPRED, incluye interacción y un contacto más cercano con la población de la zona de estudio, la cual fue hecha con la seriedad del caso y siendo puntual, preciso y explicativo con las situaciones planteadas, para así recibir la información que se requería de las personas. Las demás herramientas usadas son las más usadas en diversos trabajos, tanto como para el manejo u ordenamiento de datos, como para los cálculos o simulaciones; se infiere que su uso recurrente da confiabilidad en estas herramientas, siempre y cuando de manejen con prudencia y conocimiento teórico. Trabajando en simultaneo con Turnitin para el descarte de plagio o frases similares a otra investigación.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1. Identificación y características de zona de estudio

Para la evaluación del nivel de riesgo por inundación dentro del centro poblado Sarín (Tabla 80) se determinó mediante el producto del valor de nivel peligrosidad (Tabla 24) y el valor de la vulnerabilidad total (Tabla 78).

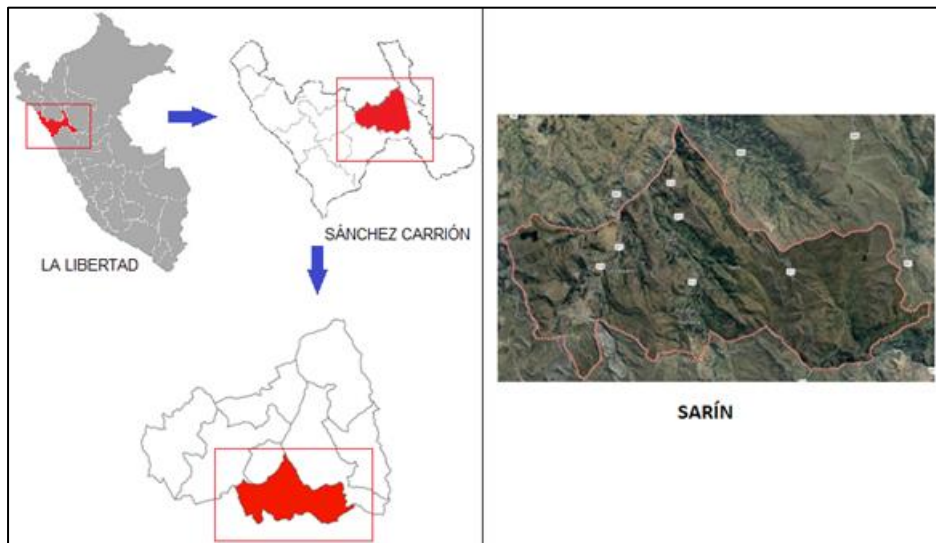
- Es así mismo que los cálculos de las *máximas avenidas del río Sarín para diferentes periodos de retorno de 5, 10, 50, 100, 200 y 500 años*", se realizó con el programa HEC RAS tomando en consideración las precipitaciones y el caudal.
- Respecto al área inundable para diferente periodo de retorno se pudo obtener mediante HEC RAS simulando la inundación para los diferentes periodos de retorno (Ver figuras 6, 7, 8, 9 y 10).
- Mediante fichas validadas por CENEPRED se determinó el nivel de riesgo por inundación en el centro poblado Sarín (Tabla 80). Implicando a propuestas de medidas de prevención estructurales y no estructurales.

3.1.1. Ubicación

La zona de estudio se ubica en el distrito de Sarín, provincia de Sánchez Carrión, en el departamento de La Libertad. (Ver Figura 4), y se analizó específicamente el C.P. Sarín (Ver Anexo 60).

Figura 4

Ubicación e identificación de la zona de estudio



3.1.2. Descripción de la zona

La región natural a la que pertenece según la tesis de Javier Pulgar Vidal es quechua, con una altura de 2833 m s. n. m., en la parte sur de la provincia Sánchez Carrión, y suele llover en el verano austral, y la época de estiaje va de junio a octubre. La zona pertenece a la Inter cuenca del Alto Marañón V, donde se encuentra el río Sarín, el cual se alimenta de pequeñas quebradas. Según el último censo hay aproximadamente 1050 personas.

3.1.3. Delimitación de la cuenca

Se descargan los datos del DEM para la zona de estudio desde la web, al cual se le mejoran las imperfecciones mediante procesos con ArcGIS y la extensión de ArcHydroTools (Ver anexo 61 y 62). También se determina la dirección de flujo con la misma extensión y así poder calcular el flujo acumulado (Ver anexo 63 y 64)

Teniendo la red de drenaje demarcada con la acumulación de flujo, procedemos a definir nuestra red de flujo sintética, y con esto segmentamos la corriente dándoles el mismo valor a las celdas de flujo ubicadas dentro del mismo segmento de flujo. (Ver anexos 65 y 66)

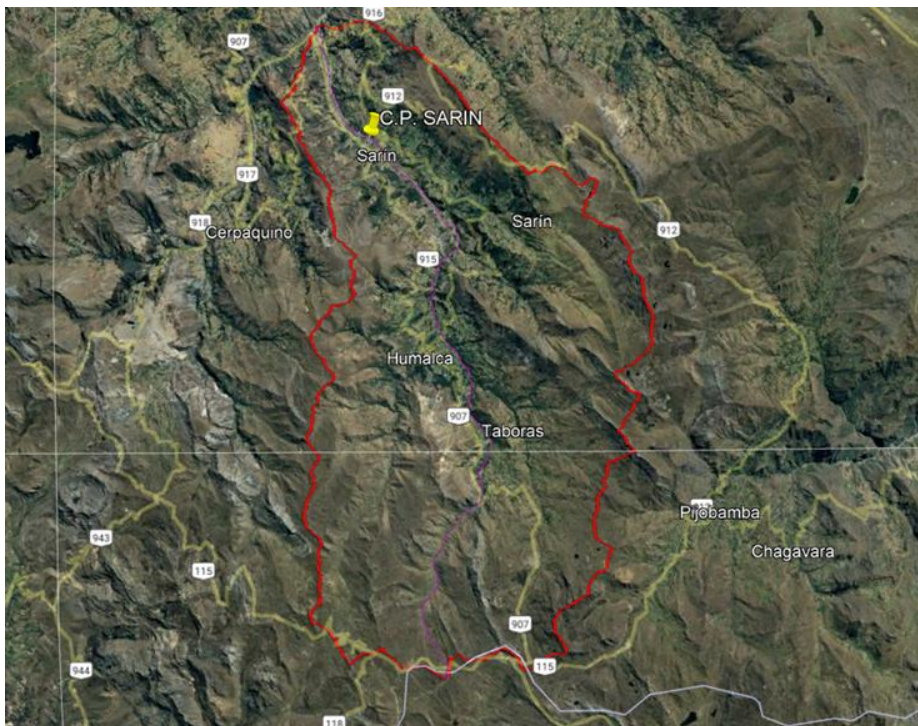
Se delimitan las microcuencas, es decir se determinan las redes de captación habidas en la zona y según la información anteriormente obtenida en el software y en función de la dirección de flujo y cambiamos el formato a vector para poder trabajar. (Ver anexos 67 y 68)

Cambiamos el formato de las redes de drenaje a formato shapefile, identificándolas así con la cuenca en la que reside cada una. (Ver anexo 69)

Procesamos todas las redes de captación en conjunto con las redes de drenaje en formato vectorial, para completar y procesar las cuencas adyacentes o aguas arriba a partir de los pasos anteriores. (Ver anexo 70) Por último interactivamente definimos un punto de aforo o drenaje para la delimitación de la cuenca y así obtenemos la microcuenca a la que pertenece nuestra zona de estudio. (Ver anexo 71)

Figura 5

Cuenca del río Sarín delimitada



3.1.4. Características geomorfológicas de la cuenca

Con la cuenca delimitada y en el mismo programa hallamos algunos valores de características o recolectamos información para su cálculo. (Ver anexo 72 a la 76)

Tabla 1

Parámetros geomorfológicos de la cuenca

Parámetros	Sigla	Valor
Longitud del cauce mayor	L (km)	27.56
Pendiente del cauce mayor	S (%)	6.37
Área de la cuenca	A (km ²)	170.32
Pendiente de la cuenca	Sc (%)	39.93
Perímetro de la cuenca	P (km)	89.40

Nota. Los parámetros fueron recogidos de ArcMap o calculados con sus datos.

3.2. Caudales de diseño para diferentes periodos de retorno

3.2.1. Estación meteorológica y datos pluviométricos

Características importantes de la estación elegida, que es la más cercana a la cuenca de estudio y la que tiene el número de datos necesarios para el estudio.

Figura 6

Datos de la estación elegida para el estudio

Estación : HUAMACHUCO , Tipo Convencional - Meteorológica		
Departamento : LA LIBERTAD	Provincia : SANCHEZ CARRION	Distrito : HUAMACHUCO
Latitud : 7° 49' 8.97"	Longitud : 78° 2' 24.48"	Altitud : 3186

Se obtienen los datos de máxima precipitación diaria proporcionados por Senamhi y se ordenan por máxima precipitación anual.

Tabla 2

Máxima precipitación diaria por año

Año	Precipitación (mm)	Año	Precipitación (mm)
1965	42.9	1990	33.5
1966	25.2	1991	21.6
1967	28.5	1992	25.4
1968	40	1993	30.5
1969	49.3	1994	52.2
1970	30.2	1995	39.2
1971	27.1	1996	34.7
1972	36	1997	35.1
1973	27.4	1998	35.7
1974	48	1999	49.4
1975	39.5	2000	32.1
1976	27	2001	34
1977	40	2002	31.2
1978	21.5	2003	24.8
1979	39.9	2004	43.3
1980	46	2005	43.1
1981	30.8	2006	51.1
1982	49.1	2007	38.9
1983	38.2	2008	28
1984	36.5	2009	31.5
1985	30.6	2010	47.3

1986	27	2011	30.5
1987	37.5	2012	40.6
1988	24.2	2013	51.3
1989	36.2	2014	53.8

Nota. Datos reordenados, se muestra un valor máximo por año.

3.2.2. Máxima precipitación y precipitación de diseño para periodo de retorno de 5, 10, 50, 100, 200 y 500 años

Se ingresan los datos al programa Hydrognomon en el que se pueden analizar los datos (Ver anexos 79 a la 93), y al final se pueden obtener la precipitación de diseño para diferentes periodos de retorno y diferentes modelos de distribución, y se elige el modelo adecuado luego de aplicar la prueba de bondad y ajuste.

Tabla 3

Precipitación de diseño y modelos de distribución con prueba de Smirnov-Kolmogorov

1	Dmax	5%	Periodos de retorno (T)					
			5	10	50	100	200	500
Normal	0.083	ACCEPT	43.72	47.58	54.34	56.73	58.92	61.57
LogNormal	0.067	ACCEPT	43.16	47.92	57.57	61.42	65.17	70.03
Gamma	0.066	ACCEPT	43.44	47.93	56.52	59.77	62.85	66.71
Pearson Tipo III	0.071	ACCEPT	43.57	47.81	55.69	58.59	61.31	64.69
LogPearson Tipo III	0.061	ACCEPT	43.37	48.29	58.31	62.33	66.24	71.32
Gumbel	0.072	ACCEPT	42.65	47.78	59.07	63.84	68.59	74.87

Nota. Datos extraídos de Hydrognomon y ordenados para su muestra.

3.2.3. Número de curva para condiciones húmedas y normales.

Se determina el número de curva con diferentes parámetros como uso de suelo, cobertura vegetal, entre otras consideraciones. La ANA cuenta con un mapa temático de número de curva, del cual extraemos la información para calcular el número de curva de nuestra cuenca. (Ver anexos 3,4,5,6, 77 y 78)

Tabla 4

Número de curva

Condiciones previas	CN
Húmedas	88.37
Normales	78.29

Nota. Se muestran las dos condiciones más probables.

3.2.4. Caudal de diseño con el método racional modificado para periodos de retorno de 5, 10, 50, 100, 200 y 500 años

Después de obtener determinadas características, se verifica que el método racional modificado es aplicable en nuestro caso, con la fórmula que nos proporciona el manual del MTC y que están descritas en las bases teóricas, y se elige las peores condiciones posibles, es decir condiciones húmedas, que significa que hubo precipitaciones días anteriores al evento en cuestión. (Ver Anexo 1)

Tabla 5

Valores de parámetros para todos los periodos de retorno

CN	t_c (hrs)	K	Ka	A (km ²)	L (km)	S (%)	Po
88.37	6.29	1.42	0.85	170.32	27.57	6.37	6.58

Nota. Parámetros generales que aplican para los caudales de diseño de todos los periodos de retorno.

Con la precipitación máxima diaria (P_d) para cada periodo de retorno (T), los parámetros antes descritos y parámetros propios para cada ‘T’, se calcula el caudal para cada periodo de retorno con sus respectivos parámetros.

$$Q_5 = 0.278 \times 0.53 \times 4.97 \times 170.32 \times 1.42 = 177.11$$

$$Q_{10} = 0.278 \times 0.57 \times 5.53 \times 170.32 \times 1.42 = 211.93$$

$$Q_{50} = 0.278 \times 0.63 \times 6.68 \times 170.32 \times 1.42 = 282.95$$

$$Q_{100} = 0.278 \times 0.66 \times 7.14 \times 170.32 \times 1.42 = 316.84$$

$$Q_{200} = 0.278 \times 0.68 \times 7.59 \times 170.32 \times 1.42 = 347.02$$

$$Q_{500} = 0.278 \times 0.70 \times 8.17 \times 170.32 \times 1.42 = 384.52$$

Tabla 6

Caudal de diseño para diferentes periodos de retorno

T	Pd (mm)	P (mm)	I (mm/h)	C	Q (m3/s)
5	43.37	36.86	4.97	0.53	177.11
10	48.29	41.05	5.53	0.57	211.93
50	58.31	49.56	6.68	0.63	282.95
100	62.33	52.98	7.14	0.66	316.84
200	66.24	56.3	7.59	0.68	347.02
500	71.32	60.62	8.17	0.70	384.52

Nota. El caudal de diseño demarcado es el elegido como el evento a evaluar.

3.3. Determinación del área de inundación

3.3.1. Coeficiente de Manning

Tabla 7

Valores para el coeficiente de Manning para canal

Condiciones de canal	Descripción		Valores
	Tierra		0.02
Material involucrado	Grava fina	n ₀	0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Moderado	n ₁	0.01
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n ₂	0
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	n ₃	0
Vegetación	Baja	n ₄	0.005 – 0.010
Grado de los efectos por meandros	Menor	m ₅	1

Nota. Los valores y las descripciones son recuperadas del libro de Hidráulica de canales abiertos por Ven Te Chow

$$\left(\left(\frac{0.02 + 0.024 + 0.028}{3} \right) + 0.01 + 0 + 0 + 0.006 \right) \times 1 = 0.04$$

Según las tablas y para el ingreso en el programa según las secciones en las que se dividió, los coeficientes quedan de la siguiente forma:

Tabla 8

Coficiente de Manning para el tramo del río Sarín

Margen izquierdo	Canal	Margen derecho
0.035	0.04	0.03
0.035	0.04	0.03
0.04	0.04	0.03
0.035	0.04	0.025
0.04	0.04	0.035
0.04	0.04	0.025
0.035	0.04	0.03
0.04	0.04	0.025
0.035	0.04	0.035
0.045	0.04	0.04
0.04	0.04	0.03
0.035	0.04	0.03
0.035	0.04	0.035
0.035	0.04	0.03

Nota. Valores tomados de tablas del libro de Hidráulica de canales abiertos por Ven Te Chow.

3.3.2. Modelamiento con HEC-RAS, HEC-GeoRAS y ArcGIS

Al obtener el TIN, se procede a demarcar los componentes del cauce principal para definir sus características geométricas, como la línea central del cauce, su ancho para cada y la probable extensión o limitación para el desborde. (Ver anexo 93 al 104)

Al tramo analizado se le secciona para obtener un mejor detalle en el modelamiento, y a cada sección se le asigna un coeficiente de Manning propio. (Ver anexo 105, 106, 116 y 117).

En HEC-RAS, con la geometría del canal ya definido, se ingresan datos como el caudal del evento a modelar y la pendiente del canal. Y finalmente se procede a modelar definiendo el tipo de flujo que se asume. (Anexo 120 y 130)

3.3.3. Áreas de inundación para periodos de retorno de 5, 10, 50, 100, 200 y 500 años

Se presenta el área de inundación para un periodo de retorno de 5, 10, 50, 100, 200 y 500 años. En la cual se aprecia que debido a la pendiente, tiene un máximo punto de inundación, esto no quita que la velocidad de flujo incremente con el periodo de retorno, arrastre material y cause otros desastres.

Figura 7

Inundación T= 5 años



Figura 8

Inundación T= 10 años



Figura 9

Inundación T= 50 años



Figura 10

Inundación $T= 100$ años



Figura 11

Inundación T= 200 años



Figura 12

Inundación T= 500 años



3.4. Riesgo de inundación y medidas de prevención

Al observar la inundación y ver que afecta cierta área, examinaremos mediante la evaluación si es necesaria o no la intervención, esto determinando que tan alto es el riesgo; examinando como una única unidad de estudio al C.P. Sarín en conjunto.

3.4.1. Información geográfica y urbanística

El área de estudio es en la capital de distrito y sus adyacentes, denominado como CCPP Sarín del cual se cuenta con información referencial solicitada para la evaluación (Anexo)

Figura 13

Vista satelital de la zona de estudio (geográfica)

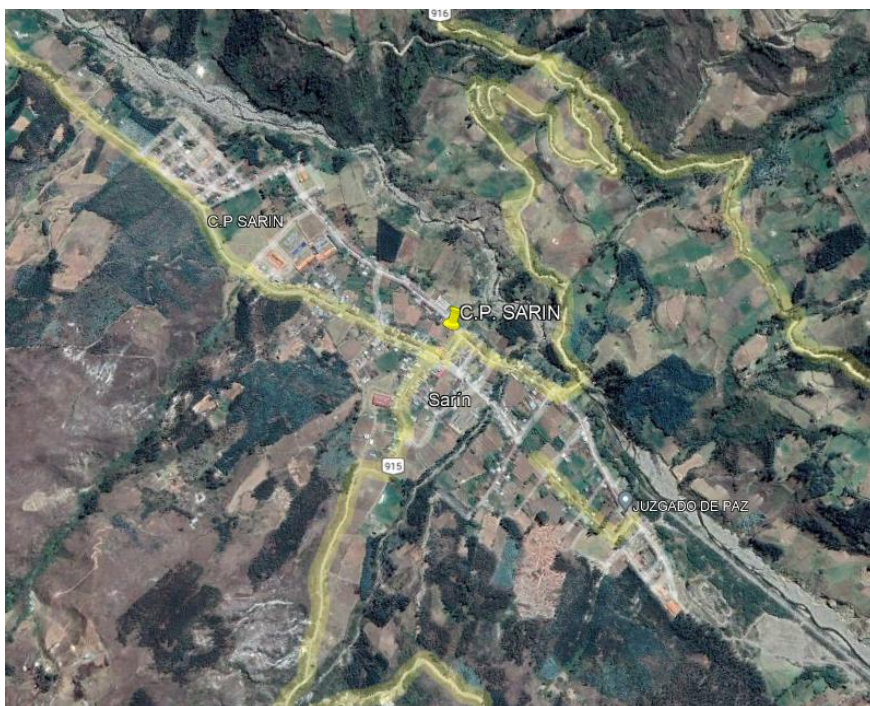
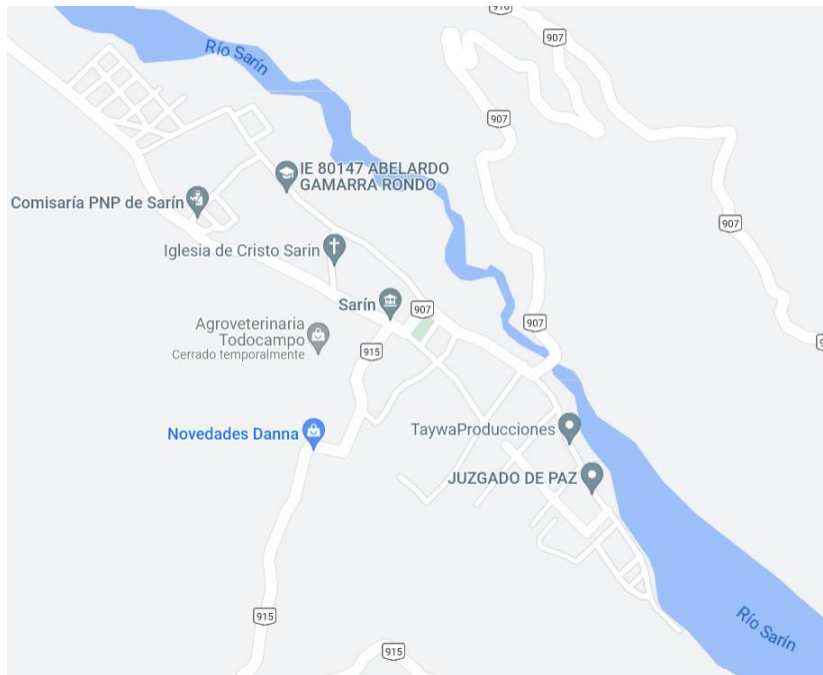


Figura 14

Vista satelital de la zona de estudio con puntos referenciales



3.4.2. Peligrosidad

Caracterización del fenómeno de estudio.

Tabla 9

Precipitación en Sarín

Anomalía (mm)	Precipitación promedio entre los años 1965-2014 (mm)
71.32	36.5

Nota. El dato de la anomalía es el correspondiente al evento analizado

Según la tabla 9 indica la diferencia de los promedios de precipitaciones respecto a los años entre 1965 – 2014 y la precipitación anómala calculada mediante

Hydrognomon.

Tabla 10

Parámetro de precipitaciones anómalas positivas

Descriptor		Peso ponderado: 0.260	
PAP2	PPAP2		0.260

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED

La tabla 10 indica que la anomalía de precipitación es un 195.4% mayor respecto al promedio multianual. Por lo que se encuentra dentro del rango de 100% a 300% con respecto al promedio mensual multianual. Correspondiéndole un valor estimado de 0.260.

Tabla 11

Parámetro de cercanía a una fuente de agua

Descriptor		Peso ponderado: 0.106	
CA3	Entre 100 m y 500 m	PCA3	0.134

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED

La Tabla 11 indica el parámetro de cercanía al río, donde las viviendas dentro de la zona de estudio se encuentran a una distancia media dentro del rango de 100 y 500 con un valor de 0.134 correspondiente.

Tabla 12

Parámetro de intensidad media en una hora (mm/h)

Descriptor		Peso ponderado: 0.633	
IM4	Moderadas: Mayor a 2 y Menor o igual a 15	PIM4	0.068

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED

Se tiene como 8.17 mm/h la intensidad para el evento analizado con periodo de retorno de 500 años. Por tanto, en la tabla 12 corresponde a un rango intensidad media en una hora moderada.

Tabla 13

Valor de caracterización del fenómeno de inundación

Precipitaciones anómalas positivas		Cercanía a una fuente de agua		Intensidad media en una hora (mm/h)		Valor
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.260	0.260	0.134	0.106	0.068	0.633	0.125

Nota. Resumen del desarrollo y cálculo del valor.

La tabla 13 indica la determinación del valor respecto a la caracterización del fenómeno en relación a la peligrosidad.

Susceptibilidad

Factores condicionantes

Tabla 14

Parámetro de Relieve

Descriptor	Peso ponderado: 0.145	
Y3	PY3	0.134

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED

El uso mapas satelitales, acudir a visitas de campo e interactuar en varias ocasiones con la zona de estudio se tuvo en cuenta para tener el criterio para poder

identificar el relieve en los alrededores del centro poblado Sarín resaltando dentro de la zona los flancos andinos. En la tabla 14 muestra que para el parámetro de relieve se asemejó más al descriptor Y3 correspondiente a un valor de 0.134.

Tabla 15

Parámetro de tipo de suelo

Descriptor	Peso ponderado: 0.515	
Y9	PY9	0.068

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

Principalmente las visitas a campo ayudaron a la identificación del tipo de suelo correspondiente en la Tabla 15 con cercanía en su descripción relacionada a suelos arcillosos con presencia de grava.

Tabla 16

Parámetro de cobertura vegetal

Descriptor	Peso ponderado: 0.058	
Y12	PY12	0.260

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED

Las visitas a campo y principalmente las vistas por mapas satelitales ayudaron a establecer este parámetro de cobertura vegetal en la Tabla 16.

Tabla 17

Parámetro de uso actual del suelo

Descriptor	Peso ponderado: 0.282	
Y17	PY17	0.260

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 17 indica el parámetro respecto al uso de suelos, correspondiente a un suelo con uso convenientes y aprovechables como el cultivo y producción de alimentos. Las interacciones realizadas con los pobladores y los informes técnicos de la zona, también influyeron en la relevancia y semejanza de puntos tomados para escoger dicho descriptor.

Tabla 18

<i>Factores condicionantes</i>								VALOR
Relieve		Tipo de suelo		Cobertura vegetal		Uso actual del suelo		
Par.	Des.	Par.	Des.	Par.	Des.	Par.	Des.	
0.145	0.134	0.515	0.068	0.058	0.260	0.282	0.260	0.143

Nota. Par. significa parámetro y Des. significa descriptor

La tabla 18 indica la determinación del valor respecto a factores condicionantes del fenómeno en relación a la susceptibilidad.

Factores desencadenantes

Tabla 19

Parámetro hidrometeorológico

Descriptor	Peso ponderado: 0.106	
SH1	PSH1	0.503

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La Tabla 19, indica a las lluvias como el fenómeno de mayor influencia en el parámetro hidrometeorológico.

Tabla 20

Parámetro Geológico

Descriptor	Peso ponderado: 0.260	
SG4	PSG4	0.068

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

En la tabla 20, se escoge el de movimientos de masas dentro de parámetros geológicos. Esto debido a que es uno de los sucesos más probables relacionados a inundaciones.

Tabla 21

Parámetro: Inducido por la acción humana

Descriptor	Peso ponderado: 0.633	
SI3	PSI3	0.134

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED

En la tabla 21 indica se optó por considerar el descriptor vinculado la infraestructura, debido que las que construcciones cercanas son proporcionales a una mayor repercusión.

Tabla 22

Factores desencadenantes

Hidrometeorológico		Geológico		Inducido por la acción humana		VALOR
Par.	Des.	Par.	Des.	Par.	Des.	
						0.152

0.106 0.503 0.260 0.068 0.633 0.134

Nota. Par. significa parámetro y Des. significa descriptor

La tabla 22 indica la determinación del valor respecto a factores desencadenantes del fenómeno en relación a la susceptibilidad.

Tabla 23

Valor de susceptibilidad

Peso	F.C.	Peso	F.D.	VALOR
0.5	0.143	0.5	0.152	0.147

Nota. Se el mismo peso tanto para factores desencadenantes como condicionantes

En la tabla 23 se muestra el resumen para la determinación del valor referente a la susceptibilidad y su cálculo para determinar el riesgo junto a la caracterización del parámetro.

Tabla 24

Valor de peligrosidad

Peso	Caracterización del fenómeno	Peso	Susceptibilidad	VALOR
0.5	0.125	0.5	0.147	0.136

Nota. Se da el mismo peso para ambas partes que estudian el fenómeno

Al tener el valor de la susceptibilidad respecto a la tabla 23, ya se puede determinar en relación a la caracterización del fenómeno el valor de la peligrosidad dentro de la Tabla 24.

Tabla 25

Nivel de peligrosidad

Nivel	Rango
Peligro Alto	$0.134 \leq R < 0.260$

Nota. Los rangos están extraídos del CENEPRED

Al tener el valor de la peligrosidad se le identifica y se define el rango en el que se encuentra, y con esto se determina el nivel del peligro en la Tabla 25.

3.4.3. Vulnerabilidad

Para muchos parámetros es necesario conocer datos como la población, el número de viviendas y la edad en rangos determinados.

Vulnerabilidad Social

Exposición social

Tabla 26

Parámetro de Grupo etario

Descriptor	Peso ponderado: 0.260	
ES2	PES2	0.260

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED

Respecto a la exposición social, se empieza por el parámetro del grupo etario, que se basaron en los datos proporcionados por la INEI. Contando con un número mayor de pobladores, dentro del rango especificado en el descriptor ES2 dentro de la Tabla 26.

Tabla 27

Parámetro de servicios educativos expuestos

Descriptores	Peso ponderado: 0.106	
ES10	PES10	0.035

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

Se tomó en consideración dentro del parámetro de servicios educativos expuestos a menos del 10%. Debido a que en la figura 14 se muestra la ubicación referencial del servicio educativo el cual está en una zona fuera del alcance del mayor evento de inundación simulado en la Figura 12.

Tabla 28

Parámetro de servicios de salud terciarios

Descriptores	Peso ponderado: 0.633	
ES15	PES15	0.035

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

En la tabla 28 se tomó en consideración dentro del parámetro de servicios de salud expuesto, a menos del 10%. Debido a que la figura 14 se muestra la ubicación referencial del servicio de salud, el cual está en una zona fuera del alcance del mayor evento de inundación simulado en la Figura 12.

Tabla 29

Valor de exposición social

Grupo etario	Servicios educativos expuestos	Servicios de salud terciarios	VALOR
--------------	--------------------------------	-------------------------------	-------

Par.	Des.	Par.	Des.	Par.	Des.	
0.260	0.260	0.035	0.106	0.035	0.633	0.093

Nota. Par. significa parámetro y Des. significa descriptor

Dentro de la tabla 29 se muestra el resumen y el cálculo del valor referente a la exposición social dentro de la vulnerabilidad.

Fragilidad social

Tabla 30

Parámetro material de construcción de la edificación

Descriptores	Peso ponderado: 0.430	
FS3	PFS4	0.068

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

En la tabla 30 considerando la interacción con los pobladores y la zona de estudio es más frecuente el uso de adobe en las edificaciones.

Tabla 31

Parámetro del estado de conservación de la edificación

Descriptores	Peso ponderado: 0.317	
FS7	PFS7	0.260

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 31 señala que el parámetro de conservación de las edificaciones más vinculado, es considerado como malo. Con un valor referente a 0.260, debido a que no

cuentan con mantenimientos. Sin embargo, no presentan indicadores de alguna señal notoria de posible falla estructural.

Tabla 32

*Parámetro de la antigüedad de la Constitución de
la Edificación*

Descriptores	Peso ponderado: 0.042	
FS13	PFS13	0.134

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

En la tabla 32 considerando interacción con los pobladores y la zona de estudio se estima un parámetro de antigüedad de construcción dentro del rango de 20 a 30 años.

Tabla 33

Parámetro de elevación de las edificaciones

Descriptores	Peso ponderado: 0.078	
FS19	PFS19	0.068

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por

CENEPRED

En la tabla 33 se considera que existe más edificaciones con elevaciones de dos pisos respecto a las interacciones con la zona de estudio.

Tabla 34

Parámetro de viviendas que incumplen normativa

Descriptores	Peso ponderado: 0.131	
--------------	-----------------------	--

FS25	PFS25	0.035
------	-------	-------

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED

En la tabla 34 se indica el rango de viviendas que incumplen normativa estimado, que para este caso se encuentra en el rango entre 0 y 20%.

Tabla 35

Valor de fragilidad social

Material de construcción de la edificación		Estado de conservación de la edificación		Antigüedad de la Constitución de la Edificación		Elevación de las edificaciones		Viviendas que incumplen normativa		VALOR
Par.	Des.	Par.	Des.	Par.	Des.	Par.	Des.	Par.	Des.	
0.068	0.430	0.260	0.317	0.134	0.042	0.068	0.078	0.035	0.131	0.127

Nota. Par. significa parámetro y Des. significa descriptor

Se muestra en la tabla 35 el resumen de la determinación del valor respecto a la fragilidad social. Teniendo en cuenta los parámetros evaluados, obteniendo un valor de 0.127.

Resiliencia social

Tabla 36

Parámetro de capacitación en temas de Gestión del Riesgo

Descriptor	Peso ponderado: 0.285
RS1	PRS1 0.503

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED

La tabla 36 indica que cerca de la totalidad de la población no cuentan con capacitaciones en relación a riesgos de desastres. Obteniendo un valor estimando de 0.503, en relación del parámetro de capacitación en temas de gestión de riesgo, ya que no existe programas de capacitación en cuanto a gestión de riesgo.

Tabla 37

Parámetro de conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres

Descriptor	Peso ponderado: 0.152	
RS7	PRS7	0.260

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

Se consideró que hay limitado conocimiento sobre el tema de desastres naturales. Por lo que se obtuvo un valor de 0.260 referente al descriptor RS7 en la Tabla 37, ya que, según lo consultado, se sabe que si bien existe conocimiento este es escaso en términos de causas y consecuencias de los desastres.

Tabla 38

Parámetro de existencia de normatividad política y local

Descriptor	Peso ponderado: 0.096	
RS12	PRS12	0.260

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 38 indica el parámetro de existencia de normas respecto a la reducción de riesgos. Obteniendo un valor para dicho parámetro de 0.260, ya que si existe soporte legal que ayuda en parte a la reducción de riesgos.

Tabla 39

Parámetro de actitud frente al riesgo

Descriptores	Peso ponderado: 0.421	
RS18	PRS18	0.134

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 39 indica el parámetro de la actitud frente al riesgo de los pobladores, correspondiente al descriptor RS18 en relación a la actitud de las personas con las que hubo un dialogo. De manera poco preocupante ante riesgos y sin tomar ninguna medida de prevención.

Tabla 40

Parámetro de campaña de difusión

Descriptores	Peso ponderado: 0.046	
RS22	PRS22	0.260

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 40 indica el parámetro de campaña de difusión frente al riesgo de inundaciones, obteniendo un parámetro relacionado al desconocimiento de difusiones dentro de los medios de comunicación en casos referentes a gestiones de riesgo.

Tabla 41

Resiliencia social

Capacitación en temas de Gestión del Riesgo	Conocimiento local sobre ocurrencia	Existencia de normatividad política y local	Actitud frente al riesgo	Campaña de difusión	VALOR
---	-------------------------------------	---	--------------------------	---------------------	-------

pasada de

desastres

Par.	Des.	Par.	Des.	Par.	Des.	Par.	Des.	Par.	Des.	
0.503	0.285	0.260	0.152	0.260	0.096	0.134	0.421	0.260	0.046	0.276

Nota. Par. significa parámetro y Des. significa descriptor

Se muestra en la tabla 41 el resumen de la determinación del valor respecto a la resiliencia social. Teniendo en cuenta los parámetros evaluados, obteniendo un valor de 0.276.

Vulnerabilidad económica

Exposición económica

Tabla 42

Parámetro de localización de la edificación

Descriptores	Peso ponderado: 0.318	
EE1	PEE1	0.503

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

Se consideró en la tabla 42 que las viviendas dentro del centro poblado Sarín, se encuentran a una distancia media entre 0 y 200 metros al río. Correspondiéndole un valor de 0.503 respectivo.

Tabla 43

Parámetro de servicio básico de agua potable y

saneamiento

Descriptores	Peso ponderado: 0.219	
--------------	-----------------------	--

EE10	PEE10	0.035
------	-------	-------

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

En la tabla 43 se indica el valor obtenido en relación al tema de parámetro de servicio básico de agua potable y saneamiento. Dentro de los cuales, se tomó en cuenta el porcentaje de área afectada por la inundación en la Figura 12, que para nuestro caso hay menos del 10% de este servicio expuesto.

Tabla 44

Parámetro de servicios de las empresas

eléctricas expuestas

Descriptores	Peso ponderado: 0.140	
EE15	PEE15	0.035

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

En la tabla 44 indica el valor obtenido en relación al parámetro de servicios de las empresas eléctricas expuestas. Dentro de los cuales, se tomó en cuenta el porcentaje de área afectada por la inundación en la Figura 12, que para nuestro caso hay menos del 10% de este servicio expuesto.

Tabla 45

Parámetro de servicio de las empresas de

distribución de combustible y gas

Descriptores	Peso ponderado: 0.063	
EE20	PEE20	0.035

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

En la tabla 45 se indica el valor obtenido en relación al tema de parámetro de servicio de las empresas de distribución de combustible y gas. Dentro de los cuales, se tomó en cuenta el área afectada por la inundación en la Figura 12 y el de los puntos de gas, que para nuestro caso hay menos del 10% de este servicio expuesto.

Tabla 46

Parámetro de servicio de empresas de transporte expuesto

Descriptor	Peso ponderado: 0.089	
EE25	PEE25	0.035

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

En la tabla 46 se indica el valor obtenido en relación al tema de Parámetro de servicio de empresas de transporte expuesto. Dentro de los cuales, se tomó en cuenta el área afectada por la inundación en la Figura 12 y el de los puntos de transporte, que para nuestro caso hay menos del 10% de este servicio expuesto.

Tabla 47

Parámetro de área agrícola

Descriptor	Peso ponderado: 0.121	
EE30	PEE30	0.035

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

En la tabla 47, se indica el valor obtenido en relación al tema parámetro de área agrícola. Dentro de los cuales, se tomó en cuenta el área afectada por la inundación en la Figura 12 y el de la ubicación de cultivo, que para nuestro caso hay menos del 10% de este servicio expuesto.

Tabla 48

Parámetro de servicios de telecomunicaciones

Descriptores	Peso ponderado: 0.050	
EE35	PEE35	0.035

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

En la tabla 48 indica el valor obtenido en relación al tema de parámetro de servicios de telecomunicaciones. Dentro de los cuales, se tomó en cuenta el área afectada por la inundación en la Figura 12 y el de los puntos servicio de telecomunicaciones, que para nuestro caso hay menos del 10% de este servicio expuesto.

Tabla 49

Valor de exposición económica

Parámetro	Des.	Valor
Localización de la edificación	0.318	0.260
Servicio básico de agua potable y saneamiento	0.219	0.035
Servicios de las empresas eléctricas expuestas	0.140	0.035
Servicio de las empresas de distribución de combustible y gas	0.063	0.035
Servicio de empresas de transporte expuesto	0.089	0.035
		0.107

Área agrícola	0.121	0.035
Servicios de telecomunicaciones	0.050	0.035

Nota. Des. significa descriptor para este caso.

Se muestra en la tabla 49 el resumen de la determinación del valor respecto al valor de exposición económica. Teniendo en cuenta los parámetros evaluados, obteniendo un valor de 0.107.

Fragilidad económica

Según la muestra de viviendas evaluadas se determina que en promedio las viviendas son de adobe o tapia. Y para los demás parámetros también se verificó con la visita al lugar de estudio y consulta a los ciudadanos.

Tabla 50

Parámetro de material de construcción de la edificación

Descripciones	Peso ponderado: 0.386	
FE4 Adobe o tapia	PFE4	0.068

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED

En la tabla 50 al igual que en la tabla 30 se consideró la interacción con los pobladores y la zona de estudio donde es más frecuente el uso de adobe en las edificaciones.

Tabla 51

Parámetro del estado de conservación de la edificación

Descriptor	Peso ponderado: 0.386	
------------	-----------------------	--

FE7	PFE7	0.260
-----	------	-------

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

En la tabla 51 al igual que en la tabla 31 señala que el parámetro de conservación de las edificaciones más vinculado, es considerado como malo. Con un valor referente a 0.260, debido a que no cuentan con mantenimientos. Sin embargo, no presentan indicadores de alguna señal notoria de posible falla estructural.

Tabla 52

Parámetro de antigüedad de la Constitución de la Edificación

Descriptor	Peso ponderado: 0.111	
------------	-----------------------	--

FE13	PFE13	0.134
------	-------	-------

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

En la tabla 52 al igual que en la tabla 32 se consideró la interacción con los pobladores y la zona de estudio estimando un parámetro de antigüedad de construcción dentro del rango de 20 a 30 años.

Tabla 53

Parámetro de viviendas que incumplen normativa

Descriptor	Peso ponderado: 0.156	
------------	-----------------------	--

FE20	PFE20	0.035
------	-------	-------

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

En la tabla 53 se indica el rango de viviendas que incumplen normativa, del cual estimamos que entre 0% y 20% de viviendas observadas incumplen la normativa.

Tabla 54

Parámetro de la topografía del terreno (P=Pendiente)

Descriptor	Peso ponderado: 0.044	
FE22	PFE22	0.260

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 54 muestra el parámetro topográfico del terreno, respecto a su pendiente en porcentaje. Mediante informes y estudios hechos por las entidades locales y por la visita realizada al lugar de estudio. Se puede identificar la pendiente del lugar. Teniendo un rango estimado dentro de 30% a 50% de pendiente.

Tabla 55

Parámetro de elevación de las edificaciones

Descriptor	Peso ponderado: 0.068	
FE29	PFE29	0.068

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED

De la misma manera que en la tabla 33, en la tabla 55 se considera que existe más edificaciones con elevaciones de dos pisos, según la observación en la zona de estudio.

Tabla 56

Valor de fragilidad económica

Parámetro	Des.	Valor
-----------	------	-------

Material de construcción de la edificación	0.386	0.068	
Estado de conservación de la edificación	0.386	0.260	
Antigüedad de la Construcción de la Edificación	0.111	0.134	0.163
Viviendas que incumplen normativa	0.156	0.035	
Topografía del terreno (P=Pendiente)	0.044	0.260	
Elevación de las edificaciones	0.068	0.068	

Nota. Des. significa descriptor para este caso.

Se muestra en la tabla 56 el resumen de la determinación del valor respecto al valor de fragilidad económica. Teniendo en cuenta los parámetros evaluados, obteniendo un valor de 0.163.

Resiliencia económica

Tabla 57

Parámetro de población económicamente activa desocupada

Descriptor	Peso ponderado: 0.159	
RE2	PRE2	0.260

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED

La tabla 57 indica el parámetro de la población que esta económicamente activa y desocupada. Considerando la visita y cuestionarios a los pobladores para tener información. Donde se estima que hay un bajo nivel de empleo con limitaciones socioeconómicas. Correspondiéndole un valor de 0.260.

Tabla 58

Parámetro de ingreso familiar promedio mensual (Soles)

Descriptores	Peso ponderado: 0.501	
RE8	PRE8	0.134

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED

La tabla 58 indica el Parámetro de ingreso familiar promedio mensual en soles. Considerando la visita y cuestionarios a los pobladores para tener información. Donde se estima que hay un ingreso medio dentro del rango de los 264 a 1200 soles. Correspondiendo un valor de 0.134 para el parámetro.

Tabla 59

Parámetro de organización y capacitación institucional

Descriptores	Peso ponderado: 0.077	
RE12	PRE12	0.260

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED

La tabla 59 muestra el Parámetro de organización y capacitación institucional promedio mensual en soles. Considerando la visita y cuestionarios a los pobladores

para tener información, donde se da a entender la escasa capacitación sobre la gestión de riesgos, teniendo a su difusión y su cobertura también escasa.

Tabla 60

Parámetro de capacitación en temas de gestión del riesgo

Descriptor	Peso ponderado: 0.263
RE17	PRE17 0.260

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 60 muestra el parámetro seleccionado relacionado a la capacitación en temas de riesgo. Considerando la tabla 36 indica que cerca de la totalidad de la población no cuentan con capacitaciones en relación a riesgos de desastres. Se considera que la población esta escasa de información y capacitaciones relacionadas a gestión de riesgo.

Se muestra el resumen y el cálculo de la resiliencia económica.

Tabla 61

Valor de resiliencia económica

Población económicamente activa desocupada	Ingreso familiar promedio mensual (Soles)		Organización y Capacitación en capacitación temas de gestión del riesgo		VALOR
	Par.	Des.	Par.	Des.	
	Par.	Des.	Par.	Des.	0.197

0.159 0.260 0.501 0.134 0.077 0.260 0.263 0.260

Nota. Par. significa parámetro y Des. significa descriptor

Se muestra en la tabla 61 el resumen de la determinación del valor respecto a la resiliencia económica. Teniendo en cuenta los parámetros evaluados, obteniendo un valor de 0.197.

Vulnerabilidad ambiental

Exposición ambiental

Tabla 62

Parámetro de deforestación

Descriptor	Peso ponderado: 0.501	
EA2	PEA2	0.260

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 62 indica el valor correspondiente a el parámetro de deforestación, que aborda las causas más determinantes para la deforestación, se tomó el peso correspondiente a la causa de área de cultivo, en específico a cultivos de pan llevar.

Tabla 63

Parámetro de porcentaje de deforestación

Descriptor	Peso ponderado: 0.077	
EA9	PEA9	0.068

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 63 indica el valor correspondiente a el parámetro de porcentaje de deforestación, lo cual se da a notar al visitar el lugar y ver las imágenes satelitales.

Tabla 64

Parámetro de pérdida de suelo

Descriptor	Peso ponderado: 0.263	
EA11	PEA11	0.503

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 64 indica el valor correspondiente a el parámetro de pérdida de suelo. Escogiendo el descriptor EA11 que hace relación a la posible erosión provocada con las lluvias. Correspondiéndole un valor de 0.503.

Tabla 65

Parámetro de pérdida de agua

Descriptor	Peso ponderado: 0.159	
EA18	PEA18	0.134

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 65 indica el valor correspondiente a el parámetro de pérdida de agua, para el cual gracias a la visita a la zona y la inspección que se realizó, se determinó el peso de acuerdo a la descripción que más se asemejaba a la realidad, la cual es que se pierde agua por diferentes fugas en su uso, la evaporación, entre otras.

Tabla 66

Valor de exposición ambiental

Deforestación		% de deforestación		Perdida de suelo		Perdida de agua		VALOR
Par.	Des.	Par.	Des.	Par.	Des.	Par.	Des.	
0.501	0.260	0.077	0.068	0.263	0.503	0.159	0.134	0.288

Nota. Par. significa parámetro y Des. significa descriptor

Se muestra en la tabla 66 el resumen de la determinación del valor respecto a la exposición ambiental. Teniendo en cuenta los parámetros evaluados, obteniendo un valor de 0.288.

Fragilidad ambiental

La información es proporcionada por diferentes informes de las entidades locales, de acuerdo a información proporcionada por las personas del lugar, y además mediante la observación.

Tabla 67

*Parámetro de características geológicas del
suelo*

Descriptor	Peso ponderado: 0.283	
FA3	PFA3	0.134

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 67 indica el valor correspondiente a el parámetro de características geológicas del suelo, para el cual y de acuerdo a las visitas y los informes técnicos disponibles de la municipalidad, además de los antecedentes de la zona, se determinó el peso conociendo que la zona en su mayoría tiene mediana capacidad portante.

Tabla 68

Parámetro de explotación de Recursos Naturales

Descriptores	Peso ponderado: 0.047	
FA8	PFA8	0.134

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 68 indica el valor correspondiente a el parámetro de características geológicas del suelo, que según la visita se pudo comprobar determinadas practicas relacionadas al río, lo cual determino la elección del peso para este parámetro.

Tabla 69

Parámetro de localización de Centros Poblados

Descriptor	Peso ponderado: 0.643	
FA11	PFA11	0.503

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 69 indica el valor correspondiente a el parámetro de localización de Centros Poblados, en este caso se determinó nuestro peso de acuerdo a la distancia de nuestro Centro Poblado, que está a un promedio de entre 0 y 0.2 km de distancia del río.

Tabla 70

Valor de fragilidad ambiental

Características geológicas del suelo		Explotación de recursos naturales		Localización de centro poblado		VALOR
Par.	Des.	Par.	Des.	Par.	Des.	
0.283	0.134	0.047	0.134	0.643	0.503	0.368

Nota. Par. significa parámetro y Des. significa descriptor

Se muestra en la tabla 70, el resumen de la determinación del valor respecto a la fragilidad ambiental. Teniendo en cuenta los parámetros evaluados, obteniendo un valor de 0.368.

Resiliencia ambiental

Tabla 71

Parámetro de conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental

Descriptor	Peso ponderado: 0.633	
RA2	PRA2	0.260

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 71 indica el valor correspondiente a el parámetro de conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental, en el cual, según las consultas realizadas, se determinó tanto conocimiento de la normatividad, pero no cumplimiento de las mismas.

Tabla 72

Parámetro de conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales

Descriptor	Peso ponderado: 0.106	
RA8	PRA8	0.134

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED

La tabla 72 indica el valor correspondiente a el parámetro de conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales. La gente conserva conocimientos de sus antepasados relacionados a usos de recursos naturales.

Correspondiente al descriptor RA8 con un valor de 0.134.

Tabla 73

Parámetro de capacitación en temas de conservación ambiental

Descriptor	Peso ponderado: 0.260	
RA12	PRA12	0.260

Nota. Extraído de los cuadros otorgados por CENEPRED.

La tabla 73 indica el valor correspondiente a el parámetro de capacitación en temas de conservación ambiental. La cual se estima en una población poco capacitada en relación a conservación ambiental. Correspondiendo el descriptor RA12 con un valor de 0.260.

Tabla 74

Resiliencia ambiental

Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental		Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales		Capacitación en temas de conservación ambiental		VALOR
Par.	Des.	Par.	Des.	Par.	Des.	
0.260	0.633	0.134	0.106	0.260	0.260	0.246

Nota. Par. significa parámetro y Des. significa descriptor

Se muestra en la tabla 74 el resumen de la determinación del valor respecto a la resiliencia ambiental. Teniendo en cuenta los parámetros evaluados, obteniendo un valor de 0.246.

Tabla 75

Valor de vulnerabilidad social

Exposición Social		Fragilidad Social		Resiliencia Social		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.093	0.633	0.127	0.106	0.276	0.260	0.144

Nota. Valor y peso se multiplican y se suman para cada factor.

En tabla 75 se determinó el valor de la vulnerabilidad social. Teniendo en cuenta parámetros de exposición social, fragilidad social y resiliencia social.

Tabla 76

Valor de vulnerabilidad económica

Exposición		Fragilidad		Resiliencia		Valor
Económica		Económica		Económica		
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
						0.136
0.107	0.633	0.163	0.106	0.197	0.260	

Nota. Valor y peso se multiplican y se suman para cada factor.

En tabla 76 se determinó el valor de la vulnerabilidad económica. Teniendo en cuenta parámetros de exposición económica fragilidad económica y resiliencia económica.

Tabla 77

Vulnerabilidad Ambiental

Exposición		Fragilidad		Resiliencia		Valor
Ambiental		Ambiental		Ambiental		
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
						0.285
0.288	0.633	0.368	0.106	0.246	0.260	

Nota. Valor y peso se multiplican y se suman para cada factor.

En tabla 77 se determinó el valor de la vulnerabilidad ambiental. Teniendo en cuenta parámetros de exposición ambiental fragilidad ambiental y resiliencia ambiental.

Tabla 78

Vulnerabilidad Total

Vulnerabilidad Social		Vulnerabilidad Económica		Vulnerabilidad Ambiental		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.144	0.633	0.136	0.106	0.285	0.260	0.180

Nota. Valor y peso se multiplican y se suman para cada dimensión.

En la tabla 78 se determinó el valor de la vulnerabilidad total tomando en cuenta las vulnerabilidad social, ambiental y económica.

Tabla 79

Nivel de vulnerabilidad

Nivel	Rango
Vulnerabilidad Alta	$0.134 \leq R < 0.260$

Nota: Los rangos están extraídos del CENEPRED

En la tabla 79 se le identifica y se define el rango en el que se encuentra el nivel de la vulnerabilidad respecto al valor de vulnerabilidad total encontrado en la tabla 78.

3.4.4. Riesgo

Con la obtención de la peligrosidad y la vulnerabilidad, se calcula mediante multiplicación de ambos al riesgo.

$$R = 0.136 \times 0.180 = 0.024$$

Ubicamos el valor resultante en su respectivo rango y determinamos el nivel del riesgo.

Tabla 80

Nivel de riesgo

Nivel	Rango
Riesgo Alto	$0.018 \leq R < 0.068$

Nota: Los rangos están extraídos del
 CENEPRED

La tabla 80 indica el nivel de riesgo encontrado en relación a la peligrosidad y vulnerabilidad.

3.4.5. Medidas de prevención

Al identificar el nivel del riesgo, como evaluadores, determinamos que es necesario intervenir para reducir el nivel de riesgo, para este caso gracias a la simulación, tenemos el punto que se debe intervenir.

Medidas no estructurales

- Fiscalización y apoyo de las autoridades locales para los pobladores de la zona afecta, para la mejora de sus viviendas y un mantenimiento periódico para todo el sector.

- Garantizar el libre y fácil acceso a información sobre las causas y consecuencias de los diferentes fenómenos naturales, esto mediante la difusión en medios de comunicación impresos o de radio, para asegurar que la información llegue a todos los grupos etarios.
- Intervención directa del gobierno local para capacitaciones recurrentes a los pobladores sobre temas de gestión de riesgos.
- Intervención de las entidades estatales especializadas en temas de riesgos, organizando planes y estrategias a largo plazo en conjunto con los gobiernos locales, ya sea organizando mejor a la población, dando incentivos para mejorar la conducta, y dando mejor y más estables puestos de trabajos.
- Capacitación en temas de conservación ambiental y en el cuidado del recurso hídrico y sus márgenes.
- Reforestar la zona contigua al cauce donde se produce el desborde

Medidas estructurales

- Se sabe que existen intervenciones previas de dragado y construcción de defensas, pero que, con el paso del tiempo, la falta de mantenimiento, y que el diseño, según las noticias recientes no ha sido suficiente, es entonces que proponemos mejorar la defensa ribereña ya existente, aplicando un diseño para un caudal mayor y darle mantenimiento constante, esto en el sector por aproximadamente 400 m de largo en margen izquierdo del cauce del río Sarín.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

De acuerdo al estudio de Gavidia y Bazán (2020), donde al contar con información hidrométrica, y así tener los registros históricos de los caudales del río estudiado, se procede a estadísticamente hallar los caudales de diseño para diferentes periodos de retorno, en lo cual **si bien no se difiere se le aumenta** un proceso más, dadas las condiciones que tenemos, donde seguimos un procedimiento facultado por el manual del MTC, dados los datos de la estación pluviométrica se aplicó específicamente el método racional modificado, para hallar los caudales de diseño, teniendo en cuenta que estos valores son aproximados, ya que los diferentes métodos siempre contemplan un margen de error, pero tal margen es tolerable; teniendo en cuenta lo antes mencionado, y al realizar la investigación, percatarnos de la falta de estaciones hidrométricas en la zona altoandina de La Libertad. En la misma línea, en el estudio de Aguirre (2021) donde también se hace un estudio al riesgo, necesitando antes hallar el área inundable, se muestra que **en concordancia** a nuestra investigación se puede utilizar la data de precipitaciones, con las inundaciones de diferentes periodos de retorno, también se determina para que eventos se debe realizar intervenciones, mediante el análisis de riesgo.

Para la evaluación de riesgos y según lo indicado por Loyola (2019), que para su evaluación escogió trabajar con el manual del INDECI, y en la misma provincia donde se encuentra nuestra zona de estudio, dando resultados satisfactorios, llegando a proponer medidas de prevención, haciendo mención también al CENEPRED, el cual también entrega un manual, que también estudia y evalúa el fenómeno, pero con parámetros y medidas distintas al manual del INDECI, **y según nuestra apreciación, diferimos** al decidir aplicar el manual del CENEPRED al presentarse como más detallado, ya que incluyen partes que el

presente trabajo no realiza como análisis de los elementos, medidas de control y análisis de costo/beneficios, entre otros detalles que ayudan a una verdadera gestión de riesgos, para este punto si bien se ha determinado el valor y respecto a eso se ha propuesto medidas de prevención. Es entonces que el valor hallado, también implica que se ha encontrado utilidad en la aplicación de la evaluación para conocer y tomar medidas respecto al valor y la identificación de la zona, y que además la toma de decisiones mejoraría al implementarse todos los puntos complementarios a la determinación del valor del riesgo hallado.

4.2. Limitaciones

Lo primero que se notó fue una relativa falta de información, ya que la estación que se encuentra en la ciudad no cuenta con suficientes datos, y que dentro de la cuenca a la que pertenece la zona de estudio no se encuentra ninguna otra estación, por lo tanto, se tuvo que escoger la estación más cercana a la cuenca, ya que la precipitación no tiende a variar mucho, si esta no está considerablemente lejos.

No se tuvo datos hidrométricos del río Sarín, por lo tanto, se tuvo que hallar los caudales para diferentes periodos de retornos, mediante métodos basados en modelos matemáticos hidrológicos.

Para cubrir la necesidad de datos del terreno de zona de estudio y la cuenca a la que pertenece, no se realizó un levantamiento topográfico propio de toda la zona, si no que nos limitamos a descargar los modelos digitales de elevación, tal información la podemos encontrar en páginas institucionales privadas o estatales.

Este trabajo no realizo una sectorización para la posterior elaboración de un mapa de riesgo, debido a que el tamaño y afectación de la zona de estudio nos demostró que no sería necesario ni esencial realizar tal procedimiento

4.3. Conclusiones

Se calculó las avenidas respetando el procedimiento brindado por el manual del MTC, y dentro de los cuales, el máximo periodo de retorno considerado fue de 500 años, con lo cual podemos decir que se pueden hallar las avenidas mediante los distintos indicativos que brindan diferentes entidades estatales, las mismas que tienen sustento científico, aun así, los resultados se manejan con cautela y a criterio de los especialistas, teniendo en cuenta que como todo modelo, tiene un ligero margen de error.

Mediante el modelamiento en HEC-RAS, se determinó el área inundable para las distintas avenidas encontradas, con lo cual identificamos los peores escenarios, y se pudo ver que, si bien hay un incremento desde los 5 años a 500 años, respecto al área inundable, también es cierto que debido a la pendiente y mediana protección natural, el cambio no es significativo, en el sentido de que no abarca una mayor área, aun así, afecta viviendas, ya que, al incrementar el caudal, da a entender un incremento en la velocidad de flujo de la misma área, causando otros daños y perjuicios. En caso la evaluación así lo indique, con esto podemos identificar el área afectada que necesita protección.

Con el valor del riesgo obtenido mediante la metodología del CENEPRED, se ha hallado que existe un nivel que el manual determina como alto, el cual es un indicativo de que alguno o varios parámetros que componen el estudio de riesgo tienen valores altos, los cuales son preferibles subsanar, además de que en primer lugar indica lo preparado que esta determina unidad de estudio para el fenómeno de inundación.

Las medidas de prevención propuestas, son ideadas en base a los puntos detectados en el análisis, que pueden mejorar y generar cambios positivos, tanto las medidas estructurales como no estructurales, están a la espera de ser aplicadas y comprobar su efectividad en

reducción de riesgos. Las medidas estructurales cuentan con antecedentes, ya que son aplicables en muchos proyectos para fines de protección.

REFERENCIAS

- Aguirre, M. (2021). *Análisis de vulnerabilidad y riesgo por inundación en la ciudad de Namballe como consecuencia del desborde del río Namballe en épocas de fuertes lluvias mediante el uso de modelos matemáticos* [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil ambiental, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo]. Repositorio institucional de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/3732>
- Alvarez, O. & Márquez, R. (2020). *Análisis hidráulico e hidrológico de la cuenca del río Moquegua para el diseño de defensa ribereñas* [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Ricardo Palma]. Red de repositorios latinoamericanos. <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3353907>
- Alvarez, X. (2004). *Control predictivo de canales de riego utilizando modelos de predicción de tipo Muskingum (primer orden) y de tipo Hayami (segundo orden)*. Universidad Politécnica de Catalunya. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3330?locale-attribute=es>
- Aparicio, F. (1989). *Fundamentos de hidrología de superficie* (1.^a ed.). Limusa.
- Aroní, P. & Pareja, H. (2020). *Gestión de datos con tecnología geomática para la mitigación del riesgo de desastres por fenómenos naturales* [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio institucional de la Universidad Ricardo Palma. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/3651>
- Autoridad Nacional del Agua. (2011). *La regulación de las fajas marginales*. <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/4366>
- Barrera, D. (2021). *Caracterización del comportamiento hidráulico del Río Ambato en el tramo comprendido entre el sector de Tilulún y el sector de las Viñas desde el KM*

0+00 al 4+00 mediante un modelo matemático [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Técnica de Ambato]. Repositorio institucional de la Universidad Técnica de Ambato.

<https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/32024>

Bateman, A. (2007). *Hidrología básica y aplicada*. Universidad Politécnica de Cartagena. acciones de prev <https://www.upct.es/~minaees/hidrologia.pdf>

Bisbal, A. (julio, 2014). *Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres SINAGERD y el Plan de gestión de riesgo de desastres* [Presentación de normativa].

Taller internacional: “Experiencias Internacionales en la Recuperación de Bienes y Servicios Públicos Post Desastre”, Lima, Perú.

https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/eventos-taller/taller-internacional-03y04-julio-2014/files/segundo-dia/04-Ley-Sinagerd-y-el-Planagerd.pdf

Bussi, G., Ortiz, E., Francés, F., Pujol, L., Gabaldón, R., Guna, V., Bellver, V., Sempere, & Antón, J. (octubre, 2011). *Modelación hidráulica y análisis del riesgo de inundación según las líneas guía de la Directiva Marco del Agua. El caso de la Marina Alta y la Marina Baja (Alicante)* [Presentación de paper]. II Jornadas de Ingeniería del Agua “Modelos Numéricos en Dinámica Fluvial”, Barcelona, España.

http://lluvia.dihma.upv.es/ES/publi/congres/050_JIA2011_PRESENTACION_GB_articulo.pdf

Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres. (2014).

Manual Para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión. <https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/257>

Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2014). *Manual para la Evaluación de Desastres*. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/36970>

Comisión Nacional del Agua (2011). *Manual para el control de inundaciones*. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <http://cenca.imta.mx/pdf/manual-para-el-control-de-inundaciones.pdf>

Hernández R. & Mendoza C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mc Graw Hill educación.
<http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>

Te Chow, V., Maidment, D. & Mays L. (1994). *Hidrología Aplicada* (1ª ed.). Editorial Nomos S.A.

Te Chow, V. (2005). *Hidráulica de canales abiertos* (1ª ed.). Editorial Nomos S.A.
<https://webooks.co/images/team/academicos/ingenieria/civil/11.Hidraulica%20de%20Canales%20Abiertos%20-%20Ven%20Te%20Chow.pdf>

Endara, S. (2016). *Ciclos horarios de precipitación en el Perú utilizando información satelital*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.
<https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/112>

Escuder, I., Castillo, J., Morales, A., & Altarejos, L. (2013). *Metodología completa y cuantitativa de análisis del riesgo de inundación en zonas urbanas* (1ª ed.). Universitat Politècnica de València.
https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/70681/TOC_0980_03_01.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres. (2008). *Gestión del riesgo*.
https://www.eird.org/cd/toolkit08/material/proteccion-infraestructura/gestion_de_riesgo_de_amenaza/8_gestion_de_riesgo.pdf

Ferradas, P. (agosto, 1994). Callao: cuando el río habla es porque inundaciones anuncia.

Desastres y sociedad. 2(3), 7 – 21.

García J. (2013). *Apuntes de Modelos Hidráulicos*. Universidad Politécnica de Madrid.

http://www1.camino.upm.es/sic/files/04_seminarios/01/01_FichaSeminario_modelos_hidraulicos.pdf

García, P. (2007). *Medidas estructurales y medidas no estructurales de defensa frente a inundaciones*. Escuela de Organización Industrial.

<https://www.eoi.es/sites/default/files/savia/documents/componente45441.pdf>

Gavidia, J., & Bazán, R. (2021). *Efecto del comportamiento de caudales máximos con fines de encauzamiento de avenidas en el sector Puente Careaga, Río Chicama 2020* [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Privada del Norte].

Repositorio institucional de la Universidad Privada del Norte].

<https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29046>

Instituto Nacional de Defensa Civil (2006). *Manual básico para la estimación del riesgo*.

<http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc319/doc319.htm>

Instituto Nacional de Defensa Civil (2014). *Inundación afecta el distrito de Sarín provincia de Sánchez Carrión - La Libertad* (Reporte de Situación No. 216).

<https://reliefweb.int/report/peru/reporte-de-situacion-no-216-inundacion-afecta-el-distrito-de-sarin-prov-de-sanchez-carri>

Instituto Nacional de Defensa Civil (2014). *Inundación afecta el distrito de Sarín provincia de Sánchez Carrión - La Libertad* (Informe de Emergencia No. 211).

<https://reliefweb.int/report/peru/informe-de-emergencia-n-211-inundacion-afecta-el-distrito-de-sarin-prov-sanchez-carri>

- Lobo, E. (2017). *Estudio hidrológico e hidráulico para la identificación de la vulnerabilidad a desbordes de la cuenca baja del río Coata – Puno* [Tesis para optar el título profesional de ingeniero agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Agraria La Molina.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/3366>
- López, M. (17 de enero del 2014). Perú es el tercer país más vulnerable del mundo al cambio climático. *Agencia de Noticias SERVINDI*. <https://www.servindi.org/actualidad/99300>
- Loyola, J. (2019). *Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad* [Tesis de maestría, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad Cesar Vallejo.
<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/31347>
- Ledesma, J. (2019). *Análisis comparativo de la estimación del nivel de riesgo de desastres del centro poblado de Huallamayo, Paucartambo – Pasco* [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Centro del Perú.
<https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/6266>
- López, S. (2018). *Modelación hidrológica e hidráulica requerida durante eventos extremos* (Informe de prácticas supervisadas). Universidad Nacional de Córdoba.
<http://hdl.handle.net/11086/6448>
- Medina, L. & Luque, G. (2008). *Zonas críticas en la región La Libertad: Informe técnico preliminar* (Informe Técnico No. A6548). Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
<https://repositorio.ingemmet.gob.pe/handle/20.500.12544/2006>

Ministerio de Agricultura y Riego. (9 de marzo del 2014). Acciones de prevención ante inundaciones. <https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/fil20140903165656.pdf>

Ministerio del Ambiente. (2015). *Mapa de susceptibilidad física del Perú: zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en la costa y sierra frente a la ocurrencia de eventos hidrometeorológicos extremos.*
<https://repositoriodigital.minam.gob.pe/handle/123456789/98>

Ministerio del Ambiente. (2016). *Tercera comunicación nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático.*
<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/tercera-comunicacion-nacional-peru-convencion-marco-las-naciones>

Ministerio del Ambiente. (2019). *Cambio Climático y Desarrollo Sostenible en el Perú.*
<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/374283/CDAM0000323.pdf?v=1569605681>

Ministerio de Salud. (2005). *Guía para la protección de establecimientos de salud ante desastres naturales.* <https://www.gob.pe/institucion/minsa/informes-publicaciones/352891-guia-para-la-proteccion-de-establecimientos-de-salud-ante-desastres-naturales>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2011). *Manual de hidrología, hidráulica y drenaje.* http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf

Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico de España. (2018). *Inundaciones y cambio climático: Estudios y experiencias a nivel europeo en el primer ciclo de la Directiva de inundaciones.*

https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/gestion-de-los-riesgos-de-inundacion/libro-cambio-climatico-inundaciones-web-06092019_tcm30-499367.pdf

Oficina de las Naciones Unidas para la reducción del riesgo de desastres (2001). *Marco de Acción: Para la implementación de la Estrategia Internacional para la Reducción de los Desastres (EIRD)*. <https://eird.org/esp/acerca-eird/marco-accion-esp.htm>

Ordoñez, J. (2011). *¿Qué es una cuenca hidrológica?* (Cartilla técnica). Sociedad Geográfica de Lima. https://www.gwp.org/globalassets/global/gwp-sam_files/publicaciones/varios/cuenca_hidrologica.pdf

Porta, G. (2020). *Análisis de riesgo de inundación en prevención de desbordes del río Pocoto en el distrito de San Vicente de cañete – 2018* [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/handle/UNJFSC/4022>

Resolución Jefatural N.º 332-2016-ANA. Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales (28 de diciembre del 2016). <https://www.ana.gob.pe/normatividad/rj-no-332-2016-ana-0>

Ríos, D., Ceppi, C., Meléndez, K., & Molero, J. (2013). Cambio climático, fenómenos meteorológicos extremos y análisis de riesgos. *Revista de la RAC, Serie General*. 106 (1-2), 147-156.

Rodríguez, M. & Vera, L. (2018). *Análisis hidrológico e hidráulico de la quebrada del Río Cajas ubicado junto al campo deportivo en el anexo de Huarichaca, distrito de Tayabamba, provincia de Patate, región La Libertad* [Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil, Universidad Privada Antenor Orrego]. Repositorio

institucional de la Universidad Privada Antenor Orrego.

<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4180>

Sánchez, F. (2007). *Manual introductorio a HEC-RAS*. Universidad de Salamanca.

https://hidrologia.usal.es/Complementos/manual_HEC-RAS.pdf

Sánchez, F. (2015). *Hidrograma unitario de Clark*. Universidad de Salamanca.

https://hidrologia.usal.es/practicass/HU_Clark_EXPLICACION.pdf

Sandoval, M., Solano, N., Sánchez, J., & Jones, M. (2020). Validación del coeficiente de rugosidad de Manning en un canal a flujo libre bajo condición de flujo uniforme.

Revista Agunkuyâa, 10(2), 26-36. <https://doi.org/10.33132/27114260.1935>

Sardon, H., Lavado-Casimiro, W. & Felipe, O. (2022). *Inventario de datos de eventos de inundaciones del Perú. Estudio Final*. Servicio Nacional de meteorología e Hidrología del Perú. <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/1786>

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (2009). *Escenarios Climáticos en el Perú para el año 2030*. <https://repositorio.senamhi.gob.pe/handle/20.500.12542/141>

Soluciones Prácticas - ITDG. (2015). *Gestión de Inundaciones en Perú*.

<https://infoinundaciones.com/recursos/item/ficha-tecnica-gestion-de-inundaciones/>

Sotelo, G. (1994). *Apuntes de Hidráulica II*. Universidad Nacional Autónoma de México.

<https://www.ingenieria.unam.mx/deptohidraulica/publicacion.html>

Universidad Nacional de Ingeniería. (2017). Transito hidráulico.

https://www.imefen.uni.edu.pe/Temas_interes/FSL/12_Transito.pdf

Vargas, P. (2009). *El Cambio Climático y Sus Efectos en el Perú* (Documento de trabajo N°2009-14). Banco Central de Reserva del Perú.

<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/cambio-climatico-sus-efectos-peru>

Villón, M. (2004). *Hidrología* (1ª ed.). Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Villón, M. (2006) *Hidrología estadística* (1ª ed.). Editorial Tecnológica de Costa Rica.

Willys, G. (2021). *Análisis de riesgo por inundaciones en zona urbana de la ciudad de Tijuana. Caso de estudio* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Baja California]. Repositorio institucional de la Universidad Autónoma de Baja California.
<https://repositorioinstitucional.uabc.mx/bitstream/20.500.12930/7816/1/PAL017769.pdf>

ANEXOS

ANEXO N° 1. Clasificación de condiciones de humedad.

Figura 15

*Clasificación de condiciones de humedad antecedentes según precipitación acumulada
previa*

Condición de humedad antecedente (CHA)	Precipitación acumulada de los 5 días previos al evento en consideración (cm)	
	Estación seca	Estación de crecimiento
I (seca)	menor de 1.3	menor de 3.5
II (media)	1.3 a 2.5	3.5 a 5
III (húmeda)	más de 2.5	más de 5

ANEXO N° 2. Tabla de valores referenciales para la determinación del coeficiente de Manning.

Figura 16

Tabla de valores referenciales para la determinación del coeficiente de Manning

Condiciones del canal		Valores	
Material involucrado	Tierra	n_0	0.020
	Corte en roca		0.025
	Grava fina		0.024
	Grava gruesa		0.028
Grado de irregularidad	Suave	n_1	0.000
	Menor		0.005
	Moderado		0.010
	Severo		0.020
Variaciones de la sección transversal	Gradual	n_2	0.000
	Ocasionalmente alternante		0.005
	Frecuentemente alternante		0.010-0.015
Efecto relativo de las obstrucciones	Insignificante	n_3	0.000
	Menor		0.010-0.015
	Apreciable		0.020-0.030
	Severo		0.040-0.060
Vegetación	Baja	n_4	0.005-0.010
	Media		0.010-0.025
	Alta		0.025-0.050
	Muy alta		0.050-0.100
Grado de los efectos por meandros	Menor	m_5	1.000
	Apreciable		1.150
	Severo		1.300

$$n = (n_0 + n_1 + n_2 + n_3 + n_4)m_5$$

ANEXO N° 3. Primera parte de la tabla para el número de curva para condiciones húmedas.

Tabla 81

Numero de curva para condiciones húmedas (1)

N	Área (AP)	CN (-)	CN (+)	CN(-) × AP (1)	CN(+) × AP (2)
1	124.62	86	90	10717.32	11215.80
2	29.8	90	95	2682.00	2831.00
3	6.67	90	95	600.30	633.65
4	4.95	73	81	361.35	400.95
5	4.28	73	81	312.44	346.68

Nota. Primera parte del cálculo hecho en Microsoft Excel para condiciones húmedas.

ANEXO N° 4. Segunda parte de la tabla para el número de curva para condiciones húmedas.

Tabla 82

Numero de curva para condiciones húmedas (2)

Área total (AT)	$\Sigma(1)$	$\Sigma(2)$	$\Sigma(1)/AT$	$\Sigma(2)/AT$	CN
170.32	14673.41	15428.08	86.15	90.58	88.37

Nota. Segunda parte del cálculo hecho en Microsoft Excel para condiciones húmedas.

ANEXO N° 5. Primera parte de la tabla para número de curva para condiciones normales.

Tabla 83

Numero de curva para condiciones normales (1)

N	Área (AP)	CN (-)	CN (+)	CN(-) × AP (1)	CN(+) × AP (2)
1	124.62	74	81	9221.88	10094.22
2	29.8	81	90	2413.80	2682.00
3	6.67	81	90	540.27	600.30
4	4.95	55	66	272.25	326.70
5	4.28	55	66	235.40	282.48

Nota. Primera parte del cálculo hecho en Microsoft Excel para condiciones normales.

ANEXO N° 6. Segunda parte de la tabla para número de curva para condiciones normales.

Tabla 84

Numero de curva para condiciones normales (2)

Área total (AT)	$\Sigma(1)$	$\Sigma(2)$	$\Sigma(1)/AT$	$\Sigma(2)/AT$	CN
170.32	12683.60	13985.70	74.47	82.11	78.29

Nota. Segunda parte del cálculo hecho en Microsoft Excel para condiciones normales.

ANEXO N° 7. Tabla de parámetros y descriptores para precipitaciones anómalas positivas.

Figura 17

Tabla de parámetros y descriptores para precipitaciones anómalas positivas en peligrosidad dentro de la caracterización del fenómeno.

PARÁMETRO	VELOCIDAD DE DESPLAZAMIENTO		PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRIPTORES	PAP1	Anomalía de precipitación mayor a 300 % con respecto al promedio mensual multianual	PPAP1	0.503
	PAP2	Anomalía de precipitación de 100 % a 300 % con respecto al promedio mensual multianual	PPAP2	0.260
	PAP3	Anomalía de precipitación 50 % a 100% con respecto al promedio mensual multianual	PPAP3	0.134
	PAP4	Anomalía de precipitación de 10 a 50% con respecto al promedio mensual multianual	PPAP4	0.068
	PAP5	Anomalía de precipitación menor al 10% con respecto al promedio mensual multianual	PPAP5	0.035

ANEXO N° 8. Tabla de parámetros y descriptores para cercanía a una fuente de agua.

Figura 18

Tabla de parámetros y descriptores para cercanía a una fuente de agua en peligrosidad dentro de la caracterización del fenómeno.

PARÁMETRO	CERCANIA A UNA FUENTE DE AGUA		PESO PONDERADO: 0.106	
DESCRIPTORES	CA1	Menor a 20m	PCA1	0.503
	CA2	Entre 20 y 100m	PCA2	0.260
	CA3	Entre 100 y 500m	PCA3	0.134
	CA4	Entre 500 y 100m	PCA4	0.068
	CA5	Mayor a 1000m	PCA5	0.035

ANEXO N° 9. Tabla de parámetros y descriptores para intensidad media en una hora.

Figura 19

Tabla de parámetros y descriptores para intensidad media en una hora en peligrosidad dentro de la caracterización del fenómeno.

PARÁMETRO	INTENSIDAD MEDIA EN UNA HORA (mm/h)		PESO PONDERADO: 0.633	
DESCRITORES	IM1	Torrenciales: mayor a 60	PIM1	0.503
	IM2	Muy fuertes: Mayor a 30 y Menor o igual a 60	PIM2	0.260
	IM3	Fuertes: Mayor a 15 y Menor o igual a 30	PIM3	0.134
	IM4	Moderadas: Mayor a 2 y Menor o igual a 15	PIM4	0.068
	IM5	Debiles: Menor o igual a 2	PIM5	0.035

ANEXO N° 10. Tabla de parámetros y descriptores para el relieve.

Figura 20

Tabla de parámetros y descriptores para el relieve en susceptibilidad dentro de los factores condicionantes.

PARÁMETRO	RELIEVE	PESO PONDERADO: 0.145		
DESCRITORES	Y1	Abrupto y escarpado, rocoso; cubierto en grandes sectores por nieve y glaciares.	PY1	0.503
	Y2	El relieve de esta region es diverso conformado en su mayor parte por mesetas y abundantes lagunas, alimentadas con los deshielos, en cuya amplitud se localizan numerosos lagos y lagunas.	PY2	0.260
	Y3	Relieve rocoso, escarpado y empinado. el ambito geografico se identifica sobre ambos flancos andinos.	PY3	0.134
	Y4	Relieve muy accidentado con valles estrechos y quebladas profundas, numerosas estribaciones andinas. Zona de huaycos. Generalmente montañoso y complejo.	PY4	0.068
	Y5	Generalmente plano y ondulado, con partes montañosos en la parte sur. Presenta pampas, dunas, tablazos, vales; zona eminentemente árida y desértica	PY5	0.035

ANEXO N° 11. Tabla de parámetros y descriptores para el tipo de suelo.

Figura 21

Tabla de parámetros y descriptores para el tipo de suelo en susceptibilidad dentro de los factores condicionantes.

PARÁMETRO	TIPO DE SUELO		PESO PONDERADO: 0.515	
DESCRITORES	Y6	Rellenos sanitarios	PY6	0.503
	Y7	Arena Eolica y/o limo (con agua)	PY7	0.260
	Y8	Arena Eolica y/o limo (sin agua)	PY8	0.134
	Y8	Suelos granulares finos y suelos arcillosos sobre grava aluvial o coluvial	PY9	0.068
	Y10	Afloramiento rocoso y estratos de grava	PY10	0.035

ANEXO N° 12. Tabla de parámetros y descriptores para la cobertura vegetal.

Figura 22

Tabla de parámetros y descriptores para el tipo de suelo en susceptibilidad dentro de los factores condicionantes.

PARÁMETRO		COBERTURA VEGETAL	PESO PONDERADO: 0.058	
DESCRITORES	Y11	70 - 100 %	PY11	0.503
	Y12	40 - 70 %	PY12	0.260
	Y13	20 - 40 %	PY13	0.134
	Y14	5 - 20 %	PY14	0.068
	Y15	0 - 5 %	PY15	0.035

ANEXO N° 13. Tabla de parámetros y descriptores para el uso actual del suelo.

Figura 23

Tabla de parámetros y descriptores para el uso actual del suelo en susceptibilidad dentro de los factores condicionantes.

PARÁMETRO	USO ACTUAL DE SUELOS	PESO PONDERADO: 0.282		
DESCRIPTORES	Y16	Áreas urbanas, intercomunicadas mediante sistemas de redes que sirven para su normal funcionamiento.	PY16	0.503
	Y17	Terrenos cultivados permanentes como frutales, cultivos diversos como productos alimenticios, industriales, de exportación, etc. Zonas cultivables que se encuentren en descanso como los barbechos que se encuentran improductivas por periodos determinados.	PY17	0.260
	Y18	Plantaciones forestales, establecimientos de árboles que conforman una masa boscosa, para cumplir objetivos como plantaciones productivas, fuente energética, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, etc.	PY18	0.134
	Y19	Pastos naturales, extensiones muy amplias que cubren laderas de los cerros, áreas utilizables para cierto tipo de ganado, su vigorosidad es dependiente del periodo del año y asociada a la presencia de lluvias.	PY19	0.068
	Y20	Sin uso / improductivos, no pueden ser aprovechadas para ningún tipo de actividad	PY20	0.035

ANEXO N° 14. Tabla de parámetros y descriptores para indicadores hidrometeorológicos.

Figura 24

Tabla de parámetros y descriptores para indicadores hidrometeorológicos en susceptibilidad dentro de los factores desencadenantes.

PARÁMETRO		HIDROMETEOROLOGICOS	PESO PONDERADO: 0.106	
DESCRIPTORES	SH1	Lluvias	PSH1	0.503
	SH2	Temperatura	PSH2	0.260
	SH3	Viento	PSH3	0.134
	SH4	Humedad del aire	PSH4	0.068
	SH5	Brillo solar	PSH5	0.035

ANEXO N° 15. Tabla de parámetros y descriptores para indicadores geológicos.

Figura 25

Tabla de parámetros y descriptores para indicadores geológicos en susceptibilidad dentro de los factores desencadenantes.

PARÁMETRO		GEOLÓGICO	PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRIPTORES	SG1	Colision de placas tectonicas	PSG1	0.503
	SG2	Zonas de actividad volcanica	PSG2	0.260
	SG3	fallas geologicas	PSG3	0.134
	SG4	movimientos en masas	PSG4	0.068
	SG5	Desprendimeinto de granse bloques (rocas, hielo, etc.)	PSG5	0.035

ANEXO N° 16. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador “inducido por la acción humana”.

Figura 26

Tabla de parámetros y descriptores para el indicador “inducido por la acción humana” en susceptibilidad dentro de los factores desencadenantes.

PARÁMETRO	INDUCIDO POR EL SER HUMANO		PESO PONDERADO: 0.633	
DESCRITORES	SI1	Actividades economicas	PSI1	0.503
	SI2	Sobre explotación de recursos naturales	PSI2	0.260
	SI3	Infraestructura	PSI3	0.134
	SI4	Asentamientos humanos	PSI4	0.068
	SI5	Crecimientos demograficos	PSI5	0.035

ANEXO N° 17. Tabla de parámetros y descriptores para grupos etarios en exposición.

Figura 27

Tabla de parámetros y descriptores para grupos etarios en exposición dentro de la vulnerabilidad social.

PARÁMETRO		GRUPO ETAREO	PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRIPTORES	ES1	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	PES1	0.503
	ES2	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	PES2	0.260
	ES3	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	PES3	0.134
	ES4	De 15 a 30 años	PES4	0.068
	ES5	De 30 a 50 años	PES5	0.035

ANEXO N° 18. Tabla de parámetros y descriptores para servicios educativos expuestos.

Figura 28

Tabla de parámetros y descriptores para servicios educativos expuestos dentro de la vulnerabilidad social.

PARÁMETRO		SERVICIOS EDUCATIVOS EXPUESTOS	PESO PONDERADO: 0.160	
DESCRITORES	ES6	> 75% del servicio educativo expuesto	PES6	0.503
	ES7	≤ 75% y > 50% del servicio educativo expuesto	PES7	0.260
	ES8	≤ 50% y > 25% del servicio educativo expuesto	PES8	0.134
	ES9	≤ 25% y > 10% del servicio educativo expuesto	PES9	0.068
	ES10	≤ y > 10% del servicio educativo expuesto	PES10	0.035

ANEXO N° 19. Tabla de parámetros y descriptores para servicios educativos.

Figura 29

Tabla de parámetros y descriptores para servicios educativos en exposición dentro de la vulnerabilidad social.

PARÁMETRO		SERVICIOS DE SALUD TERCIARIO	PESO PONDERADO: 0.633	
DESCRIPTORES	ES11	> 60% del servicio educativo expuesto	PES11	0.503
	ES12	≤ 60% y > 35% del servicio educativo expuesto	PES12	0.260
	ES13	≤ 35% y > 20% del servicio educativo expuesto	PES13	0.134
	ES14	≤ 20% y > 10% del servicio educativo expuesto	PES14	0.068
	ES15	≤ y > 10% del servicio educativo expuesto	PES15	0.035

ANEXO N° 20. Tabla de parámetros y descriptores para material de construcción de la edificación.

Figura 30

Tabla de parámetros y descriptores para material de construcción de la edificación referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad social.

PARÁMETRO	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.430		
DESCRITORES	FS1	Estera / cartón	PFS1	0.503
	FS2	Madera	PFS2	0.260
	FS3	Quincha (caña con barro)	PFS3	0.134
	FS4	Adobe o tapia	PFS4	0.068
	FS5	Ladrillo o bloque de cemento	PFS5	0.035

ANEXO N° 21. Tabla de parámetros y descriptores para estado de conservación de la edificación.

Figura 31

Tabla de parámetros y descriptores para estado de conservación de la edificación referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad social.

PARÁMETRO		ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.317	
DESCRIPTORES	FS6	MUY MALO: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso.	PFS6	0.503
	FS7	MALO: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	PFS7	0.260
	FS8	REGULAR: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo comprometen y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioro visibles debido al mal uso.	PFS8	0.134
	FS9	BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	PFS9	0.068
	FS10	MUY BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.	PFS10	0.035

ANEXO N° 22. Tabla de parámetros y descriptores para la antigüedad de la construcción de la edificación referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad social.

Figura 32

Tabla de parámetros y descriptores para estado de conservación de la edificación referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad social.

PARÁMETRO		ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.042	
DESCRIPTORES	FS11	De 40 a 50 años	PFS11	0.503
	FS12	De 30 a 40 años	PFS12	0.260
	FS13	De 20 a 30 años	PFS13	0.134
	FS14	De 10 a 20 años	PFS14	0.068
	FS15	De 5 a 10 años	PFS15	0.035

ANEXO N° 23. Tabla de parámetros y descriptores para la elevación de las edificaciones.

Figura 33

Tabla de parámetros y descriptores para la elevación de las edificaciones referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad social.

PARÁMETRO		CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.078	
DESCRIPTORES	FS16	5 Pisos	PFS16	0.503
	FS17	4 Pisos	PFS17	0.260
	FS18	3 Pisos	PFS18	0.134
	FS19	2 Pisos	PFS19	0.068
	FS20	1 Pisos	PFS20	0.035

ANEXO N° 24. Tabla de parámetros y descriptores para las viviendas que cumplen normativa referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad social.

Figura 34

Tabla de parámetros y descriptores para las viviendas que cumplen normativa referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad social.

PARÁMETRO		INCUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD EN LA CONSTRUCCIÓN	PESO PONDERADO: 0.131	
DESCRIPTORES	FS21	80 - 100 %	PFS21	0.503
	FS22	60 - 80 %	PFS22	0.260
	FS23	40 - 60 %	PFS23	0.134
	FS24	20 - 40 %	PFS24	0.068
	FS125	0 - 20 %	PFS25	0.035

ANEXO N° 25. Tabla de parámetros y descriptores para la capacitación en temas de gestión del riesgo.

Figura 35

Tabla de parámetros y descriptores para la capacitación en temas de gestión del riesgo referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad social.

PARÁMETRO		CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DEL RIESGO	PESO PONDERADO: 0.285	
DESCRITORES	RS1	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema concernientes a gestión de riesgo	PRS1	0.503
	RS2	La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura escasa.	PRS2	0.260
	RS3	La población se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PRS3	0.134
	RS4	La población se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura total	PRS4	0.068
	RS5	La población se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, actualizándose participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total	PRS5	0.035

ANEXO N° 26. Tabla de parámetros y descriptores para el conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres.

Figura 36

Tabla de parámetros y descriptores para el conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad social.

PARÁMETRO		CONOCIMIENTO LOCAL SOBRE OCURRENCIA PASADA DE DESASTRES	PESO PONDERADO: 0.152	
DESCRITORES	RS6	Existe desconocimiento de toda la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS6	0.503
	RS7	Existe un escaso conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS7	0.260
	RS8	Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS8	0.134
	RS9	La mayoría de población tiene conocimientos sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS9	0.068
	RS10	Toda la población tiene conocimiento sobre las causas y consecuencias de los desastres.	PRS10	0.035

ANEXO N° 27. Tabla de parámetros y descriptores para la existencia de normatividad política y local.

Figura 37

Tabla de parámetros y descriptores para la existencia de normatividad política y local referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad social.

PARÁMETRO	EXISTENCIA DE NORMATIVIDAD POLÍTICA Y LOCAL	PESO PONDERADO: 0.096		
DESCRITORES	RS11	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)	PRS11	0.503
	RS12	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	PRS12	0.260
	RS13	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.	PRS13	0.134
	RS14	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.	PRS14	0.068
	RS15	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).	PRS15	0.035

ANEXO N° 28. Tabla de parámetros y descriptores para la actitud frente a un riesgo.

Figura 38

Tabla de parámetros y descriptores para la actitud frente a un riesgo referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad social.

PARÁMETRO		ACTITUD FRENTE AL RIESGO	PESO PONDERADO: 0.421	
DESCRIPTORES	RS16	Actitud fatalista, conformista y con desidia de la mayoría de la población	PRS16	0.503
	RS17	Actitud escasamente previsor de la mayoría de la población	PRS17	0.260
	RS18	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo, sin implementación de medidas para prevenir riesgo.	PRS18	0.134
	RS19	Actitud parcialmente previsor de la mayoría de la población, asumiendo el riesgo e implementando escasas medidas para prevenir riesgo.	PRS19	0.068
	RS20	Actitud previsor de toda la población, implementando diversas medidas para prevenir el riesgo	PRS20	0.035

ANEXO N° 29. Tabla de parámetros y descriptores para la campaña de difusión referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad social.

Figura 39

Tabla de parámetros y descriptores para la actitud frente a un riesgo referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad social.

PARÁMETRO		CAMPAÑA DE DIFUSIÓN	PESO PONDERADO: 0.046	
DESCRITORES	RS21	No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo para la población local.	PRS21	0.503
	RS22	Escasa difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el desconocimiento de la mayoría de la población.	PRS22	0.260
	RS23	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.	PRS23	0.134
	RS24	Difusión masiva y frecuente en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo, existiendo el conocimiento total de la población.	PRS24	0.068
	RS25	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.	PRS25	0.035

ANEXO N° 30. Tabla de parámetros y descriptores para la localización de la edificación.

Figura 40

Tabla de parámetros y descriptores para la localización de la edificación referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO		LOCALIZACIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.318	
DESCRIPTORES	EE1	Muy cercana 0 km – 0.2 km	PEE1	0.503
	EE2	Cercana 0.2 km – 1 km	PEE2	0.260
	EE3	Medianamente cerca 1 – 3 km	PEE3	0.134
	EE4	Alejada 3 – 5 km	PEE4	0.068
	EE5	Muy alejada > 5 km	PEE5	0.035

ANEXO N° 31. Tabla de parámetros y descriptores para el servicio básico de agua potable y saneamiento referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad económica.

Figura 41

Tabla de parámetros y descriptores para el servicio básico de agua potable y saneamiento referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO	SERVICIO BÁSICO DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO	PESO PONDERADO: 0.219		
DESCRITORES	EE6	> 75% del servicio expuesto	PEE6	0.503
	EE7	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE7	0.260
	EE8	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE8	0.134
	EE9	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE9	0.068
	EE10	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE10	0.035

ANEXO N° 32. Tabla de parámetros y descriptores para los servicios de las empresas eléctricas expuestas.

Figura 42

Tabla de parámetros y descriptores para los servicios de las empresas eléctricas expuestas referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO	SERVICIO DE LAS EMPRESAS ELÉCTRICAS EXPUESTAS	PESO PONDERADO: 0.140		
DESCRITORES	EE11	> 75% del servicio expuesto	PEE11	0.503
	EE12	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE12	0.260
	EE13	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE13	0.134
	EE14	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE14	0.068
	EE15	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE15	0.035

ANEXO N° 33. Tabla de parámetros y descriptores para el servicio de las empresas de distribución de combustible y gas.

Figura 43

Tabla de parámetros y descriptores para el servicio de las empresas de distribución de combustible y gas referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO		SERVICIO DE LAS EMPRESAS DE DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE Y GAS	PESO PONDERADO: 0.063	
DESCRITORES	EE16	> 75% del servicio expuesto	PEE16	0.503
	EE17	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE17	0.260
	EE18	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE18	0.134
	EE19	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE19	0.068
	EE20	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE20	0.035

ANEXO N° 34. Tabla de parámetros y descriptores para el servicio de empresas de transporte expuesto.

Figura 44

Tabla de parámetros y descriptores para el servicio de empresas de transporte expuesto dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO	SERVICIO DE EMPRESAS DE TRANSPORTE EXPUESTO	PESO PONDERADO: 0.089		
DESCRITORES	EE21	> 75% del servicio expuesto	PEE21	0.503
	EE22	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE22	0.260
	EE23	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE23	0.134
	EE24	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE24	0.068
	EE25	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE25	0.035

ANEXO N° 35. Tabla de parámetros y descriptores para el área agrícola.

Figura 45

Tabla de parámetros y descriptores para el área agrícola referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO		ÁREA AGRÍCOLA	PESO PONDERADO: 0.121	
DESCRIPTORES	EE26	> 75% del servicio expuesto	PEE26	0.503
	EE27	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE27	0.260
	EE28	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE28	0.134
	EE29	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE29	0.068
	EE30	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE30	0.035

ANEXO N° 36. Tabla de parámetros y descriptores para los servicios de telecomunicaciones referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad económica.

Figura 46

Tabla de parámetros y descriptores para el área agrícola referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO	SERVICIO DE TELECOMUNICACIONES		PESO PONDERADO: 0.050	
DESCRITORES	EE31	> 75% del servicio expuesto	PEE31	0.503
	EE32	> 50% y ≤ 75% del servicio expuesto	PEE32	0.260
	EE33	> 25% y ≤ 50% del servicio expuesto	PEE33	0.134
	EE34	> 10% y ≤ 25% del servicio expuesto	PEE34	0.068
	EE35	> y ≤ 10% del servicio expuesto	PEE35	0.035

ANEXO N° 37. Tabla de parámetros y descriptores para el material de construcción de la edificación.

Figura 47

Tabla de parámetros y descriptores para el material de construcción de la edificación referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO	MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN		PESO PONDERADO: 0.386	
DESCRIPTORES	FE1	Estera / cartón	PFE1	0.503
	FE2	Madera	PFE2	0.260
	FE3	Quincha (caña con barro)	PFE3	0.134
	FE4	Adobe o tapia	PFE4	0.068
	FE5	Ladrillo o bloque de cemento	PFE5	0.035

ANEXO N° 38. Tabla de parámetros y descriptores para el estado de conservación de la edificación.

Figura 48

Tabla de parámetros y descriptores para el estado de conservación de la edificación referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO		ESTADO DE CONSERVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.386	
DESCRIPTORES	FE6	MUY MALO: Las edificaciones en que las estructuras presentan un deterioro tal que hace presumir su colapso.	PFE6	0.503
	FE7	MALO: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	PFE7	0.260
	FE8	REGULAR: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo comprometen y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioro visibles debido al mal uso.	PFE8	0.134
	FE9	BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	PFE9	0.068
	FE10	MUY BUENO: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y que no presentan deterioro alguno.	PFE10	0.035

ANEXO N° 39. Tabla de parámetros y descriptores para la antigüedad de la constitución de la edificación.

Figura 49

Tabla de parámetros y descriptores para la antigüedad de la constitución de la edificación referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO	ANTIGÜEDAD DE CONSTRUCCIÓN DE LA EDIFICACIÓN	PESO PONDERADO: 0.111		
DESCRIPTORES	FE11	De 40 a 50 años	PFE11	0.503
	FE12	De 30 a 40 años	PFE12	0.260
	FE13	De 20 a 30 años	PFE13	0.134
	FE14	De 10 a 20 años	PFE14	0.068
	FE15	De 5 a 10 años	PFE15	0.035

ANEXO N° 40. Tabla de parámetros y descriptores para las viviendas que cumplen normativa de la edificación referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad económica.

Figura 50

Tabla de parámetros y descriptores para las viviendas que cumplen normativa de la edificación.

PARÁMETRO	INCUMPLIMIENTO DE NORMAS EN LA CONSTRUCCIÓN	PESO PONDERADO: 0.156		
DESCRITORES	FE16	80 - 100%	PFE16	0.503
	FE17	60 - 800%	PFE17	0.260
	FE18	40 - 60%	PFE18	0.134
	FE19	20 - 40%	PFE19	0.068
	FE20	0 - 20%	PFE20	0.035

ANEXO N° 41. Tabla de parámetros y descriptores para la topografía del terreno referente.

Figura 51

Tabla de parámetros y descriptores para la topografía del terreno referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO		TOPOGRAFÍA DEL TERRENO (P=PENDIENTE)	PESO PONDERADO: 0.044	
DESCRIPTORES	FE21	$50\% < P \leq 80\%$	PFE21	0.503
	FE22	$30\% < P \leq 50\%$	PFE22	0.260
	FE23	$20\% < P \leq 30\%$	PFE23	0.134
	FE24	$10\% < P \leq 20\%$	PFE24	0.068
	FE25	$P \leq 10\%$	PFE25	0.035

ANEXO N° 42. Tabla de parámetros y descriptores para la elevación de las edificaciones.

Figura 52

Tabla de parámetros y descriptores para la elevación de las edificaciones referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO		CONFIGURACIÓN DE ELEVACIÓN DE LAS EDIFICACIONES	PESO PONDERADO: 0.068	
DESCRPTORES	FE26	5 Pisos	PFE26	0.503
	FE27	4 Pisos	PFE27	0.260
	FE28	3 Pisos	PFE28	0.134
	FE29	2 Pisos	PFE29	0.068
	FE30	1 Pisos	PFE30	0.035

ANEXO N° 43. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “población económicamente activa desocupada”.

Figura 53

Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “población económicamente activa desocupada” referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO		POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA DESOCUPADA	PESO PONDERADO: 0.159	
DESCRIPTORES	RE1	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.	PRE1	0.503
	RE2	Bajo acceso y poca permanencia aun 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.	PRE2	0.260
	RE3	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.	PRE3	0.134
	RE4	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.	PRE4	0.068
	RE5	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.	PRE5	0.035

ANEXO N° 44. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “población económicamente activa desocupada”.

Figura 54

Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “población económicamente activa desocupada” referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO		INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL (nuevos soles)	PESO PONDERADO: 0.501	
DESCRIPTORES	RE6	> 3000	PRE6	0.503
	RE7	> 1200 - <= 3000	PRE7	0.260
	RE8	> 264 <= 1200	PRE8	0.134
	RE9	> 149 - <= 264	PRE9	0.068
	RE10	<= 149	PRE10	0.035

ANEXO N° 45. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de organización y capacitación institucional.

Figura 55

Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de ‘población económicamente activa desocupada’ referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO		ORGANIZACIÓN Y CAPACITACIÓN INSTITUCIONAL	PESO PONDERADO: 0.077	
DESCRITORES	RE11	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Cuentan con un gran desprestigio y desaprobación popular (puede existir el caso en el que la gestión sea poco eficiente pero con apoyo popular basado en el asistencialismo o populismo). Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices de gestión deficientes y trabajo poco coordinado. No existe madurez política. Las instituciones privadas generan conflictos, muestran poco interés con la realidad local, muchas de ellas coadyuvan con la informalidad, o, forman enclaves en el territorio en el que se encuentran. No existe apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE11	0.503
	RE12	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Empiezan a generar desprestigio y desaprobación popular. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia pero en casos aislados. Existe cierta coordinación intersectorial. No existe madurez política. Las instituciones privadas generan conflictos aislados, muestran un relativo interés con la realidad local, algunas de ellas coadyuvan con la informalidad, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un bajo apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE12	0.260
	RE13	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan un nivel estándar de efectividad en su gestión. Tienen un apoyo popular que les permite gobernar con tranquilidad. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran algunos índices de gestión de eficiencia. Existe cierta coordinación intersectorial. La madurez política es embrionaria. Las instituciones privadas normalmente no generan conflictos, muestran un interés con la realidad local, existe una minoría que coadyuvan con la informalidad, se encuentran integradas al territorio en el que se encuentran. Existe un bajo apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE13	0.134
	RE14	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan un nivel eficiente de efectividad en su gestión. Tienen un apoyo popular que les permite gobernar con tranquilidad. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices interesantes de gestión de eficiencia. Existe una progresiva coordinación intersectorial. Existe un proceso de madurez política. Las instituciones privadas normalmente no generan conflictos, muestran un interés con la realidad local, se encuentran integradas y comprometidas al territorio en el que se encuentran. Existe un interesante apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	PRE14	0.068
	RE15	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales tienen un nivel eficiente de efectividad en su gestión. Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices altos de gestión de eficiencia. Existe un proceso de madurez política. Tienen apoyo total de la población y empresas privadas.	PRE15	0.035

ANEXO N° 46. Tabla de parámetros y descriptores para la capacitación en temas de gestión del riesgo.

Figura 56

Tabla de parámetros y descriptores para la capacitación en temas de gestión del riesgo referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad económica.

PARÁMETRO		CAPACITACIÓN EN TEMAS DE GESTIÓN DE RIESGOS	PESO PONDERADO: 0.263	
DESCRIPTORES	RE16	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Gestión de Riesgo.	PRE16	0.503
	RE17	La población está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura escasa.	PRE17	0.260
	RE18	La población se capacitada con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PRE18	0.134
	RE19	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, siendo su difusión y cobertura total.	PRE19	0.068
	RE20	La población se capacitada constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgo, actualizándose, participando en simulacros, siendo su difusión y cobertura total.	PRE20	0.035

ANEXO N° 47. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “deforestación”.

Figura 57

Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “deforestación” referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad ambiental.

PARÁMETRO		DEFORESTACIÓN	PESO PONDERADO: 0.501	
DESCRITORES	EA1	Áreas sin vegetación. Terrenos eriazos y/o áreas donde se levanta diverso tipo de infraestructura.	PEA1	0.503
	EA2	Áreas de cultivo. Tierras dedicadas a cultivos de pan llevar.	PEA2	0.260
	EA3	Pastos. Tierras dedicadas al cultivo de pastos para fines de alimentación de animales menores y ganado.	PEA3	0.134
	EA4	Otras tierras con árboles. Tierras clasificadas como “otras tierras” que se extienden por más de 0.5 hectáreas con una cubierta de dosel al 10% de árboles capaces de alcanzar una altura de 5 m en la madurez.	PEA4	0.068
	EA5	Bosques. Tierras que se extienden por más de 0.5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 m y una cubierta de dosel superior al 10 %, o de árboles capaces de alcanzar esta altura in situ. No incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola o urbano.	PEA5	0.035

ANEXO N° 48. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “porcentaje de deforestación”.

Figura 58

Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “porcentaje de deforestación” referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad ambiental.

PARÁMETRO		% DEFORESTACIÓN	PESO PONDERADO: 0.077	
DESCRITORES	EA6	75 – 100 % del total del ámbito de estudio	PEA6	0.503
	EA7	50 – 75 % del total del ámbito de estudio	PEA7	0.260
	EA8	25 – 50 % del total del ámbito de estudio	PEA8	0.134
	EA9	5 – 25 % del total del ámbito de estudio	PEA9	0.068
	EA10	Menor a 5 % del total del ámbito de estudio	PEA10	0.035

ANEXO N° 49. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “perdida de suelo”.

Figura 59

Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “perdida de suelo” referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad ambiental.

PARÁMETRO		PÉRDIDA DE SUELO	PESO PONDERADO: 0.263	
DESCRITORES	EA11	Erosión provocada por las lluvias: pendientes pronunciadas y terrenos montañosos, lluvias estacionales y el fenómeno El Niño.	PEA11	0.503
	EA12	Deforestación agravada, uso indiscriminado de suelos, expansión urbana, sobrepastoreo.	PEA12	0.260
	EA13	Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos.	PEA13	0.134
	EA14	Longitud de la pendiente del suelo, relaciona las pérdidas de un campo de cultivo de pendiente y longitud conocida.	PEA14	0.068
	EA15	Factor cultivo y contenido en sale ocasiona pérdidas por desertificación.	PEA15	0.035

ANEXO N° 50. Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “perdida de agua”.

Figura 60

Tabla de parámetros y descriptores para el indicador de “perdida de agua” referente a la exposición dentro de la vulnerabilidad ambiental.

PARÁMETRO		PÉRDIDA DE AGUA	PESO PONDERADO: 0.159	
DESCRITORES	EA16	Agricultura, demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales y subterráneas.	PEA16	0.503
	EA17	Prácticas de consumo poblacional/fugas en redes de distribución, uso indiscriminado en riego de suelos de cultivo.	PEA17	0.260
	EA18	Consumo industrial y minero, pérdidas por evaporación, fugas y otros.	PEA18	0.134
	EA19	Pérdidas por técnicas inadecuadas de regadío y canales de transporte en tierra.	PEA19	0.068
	EA120	Prácticas de uso del cauce y márgenes del río en graves problemas de conservación y mantenimiento.	PEA20	0.035

ANEXO N° 51. Tabla de parámetros y descriptores para las características geológicas del suelo.

Figura 61

Tabla de parámetros y descriptores para las características geológicas del suelo referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad ambiental.

PARÁMETRO		CARACTERÍSTICAS GEOLÓGICAS DEL SUELO	PESO PONDERADO: 0.283	
DESCRITORES	FA1	Zona muy fracturada, fallada, suelos colapsables (relleno, napa freática alta turba, material inorgánico, etc).	PFA1	0.503
	FA2	Zona medianamente fracturada, suelos con baja capacidad portante.	PFA2	0.260
	FA3	Zona ligeramente fracturada, suelos de mediana capacidad portante.	PFA3	0.134
	FA4	Zonal ligeramente fracturada, suelos de alta capacidad portante	PFA4	0.068
	FA5	Zonas sin fallas ni fracturas, suelos con buena características geotécnicas	PFA5	0.035

ANEXO N° 52. Tabla de parámetros y descriptores para la explotación de recursos naturales .

Figura 62

Tabla de parámetros y descriptores para la explotación de recursos naturales referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad ambiental.

PARÁMETRO		EXPLOTACIÓN DE RECURSOS NATURALES	PESO PONDERADO: 0.047	
DESCRITORES	FA6	Prácticas negligentes e intensas de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales), entre otros considerados básicos propios del lugar de estudio.	PFA6	0.503
	FA7	Prácticas negligentes periódicas o estacionales de degradación en el cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales).	PFA7	0.260
	FA8	Prácticas de degradación del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales) sin asesoramiento técnico capacitado. Pero las actividades son de baja intensidad.	PFA8	0.134
	FA9	Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (suelo y recursos forestales) con asesoramiento técnico capacitado bajo criterios de sostenibilidad.	PFA9	0.068
	FA10	Prácticas de consumo/uso del cauce y márgenes del río u otro continente de agua con asesoramiento técnico permanente bajo criterios de sostenibilidad económica y ambiental.	PFA10	0.035

ANEXO N° 53. Tabla de parámetros y descriptores para la localización de centros poblados referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad ambiental.

Figura 63

Tabla de parámetros y descriptores para la localización de centros poblados referente a la fragilidad dentro de la vulnerabilidad ambiental.

PARÁMETRO	LOCALIZACIÓN DE CENTROS POBLADOS		PESO PONDERADO: 0.643	
DESCRITORES	FA11	Muy cercana 0 km – 0.2 km	PFA11	0.503
	FA12	Cercana 0.2 km – 1 km	PFA12	0.260
	FA13	Medianamente cerca 1 – 3 km	PFA13	0.134
	FA14	Alejada 3 – 5 km	PFA14	0.068
	FA15	Muy alejada > 5 km	PFA15	0.035

ANEXO N° 54. Tabla de parámetros y descriptores para el conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental.

Figura 64

Tabla de parámetros y descriptores para el conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad ambiental.

PARÁMETRO		CONOCIMIENTO Y CUMPLIMIENTO DE NORMATIVIDAD AMBIENTAL	PESO PONDERADO: 0.633	
DESCRIPTORES	RA1	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en tema de conservación ambiental	PRA1	0.503
	RA2	Sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. No cumpliéndolas.	PRA2	0.260
	RA3	Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación cumpliéndola parcialmente	PRA3	0.134
	RA4	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Cumpliéndola mayoritariamente.	PRA4	0.068
	RA5	Las autoridades, organizaciones comunales y población en general conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. Respetándola y cumpliéndola totalmente.	PRA5	0.035

ANEXO N° 55. Tabla de parámetros y descriptores para el conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales.

Figura 65

Tabla de parámetros y descriptores para el conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad ambiental.

PARÁMETRO		CONOCIMIENTO ANCESTRAL PARA LA EXPLOTACIÓN SOSTENIBLE DE SUS RECURSOS NATURALES	PESO PONDERADO: 0.106	
DESCRIPTORES	RA6	La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA6	0.503
	RA7	Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA7	0.260
	RA8	Parte de la población posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA8	0.134
	RA9	La población mayoritariamente posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA9	0.068
	RA10	La población en su totalidad posee y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	PRA10	0.035

ANEXO N° 56. Tabla de parámetros y descriptores para el conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales.

Figura 66

Tabla de parámetros y descriptores para el conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales referente a la resiliencia dentro de la vulnerabilidad ambiental.

PARÁMETRO		CAPACITACIÓN EN TEMAS DE CONSERVACIÓN AMBIENTAL	PESO PONDERADO: 0.260	
DESCRITORES	RA11	La totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	PRA11	0.503
	RA12	La población está escasamente capacitada en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura escasa.	PRA12	0.260
	RA13	La población se capacita con regular frecuencia en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura parcial.	PRA13	0.134
	RA14	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	PRA14	0.068
	RA15	La población se capacita constantemente en temas de conservación ambiental, siendo su difusión y cobertura total.	PRA15	0.035

ANEXO N° 57. Tabla de rangos para cada nivel de peligro.

Tabla 85

Niveles de peligro

Nivel	Rangos
Peligro Muy Alto	$0.260 \leq R < 0.503$
Peligro Alto	$0.134 \leq R < 0.260$
Peligro Medio	$0.068 \leq R < 0.134$
Peligro Bajo	$0.035 \leq R < 0.068$

Nota. Adaptado del CENEPRED.

ANEXO N° 58. Tabla de rangos para cada nivel vulnerabilidad.

Tabla 86

Niveles de Vulnerabilidad

Nivel	Rangos
Vulnerabilidad Muy Alta	$0.260 \leq R < 0.503$
Vulnerabilidad Alto	$0.134 \leq R < 0.260$
Vulnerabilidad Medio	$0.068 \leq R < 0.134$
Vulnerabilidad Bajo	$0.035 \leq R < 0.068$

Nota. Adaptado del CENEPRED.

ANEXO N° 59. Tabla de rangos para cada nivel riesgo.

Tabla 87

Niveles de Riesgo

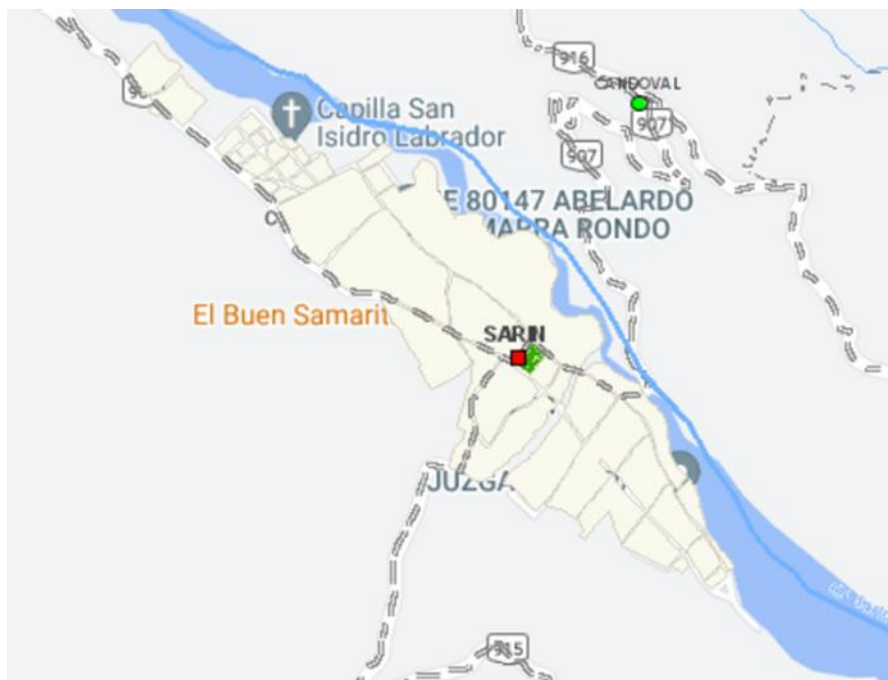
Nivel	Rangos
Riesgo Muy Alto	$0.068 \leq R < 0.253$
Riesgo Alto	$0.018 \leq R < 0.068$
Riesgo Medio	$0.005 \leq R < 0.018$
Riesgo Bajo	$0.001 \leq R < 0.005$

Nota. Adaptado del CENEPRED.

ANEXO N° 60. Mapa de información geográfica de la zona de estudio.

Figura 67

Identificación de la zona de estudio (Mapa de información geográfica)

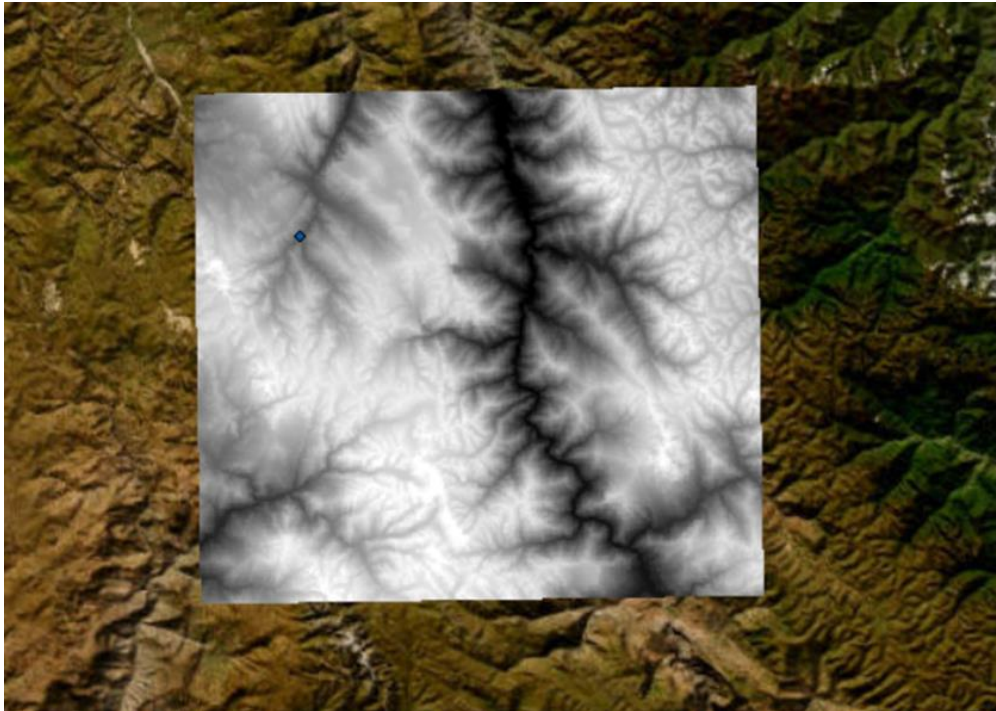


Fuente: INEI

ANEXO N° 61. DEM de la zona descargado de la web.

Figura 68

DEM de la zona descargado de la web

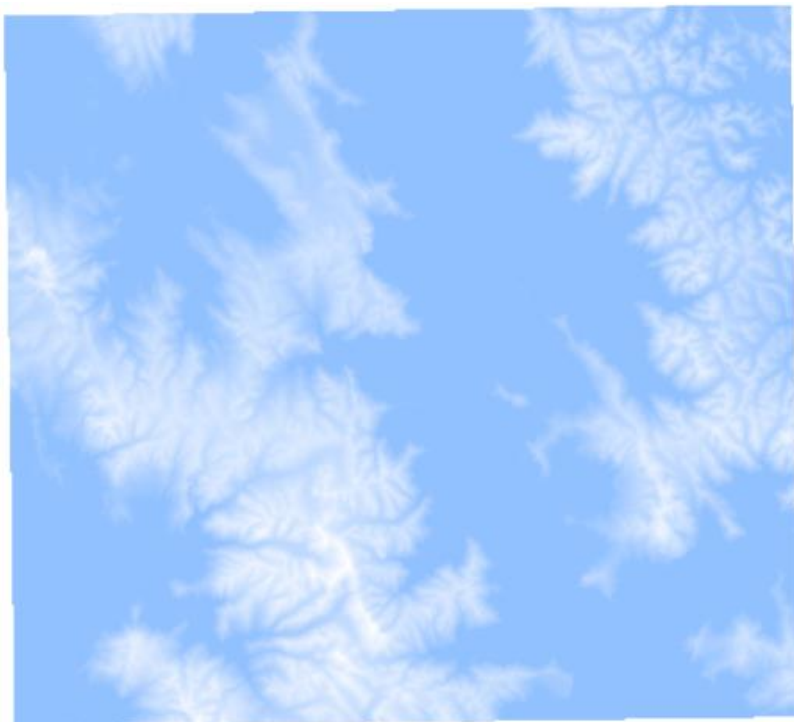


Fuente: Alaska Satellite Facility

ANEXO N° 62. Capa con la mejora de las imperfecciones.

Figura 69

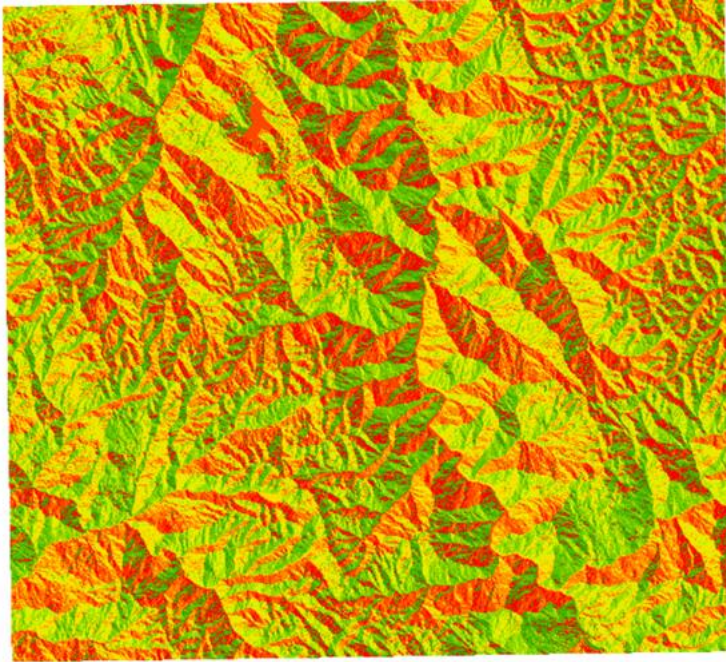
Capa con la mejora de las imperfecciones



ANEXO N° 63. Capa para la determinación de la dirección de flujo.

Figura 70

Capa para la determinación de la dirección de flujo



ANEXO N° 64. Capa de cálculo de flujo acumulado.

Figura 71

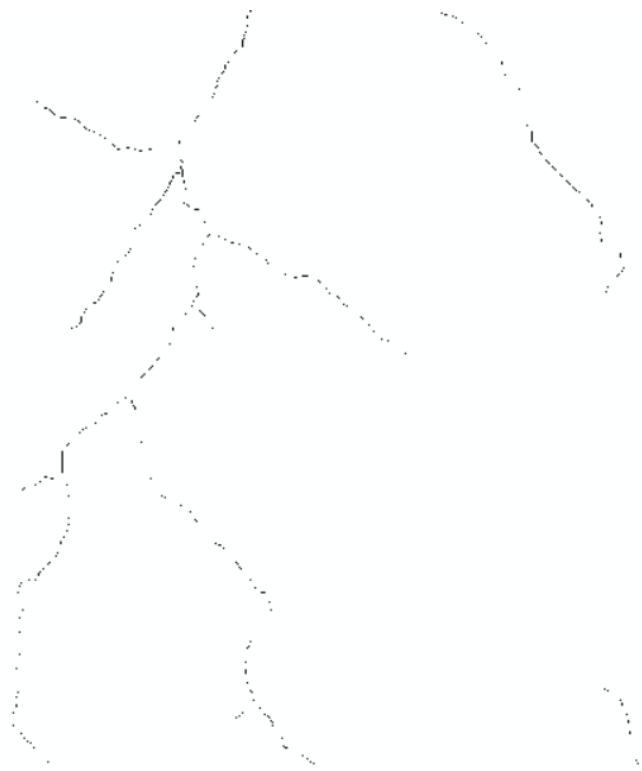
Capa de cálculo de flujo acumulado



ANEXO N° 65. Capa de la Red de flujo sintética definida.

Figura 72

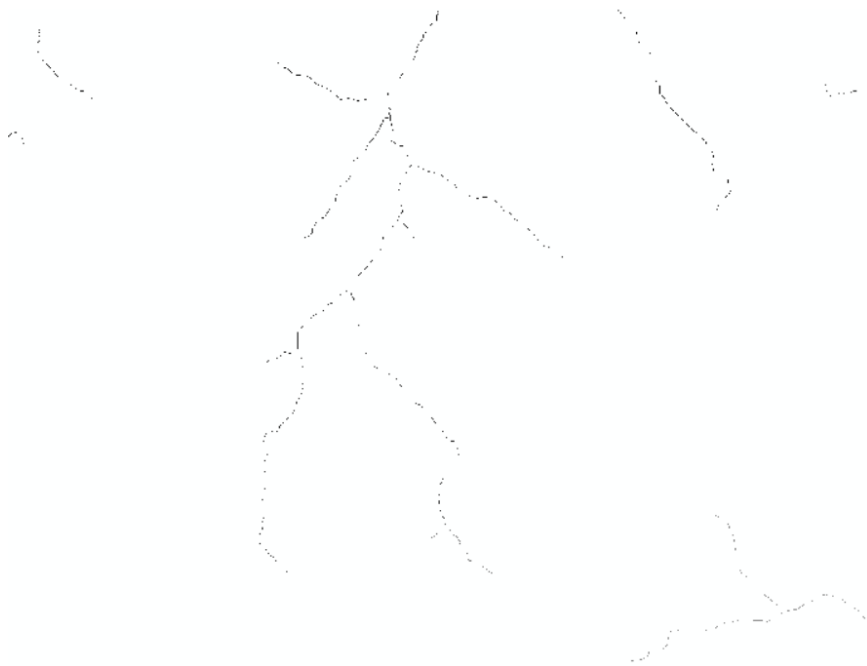
Capa de la Red de flujo sintética definida



ANEXO N° 66. Segmentación de corrientes.

Figura 73

Segmentación de corrientes



ANEXO N° 67. Delimitación de microcuencas.

Figura 74

Delimitación de microcuencas



ANEXO N° 68. Microcuencas en formato vector.

Figura 75

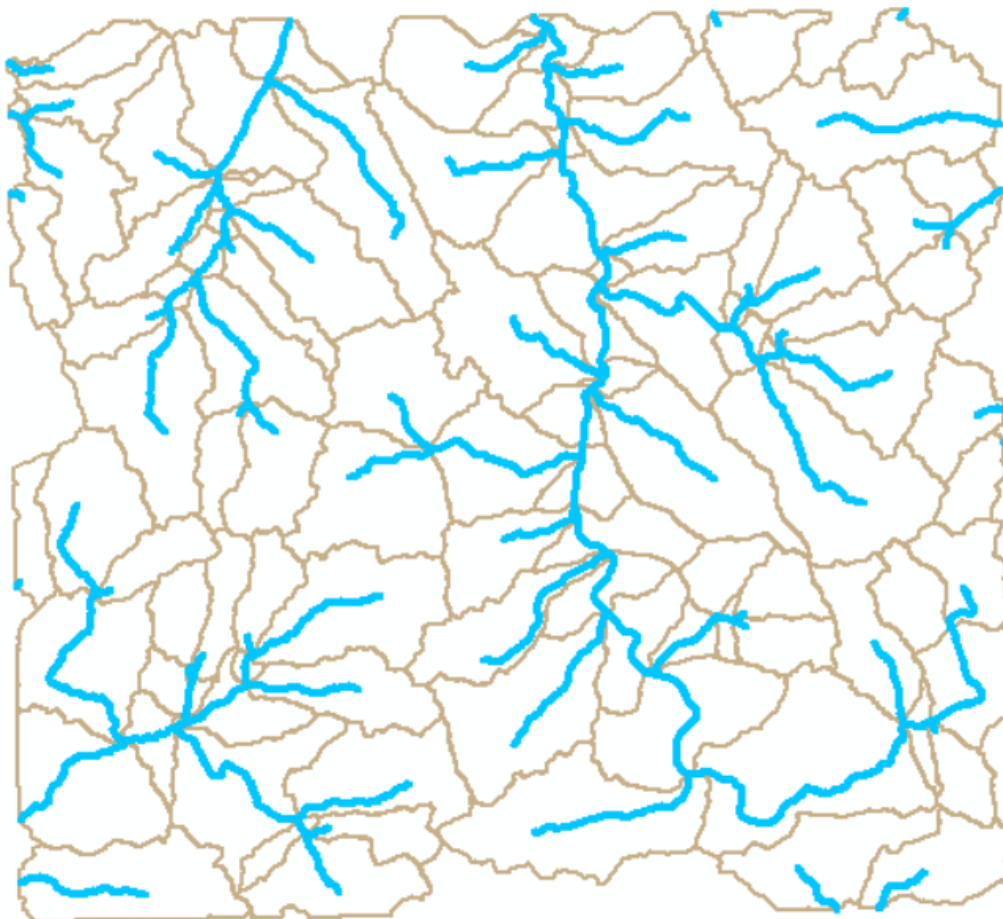
Microcuencas en formato vector



ANEXO N° 69. Líneas de drenaje en formato shapefile.

Figura 76

Líneas de drenaje en formato shapefile



ANEXO N° 70. Microcuencas según la línea de drenaje en formato shapefile.

Figura 77

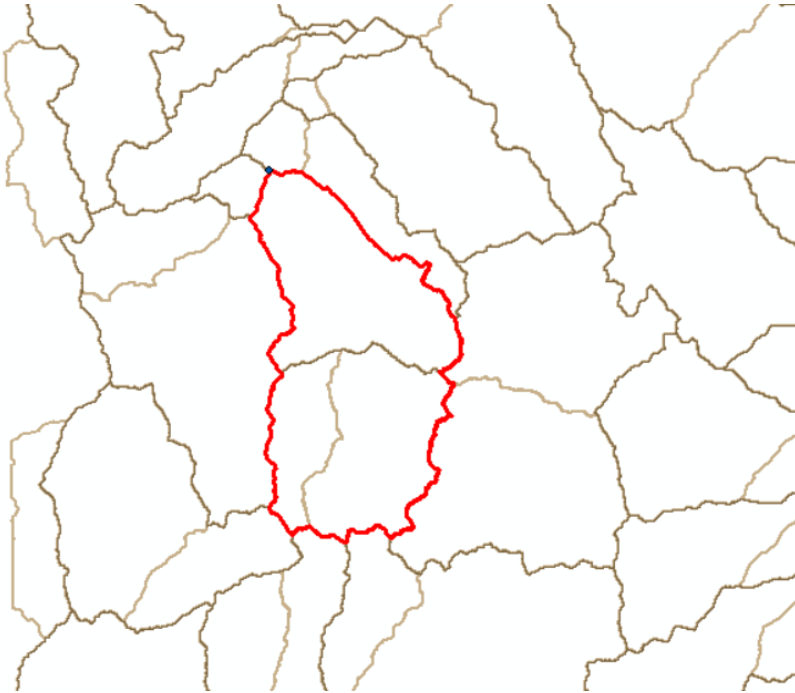
Microcuencas según la línea de drenaje en formato shapefile



ANEXO N° 71. Cuenca delimitada con el punto de aforo determinado.

Figura 78

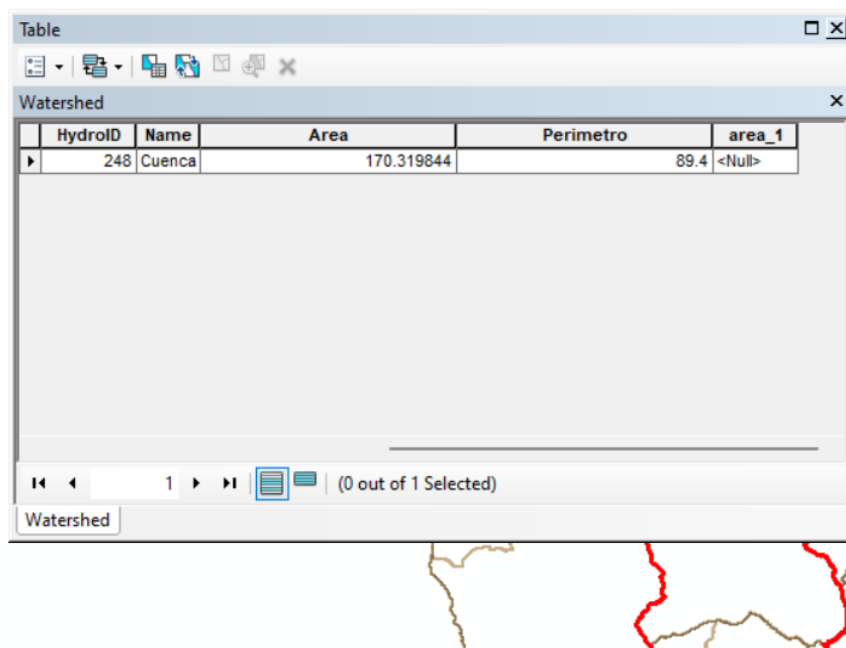
Cuenca delimitada con el punto de aforo determinado



ANEXO N° 72. Perímetro y área de la cuenca.

Figura 79

Perímetro y área de la cuenca

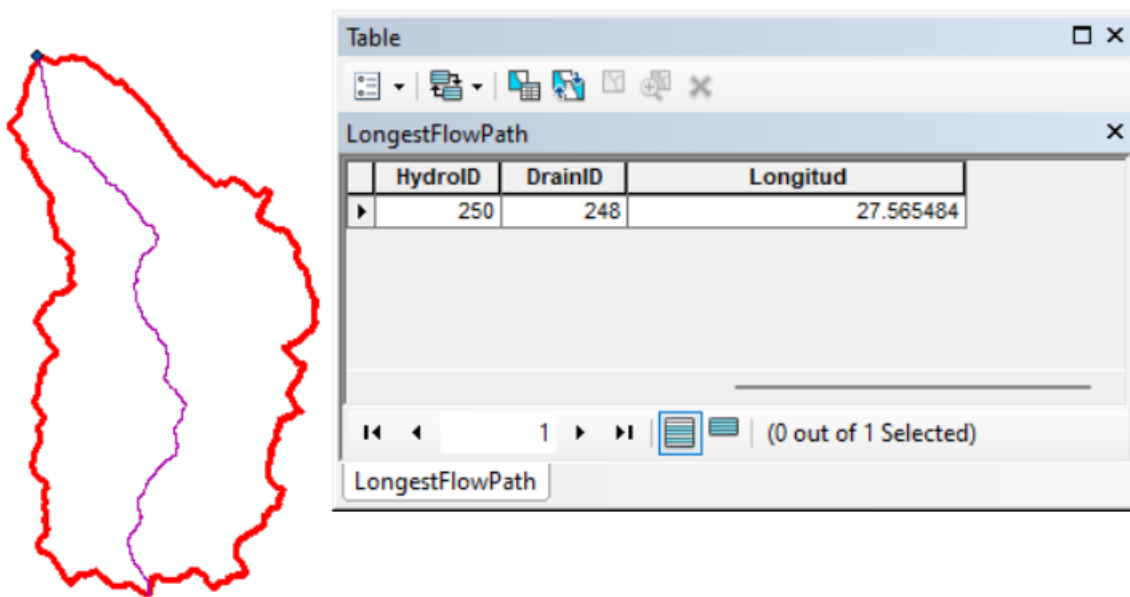


HydroID	Name	Area	Perimetro	area_1
248	Cuenca	170.319844	89.4	<Null>

ANEXO N° 73. Longitud de cauce principal.

Figura 80

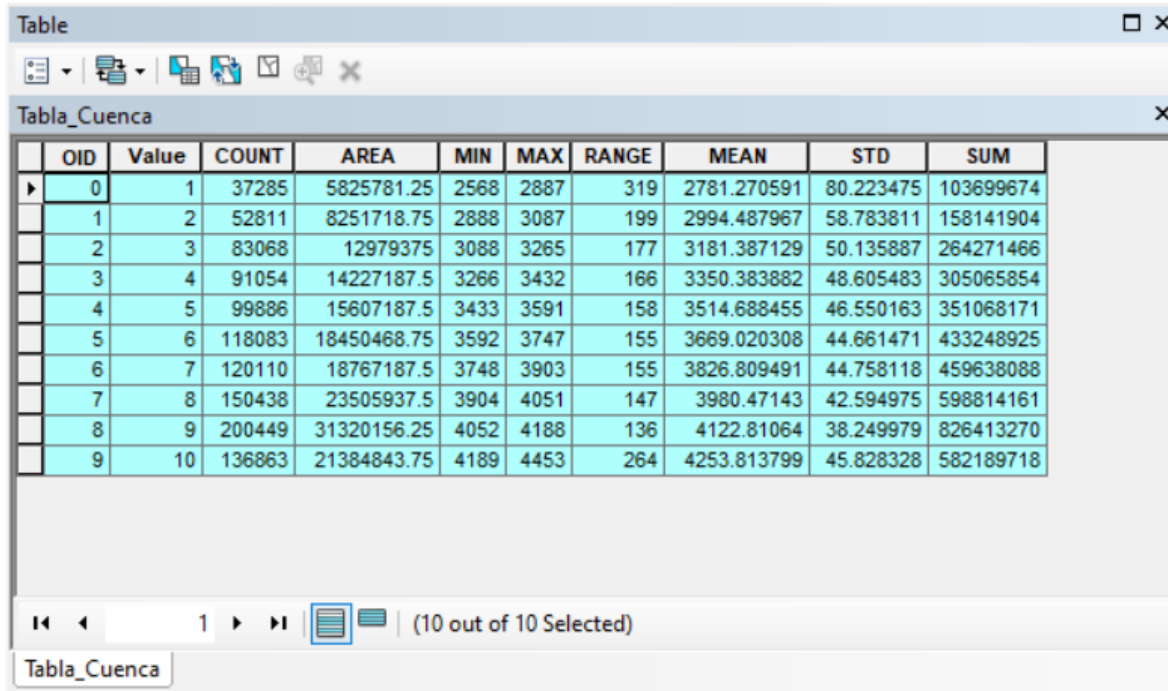
Longitud de cauce principal



ANEXO N° 74. Valores de altitud de la cuenca.

Figura 81

Valores de altitud de la cuenca



OID	Value	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM
0	1	37285	5825781.25	2568	2887	319	2781.270591	80.223475	103699674
1	2	52811	8251718.75	2888	3087	199	2994.487967	58.783811	158141904
2	3	83068	12979375	3088	3265	177	3181.387129	50.135887	264271466
3	4	91054	14227187.5	3266	3432	166	3350.383882	48.605483	305065854
4	5	99886	15607187.5	3433	3591	158	3514.688455	46.550163	351068171
5	6	118083	18450468.75	3592	3747	155	3669.020308	44.661471	433248925
6	7	120110	18767187.5	3748	3903	155	3826.809491	44.758118	459638088
7	8	150438	23505937.5	3904	4051	147	3980.47143	42.594975	598814161
8	9	200449	31320156.25	4052	4188	136	4122.81064	38.249979	826413270
9	10	136863	21384843.75	4189	4453	264	4253.813799	45.828328	582189718

ANEXO N° 75. Altura máxima y altura mínima del cauce principal.

Figura 82

Pendiente media de la cuenca

The image shows a screenshot of a database table viewer window titled 'Table'. The table is named 'Tabla_pendiente' and contains the following data:

OID	Name	ZONE_CODE	COUNT	AREA	MIN	MAX	RANGE	MEAN	STD	SUM
0	Cuenca	1	1085238	169568437.5	0	447.05481	447.05481	39.931555	22.358362	43335240.4781

Below the table, there is a navigation bar with a page number '1' and a status '(0 out of 1 Selected)'. The table name 'Tabla_pendiente' is also visible in a small box at the bottom left of the viewer.

ANEXO N° 76. Pendiente media de la cuenca.

Figura 83

Altura máxima y altura mínima del cauce principal

The screenshot shows a software window titled 'Table' with a sub-window 'Cauce_Principal'. It displays a table with the following data:

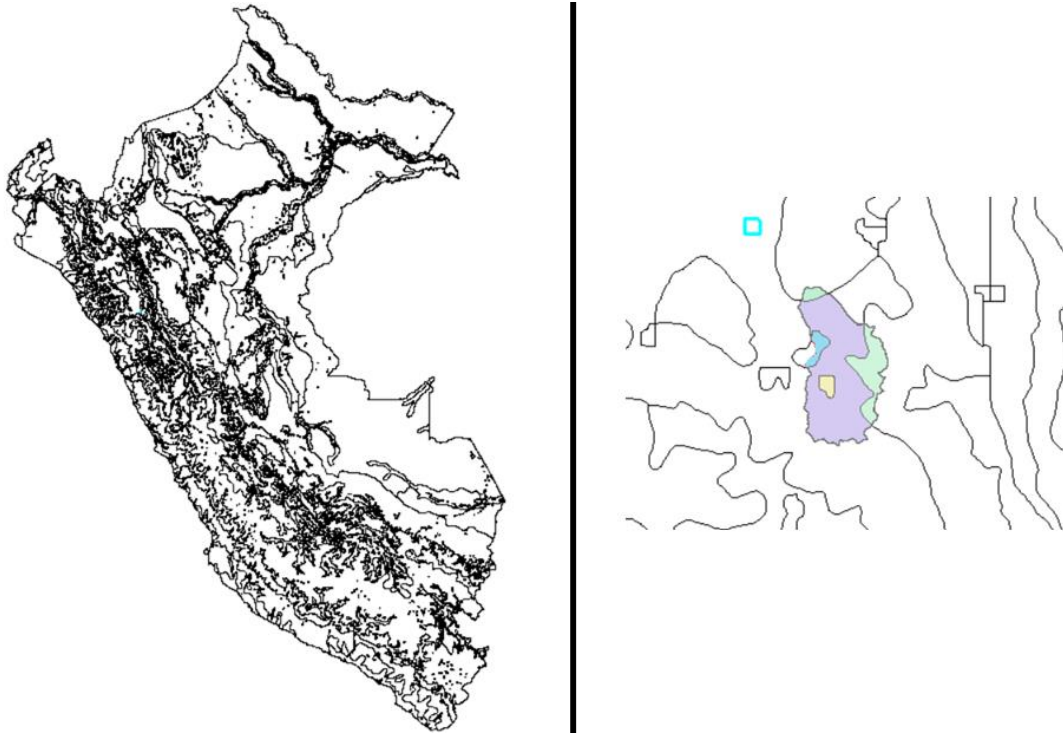
FID	Shape *	Shape_Leng	HydroID	DrainID	Longitud	Min	MIN_1	MAX
0	Polyline ZM	27565.484179	250	248	27.565484	0	2568	4323.999996

Below the table, there is a navigation bar with a '0' in the center and '(1 out of 1 Selected)' on the right. The window title bar at the bottom reads 'Cauce_Principal'.

ANEXO N° 77. Mapa de numero de curva en condiciones normales del ANA.

Figura 84

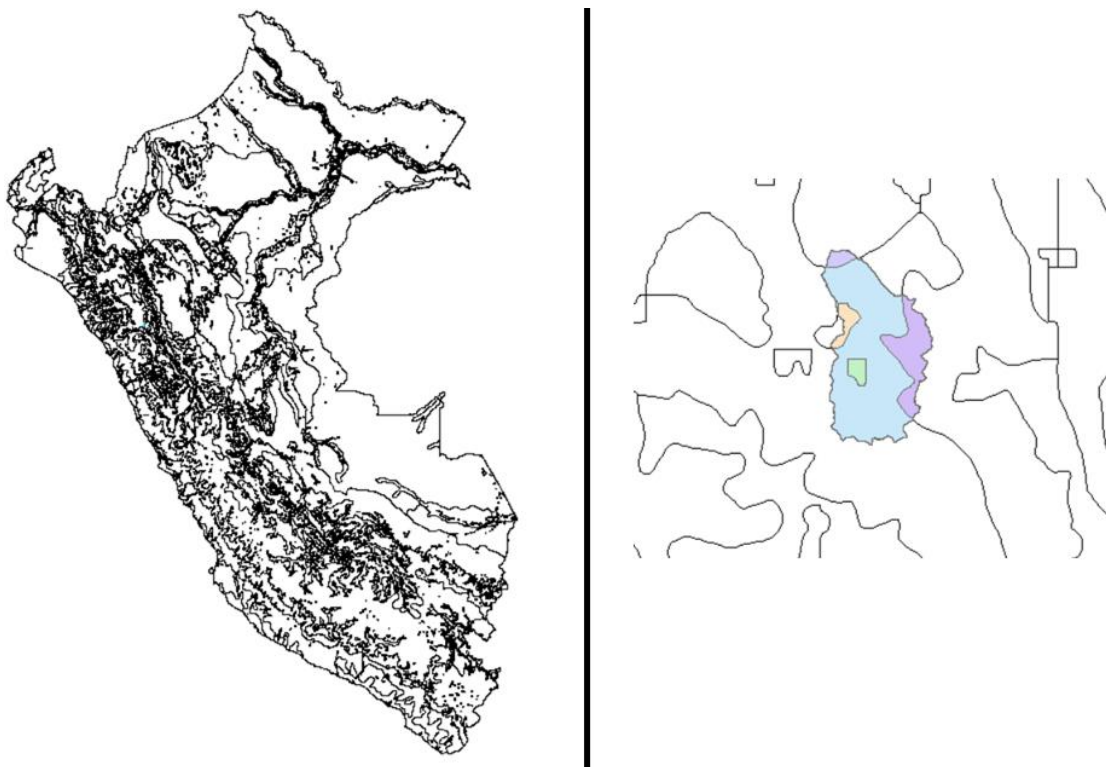
Mapa de numero de curva en condiciones normales del ANA para la cuenca de estudio



ANEXO N° 78. Mapa de numero de curva en condiciones normales del ANA.

Figura 85

Mapa de numero de curva en condiciones húmedas del ANA para la cuenca de estudio



ANEXO N° 79. Ingreso de características generales de los datos de precipitaciones.

Figura 86

Ingreso de características generales de los datos de precipitaciones

New time series

General information | Time step | Interval

Time series title: Pmax

Time series Comments: Pmax 24 hrs

Variable: Precipitation

Time zone: L (UTC+1100) Lima

Measurement unit: mm

Precision: 2

Stored time series templates

Templates:

Template description:

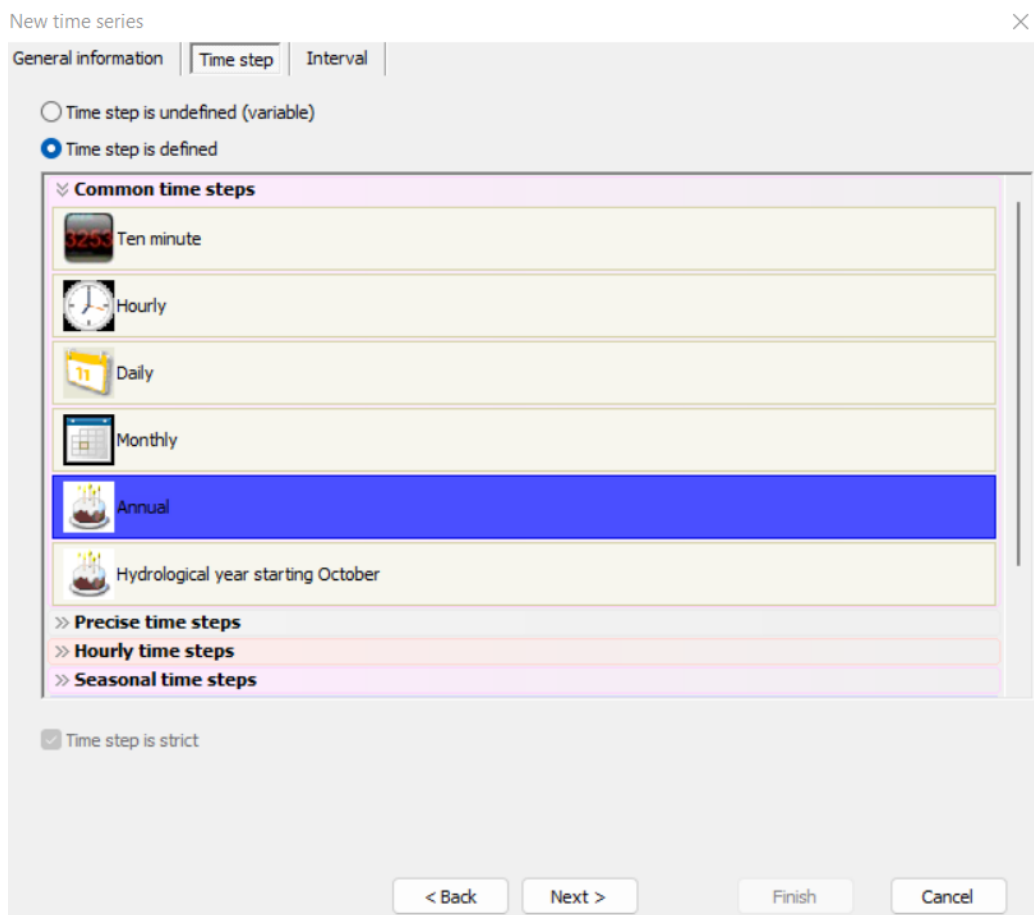
Load template Delete template

Next > Finish Cancel

ANEXO N° 80. Característica del tiempo del conjunto de datos a ingresar.

Figura 87

Característica del tiempo del conjunto de datos a ingresar



New time series

General information | Time step | Interval

Time step is undefined (variable)

Time step is defined

Common time steps

- Ten minute
- Hourly
- Daily
- Monthly
- Annual
- Hydrological year starting October

Precise time steps

Hourly time steps

Seasonal time steps

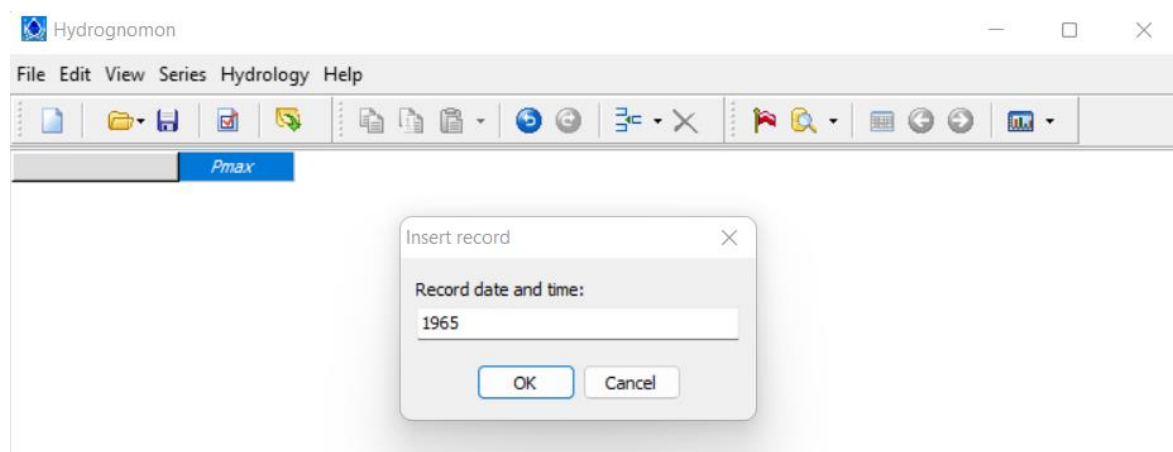
Time step is strict

< Back Next > Finish Cancel

ANEXO N° 81. Ingreso del primer año del registro de los datos a ingresar.

Figura 88

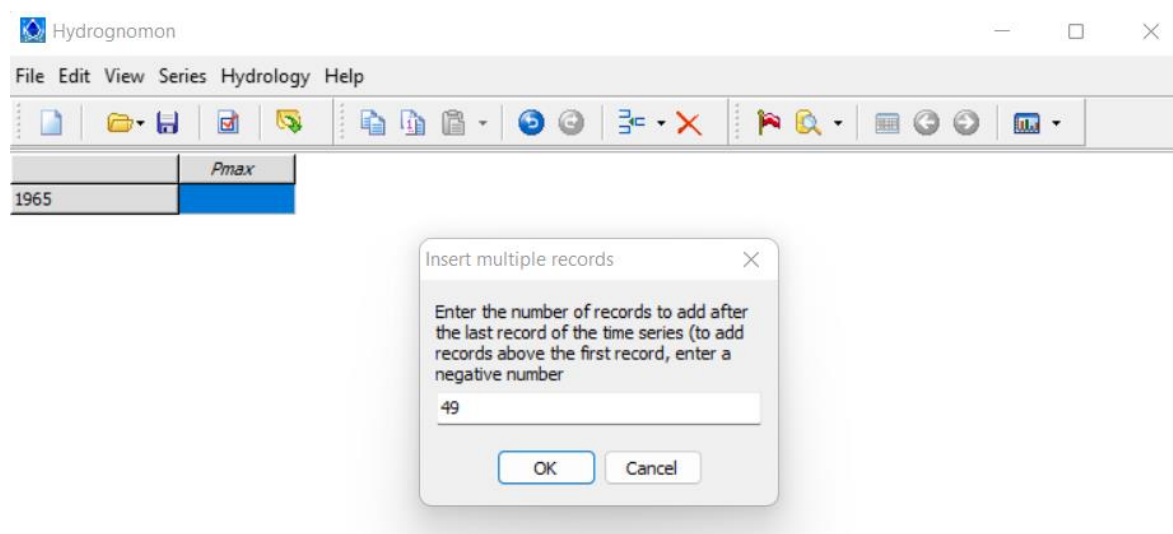
Ingreso del primer año del registro de los datos a ingresar



ANEXO N° 82. Ingreso del número de datos disponibles.

Figura 89

Ingreso del número de datos disponibles



ANEXO N° 83. Máxima precipitación diaria por año.

Figura 90

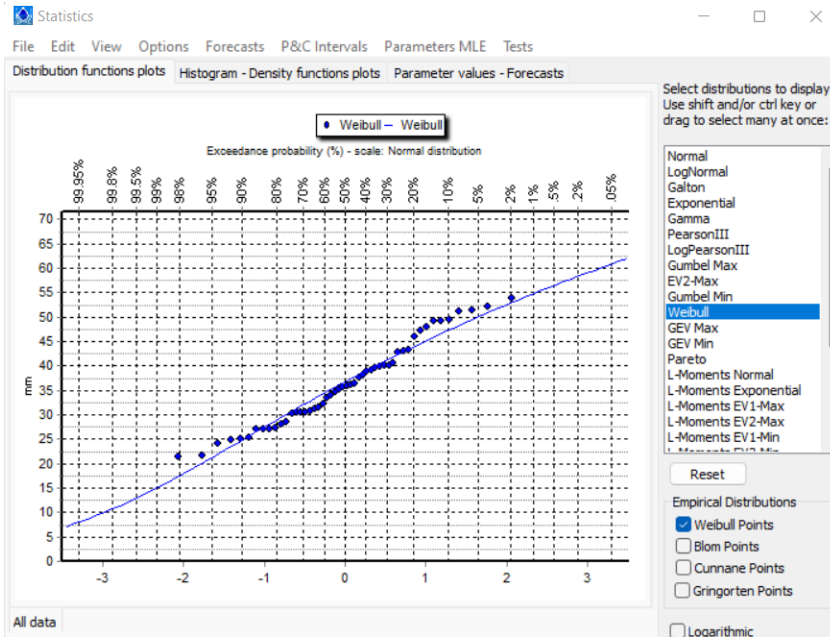
Máxima precipitación diaria por año

	<i>Pmax</i>
1965	42.90
1966	25.20
1967	28.50
1968	40.00
1969	49.30
1970	30.20
1971	27.10
1972	36.00
1973	27.40
1974	48.00
1975	39.50
1976	27.00
1977	40.00
1978	21.50
1979	39.90

ANEXO N° 84. Gráfico estadístico en el programa Hydrognomon.

Figura 91

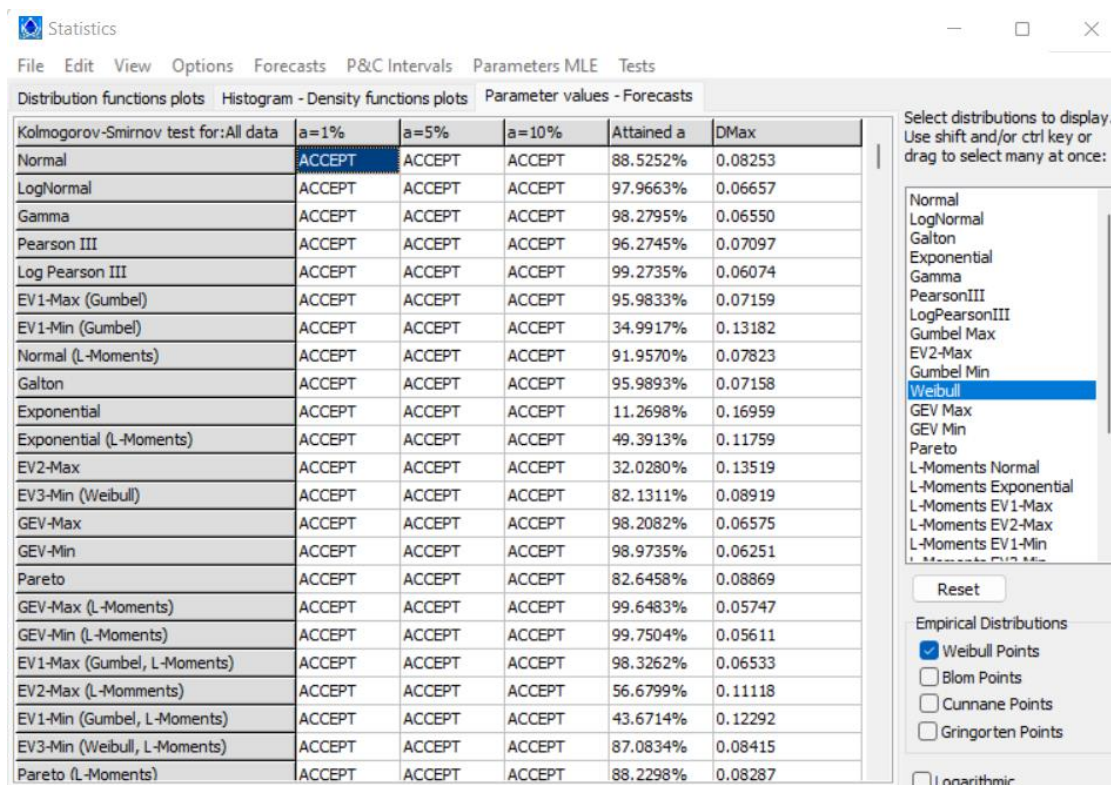
Gráfico estadístico en el programa Hydrognomon



ANEXO N° 85. Test de Smirnov-kolmogorov.

Figura 92

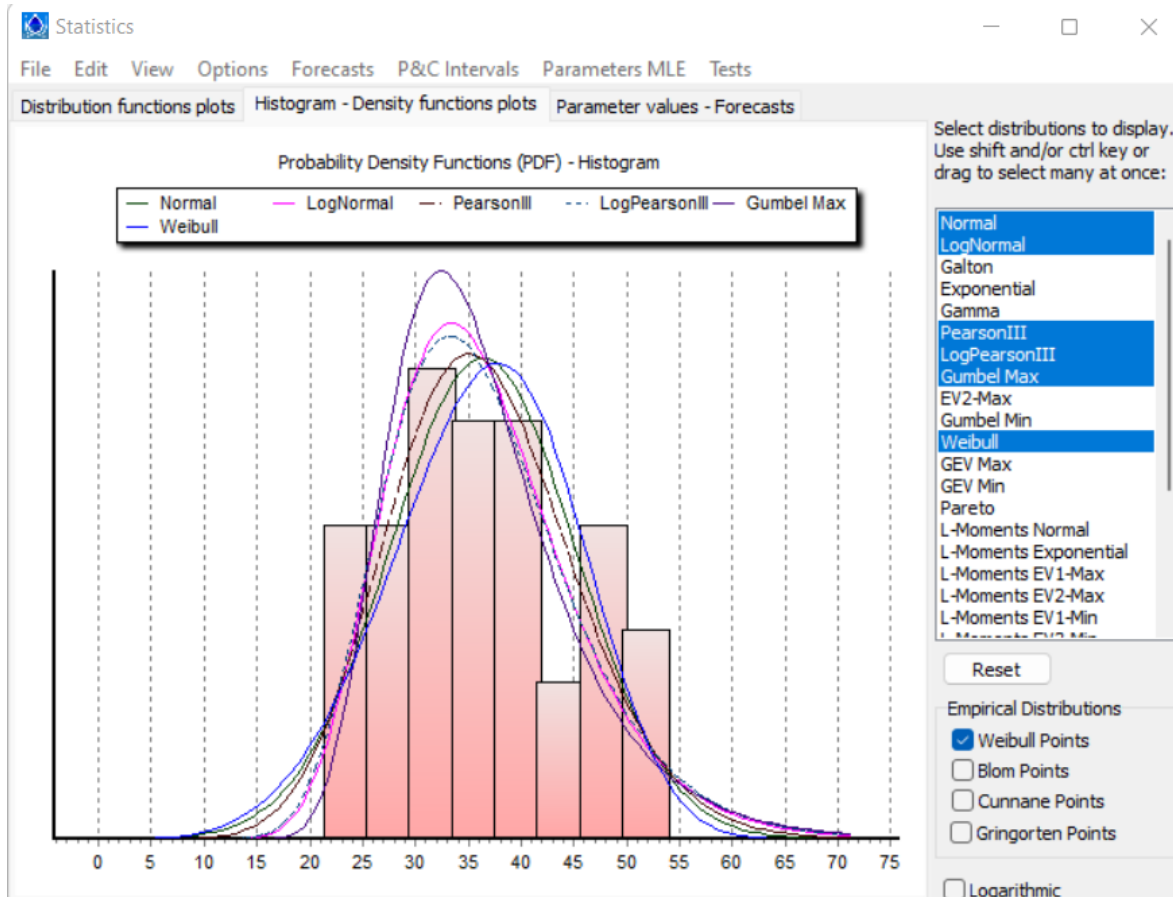
Test de Smirnov-kolmogorov



ANEXO N° 86. Función densidad de probabilidad.

Figura 93

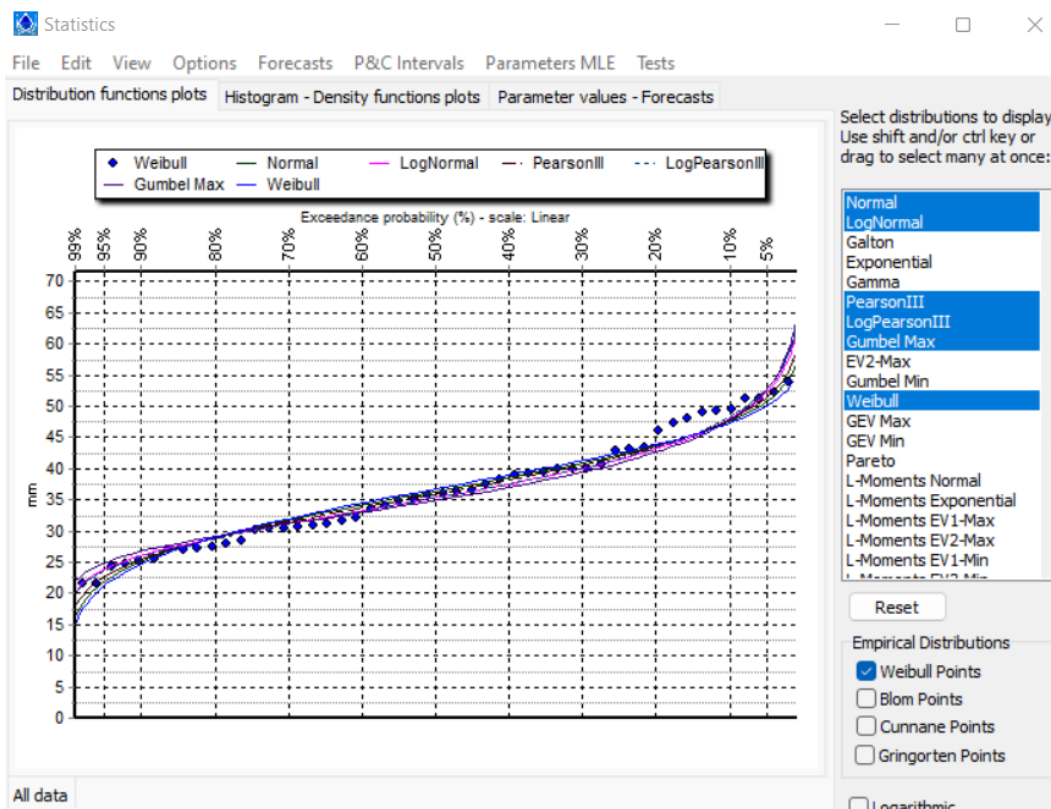
Función densidad de probabilidad



ANEXO N° 87. Función de distribución acumulada.

Figura 94

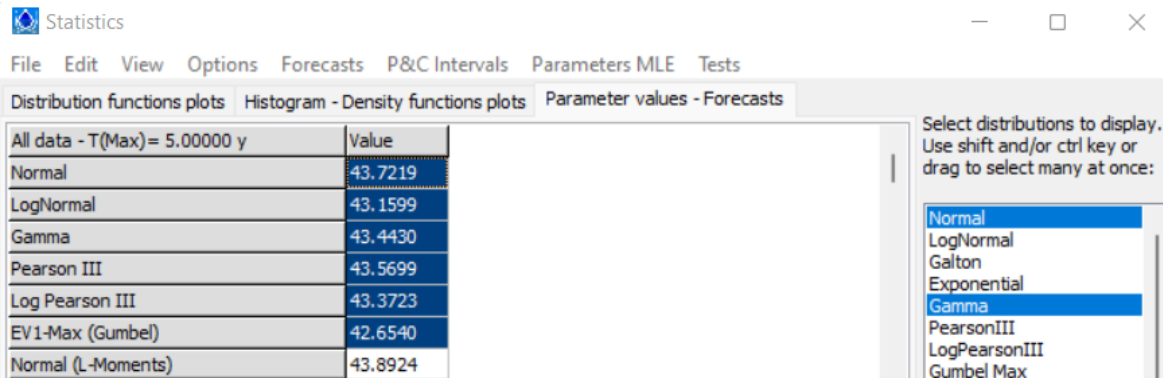
Función de distribución acumulada



ANEXO N° 88. Precipitación de diseño para periodo de retorno de 5 años.

Figura 95

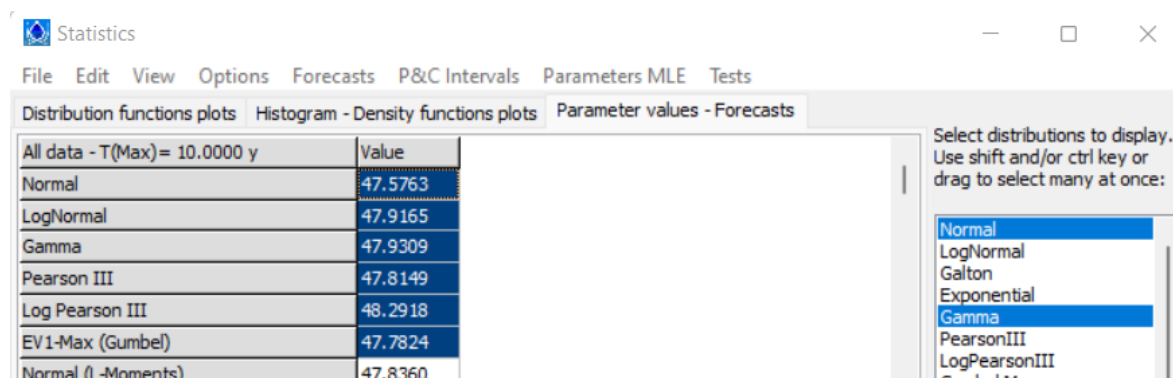
Precipitación de diseño para periodo de retorno de 5 años



ANEXO N° 89. Precipitación de diseño para periodo de retorno de 10 años.

Figura 96

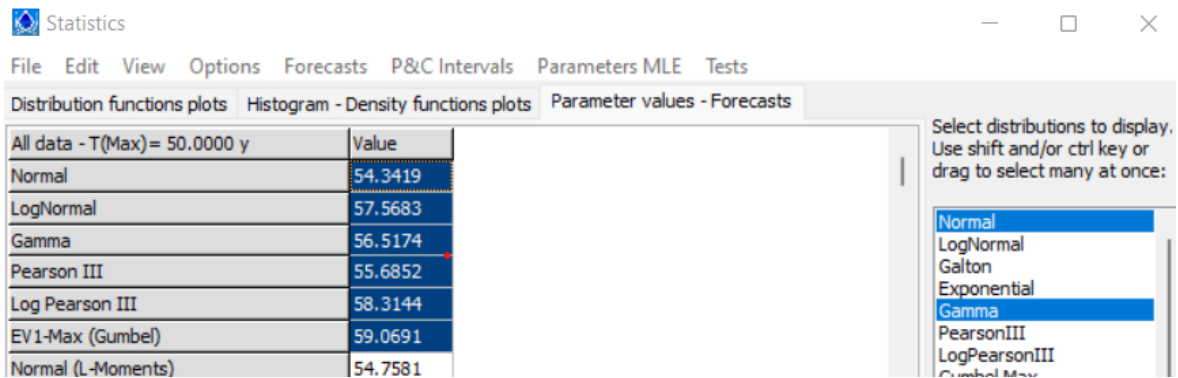
Precipitación de diseño para periodo de retorno de 10 años



ANEXO N° 90. Precipitación de diseño para periodo de retorno de 50 años.

Figura 97

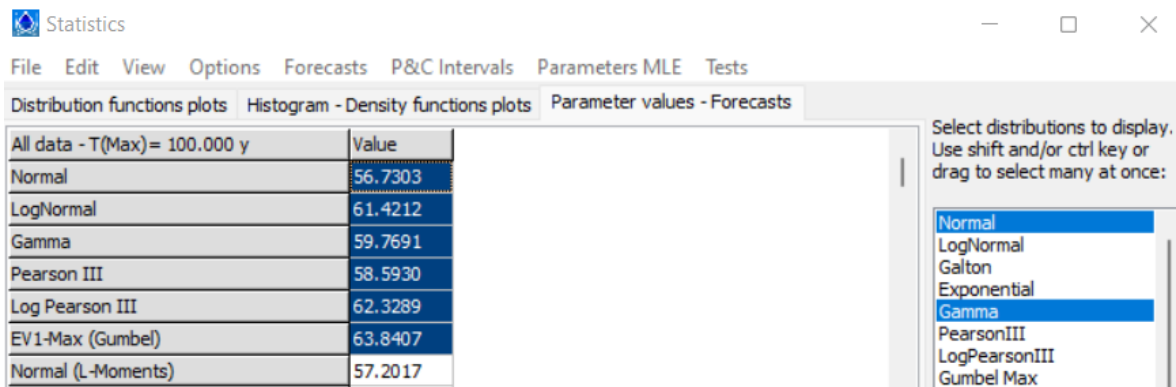
Precipitación de diseño para periodo de retorno de 50 años



ANEXO N° 91. Precipitación de diseño para periodo de retorno de 100 años.

Figura 98

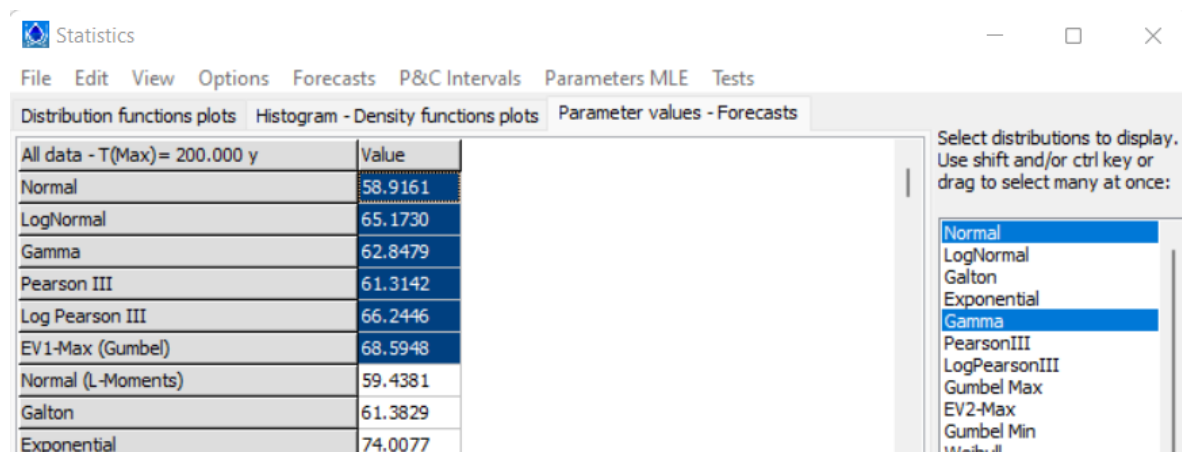
Precipitación de diseño para periodo de retorno de 100 años



ANEXO N° 92. Precipitación de diseño para periodo de retorno de 200 años.

Figura 99

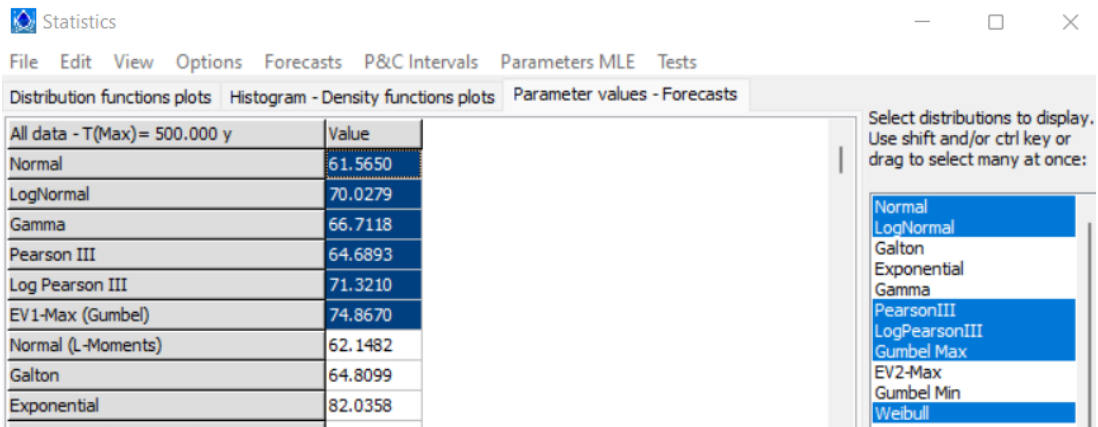
Precipitación de diseño para periodo de retorno de 200 años



ANEXO N° 93. Precipitación de diseño para periodo de retorno de 500 años.

Figura 100

Precipitación de diseño para periodo de retorno de 500 años



ANEXO N° 93. DEM de la cuenca donde se encuentra el área de estudio.

Figura 101

DEM de la cuenca donde se encuentra el área de estudio



ANEXO N° 94. Curvas de nivel de la cuenca donde se encuentra el área de estudio.

Figura 102

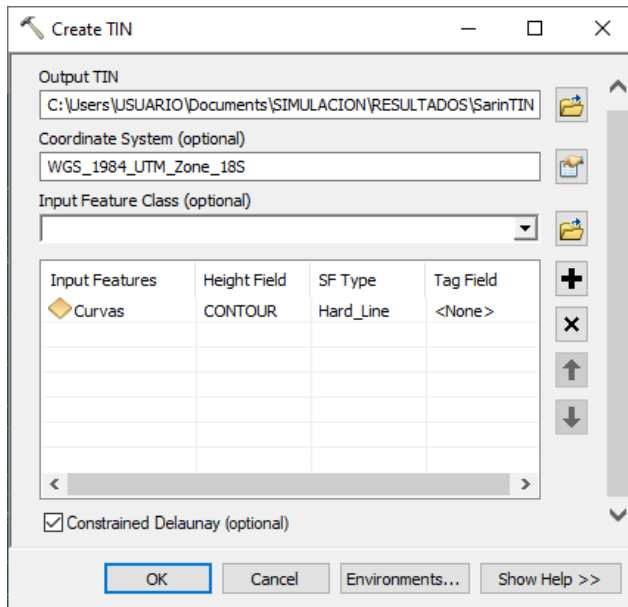
Curvas de nivel de la cuenca donde se encuentra el área de estudio



ANEXO N° 95. Generación del TIN con las curvas de nivel.

Figura 103

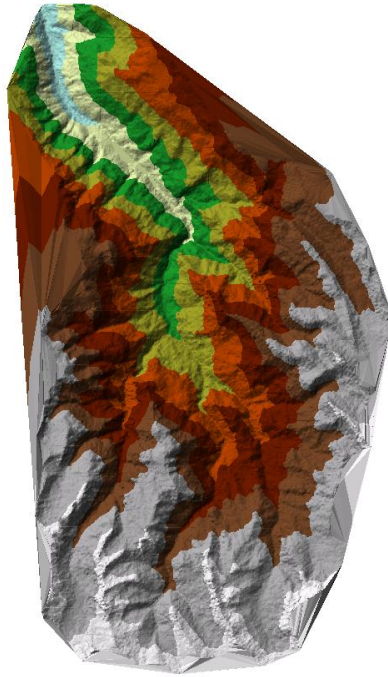
Generación del TIN con las curvas de nivel



ANEXO N° 96. TIN de la cuenca del área.

Figura 104

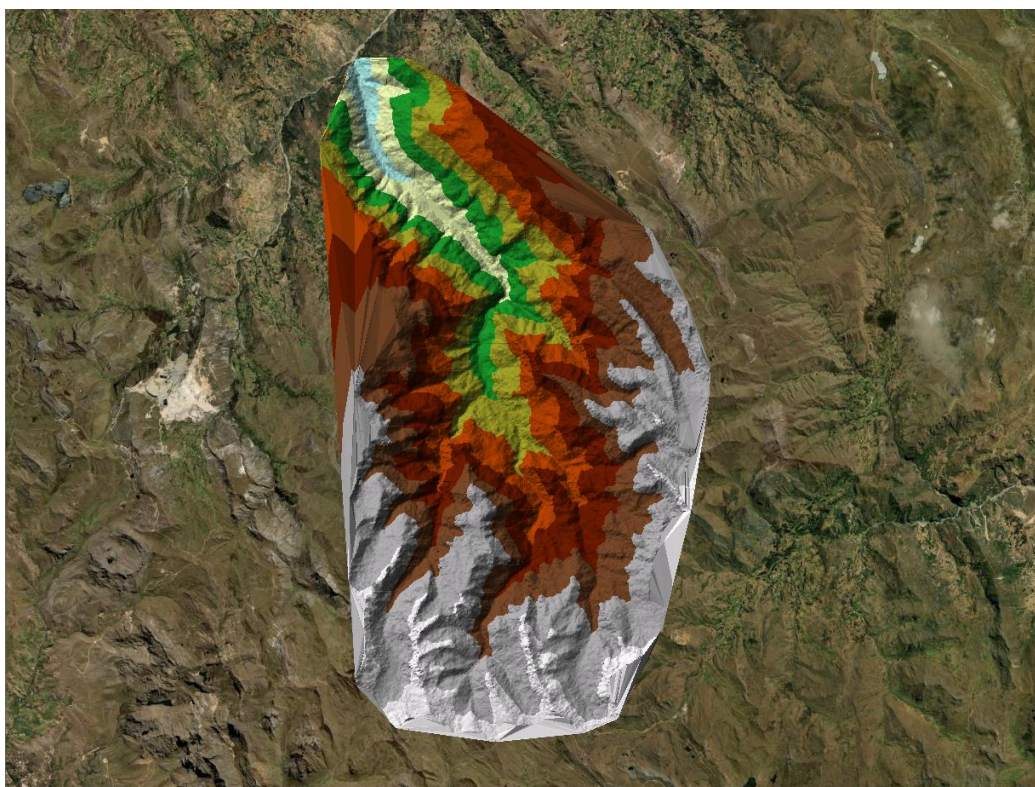
TIN de la cuenca del área



ANEXO N° 97. TIN de la cuenca ubicada en el Basemap del ArcMap.

Figura 105

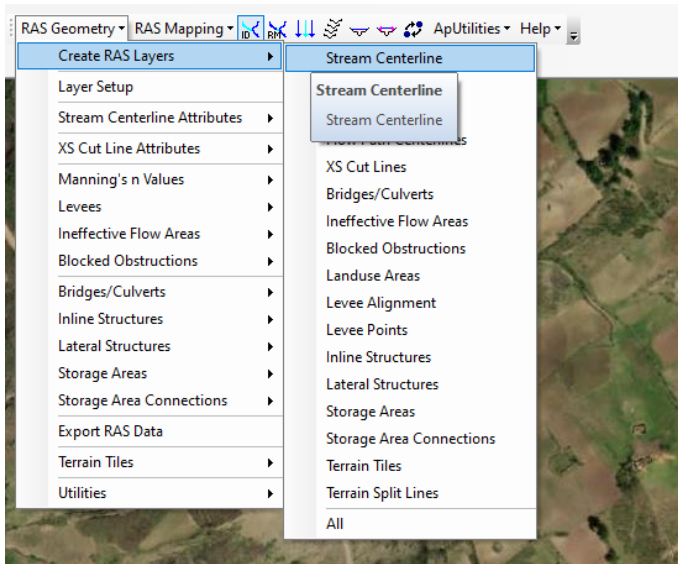
TIN de la cuenca ubicada en el Basemap del ArcMap



ANEXO N° 98. TIN de la cuenca ubicada en el Basemap del ArcMap.

Figura 106

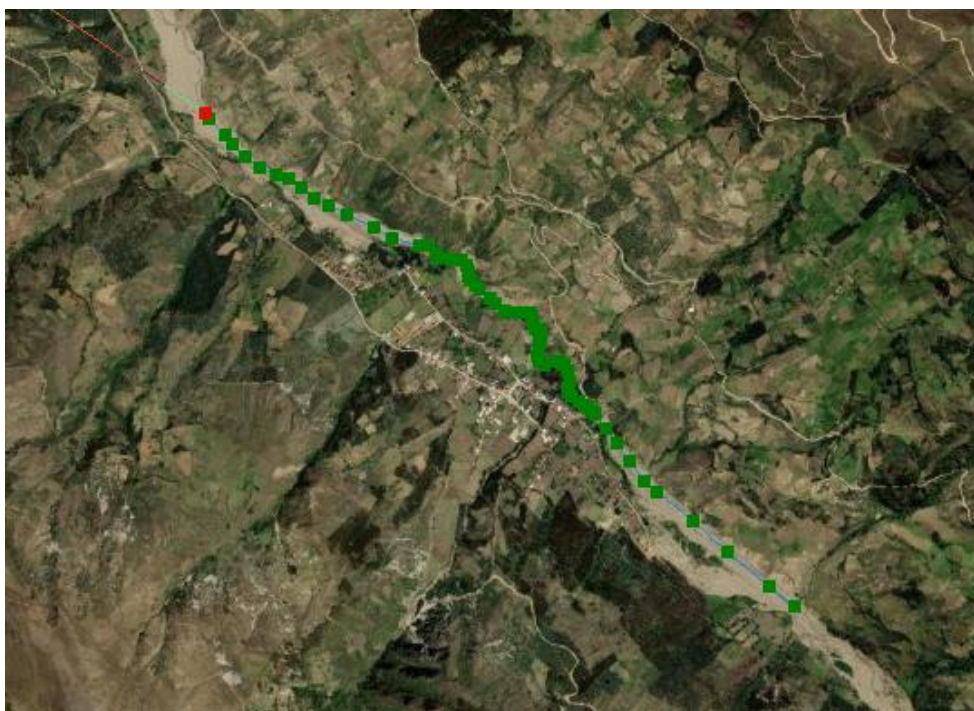
Creación del cauce principal con Stream Centerline



ANEXO N° 99. TIN de la cuenca ubicada en el Basemap del ArcMap.

Figura 107

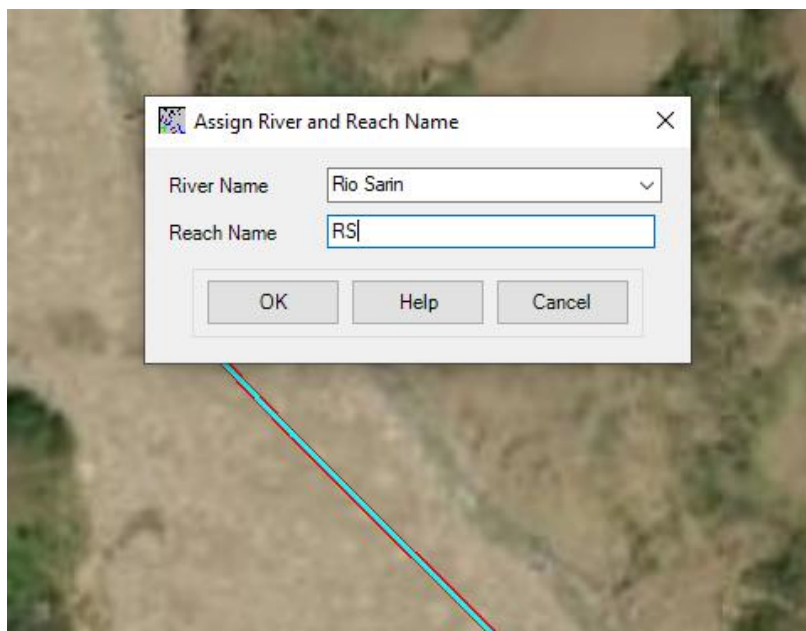
Cauce principal adyacente al área de estudio digitalizado



ANEXO N° 100. TIN de la cuenca ubicada en el Basemap del ArcMap.

Figura 108

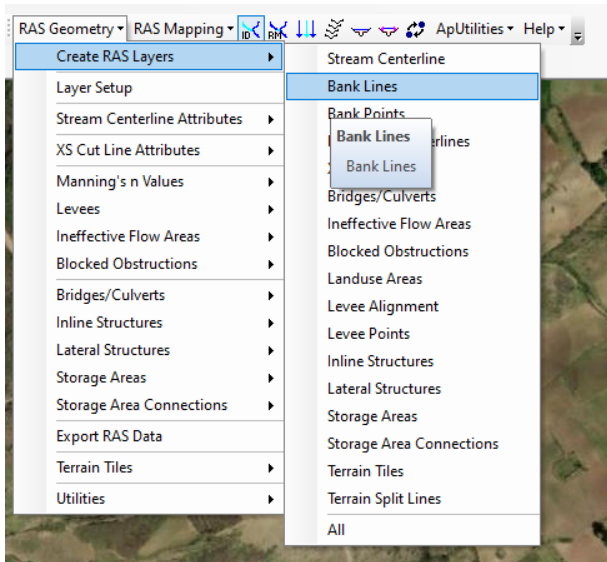
Asignación de atributos del cauce principal



ANEXO N° 100. Creación de los bancos del canal principal con Bank Lines

Figura 109

Creación de los bancos del canal principal con Bank Lines



ANEXO N° 101. Líneas de banco de lado izquierdo y derecho

Figura 110

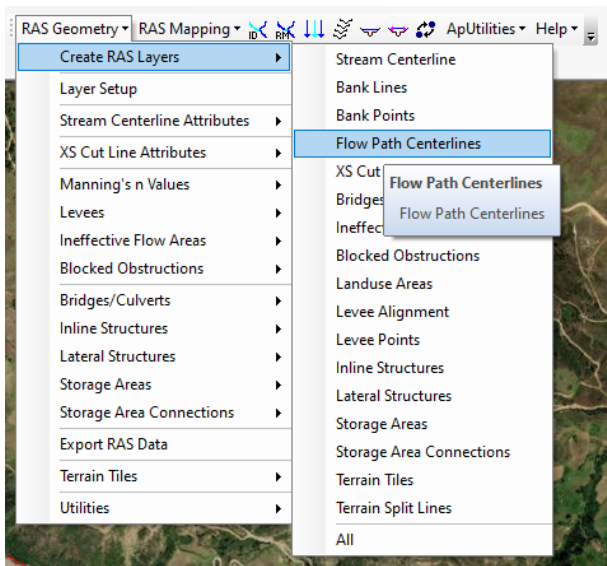
Líneas de banco de lado izquierdo y derecho



ANEXO N° 102. Creación de las líneas que delimitan el alcance del desborde con Flow Path Centerlines.

Figura 111

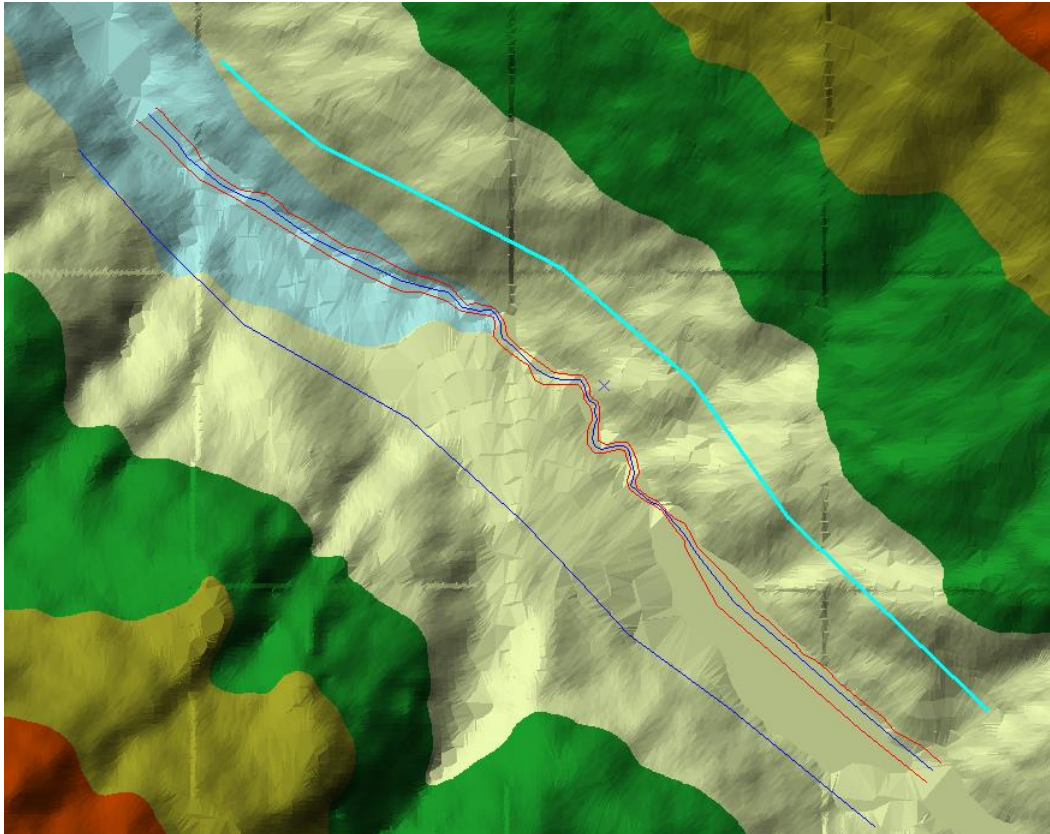
Creación de las líneas que delimitan el alcance del desborde con Flow Path Centerlines



ANEXO N° 103. Líneas de ruta creada para ambos lados del margen.

Figura 112

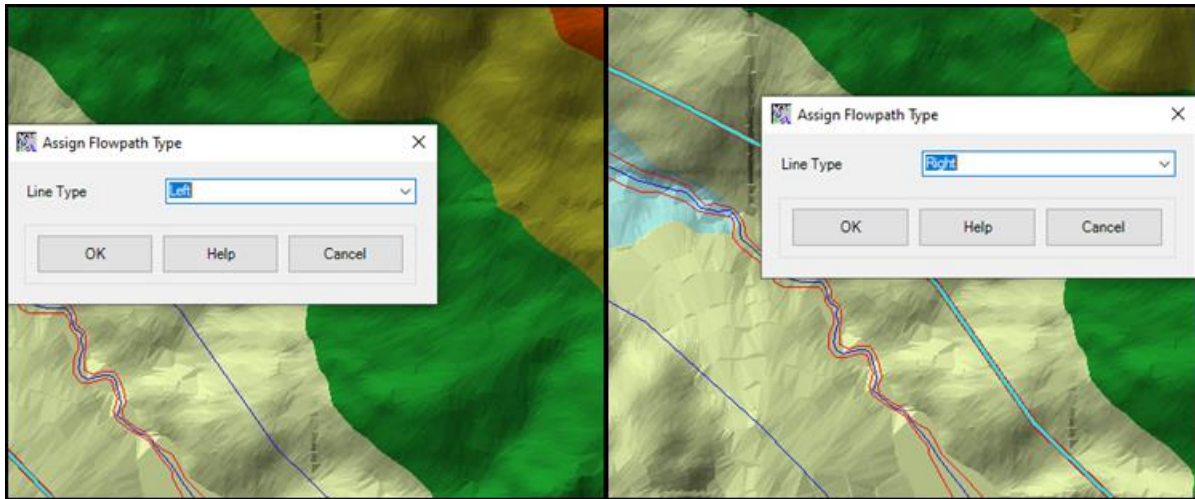
Líneas de ruta creada para ambos lados del margen



ANEXO N° 104. Asignación de atributos de la línea de ruta para ambos lados del canal.

Figura 113

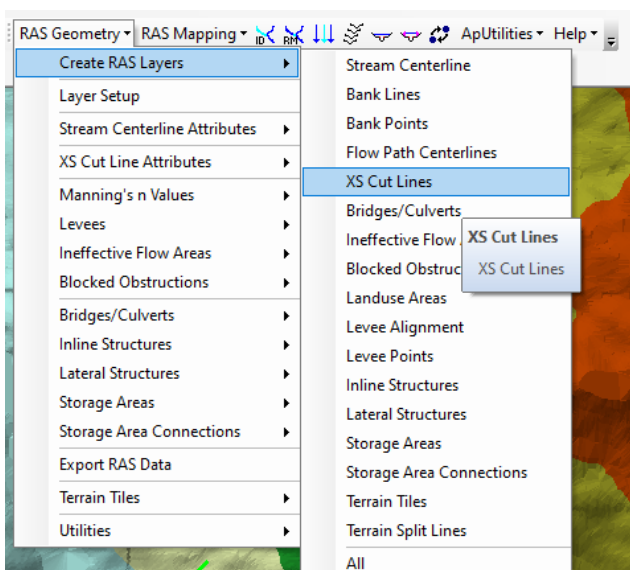
Asignación de atributos de la línea de ruta para ambos lados del canal



ANEXO N° 105. Creación de las secciones transversales con XS Cut Lines.

Figura 114

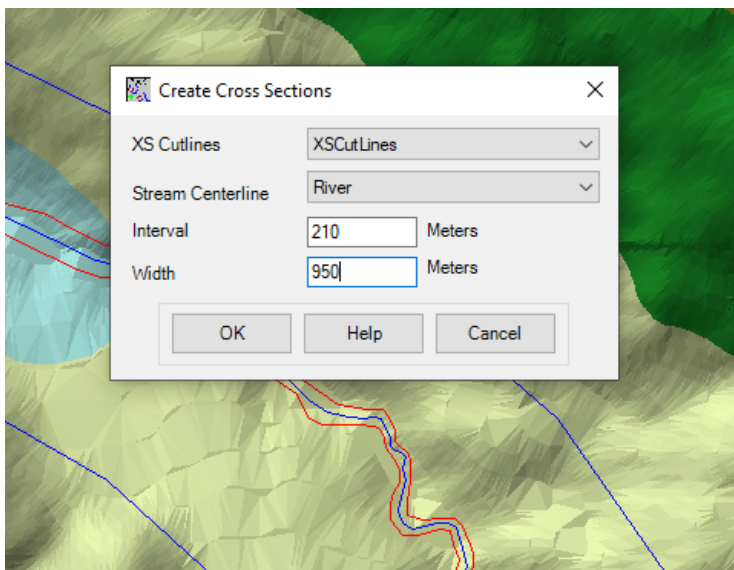
Creación de las secciones transversales con XS Cut Lines



ANEXO N° 106. Definición de la longitud de las secciones y de la distancia entre cada sección.

Figura 115

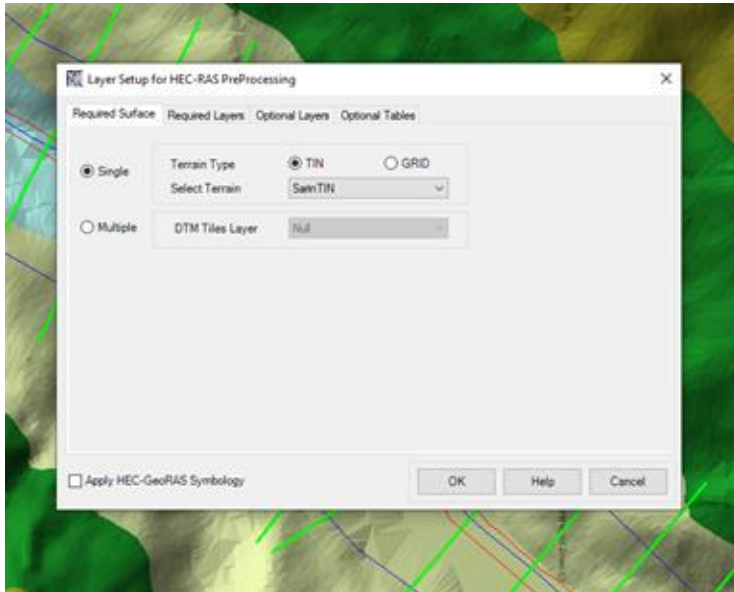
Definición de la longitud de las secciones y de la distancia entre cada sección



ANEXO N° 107. Procesamiento del TIN del área de estudio para el modelo 3D.

Figura 116

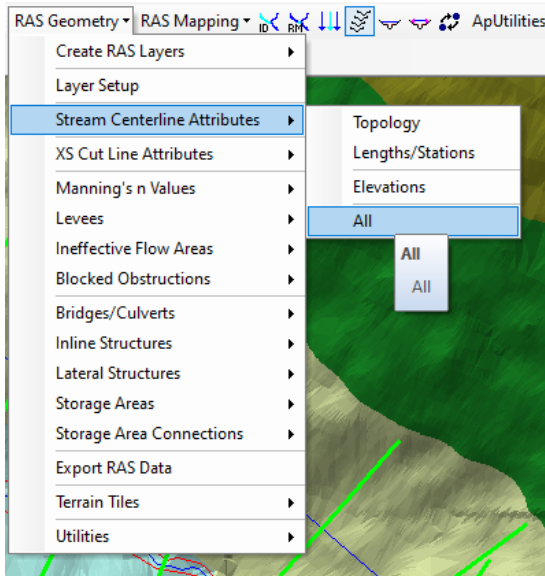
Procesamiento del TIN del área de estudio para el modelo 3D



ANEXO N° 108. Generación de atributos para el modelamiento 3D.

Figura 117

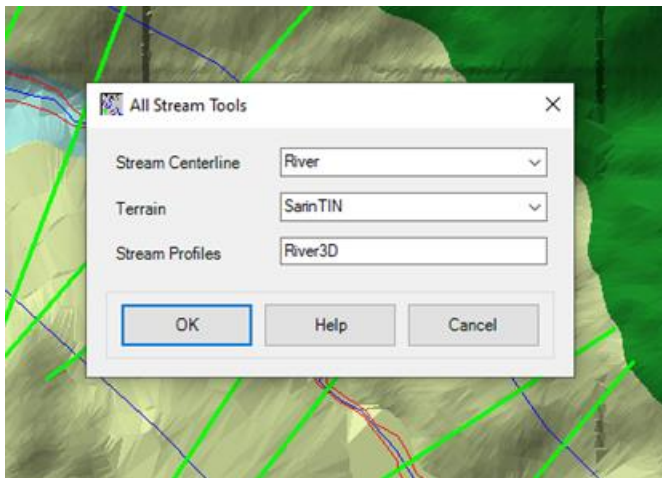
Generación de atributos para el modelamiento 3D



ANEXO N° 109. Creación del perfil en 3D del cauce central y sus componentes.

Figura 118

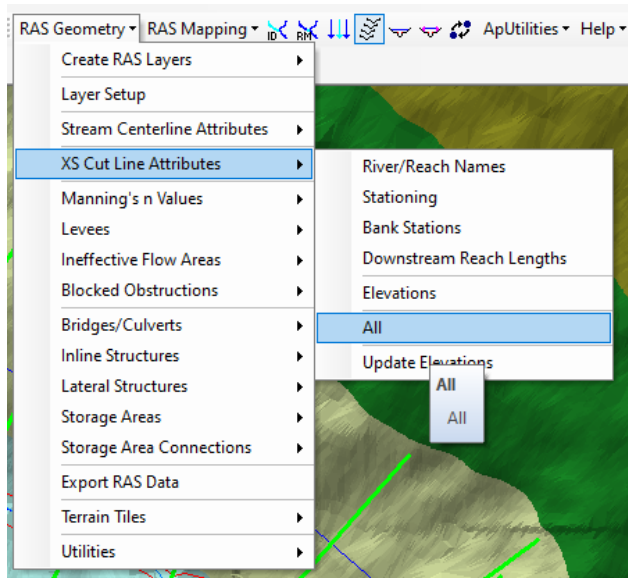
Creación del perfil en 3D del cauce central y sus componentes



ANEXO N° 110. Creación del perfil en 3D del cauce central y sus componentes.

Figura 119

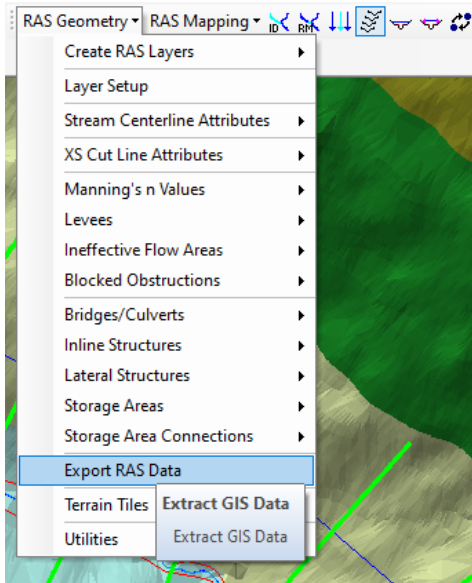
Generación de atributos en 3D para las secciones transversales



ANEXO N° 111. Generación de la data para exportación a HEC-RAS.

Figura 120

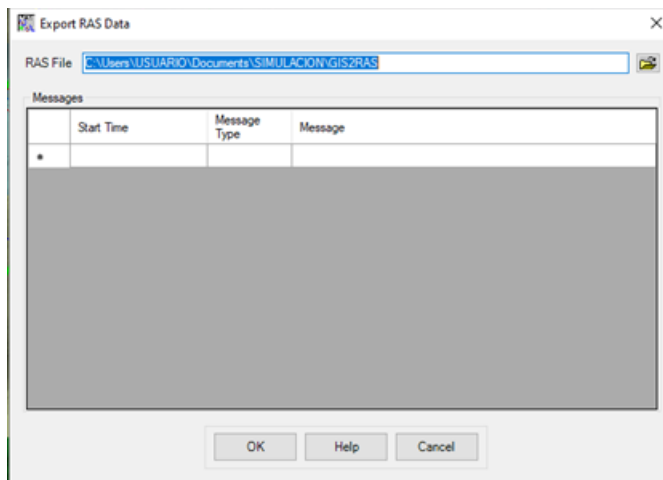
Generación de la data para exportación a HEC-RAS



ANEXO N° 112. Identificación del archivo con los datos generados.

Figura 121

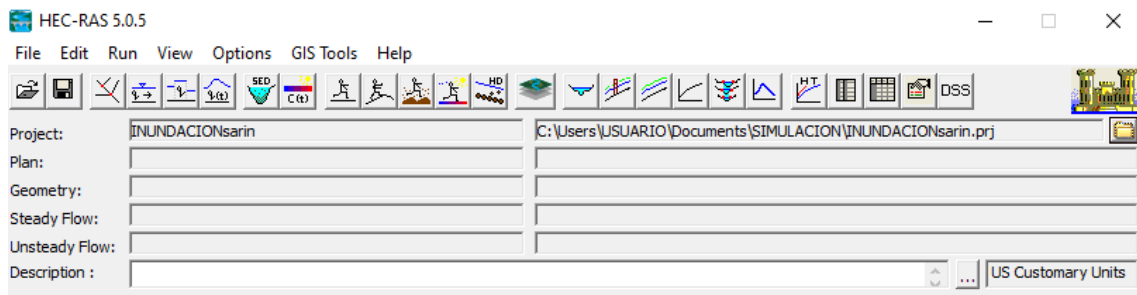
Identificación del archivo con los datos generados



ANEXO N° 113. Creación del proyecto en HEC-RAS.

Figura 122

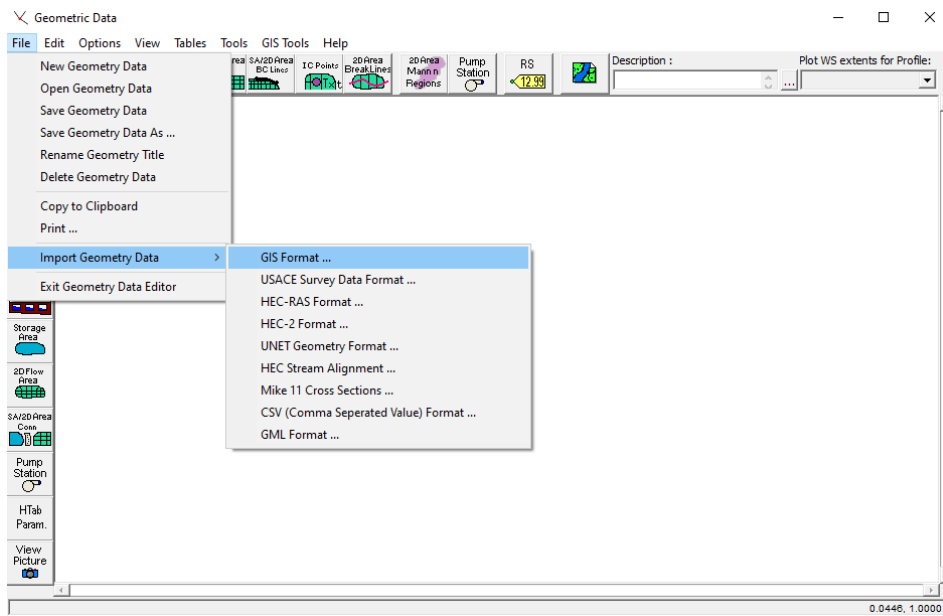
Creación del proyecto en HEC-RAS



ANEXO N° 114. Importación de la información geométrica generada a HEC-RAS.

Figura 123

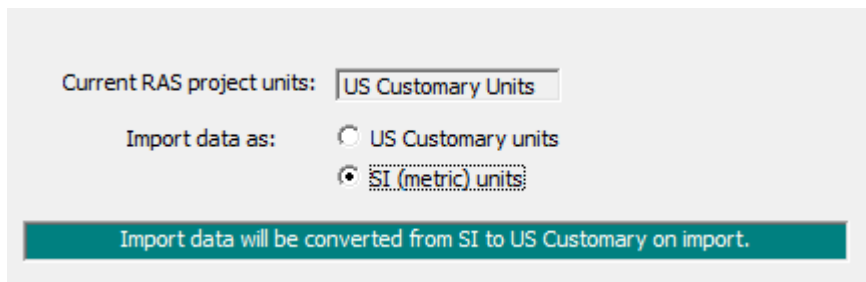
Importación de la información geométrica generada a HEC-RAS



ANEXO N° 115. Selección de las unidades para la importación de datos.

Figura 124

Selección de las unidades para la importación de datos

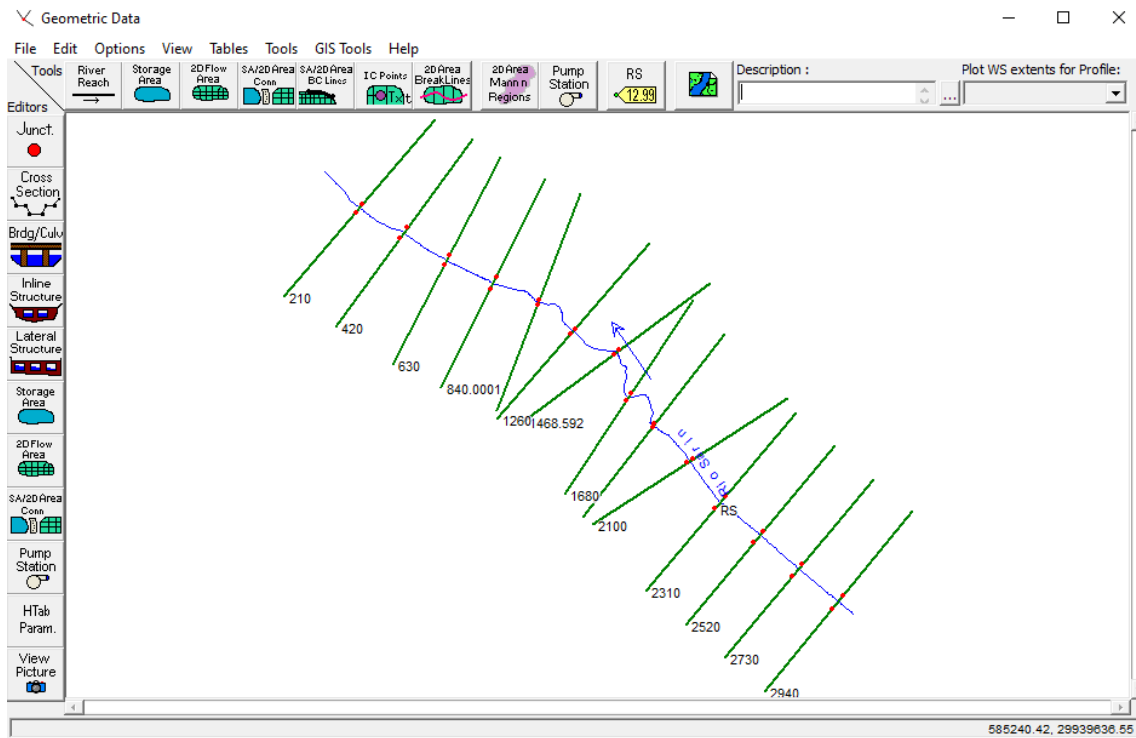


The screenshot displays a software interface for selecting units. It features a dropdown menu labeled "Current RAS project units:" with "US Customary Units" selected. Below this, there is a section titled "Import data as:" with two radio button options: "US Customary units" (unselected) and "SI (metric) units" (selected). At the bottom of the interface, a teal-colored message box states: "Import data will be converted from SI to US Customary on import."

ANEXO N° 116. Geometría del canal, importada en HEC-RAS.

Figura 125

Geometría del canal, importada en HEC-RAS



ANEXO N° 117. Numero de Manning para el canal central y para los márgenes.

Figura 126

Numero de Manning para el canal central y para los márgenes

Edit Manning's n or k Values

River: **Rio Sarin** Edit Interpolated XS's Channel n Values have a light green background

Reach: **RS** | All Regions

Selected Area Edit Options:

River Station	Frctn (n/k)	n #1	n #2	n #3
1 2940	n	0.03	0.04	0.035
2 2730	n	0.03	0.04	0.035
3 2520	n	0.03	0.04	0.04
4 2310	n	0.025	0.04	0.035
5 2100	n	0.035	0.04	0.04
6 1890	n	0.025	0.04	0.04
7 1680	n	0.03	0.04	0.035
8 1468.592	n	0.025	0.04	0.04
9 1260	n	0.035	0.04	0.035
10 1050	n	0.04	0.04	0.045
11 840.0001	n	0.03	0.04	0.04
12 630	n	0.03	0.04	0.035
13 420	n	0.035	0.04	0.035
14 210	n	0.03	0.04	0.035

OK Cancel Help

ANEXO N° 118. Introducción del caudal de diseño para diferentes periodos de retorno.

Figura 127

Introducción del caudal de diseño para diferentes periodos de retorno

The screenshot shows the 'Steady Flow Data' window with the following configuration:

- Enter/Edit Number of Profiles (32000 max): 6
- Reach Boundary Conditions: [Reach Boundary Conditions ...]
- Apply Data: [Apply Data]
- Locations of Flow Data Changes:
 - River: Rio Sarin
 - Reach: RS
 - River Sta.: 2940
- Profile Names and Flow Rates table:

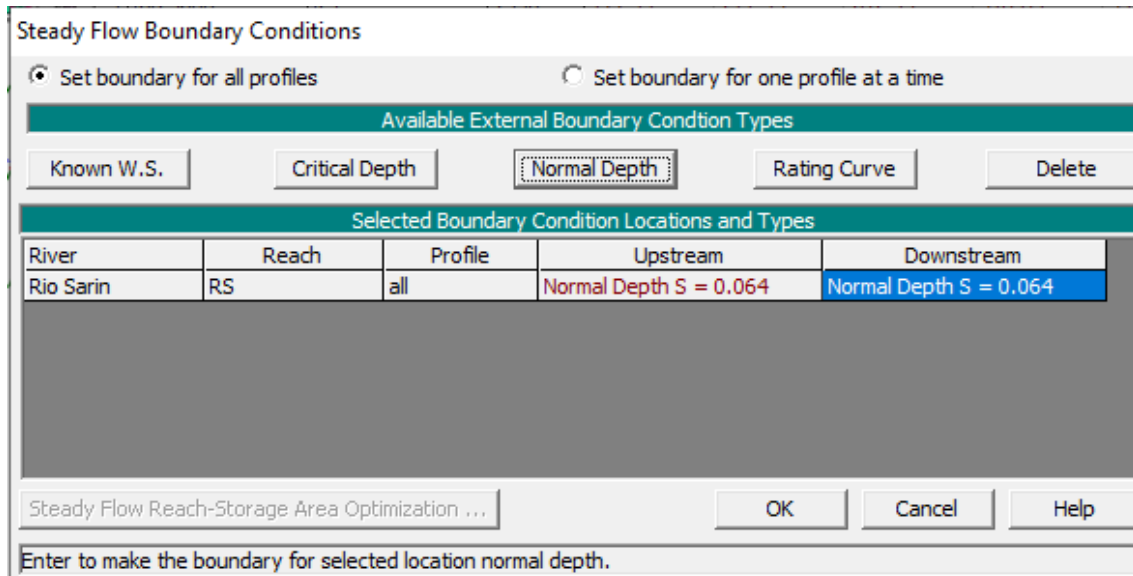
Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates					
River	Reach	RS	PF 1	PF 2	PF 3	PF 4	PF 5	PF 6
1 Rio Sarin	RS	2940	177.11	211.93	282.95	316.84	347.02	384.52

Enter to edit the boundary conditions

ANEXO N° 119. Pendientes del cauce principal introducidas aguas arriba y aguas. abajo

Figura 128

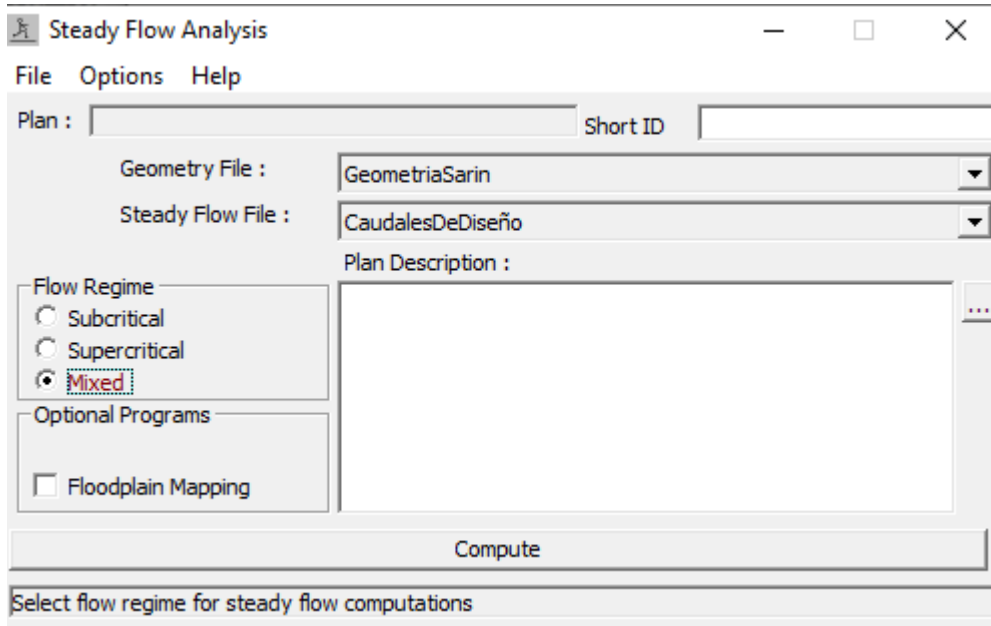
Pendientes del cauce principal introducidas aguas arriba y aguas abajo



ANEXO N° 120. Selección del régimen de flujo para el modelamiento.

Figura 129

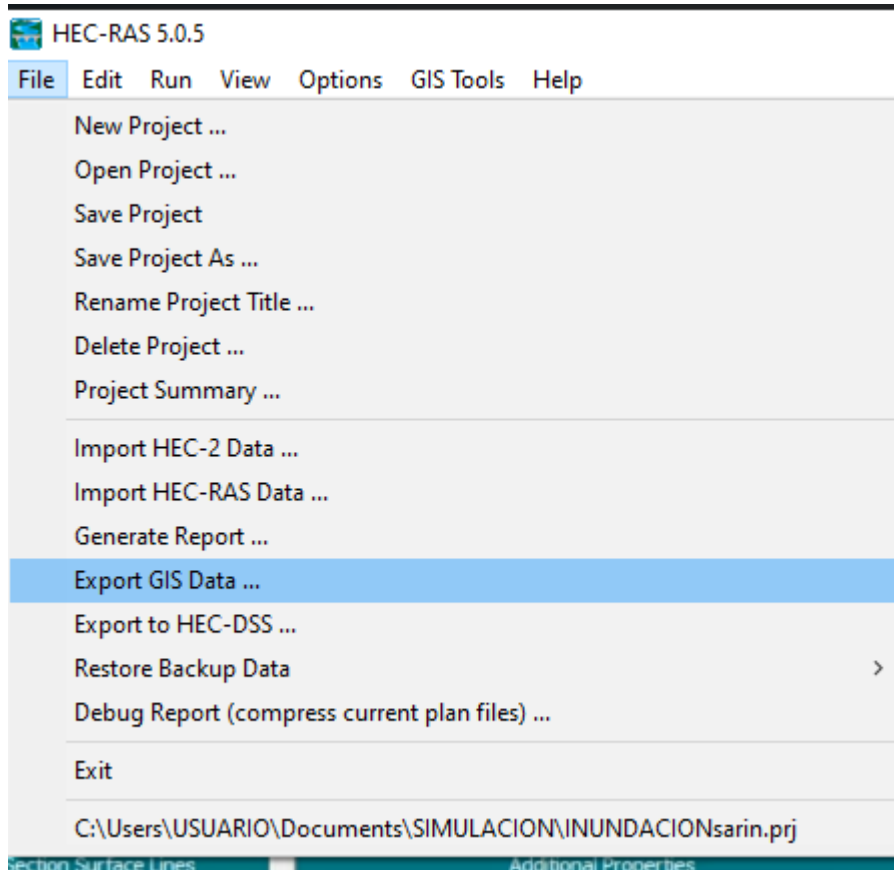
Selección del régimen de flujo para el modelamiento



ANEXO N° 121. Exportación de la información generada en HEC-RAS.

Figura 130

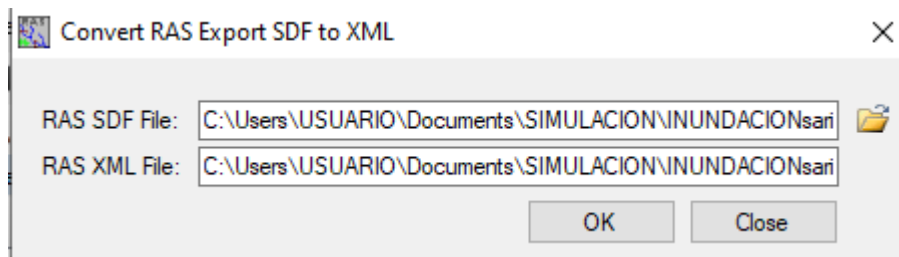
Exportación de la información generada en HEC-RAS



ANEXO N° 122. Cambio del formato de los datos importados de HEC-RAS en ArcMap.

Figura 131

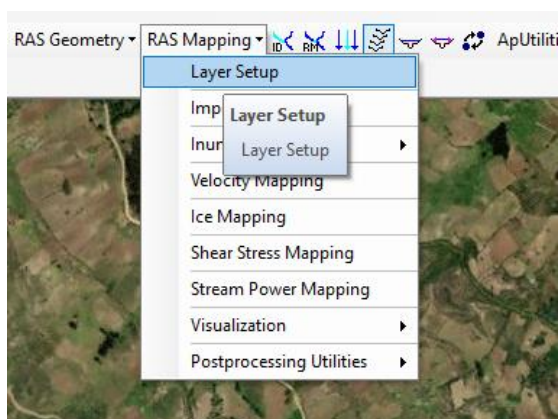
Cambio del formato de los datos importados de HEC-RAS en ArcMap



ANEXO N° 123. Selección de la generación de la capa con la información importada de HEC-RAS.

Figura 132

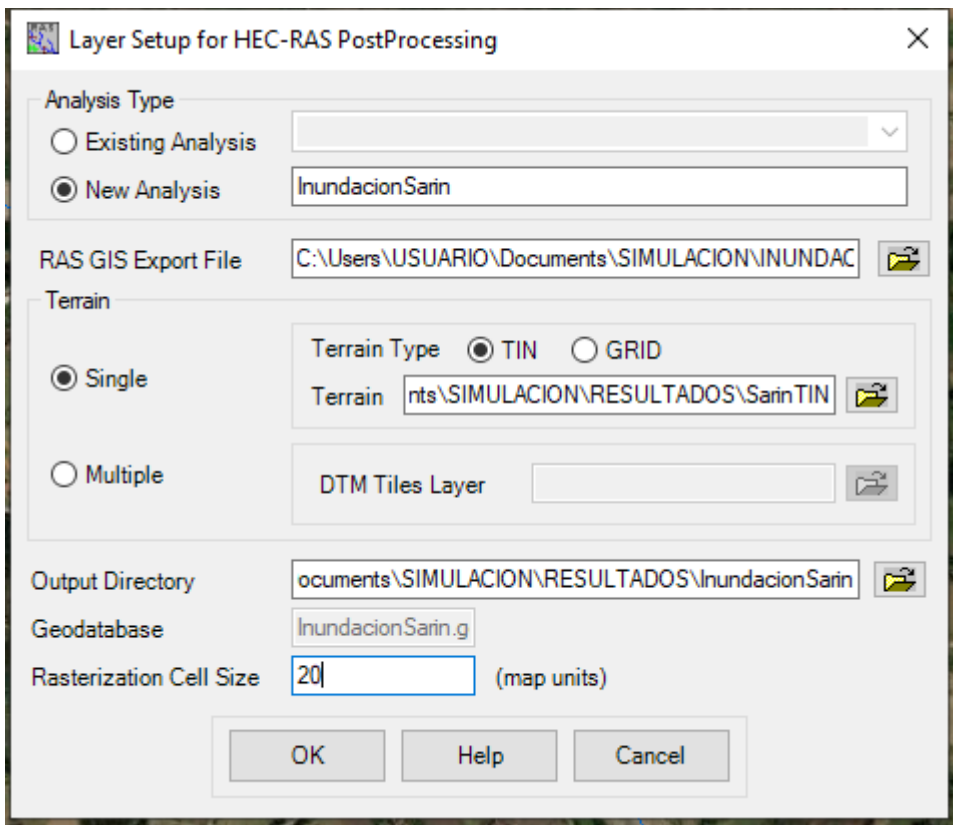
Selección de la generación de la capa con la información importada de HEC-RAS



ANEXO N° 124. Selección de los datos necesarios para el procesamiento de la capa a generar.

Figura 133

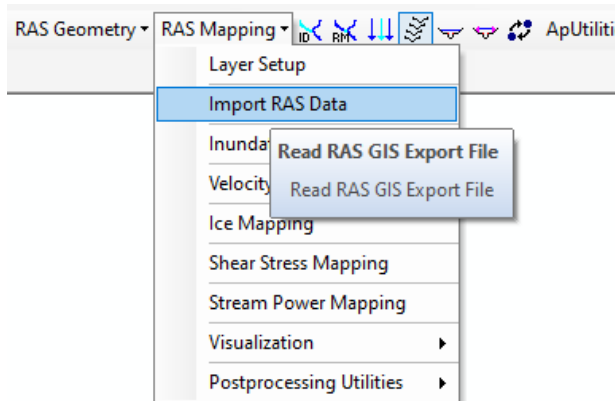
Selección de los datos necesarios para el procesamiento de la capa a generar



ANEXO N° 125. Importación de la data generada en HEC-RAS.

Figura 134

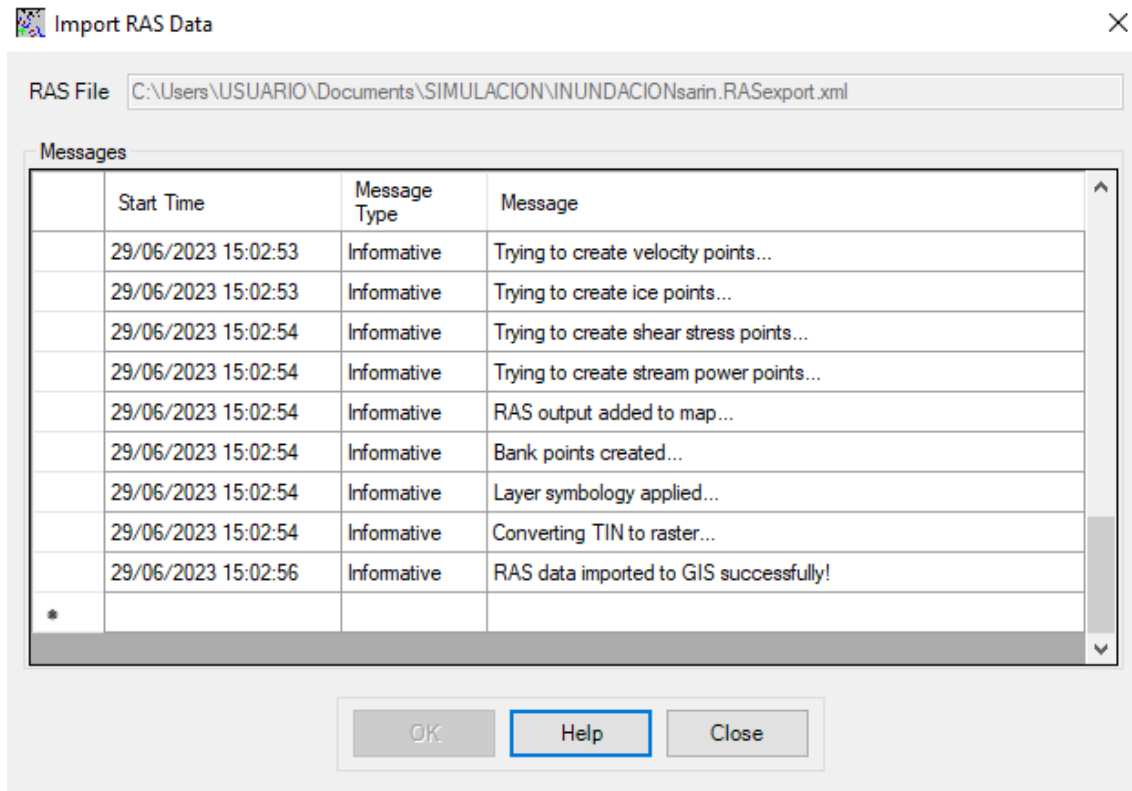
Importación de la data generada en HEC-RAS



ANEXO N° 126. Procesamiento de la data importada.

Figura 135

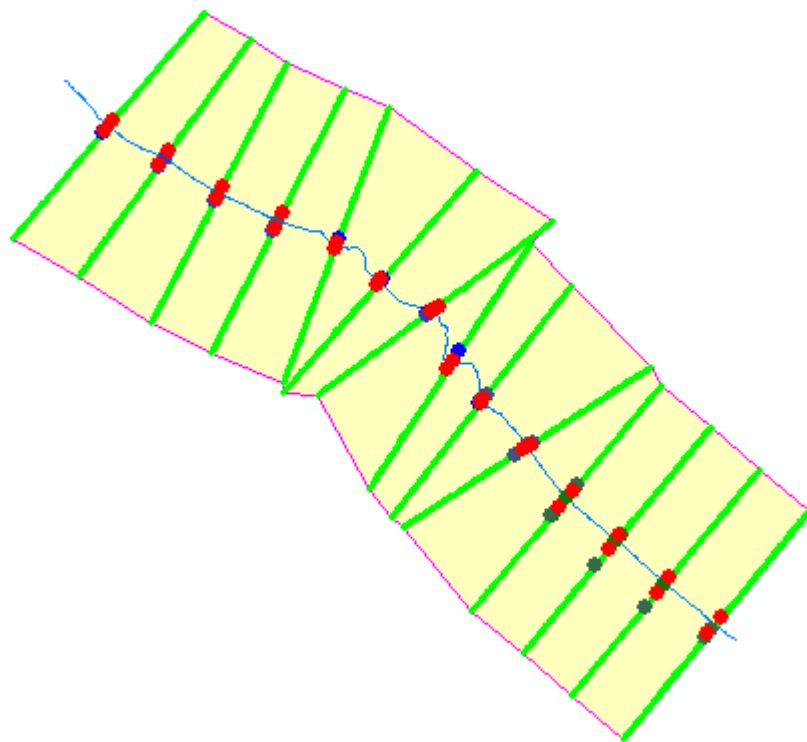
Procesamiento de la data importada



ANEXO N° 127. Información procesada en el ArcMap.

Figura 136

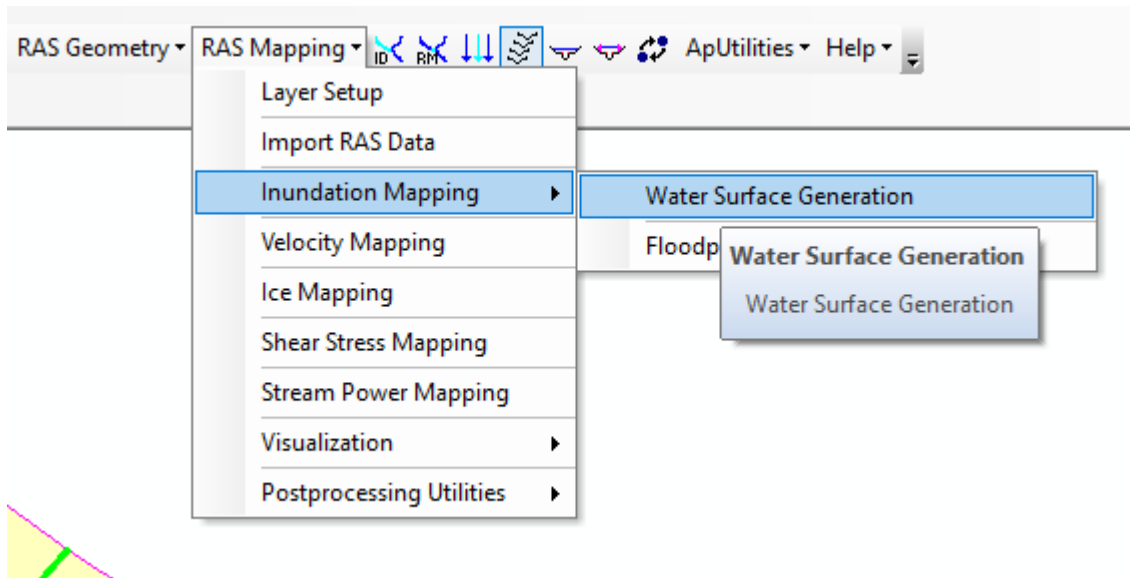
Información procesada en el ArcMap



ANEXO N° 128. Generación del TIN para la superficie de inundación.

Figura 137

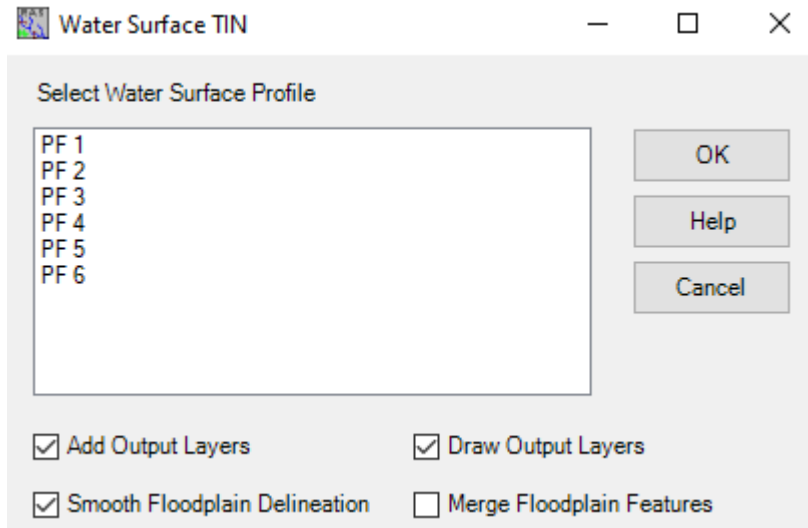
Generación del TIN para la superficie de inundación



ANEXO N° 129. Selección de los perfiles importados a procesar.

Figura 138

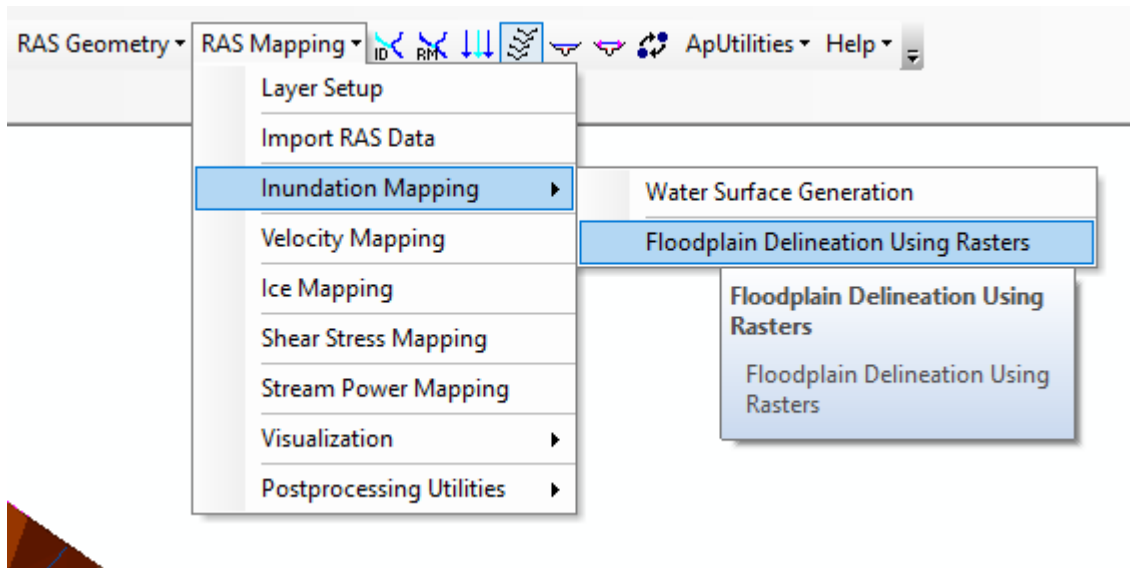
Selección de los perfiles importados a procesar



ANEXO N° 130. Generación de la llanura de inundación.

Figura 139

Generación de la llanura de inundación



ANEXO N° 131. Matriz de consistencia.

Figura 140

Matriz de consistencia

Titulo	Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Dimensiones	Metodología
<p>“ Evaluación de riesgo por inundación del sector C.P. Sarín para el desborde del río Sarín, Sánchez Carrión – La Libertad, 2023”</p>	<p>¿Cuál la evaluación de riesgo por inundación del sector C.P. Sarín para el desborde del río Sarín, Sánchez Carrión – La Libertad, 2023?</p>	<p>Objetivo general: "Evaluar el riesgo por inundación del sector C.P. Sarín para el desborde del río Sarín, Sánchez Carrión – La Libertad, 2023.”</p> <p>Objetivos específicos: OE1: Calcular máximas avenidas del río Sarín para diferentes periodos de retorno de 5, 10, 50, 100, 200 y 500 años. OE2: Determinar el área inundable para periodos de retorno de 5, 10, 50, 100, 200 y 500 años. OE3: Identificar el riesgo por inundación. OE4: Proponer medidas de prevención.</p>	<p>Se evalúa el riesgo, determinando peligrosidad y vulnerabilidad del C.P. Sarín y zonas adyacentes se plantea medidas para controlar el riesgo, gracias a la recolección de información y a la obtención del área de inundación</p>	<p>Tipo de investigación</p>	<p>Descriptiva</p>
		<p>Según diseño</p>		<p>No experimental</p>	
				<p>Diseño de investigación</p>	<p>Población: Áreas inundables que colinden con el Río Sarín. Muestra: C.P. Sarín y sus sectores adyacentes como una zona inundable a causa del desborde del río Sarín. Técnica: Observación de tipo directa. Instrumentos de recolección de datos: Son validados por la Ing. Sheyla Yuliana Cornejo Rodríguez, quien revisara que los métodos y programas a usar son viables.</p>

ANEXO N° 132. Matriz de operacionalización de variables.

Figura 141

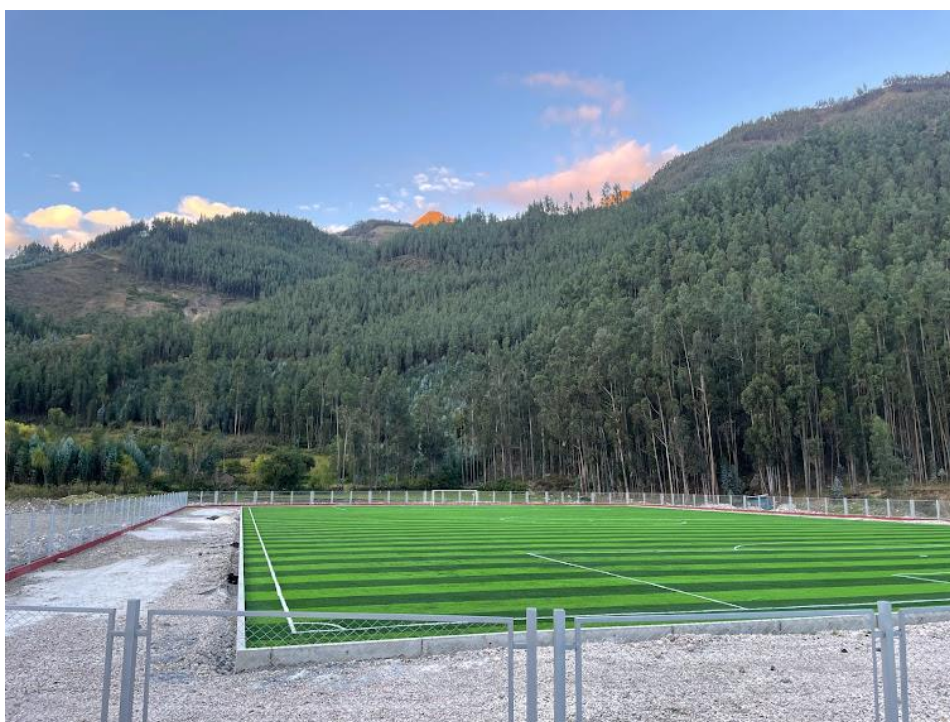
Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
VD. Evaluación de riesgo por inundación	La evaluación de riesgo es una parte de la gestión de riesgo y se puede definir como la determinación del riesgo mediante cuantificación de los diferentes parámetros y un estudio multisectorial, que puede abarcar desde el análisis de cada punto que conforma la peligrosidad u vulnerabilidad, hasta la mitigación o control de riesgos.	El presente trabajo se hará mediante la recopilación de información y determinación del comportamiento del río, para poder aplicar los métodos dados por el CENEPRED, hallando así el riesgo	Peligrosidad	Identificación del área	Razón
				Parámetros y descriptores para la caracterización del fenómeno	Razón
				Susceptibilidad	Razón
			Vulnerabilidad	Elementos expuestos en zonas susceptibles	Razón
				Exposición social, económica y ambiental	Razón
				Fragilidad social, económica y ambiental	Razón
				Resiliencia social, económica y ambiental	Razón
			Riesgo	Matriz vulnerabilidad – peligrosidad - Riesgo	Intervalo
				Zonificación de riesgo	Razón
				Medidas de prevención	Razón
VI. Inundación por desborde de río	Las inundaciones por desborde ocurren en circunstancias donde las lluvias intensas o continuas exceden la capacidad de espacio, excediendo el volumen máximo de flujo de un río y el torrente principal, se desbordan e inundan el área circundante.	La recolección de datos de lluvia en conjunto con la aplicación de la formula empírica pertinente, además de la recolección de información de la cuenca, el terreno y el cauce, permitirá el modelamiento hidráulico, que nos indicará el área y profundidad de inundación.	Cálculo de máximas avenidas	Altura de precipitación	Razón
				Método racional modificado	Razón
				Funciones de distribución de probabilidad	Razón
				Parámetros hidrológicos	Razón
				Características de la cuenca	Razón
			Modelamiento hidráulico	Parámetros geométricos de la cuenca	Razón
				Caudales	Razón
				Características del canal	Razón
				Características del flujo	Razón

ANEXO N° 133. Complejo deportivo del centro poblado Sarín.

Figura 142

Complejo deportivo del centro poblado Sarín



ANEXO N° 134. Tramo del Río Sarín.

Figura 143

Tramo del Río Sarín



ANEXO N° 135. Vía de ingreso al centro poblado Sarín.

Figura 144

Vía de ingreso al centro poblado Sarín.



ANEXO N° 136. Realización de encuestas 1.

Figura 145

Realización de encuestas 1



ANEXO N° 137. Realización de encuestas 2.

Figura 146

Realización de encuestas 2

