



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Modelamiento Hidráulico Bidimensional Del Tránsito De La Onda
Generada Por La Rotura De Una Presa De Tierra Zonificada
Aplicada A La Presa Gallito Ciego -Cajamarca, Perú 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

Lujan Cordova, Carlos Dos Santos Víctor (orcid.org/0000-0001-9278-0662)

ASESORA:

Mgtr. Legendre Salazar, Sheila Mabel (orcid.org/0000-0003-3326-6895)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de obras hidráulicas y saneamiento

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

CHIMBOTE – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre, padre y hermanas Yselle y Deydith, por haber formado a un hombre de bien, con valores y ética, me han enseñado que con dedicación se pueden lograr grandes cosas, así también por haberme apoyado y alentado en esta etapa de mi vida.

A mi novia quien es la razón e inspiración para concretar uno de mis sueños, por brindarme apoyo en el proceso de desarrollo para este trabajo.

A mi tío Toti y Chachi, que me apoyaron incondicionalmente durante la investigación, cuyas enseñanzas me han servido para formarme como un profesional.

Por último, pero no menos importante se la dedico a Dios, por darme su bendición, por no dejarme caer en los momentos difíciles, por darme fuerza y sabiduría para afrontar los obstáculos, por permitirme culminar mi formación profesional y por las personas que ha puesto en mi camino.

AGRADECIMIENTO

Estoy agradecido con la Universidad Cesar Vallejo y en especial con la Ing. Sheyla Legendre por brindarme sus enseñanzas y orientación durante el trabajo de investigación, y así mismo poder darme la oportunidad de alcanzar el objetivo de ser Ingeniero Civil.

A mis amigos y compañeros de trabajo de la Junta de Usuarios del Sector Hidráulico Mayor Jequetepeque, que me apoyaron con el acceso a la información y con el proceso de aprendizaje para la elaboración de este estudio.

Atte: Carlos Dos Santos Victor Lujan Cordova

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|--|-------------|
| <i>Dedicatoria</i> | <i>ii</i> |
| <i>Agradecimiento</i> | <i>iii</i> |
| <i>Índice de contenidos</i> | <i>ii</i> |
| <i>Índice de cuadros</i> | <i>iii</i> |
| <i>Índice de figuras</i> | <i>v</i> |
| <i>Índice de fotografías</i> | <i>vi</i> |
| <i>Índice de gráficos</i> | <i>vii</i> |
| <i>Índice de planos</i> | <i>x</i> |
| <i>Índice de tablas</i> | <i>xi</i> |
| <i>Resumen</i> | <i>xii</i> |
| <i>Abstract</i> | <i>xiii</i> |
| <i>I. Introducción</i> | <i>1</i> |
| <i>II. Marco teórico</i> | <i>5</i> |
| <i>III. Metodología</i> | <i>7</i> |
| <i>3.1. Tipo y diseño de investigación</i> | <i>7</i> |
| <i>3.2. Variables y operacionalización</i> | <i>8</i> |
| <i>3.3. Población, muestra y muestreo</i> | <i>8</i> |
| <i>3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad</i> | <i>9</i> |
| <i>3.5. Procedimiento</i> | <i>10</i> |
| <i>3.6. Método de análisis de datos</i> | <i>22</i> |
| <i>3.7. Aspectos éticos</i> | <i>22</i> |
| <i>IV. Resultados</i> | <i>23</i> |
| <i>V. Discusión</i> | <i>52</i> |
| <i>VI. Conclusiones</i> | <i>55</i> |
| <i>VII. Recomendaciones</i> | <i>56</i> |
| <i>Referencias</i> | <i>57</i> |
| <i>Anexos</i> | <i>60</i> |

ÍNDICE DE CUADROS

| | |
|--|-----------|
| <i>Cuadro N° 1: Sección transversal en el eje de la presa Gallito Ciego</i> | <i>36</i> |
| <i>Cuadro N°2: Datos geométricos del eje de la presa gallito ciego</i> | <i>37</i> |
| <i>Cuadro N° 3: Parametros para definir la pendiente del cauce.....</i> | <i>39</i> |
| <i>Cuadro N° 4: Parametros para definir el flujo</i> | <i>39</i> |
| <i>Cuadro N° 5: Hidrograma de rotura de la presa Gallito Ciego en un periodo retonrno de 7500 años.....</i> | <i>40</i> |
| <i>Cuadro N° 6: Dimensionamiento de la brecha y tiempos de rotura</i> | <i>41</i> |
| <i>Cuadro N° 7: Rotura de la presa por sobrevertimiento.....</i> | <i>42</i> |
| <i>Cuadro N° 8: Rotura de la presa por tubidicación.....</i> | <i>43</i> |
| <i>Cuadro N°9: Ingreso de datos del hidrograma para un flujo inestable.....</i> | <i>45</i> |
| <i>Cuadro N°10: Ingreso del hidrograma</i> | <i>46</i> |
| <i>Cuadro N° 11: Inicio del análisis del flujo.....</i> | <i>47</i> |
| <i>Cuadro N° 12: Descargas máximas instáneas ordenadas</i> | <i>75</i> |
| <i>Cuadro N° 13: Posiciones de trazado – probabilidades</i> | <i>76</i> |
| <i>Cuadro N° 14: Posiciones de trazado – tiempo de retorno</i> | <i>78</i> |
| <i>Cuadro N° 15: Posiciones de trazado</i> | <i>80</i> |
| <i>Cuadro N° 16: Parámetros de forma</i> | <i>80</i> |
| <i>Cuadro N° 17: Resumen de las descargas máximas instantáneas para diferentes periodos de retorno.....</i> | <i>80</i> |
| <i>Cuadro N°18: Prueba de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogov para la distribución Normal.....</i> | <i>81</i> |
| <i>Cuadro N° 19: Prueba de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogov para la distribución Log – Normal dos parámetros</i> | <i>82</i> |
| <i>Cuadro N° 20: Prueba de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogov para la distribución Log – Normal tres parámetro</i> | <i>83</i> |
| <i>Cuadro N° 21: Prueba de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogov para la distribución Gamma dos parámetros</i> | <i>84</i> |
| <i>Cuadro N° 22: Prueba de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogov para la distribución Gumbel.....</i> | <i>85</i> |
| <i>Cuadro N° 23: Prueba de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogov para la distribución Log – Gumbel.....</i> | <i>86</i> |
| <i>Cuadro N° 24: Resultados de la Prueba de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogorov para los diferentes métodos de distribución</i> | <i>87</i> |
| <i>Cuadro N° 25: Hidrogramas unitarios típicos de las avenidas del rio Jequetepeque en la entrada del embalse Gallito Ciego - 2017</i> | <i>87</i> |

| | |
|--|------------|
| Cuadro N° 26: Hidrograma de entrada y salida de la presa Gallito Ciego, para el Periodo de Retorno de 2,000 años..... | 88 |
| Cuadro N° 27: Hidrograma de entrada y salida de la presa Gallito Ciego, para el Periodo de Retorno de 7,500 años..... | 89 |
| Cuadro N° 28: Hidrograma de entrada y salida de la presa Gallito Ciego, para el Caudal pico de la rotura de la Presa Gallito Ciego..... | 90 |
| Cuadro N° 29: Descargas del aliviadero de demasías de acuerdo al Manual de Operación vigente..... | 91 |
| Cuadro N° 30: Sección transversal en el eje de la presa Gallito Ciego | 91 |
| Cuadro N° 31: Caudal máximo instantáneo del río Jequetepeque en el ingreso del embalse Gallito Ciego, para los tres escenarios considerados | 92 |
| Cuadro N° 32: Condiciones de borde aguas arriba de la presa Gallito Ciego | 92 |
| Cuadro N° 33: Condiciones de borde aguas abajo de la presa Gallito Ciego..... | 93 |
| Cuadro N° 34: Proceso de sedimentación del embalse Gallito Ciego – Batimetría 2,017..... | 93 |
| Cuadro N° 35: Datos geométricos del eje de la presa Gallito Ciego | 94 |
| Cuadro N° 36: Condiciones de borde al ingreso y salida del cauce | 94 |
| Cuadro N° 37: Condición de borde aguas abajo – Pendiente del cauce (Normal Depth) | 95 |
| Cuadro N° 38: Datos para el cálculo de la brecha - Fialure Mode Overtopping..... | 95 |
| Cuadro N° 39: Dimensionamiento de la brecha y tiempos de rotura - Fialure Mode Overtopping..... | 96 |
| Cuadro N° 40: Hidrograma generado por la rotura de la presa Gallito Ciego - Fialure Mode Overtopping..... | 97 |
| Cuadro N° 41: Datos para el cálculo de la brecha - Fialure Mode Piping | 98 |
| Cuadro N° 42: Dimensionamiento de la brecha y tiempos de rotura - Fialure Mode Piping..... | 99 |
| Cuadro N° 43: Hidrograma generado por la rotura de la presa Gallito Ciego - Fialure Mode Piping..... | 100 |
| Cuadro N° 44: Condiciones para el hidrograma de un flujo Inestable de un periodo retorno de 7,500 años... .. | 101 |
| Cuadro N° 45: Hidrograma de un flujo Inestable..... | 102 |
| Cuadro N° 46: Inicio del análisis del flujo para un periodo retorno de 7,500 años | 103 |
| Cuadro N° 47: Modelamiento del tránsito de la onda generada por la rotura de la presa Gallito Ciego..... | 104 |
| Cuadro N° 48: Área afectada por la inundación..... | 105 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|------------|
| <i>Figura N°1: Hidrograma de los caudales máximos instantaneos del rio Jequetepeque - estacion Yonan.....</i> | <i>28</i> |
| <i>Figura N° 2: Análisis de datos dudosos – estacion Yonan</i> | <i>29</i> |
| <i>Figura N°3: Caudales máximos instantaneos vs periodo retorno.....</i> | <i>31</i> |
| <i>Figura N°4: Caudales máximos instantaneos vs periodo retorno.....</i> | <i>33</i> |
| <i>Probabilidad acumulada vs caudales maximos instantaneos.....</i> | <i>33</i> |
| <i>Figura N°5: Hidrograma de entrada y salida de la presa Gallito Ciego para el periodo retorno de 2,000 años</i> | <i>34</i> |
| <i>Figura N°6: Geometría del embalse Gallito Ciego, vista en planta - batimetría 2,017.....</i> | <i>38</i> |
| <i>Figura N°7: DEM del primer tramo en evaluación</i> | <i>48</i> |
| <i>Figura N°8: Primer tramo en evaluación con la malla.....</i> | <i>48</i> |
| <i>Figura N°9: Inicio de la simulación del primer tramo.....</i> | <i>49</i> |
| <i>Figura N°10: Final de la simulación del primer tramo.....</i> | <i>49</i> |
| <i>Figura N°11: DEM del segundo tramo en evaluación.....</i> | <i>50</i> |
| <i>Figura N°12: Segundo tramo en evaluación con la malla.....</i> | <i>50</i> |
| <i>Figura N°13: Inicio de la simulación del segundo tramo.....</i> | <i>51</i> |
| <i>Figura N°14: Final de la simulación del segundo plano</i> | <i>51</i> |
| <i>Figura N° 15: Funciones de frecuencia de la muestra y funciones de probabilidad de la población.....</i> | <i>142</i> |
| <i>Figura N° 16: Sección típica de la presa Gallito Ciego en el valle.....</i> | <i>143</i> |
| <i>Figura N° 17: Características del embalse Gallito Ciego – Batimetría 2,017.....</i> | <i>144</i> |
| <i>Figura N° 18: Comportamiento de una brecha de rotura por tubificación - Vista frontal.....</i> | <i>144</i> |
| <i>Figura N° 19: Tubificación desarrollada en el cuerpo y en el cimientto de una presa de tierra.....</i> | <i>145</i> |

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

| | |
|--|------------|
| <i>Fotografía N° 1: Vista de la estación Yonan</i> | 156 |
| <i>Fotografía N° 2: Vista del instrumento de la medición hidrométrica</i> | 156 |
| <i>Fotografía N° 3: Vista de los dado disipadores del aliviadero de masías</i> | 157 |
| <i>Fotografía N° 4: Embalse gallito cielo.....</i> | 157 |
| <i>Fotografía N° 5: Corona y cuerpo de la represa gallito ciego.....</i> | 158 |
| <i>Fotografía N° 6: Aliviadero de masías.....</i> | 158 |
| <i>Fotografía N° 7: Embalse de la represa gallito ciego.....</i> | 159 |
| <i>Fotografía N° 8: Inicio del aliviadero con vista a las crestas anchas.....</i> | 159 |
| <i>Fotografía N° 9: Inicio del aliviadero con vista a las crestas anchas.....</i> | 160 |
| <i>Fotografía N° 10: Rápida en funcionamiento</i> | 160 |
| <i>Fotografía N° 11: Rápida en época de seca.</i> | 161 |

ÍNDICE DE GRÁFICOS

| | |
|--|------------|
| <i>Grafica N° 1: Distribuciones empíricas.....</i> | <i>107</i> |
| <i>Grafica N° 2: Caudales máximos instantáneos para diferentes periodos de retorno... 107</i> | <i>107</i> |
| <i>Grafica N° 3: Ajuste de distribuciones de probabilidad a los caudales máximos instantáneos 108</i> | <i>108</i> |
| <i>Grafica N° 4: Hidrograma Unitario de las Avenidas de 1993/94.....</i> | <i>108</i> |
| <i>Grafica N° 5: Hidrograma Unitario de las Avenidas de 1993/94.....</i> | <i>109</i> |
| <i>Grafica N° 6: Hidrograma Unitario de las Avenidas de 1997/98.....</i> | <i>109</i> |
| <i>Grafica N° 7: Hidrograma Unitario de las Avenidas de 1997/98.....</i> | <i>110</i> |
| <i>Grafica N° 8: Hidrograma Unitario de las Avenidas de 1998/99.....</i> | <i>110</i> |
| <i>Grafica N° 9: Hidrograma Unitario de las Avenidas de 1998/99.....</i> | <i>111</i> |
| <i>Grafica N° 10: Hidrograma Unitario Típico de las Avenidas del Rio Jequetepeque en la Entrada del Embalse Gallito Ciego.....</i> | <i>111</i> |
| <i>Grafica N° 11: Hidrograma Unitario Típico de las Avenidas del Rio Jequetepeque en la Entrada del Embalse Gallito Ciego - 2007</i> | <i>112</i> |
| <i>Grafica N° 12: Hidrograma de entrada y salida de la presa Gallito Ciego, para el periodo de retorno de 2,000 años</i> | <i>112</i> |
| <i>Grafica N° 13: Hidrograma de entrada y salida de la presa Gallito Ciego, para el periodo de retorno de 7,500 años</i> | <i>113</i> |
| <i>Grafica N° 14: Hidrograma de entrada y salida para el caudal máximo tras la rotura de la presa Gallito Ciego.....</i> | <i>113</i> |
| <i>Grafica N° 15: Geometría del embalse Gallito Ciego, vista en planta - Batimetría 2,017.....</i> | <i>114</i> |
| <i>Grafica N° 16: Geometría del embalse Gallito Ciego, secciones transversales Batimetría 2,017.....</i> | <i>115</i> |
| <i>Grafica N° 17: Sección transversal en el eje de la presa Gallito Ciego.....</i> | <i>116</i> |
| <i>Grafica N° 18: Nivel del agua sobre el aliviadero de demasías – Diseño original</i> | <i>117</i> |
| <i>Grafica N° 19: Secciones transversales y ejes principales del embalse Gallito Ciego. 118</i> | <i>118</i> |
| <i>Grafica N° 20: Sección típica del embalse Gallito Ciego</i> | <i>119</i> |
| <i>Grafica N° 21: Sección transversal en el eje de la presa Gallito Ciego.....</i> | <i>120</i> |
| <i>Grafica N° 22: Condición de borde aguas arriba - Hidrograma del flujo (Flow Hydrograph) – Fialure Mode Overtopping.....</i> | <i>120</i> |
| <i>Grafica N° 23: Inicio de rotura de la presa Gallito Ciego– Fialure Mode Overtopping..</i> | <i>121</i> |
| <i>Grafica N° 24: Posición intermedia de rotura de la presa Gallito Ciego – Fialure Mode Overtopping.....</i> | <i>121</i> |
| <i>Grafica N° 25: Forma final de la brecha de rotura de la presa Gallito Ciego – Fialure Mode Overtopping.....</i> | <i>122</i> |

| | |
|--|------------|
| Grafica N° 26: Condición de borde aguas arriba - Hidrograma del flujo (Flow Hydrograph) – Fialure Mode Piping | 122 |
| Grafica N° 27: Inicio de rotura de la presa Gallito Ciego– Fialure Mode Piping | 123 |
| Grafica N° 28: Posición intermedia de rotura de la presa Gallito Ciego – Fialure Mode Piping..... | 123 |
| Grafica N° 29: Forma final de la brecha de rotura de la presa Gallito Ciego – Fialure Mode Piping..... | 124 |
| Grafica N° 30: DEM del Tramo-1 para le modelamiento..... | 124 |
| Grafica N° 31: DEM del Tramo-2 para le modelamiento..... | 125 |
| Grafica N° 32: DEM del Tramo-2 para le modelamiento..... | 125 |
| Grafica N° 33: Malla del Tramo-2 para le modelamiento..... | 126 |
| Grafica N° 34: Inicio del tránsito de la onda genera por la rotura de la presa Gallito Ciego Tramo-1..... | 126 |
| Grafica N° 35: Final del tránsito de la onda genera por la rotura de la presa Gallito Ciego Tramo-1..... | 127 |
| Grafica N° 36: Inicio del tránsito de la onda genera por la rotura de la presa Gallito Ciego Tramo-2..... | 127 |
| Grafica N° 37: Final del tránsito de la onda genera por la rotura de la presa Gallito Ciego Tramo-2..... | 128 |
| Grafica N° 38: Inundación total producida por el tránsito de la onda genera por la rotura de la presa Gallito Ciego | 128 |
| Grafica N° 39: Sección de control campamento Gallito Ciego | 129 |
| Grafica N° 40: Niveles de agua - sección de control campamento Gallito Ciego | 129 |
| Grafica N° 41: Sección de control Casa de Torta | 130 |
| Grafica N° 42: Niveles de agua - sección de control Casa de Torta..... | 130 |
| Grafica N° 42: Sección de control Pay Pay | 131 |
| Grafica N° 43: Niveles de agua - sección de control Pay Pay..... | 131 |
| Grafica N° 44: Sección de control El Mango | 132 |
| Grafica N° 45: Niveles de agua - sección de control El Mango..... | 132 |
| Grafica N° 46: Sección de control Ventanillas | 133 |
| Grafica N° 47: Niveles de agua - sección de control Ventanillas..... | 133 |
| Grafica N° 48: Sección de control La Arenita..... | 134 |
| Grafica N° 49: Nivel de agua - sección de control La Arenita | 134 |
| Grafica N° 50: Sección de control Huabal | 135 |
| Grafica N° 51: Nivel de agua - sección de control Huabal..... | 135 |
| Grafica N° 52: Sección de control Santa Anita | 136 |
| Grafica N° 53: Nivel de agua - sección de control Santa Anita | 136 |

| | |
|--|-------------------|
| <i>Grafica N° 54: Sección de control México.....</i> | <i>137</i> |
| <i>Grafica N° 55: Nivel de agua - sección de control México.....</i> | <i>137</i> |
| <i>Grafica N° 56: Sección de control San Mateo</i> | <i>138</i> |
| <i>Grafica N° 57: Nivel de agua - sección de control San Mateo.....</i> | <i>138</i> |
| <i>Grafica N° 58: Sección de control Ciudad de Dios y San José.....</i> | <i>139</i> |
| <i>Grafica N° 59: Nivel del agua - sección de control Ciudad de Dios y San José</i> | <i>139</i> |
| <i>Grafica N° 60: Sección de control Jequetepeque.....</i> | <i>140</i> |
| <i>Grafica N° 61: Nivel de agua - sección de control Jequetepeque.....</i> | <i>140</i> |

ÍNDICE DE PLANOS

| | |
|--|------------|
| <i>Plano N° 1: Ubicación de la zona de estudio</i> | <i>149</i> |
| <i>Plano N° 2: Presa Gallito Ciego y obras conexas.....</i> | <i>150</i> |
| <i>Plano N° 3: Presa Gallito Ciego - planta</i> | <i>150</i> |
| <i>Plano N° 4: Presa Gallito Ciego – aliviadero</i> | <i>152</i> |
| <i>Plano N° 5: Presa Gallito Ciego – seccion transversal</i> | <i>153</i> |
| <i>Plano N° 6: Embalse Gallito Ciego – Batimetria 2,017</i> | <i>154</i> |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----------|
| <i>Tabla N° 1: Serie historica de los caudales maximos instantaneos de la estacion Yonan – Contumaza - Cajamarca.....</i> | <i>24</i> |
| <i>TABLA N° 2: Caudales máximos instataneos en los diferentes periodos retornoS</i> | <i>30</i> |
| <i>TABLA N° 3: Resultados de la prueba de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogorov</i> | <i>32</i> |
| <i>Tabla N° 4: Coeficiente Cb según la capacidad de almacenamiento del embalse</i> | <i>69</i> |
| <i>Tabla N° 5: Niveles de Significancia.....</i> | <i>69</i> |

RESUMEN

El presente trabajo de investigación cuyo título es “Modelamiento Hidráulico Bidimensional Del Tránsito De La Onda Generada Por La Rotura De Una Presa De Tierra Zonificada Aplicada A La Presa Gallito Ciego -Cajamarca, Perú 2021”, tiene como objetivo general simular el comportamiento de la onda cinemática generada por la rotura de una presa de tierra y realizar su estimación de riesgo en la presa Gallito Ciego y como objetivos específicos determinar las máximas avenidas del río Jequetepeque en Gallito Ciego, el caudal de rotura de la presa Gallito Ciego y el tránsito de la onda del caudal de rotura aguas abajo de la presa.

La investigación es muy importante para dar a conocer los diversos escenarios ante la presencia de un desastre producido por el colapso de una presa de esta magnitud, con la obtención de los niveles y áreas de inundación, producto de la simulación, se podrá elaborar el plan de contingencia frente a una posible rotura de la presa Gallito Ciego, el mismo que disminuirá la vulnerabilidad de los pobladores que se encuentran asentados aguas abajo de la presa.

Asimismo, la presente investigación es de tipo aplicada y el diseño no experimental, en lo que corresponde a la recolección de información se utilizó la verificación de datos del levantamiento topográfico detallado del cuerpo de la presa ya existente junto al instrumento para el modelamiento con el uso del software HEC-RAS, teniendo una población toda la magnitud del río Jequetepeque y como muestra desde el eje de presa hasta la desembocadura hasta el océano pacífico.

Finalmente se determinó en la simulación de la rotura de la presa de gallito ciego, que al darse este efecto se pudo observar como el agua comienza a trazar su curso tras la rotura de la presa así mismo arrasando con todos los cultivos y viviendas aguas abajo con un caudal de 63,456.70 m³/s y causando un daño de 11,358 ha de área, siguiendo su curso hasta el mar.

Palabras clave: modelamiento hidráulico, software hec-ras, rotura de la presa, caudal.

ABSTRACT

The present research work, whose title is "Two-dimensional Hydraulic Modeling Of The Transit Of The Wave Generated By The Rupture Of A Zoned Earthen Dam Applied To The Gallito Ciego Dam -Cajamarca, Peru 2021", The general objective is to simulate the behavior of the kinematic wave generated by the breakage of an earth dam and to estimate its risk in the Gallito Ciego dam. The specific objectives are to determine the maximum floods of the Jequetepeque river in Gallito Ciego, the breakage flow of the Gallito Ciego dam and the transit of the wave of the breakage flow downstream of the dam.

The research is very important to show the different scenarios in the presence of a disaster caused by the collapse of a dam of this magnitude, with the obtaining of the levels and areas of flooding, product of the simulation, it will be possible to develop the contingency plan against a possible breakage of the Gallito Ciego dam, the same that will reduce the vulnerability of the people who are settled downstream of the dam.

Likewise, this is an applied research with a non-experimental design. As regards information gathering, data verification of the detailed topographic survey of the existing body of the dam was used together with the modeling tool with the use of HEC-RAS software, having a population of the entire magnitude of the Jequetepeque River and as a sample from the dam axis to the mouth of the river to the Pacific Ocean.

Finally, it was determined in the simulation of the breakage of the gallito ciego dam, that when this effect occurred, it was possible to observe how the water begins to trace its course after the breakage of the dam, devastating all the crops and houses downstream with a flow of 63,456.70 m³/s and causing a damage of 11,358 ha of area, following its course to the sea.

Key words: hydraulic modeling, hec-ras software, dam break, flow.

I. INTRODUCCIÓN

La rotura de una presa de tierra se manifiesta de manera esporádica, que al ocurrir causa pérdidas de vidas humanas y materiales de gran magnitud, generando importantes pérdidas económicas para el país; el problema es más grave aún, cuando los habitantes no se encuentran capacitados ni preparados para que puedan afrontar esta situación, porque no cuentan con un plan de contingencia que pueda disminuir su vulnerabilidad frente a este tipo de desastres. (Wehland, y otros, 2002, pág. 1373) Así mismo según el derecho internacional humanitario, se considera que las represas contienen fuerzas peligrosas y, en algunos casos, su colapso puede tener impactos significativos en la población y también en el medio ambiente a comparación de otros tipos de accidentes los cuales suceden dentro del tiempo de vida de toda represa. (Ircañaupa, 2015, pág. 3)

Para reducir el daño de la presa causado por una repentina inundación de agua del embalse, los ingenieros deben estimar con precisión el tiempo de llegada del frente de onda. Una buena estimación de la distribución de la velocidad y la tensión que se produce en el fondo de la ola que rompe la presa también es importante para evaluar los posibles daños por erosión en el canal. (Shigematsu, Liu, & Oda, 2004, pág. 425)

Uno de los motivos que puede provocar la rotura de una presa es: "La insuficiente capacidad para evacuar la avenida decamilenaria o una avenida extraordinaria no prevista en su manual de operación"; en el caso específico de la presa Gallito Ciego cuenta con un aliviadero de crecidas de cresta ancha diseñado para evacuar 1,630.00 m³/s, caudal que corresponde al periodo de retorno de 2,000 años, también cuenta con dos válvulas Howell Bungler con una capacidad máxima de 70 m³/s c/u y una descarga adicional de 40 m³/s a través de la central hidroeléctrica Gallito Ciego, produciéndose una evacuación simultánea por la presa de 1,810.00 m³/s. A través del trabajo que se va a realizar (modelamiento hidráulico del caudal que provoque la rotura), se propondrá y recomendará algunas medidas de mitigación al problema presentado. El estudio se realizará utilizando como base el modelo digital de terreno existente con una malla de 12.50 m. x 12.50 m. se recomendará también a los actores involucrados realizar estudios más detallados

para que puedan determinar con mayor detalle las poblaciones y áreas productivas que se verán afectadas. (Prensa, 2019) Se puede decir que la modelación numérica es una técnica basada en computación numérica que ha sido utilizada en muchos campos de investigación desde la década de 1960 para refutar o validar algunos modelos conceptuales propuestos a partir de derivaciones u observaciones de teorías previas. (Sanz, Olivares, & Blade, 2017)

Para realizar estudios de este tipo, la modelación numérica es una opción más aprovechada actualmente, pues gracias a los avances tecnológicos e informáticos nos proporcionan gran cantidad de información, así como el cálculo de modelos matemáticos complejos, los mismos que nos permiten simular en forma detallada este tipo de eventos, desde el momento de la fractura de la represa hasta la propagación de la onda cinemática de avenida aguas abajo de esta estructura (Daza, 2021, pág. 58).

En la provincia de Yonan, se ubica el embalse producido por la represa Gallito Ciego, importante estructura hidráulica para el progreso del Valle Jequetepeque, porque regula el caudal del río para abastecer de agua a los ciudadanos del valle, sector agrícola y uso hidro energético; por poseer gran escala y almacenar un gran volumen de agua, es necesario considerar posibles escenarios de colapso, puesto que al producirse un aluvión, este formaría un desastre de incalculable de grandes proporciones (Ventura, 2016).

Una de las maneras de poder anticiparse al posible daño que se pueda producir por la fractura de una represa, sería generar escenas principalmente de inundaciones y así poder proponer algún tipo de acciones a la gestión de riesgo. En la actualidad el HEC – RAS, creado por la US Army Corps of Engineers, es la herramienta informática más usada para modelamientos hidráulicos, este software realiza simulaciones de roturas de presas y el desplazamiento de la onda generada hacia el valle ubicado aguas abajo, estos escenarios permitirán disminuir la vulnerabilidad de los pobladores, porque se podrán ubicar zonas de evacuación e implementar sistemas de alerta temprana. (Bladé, Sánchez, Sánchez, Niñerola, & Gómez, 2009)

La falla de las presas de almacenamiento está íntimamente relacionada con el tránsito de flujos de agua no permanentes, por lo que es necesario estudiar y comprender este tipo de flujo de agua. Antes de simular la falla de una presa con HEC-RAS, es necesario conocer los parámetros de holgura de rotura de presa, que se pueden calcular mediante fórmulas empíricas o el programa NWS BREACH. (Oyola, 2016)

Por ende, en el presente trabajo de investigación, se va a realizar la simulación hidráulica del tránsito de la onda con un caudal pico que se genere con la rotura de la presa, el resultado de esta simulación es la obtención de los niveles y áreas de inundación producidos por la rotura de esta estructura.

Ante lo mencionado, se plantea la problemática ¿Cuál será el resultado de realizar un modelamiento hidráulico bidimensional del tránsito de la onda generada por la rotura de una presa de tierra zonificada aplicada a la presa gallito ciego - Cajamarca, Perú 2021?

La actual investigación es muy importante para dar a conocer los diversos escenarios ante la presencia de un desastre producido por el colapso de una presa de esta magnitud y por los siguientes motivos, **la justificación practica:** con la obtención de los niveles y áreas de inundación, producto de la simulación, se podrá elaborar el plan de contingencia frente a una posible rotura de la presa Gallito Ciego, el mismo que disminuirá la vulnerabilidad de los pobladores que se encuentran asentados aguas abajo de la presa.

Por este motivo, **la justificación metodológica:** está basada en el diseño de investigación descriptiva simple o investigación estadística, mediante la cual se describen y se analizan los datos y características del fenómeno en estudio, tomando como base las normas y reglamentos de las entidades encargadas de la seguridad de grandes presas como el ICOLD, además de utilizar herramientas informáticas verificadas como es el software HEC-RAS el cual según Brunner (2002, pág. 3783) el cual permite interactuar en entornos multitarea, ya que consta de una interfaz gráfica de usuario, componentes de análisis hidráulico independientes, funciones de gestión y almacenamiento de información, salida de gráficos y tablas y herramientas de generación de informes. Además, US Army

Corps of Engineers (2008) indica que este programa se utiliza para evaluar la profundidad, la velocidad y el área sumergida de un canal determinado, también se utiliza para calcular el transporte de sedimentos, así como el diseño hidráulico del proyecto.

Asimismo, se plantea como **justificación social y económica lo siguiente:** El presente trabajo de investigación mejoraría el bienestar integral de los ciudadanos ya que contarían con un instrumento de gestión como el plan de contingencias de emergencias, el cual disminuiría su vulnerabilidad ante un posible desastre que se produciría por la rotura de la presa Gallito Ciego.

Para resolver el problema de la investigación, se propone el siguiente **objetivo general:** Simular el comportamiento de la onda cinemática generada por la rotura de una presa de tierra y realizar su estimación de riesgo en la presa Gallito Ciego; y los **objetivos específicos** siguientes: Determinar las máximas avenidas del río Jequetepeque en GALLITO CIEGO, determinar el caudal de rotura de la presa GALLITO CIEGO, determinar el tránsito de la onda del caudal de rotura aguas abajo de la presa.

Manifestando la siguiente hipótesis: El modelamiento hidráulico bidimensional del tránsito de la onda generada por la rotura de una presa de tierra zonificada aplicada a la presa Gallito Ciego – Cajamarca, Perú 2021, permitirá disminuir la vulnerabilidad de la población de la presa aguas abajo.

II. MARCO TEÓRICO

Como antecedentes se tiene:

En Quito, Palavecino (2015, pág. 124) en su tesis concluyó que se debe considerar que el daño causado por la falla de una presa es por el motivo de muchas causales, como la ubicación de la población aguas abajo, la eficiencia de los planes de emergencia cuando ocurre el evento, la cantidad de agua descargada, la altura de la cresta de la presa, la zona de inundación planificada y su impacto. Esto hace que sea necesario utilizar las herramientas disponibles para realizar investigaciones y utilizar modelos computacionales para determinar zonas de inundación.

Sabat (2012, pág. 125) en su tesis realizada en Chile se validó el modelo calculando diez casos con la solución conocida, los cuales muestran que puede simular completamente el caudal provocado por la rotura instantánea de la presa y constituir un instrumento para poder simular con capacidad predictiva; también se encontró que la altitud de la represa es una de las variables más influyentes en el caudal máximo del nivel del agua de salida, seguida del ancho de la brecha y la rugosidad del cauce del río.

Chilito (2018, pág. 79) en su tesis realizada en Colombia, concluyó que a través de la gestión social, los vecinos de la zona pueden proponer soluciones al problema de las inundaciones, pues de esta forma, otras entidades intervendrán en el departamento, aplicarán diferentes tareas para mitigar los riesgos, y realizarán el correspondiente control y mantenimiento a través de la investigación periódica actualizada.

Mariño y Ochoa (2016, pág. 129) en su tesis realizada en Colombia, llegaron a la conclusión que se simuló con éxito la conducta hidrológica del río Chika Mocha y predijo su conducta para los periodos de retorno 5, 20, 50 y 100 años, también menciona que la modelación hidráulica en el HEC-RAS es suficientemente adaptable a los escenarios locales para el área en estudio.

En Chile Rodríguez (2018, pág. 94) concluyó que los métodos de análisis clásicos se basan en la estimación de parámetros de falla. La incidencia relativa

de los parámetros de falla debe verificarse de acuerdo con el método gráfico adimensional de Walder y O'Connor. La información proporcionada puede reducir inmediatamente el alcance del problema y ahorrar tiempo.

Díaz (2020, pág. 34) en su tesis realizada en la ciudad de Trujillo, concluyó que las medidas de prevención de desastres se determinaron considerando 4 aspectos: defensa de ribera, urbanismo, concienciación ciudadana e investigación continua sobre el río Cascas, también indica que el enfoque de la propuesta se enfoca en el reconocimiento visual al problema observado en las diferentes etapas de la investigación, en el distrito se recolectaron algunos testimonios y se obtuvieron los resultados de la modelación hidráulica.

Chalco (2018, pág. 233) en su tesis realizada en Huancayo concluyó que aquellos parámetros importantes que se ha de considerar para el modelado de presas son la elevación y el volumen de agua en la represa, porque afectan claramente el tamaño final de la brecha (ancho del fondo) y su tiempo de falla, la mejor manera de identificar una llanura aluvial es trazar un mapa de inundaciones, que se logra visualizando el calado máximo producido en el área de estudio debido a la ruptura de una presa bajo ciertas circunstancias.

Bolívar (2020, pág. 181) en su tesis realizada en la ciudad de Lima, concluyó que la serie de precipitación máxima de 24 horas en la estación hidrológica de Huallanca, Dos de Mayo, Jacas Chico y Laguna Surasaca se ajusta a las distribuciones de Gumbel y Pearson III respectivamente, mediante pruebas de bondad y ajuste, además en la estación Hidrológica de Tingo Chico, el registro de flujo diario máximo anual llega a ajustarse a la función logarítmica normal teórica.

Asimismo, De La Cuba (2021, pág. 99) llegó a la conclusión que el resultado del modelo bidimensional proporciona tirantes, velocidad, número de Froude y flujo específico, así mismo lo que se puede extraer del diseño hidráulico es que la bocatoma podrá capturar 350 l/s durante la estación seca y las inundaciones máximas, y además, el fiscal del muro de Bocatoma será plenamente funcional en ambos casos.

Riquero (2020, pág. 25) en su tesis realizada en la ciudad de Cajamarca concluyó que, en los levantamientos revisados, el porcentaje de modelado hidrológico e hidráulico fue superior a las simulaciones y suposiciones de los datos; a través del modelado se mostraron posibles niveles de peligrosidad, que pueden tener su origen en el futuro.

En la ciudad de Huaraz Tinoco (2019, pág. 225) concluyó que los resultados obtenidos podrán permitir al gobiernos de Huaraz y ala ciudadanía asentados en la zona de Challhua, anticipar e implementar medidas estructurales y no estructurales, para proteger a la población de los posibles daños ocasionados por las posibles inundaciones del río Santa mediante el desarrollo de proyectos de inversión.

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El presente trabajo fue tipo aplicada, ya que su propósito es resolver una situación o problema específico e identificable, que suele ser parte del conocimiento generado que requiere intervención para definir una estrategia de solución. (Lozada, 2014)

3.1.2. Diseño de investigación

El diseño fue no experimental, ya que no se cambia intencionalmente las variables, solo consistió en observar y analizar (Sampieri, 2014); y de tipo transeccional – descriptivo, el cual describió variables y analizó su incidencia en un momento dado. (Tam, Vera, & Oliveros, 2008)

M → P

Donde:

M: Represa Gallito Ciego, Yonan, Cajamarca

P: Propuesta de solución técnica

3.2. Variables y operacionalización

Se consideró como variable dependiente rotura de presa, la cual es cuantitativa; definida como una descarga de inundación violenta y descontrolada, que resulta de la formación de un espacio de descarga de inundación en la cortina de la presa, lo que resulta en una inundación en forma de ola en el valle aguas abajo del embalse. (Quecedo, Pastor, Herreros, & Fernández, 2001). Una rotura de presa es cuando ocurre un fallo en la estructura de la presa debido a un diseño erróneo del aliviadero, del macizo de la presa o de la cimentación de la misma debido a lluvias extremas. Como dimensión tenemos el tránsito de la onda, con los siguientes indicadores: el caudal máximo de embalse y el área afectada aguas abajo.

Y como variable independiente el modelamiento hidráulico, la cual es cuantitativa; se define como la estructura digital (virtual) de la red de distribución del recurso hídrico que puede reproducir y predecir su comportamiento para probar y definir soluciones. (Rivera & Gonzalez, 2017). El modelamiento es una manera de poder simular de manera digital una distribución de agua para poder conocer el comportamiento y así mismo poder saber que podría pasar a futuro y al haber algún error se pueda realizar algunas pruebas para poder definir soluciones. Como dimensión tenemos el uso y manejo del software Hec-ras con los siguientes indicadores: resultados de los cálculos hidráulicos y la simulación del área afectada aguas abajo.

3.3. Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población

Para la población tendremos toda la magnitud del río Jequetepeque, comprendiendo desde punto de inicio la presa gallito Ciego y como punto final la desembocadura en el océano pacífico.

3.3.2. Muestra

La muestra a que se tomará para el modelamiento será desde el eje de presa hasta la desembocadura del río Jequetepeque en el océano pacífico.

3.3.2. Muestreo

La técnica de muestreo para el presente trabajo de investigación fue no probabilística - por conveniencia, la cual permite elegir aquellos casos accesibles para ser incluidos, los cuales se basan en la conveniente accesibilidad y proximidad del investigador para contribuir con la investigación. (Otzen & Manterola, 2017, pág. 230)

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1. Técnica de recolección de datos

En actual investigación se utilizará el metodo de observación, la que nos permitirá visualizar mediante una simulación numérica el comportamiento de rotura de la represa y el tránsito que se genera tras romperse, se evaluara mediante un modelo matemático sistematizado en el software HEC–RAS, el cual tendrá como insumos principales de ingreso la hidrología de la cuenca del rio Jequetepeque aguas arriba de la presa Gallito Ciego y para la zona en la cual se realizara el tránsito de la onda se optara por la descarga de unos DEM que son modelos digitales del terreno . (Morgan & Harmon, 2001, pág. 975)

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

Para la topografía se realizó una verificación de datos del levantamiento topográfico detallado del cuerpo de la presa ya existente con el uso de una estación total y para el modelamiento del tránsito de la onda se utilizará los DEM de 12.5m x 12.5m. Para la hidrología se utilizarán los datos hidrometereológicos de las

estaciones que se encuentran en la cuenca. (Burt & Mcdonnell, 2015, pág. 5923)

3.5. Procedimiento

Se realizó una visita a la zona de estudios en la cual se pudo observar que la presa no cuenta con un plan de contingencia en caso se produzca una rotura de esta, por lo que en el siguiente proyecto se darán las pautas principales para la elaboración del plan.

Se solicitó los permisos correspondientes a las entidades involucradas como PEJEZA, LA JUNTA DE USUARIOS y el ANA, esto se realizara con la finalidad de obtener la información precisa para el desarrollo del estudio y a su vez obtener el acceso a la instalación es de la presa.

Se realizará la hidrología una vez obtenidos los cálculos hidrológicos a su vez se solicitará la batimetría del embalse, seguido de la descarga de los DEM.

Finalmente, con todos los datos obtenidos se realizará el modelamiento con el uso del software HEC-RAS con la finalidad de poder realizar un plan de contingencia a la presa Gallito Ciego.

Según el primer objetivo se realizó el Análisis y tratamiento probabilístico de las descargas máximas instantáneas en donde Rahi (2017) define como un conjunto de precisiones de una variable al azar se denomina ideal. Las ideales se extraen de una ciudad hipotéticamente infinita con estadísticas diligentes, lo cual se aplicó los siguientes métodos a la serie historia.

a.1. MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN NORMAL

FUNCIÓN DE DENSIDAD

La función de densidad de distribución normal es:

$$f(X) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{X-\mu}{\sigma}\right)^2}}{\sigma} \dots (1)$$

Para $-\infty < x < +\infty$

Estos parámetros determinan la forma de la función $f(x)$ y su enfoque en el eje x , se puede decir que la variable aleatoria X sigue una distribución normal con media $\mu = \bar{X}$ y varianza $\sigma^2 = S^2$ y se expresa como:

$$X \approx N(\bar{X}, S^2)$$

Siendo una función continua y simétrica con respecto a \bar{X} , si:

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \dots (2)$$

La función de densidad de Z se denomina función de densidad de la distribución normal estándar y se expresa como:

$$f(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} \dots (3)$$

Para $-\infty < z < +\infty$

El valor de $f(x)$ o $f(z)$ podría evaluar rápidamente el valor de x o z mediante la primera ecuación o tercera.

Una peculiaridad esencial de la distribución normal estándar es que tiene $\mu_z = 0$ y $\sigma_z^2 = 1$,

$$Z \approx N(0, 1)$$

CALCULO DE LA FUNCIÓN DE DISTRIBUCIÓN ACUMULADA

Para poder realizar los cálculos computacionales de F(z), se pueden utilizar funciones de aproximación, por lo que se pueden mencionar a:

Chakraborty (2015): Se ha estimado varias aproximaciones a la función de distribución F(z) de la variable normal normalizada Z, y la aproximación polinomial con un error de menos de 10-5 es:

$$\left. \begin{aligned} F(Z) &= H(Z)Z > 0 \\ F(Z) &= 1-H(Z)Z < 0 \dots \end{aligned} \right\} \quad (7)$$

Donde:

$$H(Z) = 1 - \frac{1^*}{\sqrt{2\pi}} e^{-x^2/2(b_1q + b_2q^2 + b_3q^3)} \dots (8)$$

Siendo:

$$q = \frac{1}{1 + b_0|z|}$$

$$b_0 = 0.33267 \quad b_2 = -0.12017$$

$$b_1 = 0.43618 \quad b_3 = 0.93730$$

Rateb & Ahmad (2019), ha dado una aproximación polinomial

Donde:

$$W = \frac{1}{1 + 0.2316419 |z|}$$

Siendo las constantes:

$$b_1 = 0.319381530 \quad b_2 = -0.356563782$$

$$b_3 = 1.781477937 \quad b_4 = -1.821255978$$

$$b_5 = 1.330274429$$

ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS

Para poder estimar aquellos parámetros de la distribución teórica se puede usar el método de los momentos o el de la máxima verosimilitud, por lo que los parámetros obtenidos son:

$$\left. \begin{aligned} \bar{X} = \mu &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_i \\ S = \sigma &= \left[\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2 \right]^{1/2} \end{aligned} \right\} \dots (9)$$

Donde:

X = Es el estimado de la media, llamado también parámetro de posición.

S = Es el estimado insesgado de la desviación estándar o parámetro de escala.

a.2 MÉTODO DE DISTRIBUCION LOG - NORMAL DOS PARAMETROS

Según Kundu, Gupta & Manglic (2005), de acuerdo con el Teorema del Límite Central, si X es una variable fortuita normalmente distribuida, podemos encontrar a una variable $y = \ln x$, también normalmente distribuida, con media μ_y y varianza σ_y^2 . Estos parámetros se usan para detallar que la distribución es logarítmica porque la media y también se puede utilizar la varianza de x.

a.3 MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN LOG-NORMAL TRES PARAMETROS

Según Mamani & Gil (2014), Si la distribución normal llega a representar la distribución normal de la variable x, entonces se puede decir que la distribución normal de tres parámetros también representa a la distribución normal de la variable decreciente $(x-c)$, donde c representa el mínimo. La función de distribución de probabilidad es:

$$P(X \leq x) = \int_c^x \frac{1}{a(x-c)\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{[\ln(x-c)-b]^2}{2a^2}} dx \dots (16)$$

En donde a y b son parámetros de escala y forma, correspondientes a la desviación estándar y media logarítmica de (x-c).

Gutierrez (2022) al estimar los parámetros por máxima verosimilitud obtienen las siguientes expresiones:

$$a = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\ln(x_i - c) - b)^2}{n-1}} \dots\dots (17)$$

$$b = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i - c) \dots\dots (18)$$

Se observa que el parámetro c puede ser obtenido desarrollando la ecuación (18) por métodos iterativos:

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{(x_i - c)} \left[\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (\ln(x_i - c))^2 - \left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i - c) \right)^2 - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \ln(x_i - c) \right] + \sum_{i=1}^n \frac{\ln(x_i - c)}{(x_i - c)} = 0 \dots\dots(19)$$

Las expresiones para estimar los parámetros a, b y c utilizando el método de los momentos fueron desarrolladas por Gutierrez (2022), el cual también describieron un método alternativo para estimar el parámetro c.

Volpi (2019) señala que el estimador que utiliza el método de momentos es relativamente ineficiente. Sin embargo, muestran que un estimador simple y eficiente para el parámetro c es:

$$c = \frac{x_1 x_n - x_{mediana}^2}{x_1 + x_n - 2x_{mediana}} \dots\dots (20)$$

La estimación de cuantiles se puede realizar por factores de frecuencia pudiendo utilizar la variable normal estándar, z, de la siguiente forma:

$$x_T = c + e^{\mu_y + z\sigma_y} \dots\dots (21)$$

Siendo μ_y y σ_y , la media y la desviación estándar de los logaritmos de la variable $(x-c)$, proporcionalmente.

a.4 MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN LOG - PEARSON TIPO III

La distribución Log-Pearson Tipo III se llegó a desarrollar como un método para poder ajustar una curva a cierta información. El uso de esta distribución se a justificado por haber obtenido buenos resultados en muchas de sus aplicaciones, especialmente a la información de elevación máxima. Cuando Log X es simétrico con respecto a su media, la distribución Log-Pearson Tipo III se reduce a una distribución lognormal. (Pérez, Torres, & Medina, 2021)

Según Van Der & Du Plessis (2022) la transformación logarítmica reduce el sesgo de la información transformada y puede utilizar la información original sesgada positivamente para producir información transformada sesgada negativamente. Para este caso se puede decir que la aplicación de la distribución Log-Pearson Tipo III impondrá un límite superior fictisio para la información.

FUNCIÓN DENSIDAD

El primer paso es registrar información hidrológica, $Z = \text{Log}x$, logaritmo en base común 10, media X , desviación estándar S_x y desviación C_s calculada a partir del logaritmo de la información.

La función de densidad para X y Z se da a continuación:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \left(\frac{\log x - x_0}{\alpha} \right)^{\beta-1} * e^{-(\log x - x_0)/\alpha} \dots\dots(22)$$

Al realizar una transformación: $Z = \text{Log}(x)$. se obtiene que a función densidad reducida llega a ser:

$$f(z) = \frac{(z - z_0)^{\beta-1} * e^{-(z - z_0)/\alpha}}{\alpha^\beta \Gamma(\beta)} \dots\dots(23)$$

$$y = \frac{Z - Z_0}{\alpha} \dots\dots(24)$$

$$f(y) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} * y^{\beta-1} * e^{-y} \dots(25)$$

FUNCIÓN ACUMULADA

La función de distribución acumulada de la distribución Log Pearson Tipo III es:

$$F(z) = \int_{z_0}^z \frac{1}{\alpha \Gamma(\beta)} \left(\frac{z - z_0}{\varepsilon} \right)^{\beta-1} * e^{-\frac{(z - z_0)}{\alpha}} dz \dots(26)$$

Sustituyendo la ecuación (2.42) en (2.44) se obtiene lo siguiente:

$$F(y) = \frac{1}{\Gamma(\beta)} \int_0^y y^{\beta-1} * e^{-y} dy \dots(27)$$

La ecuación (21) es una distribución Ji cuadrada con 2β grados de libertad

$$y X^2 = 2y$$

$$F(y) = F(X^2/v) = FX^2 (2y/2\beta) \dots(28)$$

b.5 MÉTODO DE DISTRIBUCIÓN DE GUMBEL (Valor Extremo Tipo I)

Según Torres (2013) , el método de Gumbel se usa para predecir la magnitud máxima de las variables hidrológicas, suponiendo que estas intensidades son independientes entre sí, también se usan comúnmente para estudiar la tasa de lluvia de magnitud-tiempo-frecuencia.

El método de verificación del ajuste de las distribuciones también permite la selección del representante, el principal ajuste. El ensayo consiste en comparar el valor absoluto máximo de la diferencia D entre la función de distribución de probabilidad observada Fo(xm) y la F(xm) estimada:

$$D = \text{máx} / Fo(xm) - F(xm)/$$

Con un valor de d, dependiendo de la proporción de información y del nivel de significancia. Si D < d. Esta prueba tiene una ventaja sobre la prueba X2

la que es comparar información con un modelo estadístico sin agrupamiento. La función de distribución de probabilidad observada se calcula de la siguiente manera:

$$F_o(x_m) = 1 - m / (n+1)$$

En donde m es el número de orden de la información x_m en una lista de mayor a menor y n es el número total de información.

Los resultados de las pruebas de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogorov, se muestran en la tabla N°2 (resultados del primer objetivo); en los cuales se estableció que el valor de $\Delta_{\text{máx}}$ pertenece a la función de distribución Log Normal tres Parámetros igual a 0.0811; por lo que se dice que los valores obtenidos por esta distribución son aquellos que se llegan a ajustar más a los datos en análisis.

La evaluación del hidrograma unitario de la avenida típica del río Jequetepeque en el ingreso al embalse de la presa Gallito Ciego, fue realizada por el Consultor Ing. Milutin Miloradovic O. en la actualización del Manual de Operación del Embalse Gallito Ciego en el año 2,000 y se hizo en base al análisis de más de 25 hidrogramas registrados durante la operación del embalse en los años 1993/94 (hidrogramas de 05 avenidas), 1,997/98 (15 avenidas) y 1,998/99 (05 avenidas), con las descargas máximas entre los 300.00 y 520.00 m³/s.

En comparación con el Hidrograma del Estudio Base, el actual es de volumen mayor por 29.5%, que asciende a 105,008.40 en vez de 81,720 segundos. Se debe explicar que significa ese incremento de volumen.

Este incremento del volumen en general se debe a las avenidas del año 1,997/98, es decir son la consecuencia directa del correspondiente Fenómeno de El Niño de magnitud extraordinaria, que también afectó a la región en el año 1982/83.

Las hidrogramas de las descargas máximas instantáneas de entrada y salida del embalse Gallito Ciego se han determinado en base al hidrograma unitario y a los datos de la última batimetría, información que ha servido como

parámetros de ingreso del modelo matemático para la retención y laminación de las avenidas durante su paso por un embalse considerado en el Manual de Operación del Embalse Gallito Ciego, el mismo que se expresa por la ecuación de continuidad, que tiene la siguiente forma diferencial:

$$Q - q = dv / dt$$

Donde:

Q; Descarga de ingreso

q; Caudal de Salida

dv; Variación del volumen de embalse

dt; Tiempo infinito

Para las soluciones prácticas, la ecuación se considera en la siguiente forma de las variables finitas:

$$0.5 (Q_i + Q_{i-1} - q_i - q_{i-1}) \Delta t + V_{i-1} = V_i + 0.5q_i \Delta t$$

$$\Delta t = t_i - t_{i-1}$$

Donde:

$Q_i - 1/Q_i$: Descarga de ingreso al inicio y terminación de intervalo horario;

$q_i - 1/q_i$: Caudal de salida al inicio y terminación de intervalo horario;

$V_i - 1/V_i$: Volumen de embalse al inicio y terminación del intervalo horario;

Δt : Intervalo horario

Considerando que en general el volumen de embalse y la descarga de salida son las funciones del nivel de agua, la solución de la ecuación anterior es fácil por medio del método iterativo. En la figura N° 5 (resultados del primer objetivo), se muestra el hidrograma de ingreso y salida de la presa Gallito Ciego, correspondiente a un periodo de retorno de 2,000 años, en este se puede observar que el caudal de ingreso es 3,189.720 m³/s el caudal de

salida es 1,582.286 m³/s, la cota de inicio del vertimiento (NAMO) es 404 m.s.n.m., la cota máxima para este caudal (NAME) es 410.32 m.s.n.m.

Según el segundo objetivo se realizó lo siguiente:

De acuerdo con la representación de las secciones transversales del río Jequetepeque en el tramo referido se ha presentado, variables e irregulares las simulaciones del flujo en el río, y la evaluación de las relativas magnitudes hidráulicas del aliviadero de demasías, se ha realizado por medio del programa computarizado HEC-RAS, desarrollado indispensablemente para poder realizar este tipo de simulaciones.

De acuerdo con las haciendas geológicas de los dominios del curso, se ha meditado el coeficiente de Manning a $n = 0.035$.

La geometría que se empleó para el modelamiento hidráulico fue extraída del resultado del levantamiento batimétrico realizado en el año 2,017, teniendo una longitud total del embalse de 11.90 Km. aguas arriba del eje de la presa y el levantamiento topográfico de 1.50 Km. aguas abajo del eje de la presa realizado por la entidad a cargo de la operación y mantenimiento. Ver Figura N° 1, (resultados del Segundo objetivo). Las secciones transversales y demás parámetros geométricos del cauce del río, se calcularon empleando el software ARC GIS e importadas por el HEC RAS mediante el software HEC GEORAS. Ver Figura N° 1, (resultados del segundo objetivo).

Los datos de la geometría de la sección transversal del eje de la presa se ingresaron en la ventana Inline Structure conforme se muestra en el Cuadro N° 2, (resultados del segundo objetivo), se puede observar que la cota en la corona de la presa es 413 m.s.n.m. y la cota del umbral del aliviadero de demasías es la 404 m.s.n.m.

La rugosidad del cauce del río Jequetepeque en el embalse Gallito Ciego, se ha tomado en cuenta la calculada en el estudio: Delimitación de la Faja Marginal del Río Jequetepeque, En el tramo Estación 2 (Km 49+000) Hasta La Desembocadura del río Jequetepeque al Mar (KM 0+000); elaborado por

la Autoridad Nacional Del Agua, Autoridad Administrativa Del Agua Jequetepeque Zarumilla en el año 2015, donde se recomienda utilizar en ese tramo el valor de $n = 0.035$.

En el presente estudio, a fin de caracterizar los efectos de la fractura de la represa Gallito Ciego se ha estimado la forma de la brecha, los tiempos de rotura y la magnitud de los caudales picos que se generarían en caso de producirse el colapso; para todo esto se consideró dos escenarios de riesgo: en condiciones normales y en condiciones extraordinarias.

Este escenario contempla la falla de la presa en condiciones de tiempo o clima normales, situación en la cual el embalse Gallito Ciego se encuentre en su nivel de operación normal, con un nivel de embalse máximo de 404.00 msnm, quiere decir que su capacidad de almacenamiento debe ser de 434.09 Hm³.

Asimismo, se debe considerar que, para mantener constante el nivel de embalse en el caso más extremos que correspondería a la cota 404.00 msnm, la situación hidrológica del río Jequetepeque debe estar con caudales iguales o menores a la descarga total de 180.00 m³/s compuesta por los 140.00 m³/s de las dos válvulas Howell Bunger más los 40.00 m³/s de la central hidroeléctrica.

En esta situación se debe indicar que la rotura de la presa se produce por fallas en su estructura; la cual se inicia con un proceso de tubificación que consiste producirse una erosión interna del material fino del cuerpo del dique, que luego provocará asentamientos bruscos del material en los taludes, continuando con erosiones y transporte del material hasta llegar la zona de coronación y como resultado el colapso del dique.

Es necesario especificar que el agua que se almacena en un embalse generado por una presa representa un riesgo potencial para la misma obra, por tal motivo es recomendable realizar la vigilancia permanente a través de su sistema de auscultación. Un esquema de la tubificación desarrollada en el cuerpo y en el fondo de una presa de tierra se muestra en el Cuadro N° 07 (resultados del segundo objetivo).

Los análisis de los registros históricos de falla, nos ha permitido caracterizar la importancia en de las consecuencias aguas abajo de la rotura de estas estructuras, como es el caudal pico generado.

De manera global los resultados dados por estas expresiones se usarán de indicadores cuando se quiera comparar con aquellos de métodos mucho más exactos.

Según el tercer objetivo se realizó los siguiente:

La importación de los DEM, estas son modelos digitales de elevación lo cual se representa de manera visual y matemática lo cual nos permite visualizar las formas del relieve y los elementos que estén presente en la imagen.

Por lo siguiente después de realizar la importación de los cuatro DEM de 12.5m por 12.5m al software ARCGIS el cual nos permitió unirlos para poder georreferenciarlos y unirlos en un solo DEM se prosiguió a importar el DEM ya unido al HEC-RAS en lo que se importó se configuro el sistema de referencia para la proyección del DEM, una ves ya importado el DEM se prosiguió a colocar una imagen satelital sobre el DEM lo cual no permitió tener una mejor visibilidad del área en el que se iba a trabajar, después de realizar todo esto se empezó a configurar la geometría del terreno el cual consistía en crear una malla en el terreno por el cual posiblemente pueda llegar el agua, el cual se consideró en la malla general un espacio de celdas de 15m por 15m y también se realizo un reajuste a la malla general implementado una malla en todo el curso del rio desde aguas arriba hasta aguas abajo, esta malla tuvo un espacio de celdas de 8m por 8m. después de haber configurado la geometría del terreno se procedió a indicar en el DEM las condiciones aguas arriba y aguas abajo asi poder ingresar la información del hidrograma.

Después de haber configurado la geometría y las condiciones aguas arriba y aguas abajo, se procederá a ingresar los datos del hidrograma para poder simular el transito de la onda que se generas tras romperse la presa.

3.6. Método de análisis de datos

El método a utilizar para la presente investigación es el de análisis descriptivo, que a través del modelamiento con los datos recopilados se podrá realizar la simulación de la rotura de presa y del tránsito de la onda generada. (Crespo, 2020, pág. 11)

De esta manera se procederá a realizar los estudios hidrológicos, lo que nos permitirá realizar la simulación de la rotura de la presa y el tránsito de la onda generada de la presa aguas abajo.

3.7. Aspectos éticos

El desarrollo de la investigación, se representará en el código de ética en la investigación de la Universidad Cesar Vallejo N° 0126-2017/UCV, aprobada el 23 de mayo del 2017. De este modo se seguirán los siguientes principios éticos:

Respeto de la propiedad intelectual, Respete a los autores de la investigación que se utilizan como referencias, y cite de acuerdo con la norma ISO 690, para que nuestro proyecto no invite al plagio de otros autores.

Beneficencia, esta presente investigación tiene la finalidad de beneficiar a la Presa Gallito Ciego.

Justicia, el trato del tesista es igualitario, para un mejor desarrollo de la investigación.

Autonomía, el tesista participa voluntariamente en la elaboración del presente proyecto de investigación.

Responsabilidad, el tesista asume totalmente la responsabilidad del proyecto de investigación.

Por último, la **transparencia**, los datos extraídos, así como las pruebas de laboratorio de suelos serán certificados oficialmente por expertos en el área.

IV.RESULTADOS

4.1. Primer Objetivo Específico

Realizar la evaluación de las máximas avenidas del río Jequetepeque en la presa Gallito Ciego – Provincia de Contumazá – Cajamarca.

De acuerdo al primer objetivo específico se realizó el análisis de consistencia de la serie histórica, luego se utilizó 8 métodos de distribución de frecuencia para el cálculo de los caudales máximos instantáneos para diferentes periodos de retorno a los cuales se realizó la prueba de bondad de ajuste para definir el método de distribución de frecuencia que se va a utilizar. También, se realizó el tránsito de avenidas para determinar el hidrograma de entrada y salida del embalse para diferentes periodos retornos utilizando la información de la batimetría del año 2017¹. A continuación, se presenta los valores obtenidos:

¹ Es la última información con la que se encuentra

TABLA N° 1

SERIE HISTORICA DE LOS CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS DE LA ESTACIÓN YONAN – CONTUMAZA – CAJAMARCA

| CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS (m3/s) | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|-------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|-------|-------|-------------------|
| ESTACION YONAN | | | | | | | | | | | | | |
| PERIODO: 1943 - 2021 | | | | | | | | | | | | | |
| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Oct. | Nov. | Dic. | Max. Anual (m3/s) |
| 1943/44 | 5.90 | 5.80 | 55.10 | 25.20 | 63.70 | 33.10 | 221.30 | 649.80 | 156.20 | 42.90 | 13.30 | 8.00 | 649.80 |
| 1944/45 | 5.90 | 5.80 | 8.90 | 3.50 | 20.10 | 85.30 | 224.00 | 237.20 | 186.90 | 52.50 | 10.60 | 8.10 | 237.20 |
| 1945/46 | 6.30 | 6.40 | 8.00 | 31.80 | 31.90 | 104.20 | 130.20 | 123.40 | 96.70 | 42.50 | 15.20 | 10.20 | 130.20 |
| 1946/47 | 5.00 | 2.80 | 17.80 | 26.70 | 42.50 | 49.90 | 65.00 | 104.40 | 125.90 | 79.50 | 27.90 | 12.30 | 125.90 |
| 1947/48 | 9.00 | 16.30 | 57.60 | 117.60 | 117.10 | 154.90 | 127.60 | 142.30 | 134.40 | 60.40 | 30.70 | 11.70 | 154.90 |
| 1948/49 | 8.20 | 7.90 | 83.50 | 86.20 | 20.00 | 10.70 | 776.50 | 931.50 | 453.30 | 57.90 | 18.50 | 13.00 | 931.50 |
| 1949/50 | 7.70 | 5.80 | 12.50 | 24.30 | 3.70 | 5.80 | 96.70 | 166.40 | 207.40 | 60.50 | 12.50 | 10.30 | 207.40 |
| 1950/51 | 5.50 | 5.40 | 8.60 | 29.20 | 43.90 | 27.30 | 83.60 | 117.40 | 62.80 | 27.60 | 12.40 | 7.10 | 117.40 |
| 1951/52 | 3.70 | 3.30 | 29.20 | 56.30 | 104.20 | 104.20 | 213.20 | 342.50 | 294.90 | 73.80 | 18.80 | 10.20 | 342.50 |
| 1952/53 | 7.10 | 4.90 | 5.70 | 3.60 | 23.20 | 207.60 | 768.50 | 1552.10 | 1106.30 | 60.10 | 35.50 | 12.50 | 1552.10 |
| 1953/54 | 8.10 | 9.20 | 40.10 | 99.70 | 102.40 | 124.90 | 106.80 | 172.40 | 45.00 | 43.50 | 15.00 | 7.70 | 172.40 |
| 1954/55 | 5.70 | 3.70 | 62.80 | 78.30 | 26.60 | 125.00 | 233.50 | 152.10 | 86.10 | 79.60 | 34.40 | 11.10 | 233.50 |
| 1955/56 | 7.60 | 10.70 | 13.30 | 7.30 | 31.80 | 155.90 | 453.30 | 369.40 | 158.90 | 64.00 | 12.90 | 10.10 | 453.30 |
| 1956/57 | 7.00 | 6.80 | 46.90 | 35.80 | 8.00 | 37.60 | 190.00 | 740.20 | 266.60 | 110.90 | 52.60 | 16.10 | 740.20 |
| 1957/58 | 8.60 | 8.90 | 9.00 | 42.00 | 56.50 | 124.90 | 111.90 | 189.80 | 131.30 | 111.90 | 26.60 | 12.80 | 189.80 |
| 1958/59 | 7.90 | 5.40 | 10.60 | 8.90 | 9.20 | 10.40 | 183.00 | 420.90 | 227.10 | 110.40 | 21.30 | 12.40 | 420.90 |
| 1959/60 | 7.50 | 5.80 | 16.90 | 34.20 | 91.60 | 46.00 | 200.50 | 243.80 | 151.00 | 62.70 | 18.20 | 9.00 | 243.80 |

Longitud: -79.1000

Latitud: -7.2500

CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS (m3/s)

ESTACION YONAN

PERIODO: 1943 - 2021

| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Oct. | Nov. | Dic. | Max. Anual (m3/s) |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|-------|-------------------|
| 1960/61 | 6.60 | 9.20 | 9.90 | 27.90 | 25.20 | 166.80 | 132.60 | 146.70 | 111.80 | 40.80 | 20.80 | 7.90 | 166.80 |
| 1961/62 | 3.90 | 3.60 | 3.70 | 6.20 | 57.00 | 104.70 | 277.40 | 414.50 | 163.70 | 71.10 | 21.30 | 8.00 | 414.50 |
| 1962/63 | 5.30 | 5.90 | 5.50 | 10.20 | 2.70 | 6.70 | 39.70 | 167.70 | 466.70 | 42.90 | 11.20 | 5.90 | 466.70 |
| 1963/64 | 4.20 | 2.90 | 17.40 | 37.20 | 57.20 | 121.10 | 165.50 | 106.40 | 224.30 | 68.50 | 16.80 | 8.40 | 224.30 |
| 1964/65 | 16.10 | 9.50 | 25.10 | 53.90 | 12.60 | 16.40 | 56.70 | 318.30 | 205.20 | 95.60 | 18.70 | 9.70 | 318.30 |
| 1965/66 | 5.50 | 9.40 | 41.00 | 63.70 | 28.00 | 146.10 | 56.30 | 76.50 | 58.70 | 39.10 | 14.60 | 5.90 | 146.10 |
| 1966/67 | 3.50 | 3.60 | 40.30 | 37.10 | 14.70 | 185.80 | 1422.80 | 243.70 | 110.50 | 43.70 | 16.70 | 10.10 | 1422.80 |
| 1967/68 | 6.60 | 4.80 | 18.60 | 17.40 | 8.40 | 7.90 | 27.00 | 58.90 | 26.60 | 8.50 | 5.30 | 3.20 | 58.90 |
| 1968/69 | 2.20 | 4.80 | 33.00 | 31.80 | 14.40 | 73.60 | 160.00 | 145.80 | 181.30 | 22.00 | 12.70 | 3.70 | 181.30 |
| 1969/70 | 2.10 | 1.30 | 10.00 | 76.00 | 87.40 | 110.40 | 43.80 | 157.00 | 90.70 | 81.30 | 23.20 | 6.80 | 157.00 |
| 1970/71 | 3.50 | 5.40 | 98.80 | 59.90 | 94.50 | 38.80 | 109.60 | 398.50 | 582.00 | 45.20 | 23.00 | 10.10 | 582.00 |
| 1971/72 | 6.40 | 7.90 | 40.40 | 26.50 | 48.60 | 56.30 | 117.80 | 516.00 | 200.00 | 43.10 | 18.80 | 7.40 | 516.00 |
| 1972/73 | 6.70 | 6.70 | 7.20 | 28.30 | 28.30 | 214.00 | 126.50 | 214.00 | 490.00 | 129.80 | 26.20 | 16.90 | 490.00 |
| 1973/74 | 8.50 | 94.60 | 76.00 | 91.30 | 70.70 | 116.50 | 308.80 | 246.00 | 79.60 | 40.00 | 10.60 | 7.30 | 308.80 |
| 1974/75 | 3.60 | 11.80 | 28.70 | 37.50 | 23.80 | 77.20 | 274.00 | 401.00 | 454.50 | 60.70 | 30.00 | 14.00 | 454.50 |
| 1975/76 | 6.40 | 14.30 | 64.00 | 39.60 | 11.00 | 109.30 | 166.00 | 202.00 | 133.40 | 52.60 | 17.60 | 6.20 | 202.00 |
| 1976/77 | 2.70 | 2.40 | 1.90 | 3.40 | 13.30 | 79.80 | 348.00 | 239.00 | 171.50 | 41.40 | 17.50 | 6.10 | 348.00 |
| 1977/78 | 2.80 | 5.00 | 5.50 | 18.30 | 35.50 | 15.30 | 80.30 | 85.00 | 48.80 | 70.40 | 12.80 | 3.30 | 85.00 |
| 1978/79 | 1.80 | 3.00 | 2.10 | 9.60 | 19.50 | 25.80 | 66.30 | 330.00 | 56.40 | 24.00 | 9.80 | 3.30 | 330.00 |
| 1979/80 | 2.90 | 12.10 | 2.40 | 0.80 | 1.10 | 3.90 | 11.30 | 53.50 | 52.10 | 5.10 | 3.40 | 0.70 | 53.50 |

Longitud: -79.1000

Latitud: -7.2500

| CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS (m3/s) | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|-------|-------------------|
| ESTACION YONAN | | | | | | | | | | | | | |
| PERIODO: 1943 - 2021 | | | | | | | | | | | | | |
| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Oct. | Nov. | Dic. | Max. Anual (m3/s) |
| 1980/81 | 0.10 | 0.00 | 23.40 | 46.20 | 74.10 | 192.80 | 251.60 | 330.00 | 40.60 | 23.30 | 11.60 | 4.80 | 330.00 |
| 1981/82 | 2.10 | 2.00 | 45.70 | 54.70 | 96.20 | 37.70 | 64.00 | 39.20 | 200.00 | 20.70 | 12.70 | 4.90 | 200.00 |
| 1982/83 | 1.60 | 3.80 | 47.30 | 42.90 | 113.50 | 445.00 | 170.00 | 1601.00 | 1447.00 | 985.00 | 121.00 | 21.00 | 1601.00 |
| 1983/84 | 7.50 | 10.70 | 19.00 | 21.90 | 74.10 | 61.00 | 973.00 | 911.00 | 134.60 | 793.00 | 32.50 | 24.00 | 973.00 |
| 1984/85 | 7.10 | 5.60 | 59.50 | 35.80 | 45.50 | 17.40 | 62.10 | 87.90 | 28.60 | 15.00 | 7.20 | 3.70 | 87.90 |
| 1985/86 | 1.90 | 8.90 | 5.70 | 3.20 | 32.40 | 137.80 | 77.50 | 61.00 | 228.00 | 36.60 | 12.30 | 3.70 | 228.00 |
| 1986/87 | 2.10 | 2.10 | 4.60 | 18.10 | 60.00 | 129.50 | 482.50 | 95.00 | 46.30 | 56.80 | 8.10 | 3.20 | 482.50 |
| 1987/88 | 6.60 | 4.40 | 8.40 | 25.10 | 17.50 | 94.90 | 91.80 | 66.80 | 130.40 | 36.70 | 14.30 | 4.20 | 130.40 |
| 1988/89 | 0.80 | 1.30 | 7.60 | 31.10 | 22.40 | 81.70 | 236.50 | 271.50 | 266.50 | 49.10 | 11.40 | 8.30 | 271.50 |
| 1989/90 | 2.80 | 4.90 | 85.50 | 80.50 | 9.60 | 13.90 | 63.10 | 38.10 | 23.70 | 20.30 | 7.10 | 3.70 | 85.50 |
| 1990/91 | 0.90 | 1.50 | 31.40 | 95.00 | 115.40 | 18.00 | 43.50 | 160.00 | 114.00 | 48.40 | 8.30 | 3.70 | 160.00 |
| 1991/92 | 0.70 | 0.50 | 3.80 | 3.60 | 22.80 | 45.80 | 46.00 | 114.00 | 139.00 | 47.50 | 19.70 | 2.90 | 139.00 |
| 1992/93 | 0.80 | 4.00 | 17.90 | 27.60 | 19.00 | 10.30 | 137.50 | 700.00 | 387.00 | 55.00 | 28.50 | 6.60 | 700.00 |
| 1993/94 | 3.20 | 7.60 | 70.80 | 94.50 | 78.00 | 141.60 | 365.20 | 599.20 | 424.20 | 88.30 | 41.40 | 24.00 | 599.20 |
| 1994/95 | 4.10 | 6.60 | 6.20 | 14.70 | 33.40 | 22.10 | 155.40 | 103.20 | 98.30 | 24.40 | 8.40 | 4.20 | 155.40 |
| 1995/96 | 2.70 | 2.50 | 9.40 | 38.30 | 75.00 | 104.00 | 594.10 | 319.90 | 159.50 | 37.50 | 31.10 | 5.30 | 594.10 |
| 1996/97 | 2.30 | 4.20 | 25.20 | 18.30 | 4.90 | 30.80 | 88.60 | 94.80 | 57.40 | 45.50 | 6.00 | 3.60 | 94.80 |
| 1997/98 | 0.50 | 0.70 | 20.10 | 94.00 | 347.60 | 299.30 | 846.70 | 1131.20 | 463.10 | 163.20 | 35.00 | 15.20 | 1131.20 |
| 1998/99 | 8.50 | 5.40 | 42.50 | 30.30 | 13.50 | 110.00 | 466.80 | 291.00 | 122.00 | 120.30 | 45.00 | 26.00 | 466.80 |
| 1999/00 | 5.70 | 38.90 | 49.60 | 30.90 | 112.40 | 34.50 | 222.50 | 511.60 | 186.30 | 118.43 | 34.92 | 17.42 | 511.60 |

Longitud: -79.1000

Latitud: -7.2500

| CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS (m3/s) | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|-------------|-------------------|
| ESTACION YONAN | | | | | | | | | | | | | |
| PERIODO: 1943 - 2021 | | | | | | | | | | | | | |
| Año | Ene. | Feb. | Mar. | Abr. | May. | Jun. | Jul. | Ago. | Set. | Oct. | Nov. | Dic. | Max. Anual (m3/s) |
| 2000/01 | 8.28 | 9.29 | 7.49 | 3.91 | 70.69 | 257.72 | 213.85 | 506.20 | 497.30 | 55.42 | 33.93 | 12.79 | 506.20 |
| 2001/02 | 6.64 | 15.43 | 12.77 | 109.57 | 109.65 | 44.66 | 178.78 | 336.55 | 552.43 | 62.29 | 18.93 | 7.50 | 552.43 |
| 2002/03 | 3.57 | 2.97 | 45.30 | 59.93 | 158.05 | 77.95 | 162.83 | 170.05 | 112.12 | 43.73 | 27.30 | 7.28 | 170.05 |
| 2003/04 | 2.05 | 1.92 | 3.07 | 13.96 | 54.21 | 24.57 | 77.49 | 110.55 | 121.44 | 22.67 | 10.14 | 2.60 | 121.44 |
| 2004/05 | 1.09 | 2.84 | 21.15 | 91.04 | 130.56 | 77.16 | 45.26 | 369.45 | 197.40 | 35.45 | 5.98 | 3.12 | 369.45 |
| 2005/06 | 1.20 | 1.93 | 20.20 | 10.71 | 60.92 | 52.35 | 211.09 | 584.15 | 329.56 | 35.51 | 19.91 | 6.13 | 584.15 |
| 2006/07 | 4.38 | 5.08 | 9.51 | 35.01 | 103.25 | 84.11 | 52.82 | 331.74 | 282.60 | 70.26 | 15.83 | 4.91 | 331.74 |
| 2007/08 | 3.38 | 2.58 | 23.61 | 50.49 | 22.65 | 81.67 | 495.13 | 499.12 | 462.17 | 66.07 | 27.07 | 12.14 | 499.12 |
| 2008/09 | 6.72 | 17.82 | 56.10 | 70.18 | 29.08 | 239.19 | 396.51 | 451.27 | 212.61 | 78.59 | 28.41 | 12.66 | 451.27 |
| 2009/10 | 6.16 | 4.22 | 24.36 | 125.49 | 129.74 | 41.02 | 149.41 | 331.57 | 249.46 | 34.57 | 17.59 | 5.86 | 331.57 |
| 2010/11 | 4.25 | 5.02 | 13.72 | 28.58 | 43.13 | 88.80 | 240.10 | 139.74 | 313.09 | 63.74 | 9.92 | 5.59 | 313.09 |
| 2012/12 | 3.24 | 4.91 | 17.41 | 18.41 | 56.22 | 156.64 | 528.77 | 303.00 | 194.89 | 97.61 | 23.83 | 9.45 | 528.77 |
| 2012/13 | 4.83 | 3.94 | 30.80 | 66.90 | 39.98 | 51.71 | 188.19 | 548.13 | 122.69 | 39.08 | 42.39 | 9.87 | 548.13 |
| 2013/14 | 3.81 | 2.85 | 22.59 | 16.31 | 34.04 | 48.25 | 79.34 | 163.22 | 58.99 | 65.66 | 14.66 | 5.49 | 163.22 |
| 2014/15 | 2.25 | 4.75 | 7.02 | 23.06 | 24.37 | 140.11 | 163.95 | 625.41 | 314.00 | 40.99 | 27.64 | 6.04 | 625.41 |
| 2015/16 | 2.98 | 2.05 | 9.22 | 31.71 | 32.47 | 80.93 | 238.52 | 249.00 | 155.94 | 25.66 | 11.08 | 2.87 | 249.00 |
| 2016/17 | 1.51 | 1.14 | 2.52 | 0.73 | 15.04 | 77.48 | 267.27 | 816.27 | 776.18 | 66.23 | 29.85 | 10.47 | 816.27 |
| 2017/18 | 5.50 | 9.59 | 16.71 | 15.27 | 36.01 | 70.22 | 198.71 | 194.17 | 224.09 | 66.00 | 29.24 | 6.83 | 224.09 |
| 2018/19 | 17.26 | 17.56 | 23.84 | 47.60 | 45.55 | 0.00 | 0.00 | 153.32 | 172.87 | 42.35 | 14.17 | 5.98 | 172.87 |
| 2019/20 | 3.37 | 1.61 | 10.60 | 25.09 | 108.38 | 65.81 | 34.52 | 96.54 | 147.65 | 22.39 | 1.00 | 5.43 | 147.65 |
| 2020/21 | 1.83 | 1.00 | 2.42 | 19.19 | 69.75 | 132.73 | 64.19 | 461.28 | 73.10 | 39.38 | 16.20 | 6.71 | 461.28 |
| MAX. | 17.26 | 94.60 | 98.80 | 125.49 | 347.60 | 445.00 | 1422.80 | 1601.00 | 1447.00 | 985.00 | 121.00 | 26.00 | 1601.00 |
| MED. | 4.80 | 7.27 | 25.41 | 39.19 | 53.74 | 89.81 | 225.66 | 335.17 | 231.61 | 77.25 | 20.88 | 8.56 | 396.65 |
| MIN. | 0.10 | 0.00 | 1.90 | 0.73 | 1.10 | 0.00 | 0.00 | 38.10 | 23.70 | 5.10 | 1.00 | 0.70 | 53.50 |
| D. EST | 3.10 | 11.40 | 22.69 | 30.50 | 50.31 | 76.07 | 239.35 | 305.94 | 229.35 | 136.59 | 15.50 | 5.13 | 320.54 |

Fuente: SENAMHI

Elaboración propia

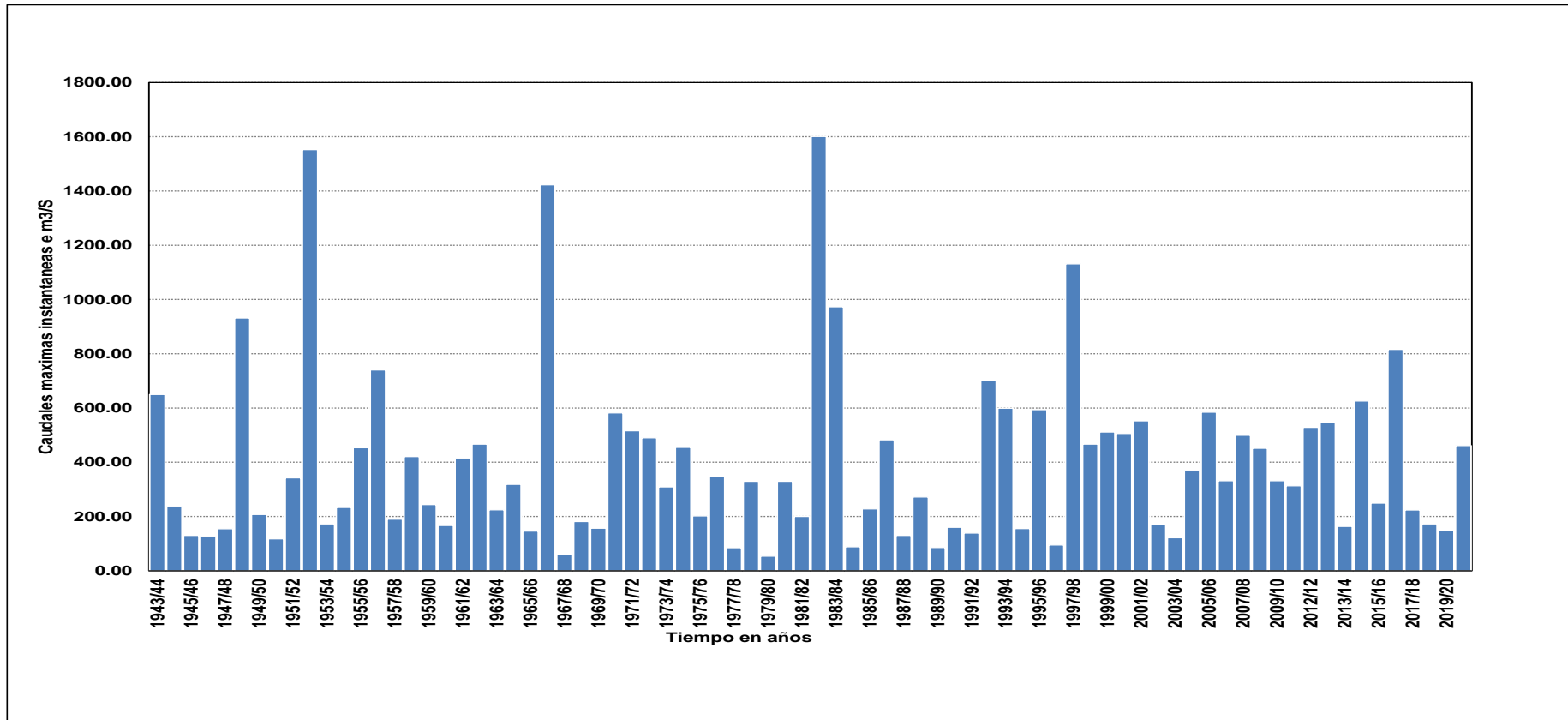
Longitud: -79.1000

Latitud: -7.2500

Interpretación: En la tabla n° 1, que corresponde a la serie histórica de los caudales máximos instantáneos se puede observar los caudales máximos obtenidos mes a mes en cada año desde el año 1943 hasta el año 2021.

FIGURA N°1

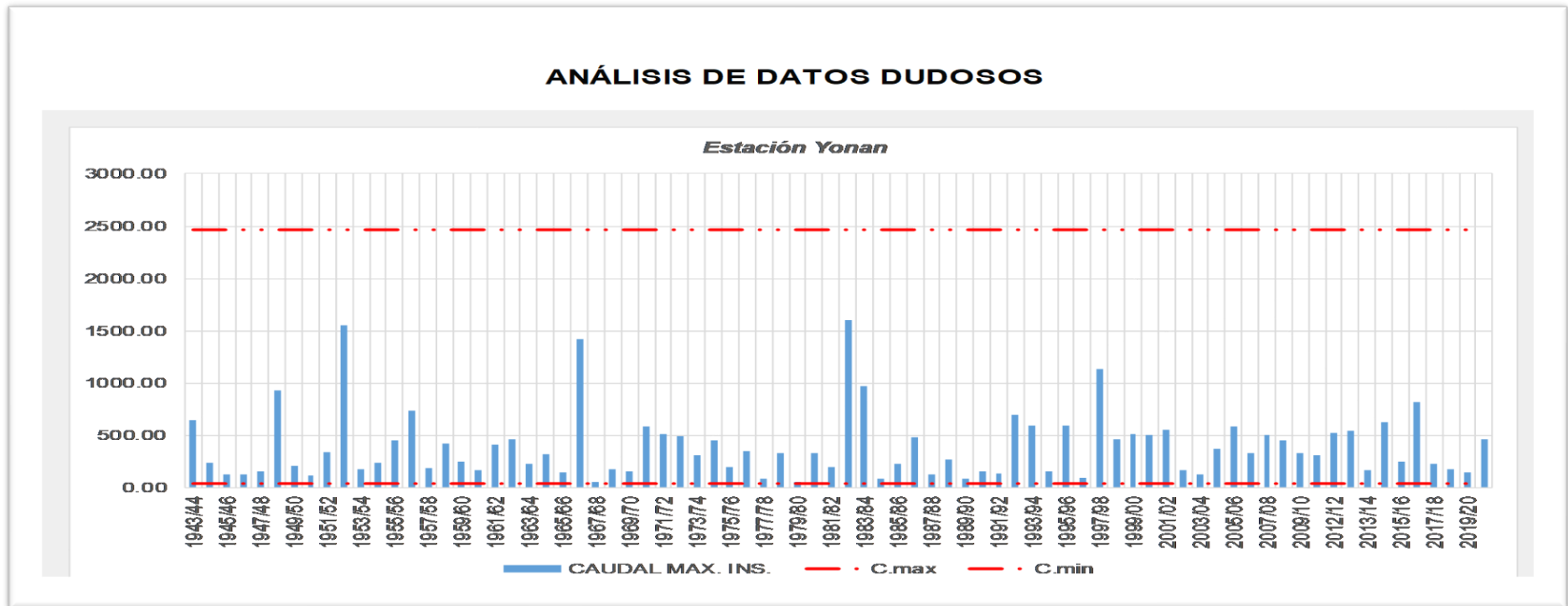
HIDROGRAMA DE LOS CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS DEL RIO JEQUETEPEQUE - ESTACIÓN YONAN



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura n° 1, muestra el hidrograma de los caudales máximos instantáneos el cual nos permite visualizar mediante un gráfico estadístico los años en los cuales se obtuvo más caudal.

FIGURA N° 2
ANÁLISIS DE DATOS DUDOSOS – ESTACIÓN YONAN



Fuente: Elaboración Propia

Interpretación: En la figura n° 2, se visualiza el análisis de datos dudosos los cuales nos permite corregir cualquier dato que este erróneo dentro de la serie histórica para así poder definir los caudales máximos instantáneos.

TABLA N° 2

CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS EN LOS DIFERENTES PERIODOS RETORNOS

ANALISIS DE LOS CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS
ESTACION YONAN

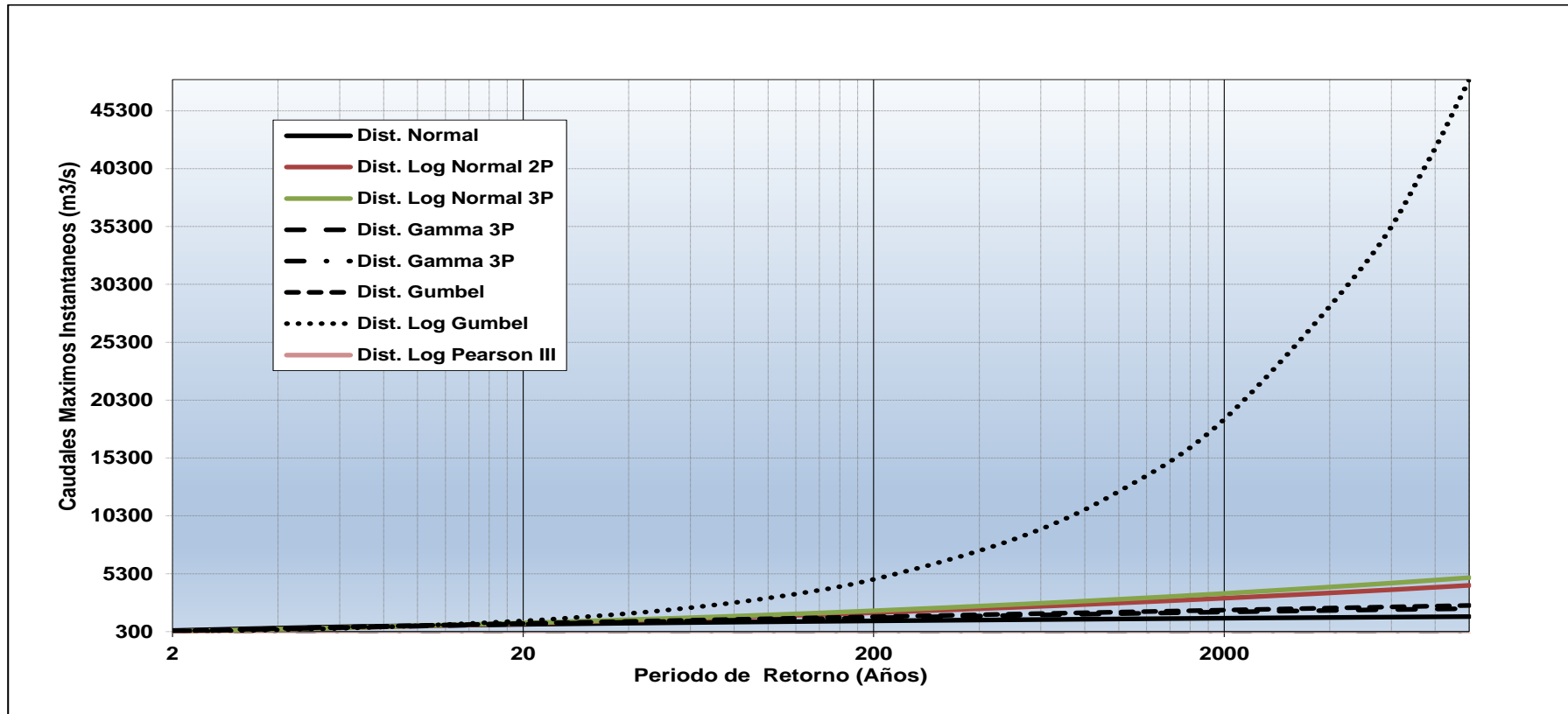
CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS EN LA ZONA DE ESTUDIO
PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

| Período de Retorno (T) | Caudales Maximos Instantaneos (m3/s) | | | | | | | |
|------------------------|--------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------|
| | Distribución Normal | Distribución Log Normal 2P | Distribución Log Normal 3P | Distribución Gamma 2P | Distribución Gamma 3P | Distribucion Log Pearson III | Distribucion Gumbel | Distribucion Log - Gumbel |
| 2 | 396.65 | 301.14 | 306.64 | 331.80 | N.A. | N.A. | 343.99 | 266.09 |
| 5 | 666.37 | 567.68 | 565.65 | 595.02 | N.A. | N.A. | 627.26 | 517.82 |
| 10 | 807.49 | 790.97 | 775.03 | 774.48 | N.A. | N.A. | 814.81 | 804.69 |
| 20 | 924.00 | 1040.14 | 1003.30 | 945.80 | N.A. | N.A. | 994.71 | 1228.20 |
| 25 | 957.94 | 1126.50 | 1081.38 | 999.75 | N.A. | N.A. | 1051.78 | 1404.50 |
| 50 | 1055.10 | 1415.50 | 1339.47 | 1164.44 | N.A. | N.A. | 1227.58 | 2123.11 |
| 100 | 1142.48 | 1738.21 | 1622.89 | 1325.60 | N.A. | N.A. | 1402.08 | 3199.62 |
| 200 | 1222.44 | 2097.61 | 1933.74 | 1483.65 | N.A. | N.A. | 1575.94 | 4814.76 |
| 500 | 1319.33 | 2634.07 | 2390.30 | 1688.01 | N.A. | N.A. | 1805.32 | 8255.07 |
| 1000 | 1387.28 | 3090.29 | 2772.83 | 1838.11 | N.A. | N.A. | 1978.68 | 12407.46 |
| 2000 | 1451.47 | 3593.50 | 3189.72 | 1982.12 | N.A. | N.A. | 2151.98 | 18645.80 |
| 5000 | 1531.44 | 4336.60 | 3797.26 | 2156.77 | N.A. | N.A. | 2381.02 | 31943.43 |
| 7500 | 1565.28 | 4695.66 | 4087.84 | 2225.72 | N.A. | N.A. | 2482.36 | 40535.13 |
| 10000 | 1588.78 | 4962.25 | 4302.48 | 2269.67 | N.A. | N.A. | 2554.26 | 47998.61 |

Fuente: Software HIDROESTA 2
Elaboración propia

Interpretación: En la tabla n° 2, muestra los diferentes periodos retornos aplicado en los 8 métodos de distribución de frecuencia para el cálculo de los caudales máximos instantáneos

FIGURA N°3
CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS VS PERIODO RETORNO



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura n° 3, se puede observar la gráfica de los caudales máximos instantáneos vs los periodos retornos en los diferentes métodos de distribución.

TABLA N° 3

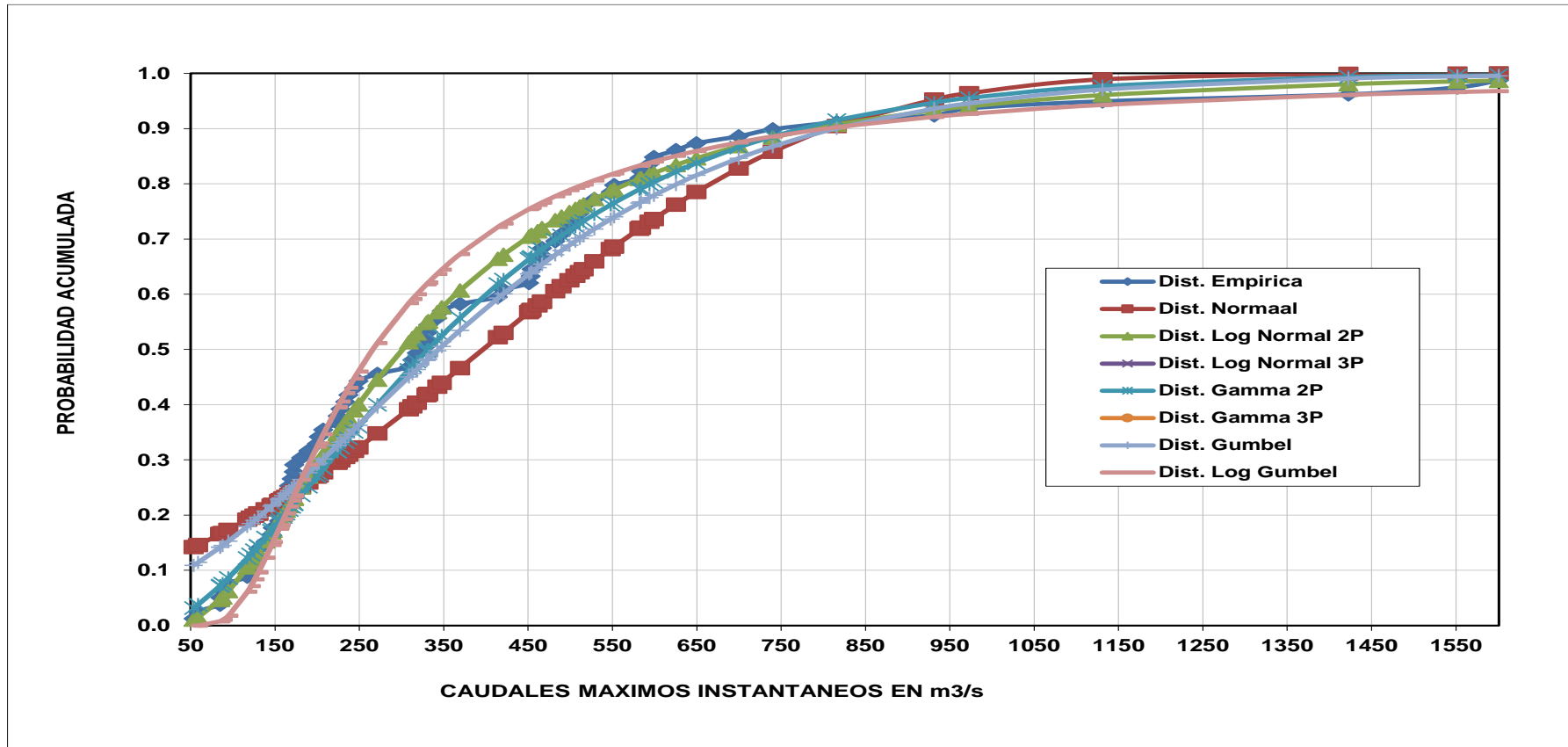
RESULTADOS DE LA PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE DE SMIRNOV - KOLMOGOROV

| Distribución Normal | Distribución Log Normal 2P | Distribución Log Normal 3P | Distribución Gamma 2P | Distribución Gamma 3P | Distribución Log Pearson III | Distribución Gumbel | Distribución Log Gumbel |
|------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Δ teorico | | | | | | | |
| 0.1299 | 0.0841 | 0.0811 | 0.0829 | 0.0000 | 0.0000 | 0.1038 | 0.1340 |
| Δ tabular | | | | | | | |
| 0.2525 | | | | | | | |

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla n° 3, corresponde a los resultados de la prueba de bondad de ajuste de SMIRNOV – KOLMOGROV las cual nos indica el resumen de los diferentes métodos de distribución para así poder elegir el que tenga menor delta.

FIGURA N°4
PROBABILIDAD ACUMULADA VS CAUDALES MAXIMOS INSTANTANEOS

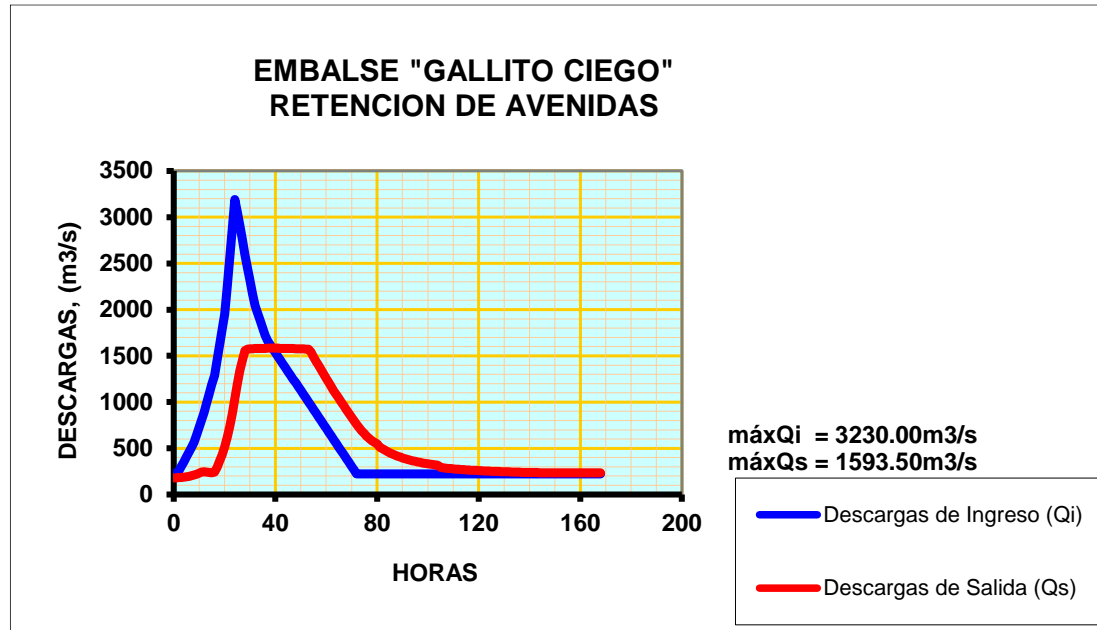


Fuente: Software HIDROESTA 2
Elaboración propia

Interpretación: En la figura n° 4, muestra la gráfica de la probabilidad acumulada vs los caudales máximos instantáneos en los diferentes métodos de distribución.

FIGURA N°5

HIDROGRAMA DE ENTRADA Y SALIDA DE LA PRESA GALLITO CIEGO PARA EL PERIODO RETORNO DE 2,000 AÑOS



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura n° 5, nos muestra el hidrograma de entrada y salida de la presa GALLITO CIEGO para el periodo retorno de 2,000 años.

4.2. Segundo Objetivo Específico

Determinar el caudal de rotura de la presa GALLITO CIEGO – Provincia de Contumazá – Cajamarca.

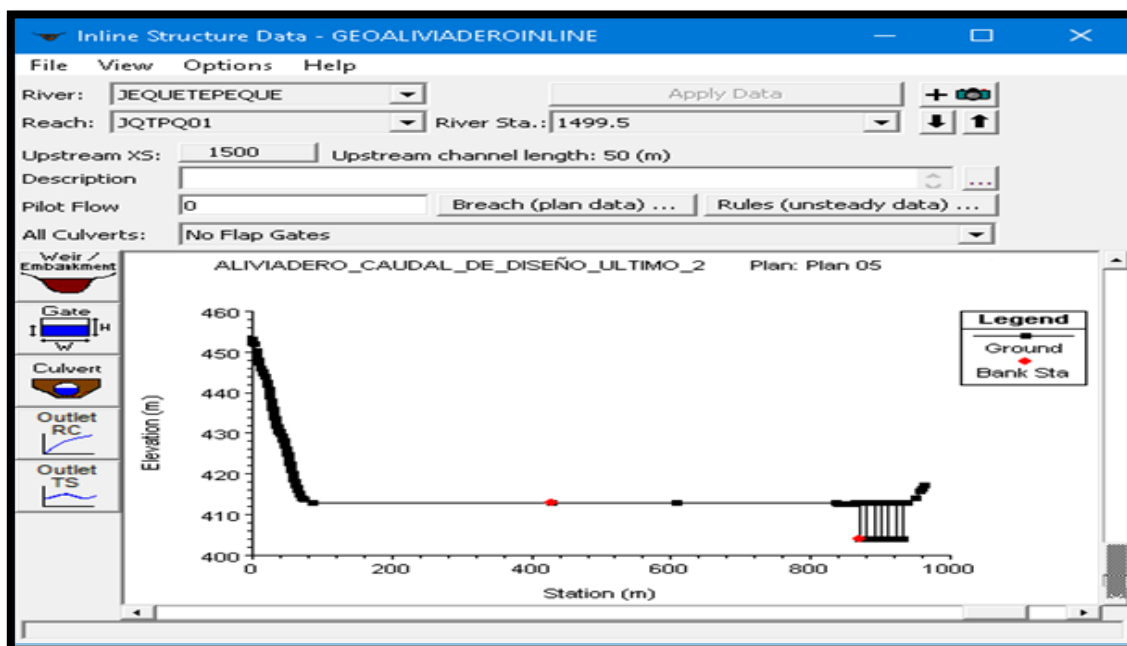
De acuerdo al segundo objetivo específico se realizó la obtención e importación de las secciones transversales al HEC-RAS para poder ingresar los parámetros correspondientes para poder definir la geometría del modelo a su vez ingresar los parámetros correspondientes para definir la brecha de rotura y el flujo para poder obtener los hidrogramas de rotura y el caudal pico de rotura para 2 escenarios los cuales tenemos como primer escenario el sobre vertimiento de la presa y como segundo escenario la tubificación del cuerpo de la presa. A continuación, se presenta los valores obtenidos:

CUADRO N° 1
SECCIÓN TRANSVERSAL EN EL EJE DE LA PRESA GALLITO CIEGO

| Distance | Width | Weir Coef |
|----------|-------|-----------|
| 0.5 | 9.8 | 1.62 |

| Station | Elevation |
|----------|-----------|
| 1 0 | 413 |
| 2 870.19 | 413 |
| 3 870.19 | 404 |
| 4 880.19 | 404 |
| 5 880.19 | 413 |
| 6 880.59 | 413 |
| 7 880.59 | 404 |
| 8 890.59 | 404 |

Fuente: Software HEC RAS
 Elaboración propia



Fuente: Software HEC RAS
 Elaboración propia

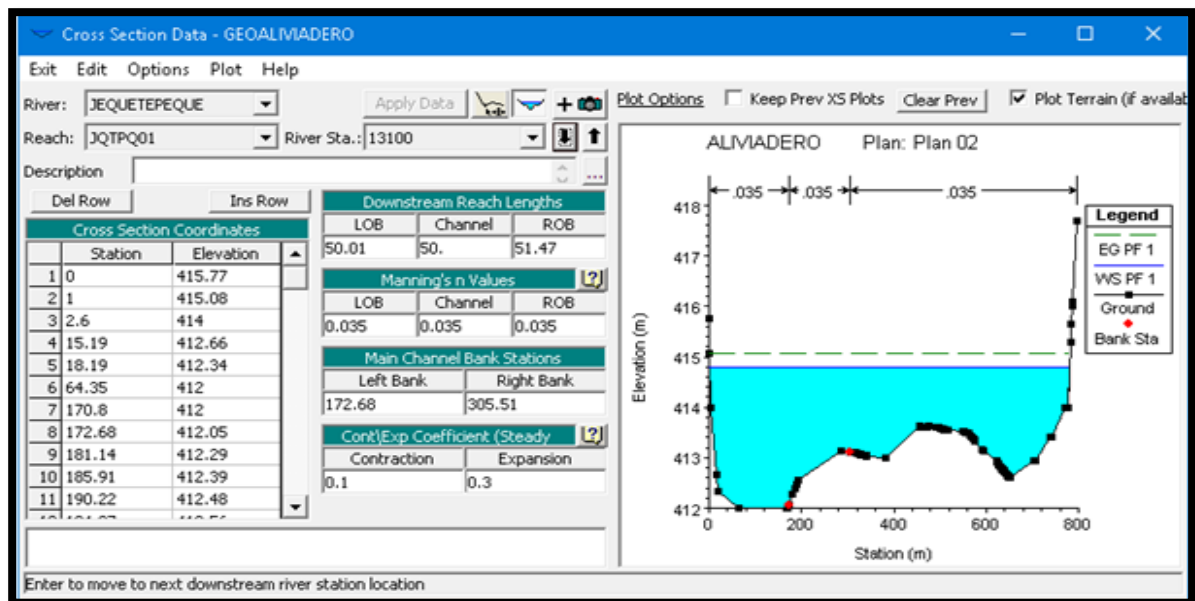
Interpretación: En el cuadro nº 1, muestra la sección transversal en el eje de la presa GALLITO CIEGO en los cuales se visualiza los puntos con sus elevaciones de todo el eje de la presa y el aliviadero.

CUADRO N° 2
DATOS GEOMÉTRICOS DEL EJE DE LA PRESA GALLITO CIEGO

| Distance | Width | Weir Coef |
|----------|-------|-----------|
| 150. | 9.8 | 1.62 |

| Station | Elevation |
|----------|-----------|
| 1 0 | 413 |
| 2 843.28 | 413 |
| 3 870.07 | 413 |
| 4 870.07 | 404 |
| 5 880.07 | 404 |
| 6 880.07 | 413 |
| 7 880.47 | 413 |
| 8 880.47 | 404 |

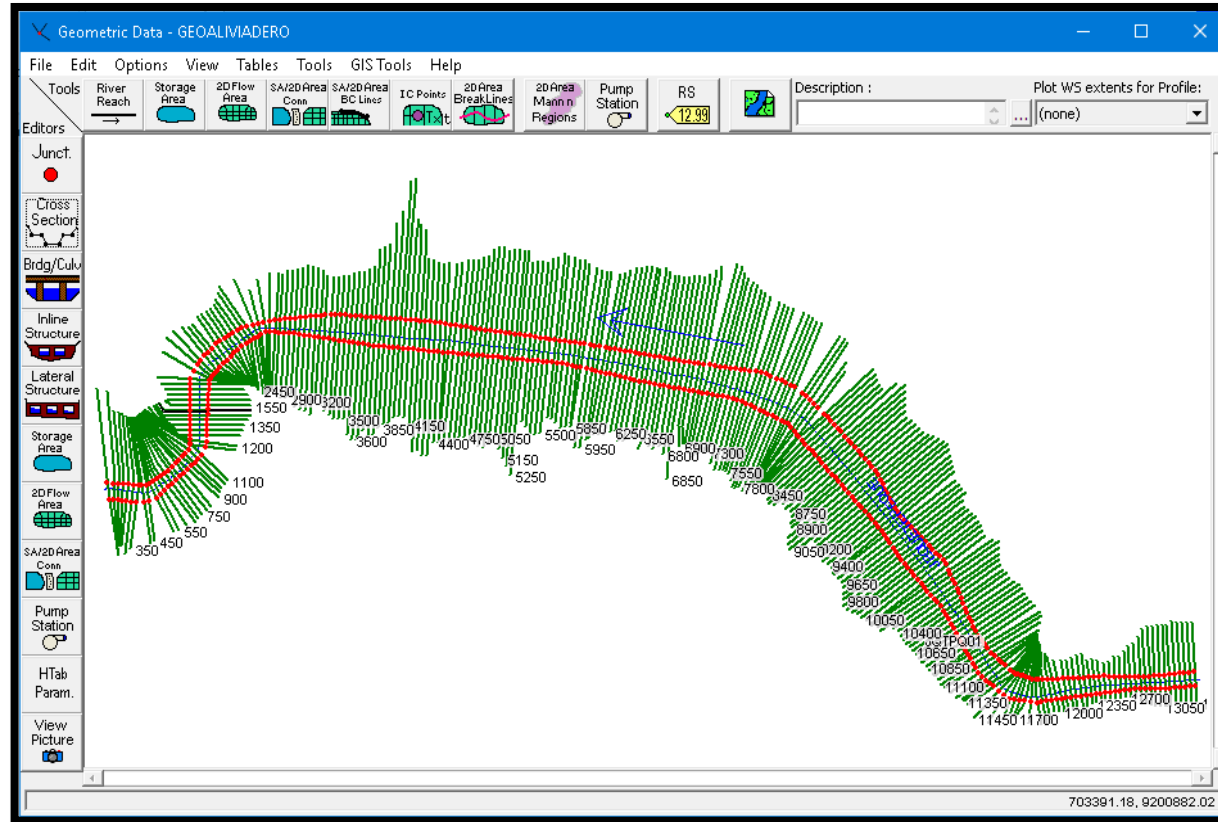
Fuente: Software HEC RAS
 Elaboración propia



Fuente: Software HEC RAS
 Elaboración propia

Interpretación: En el cuadro n°2, muestra los datos geométricos del eje de la presa GALLITO CIEGO en los cuales se puede visualizar el nivel de embalse de la presa en diferentes secciones.

FIGURA N°6
GEOMETRÍA DEL EMBALSE GALLITO CIEGO, VISTA EN PLANTA - BATIMETRÍA 2,017

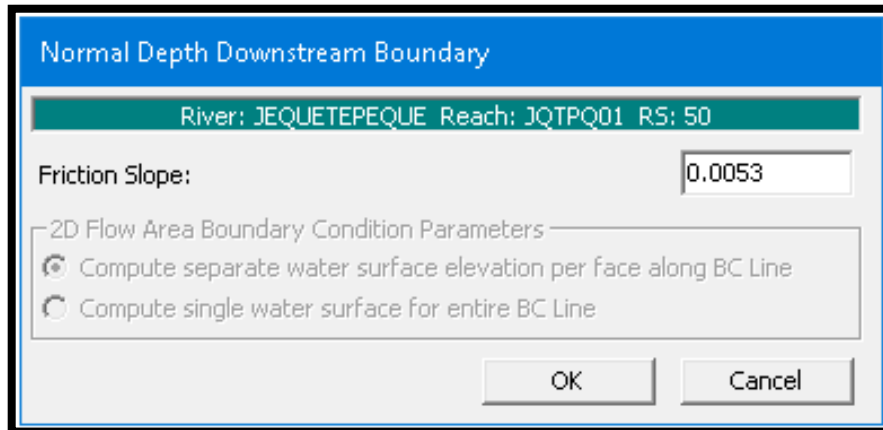


Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En la figura n°6, se observa la geometría del embalse GALLITO CIEGO, vista en planta de acuerdo a la batimetría realizada en el año 2,017 en las cuales también se puede visualizar la dirección del flujo y las secciones transversales.

CUADRO N° 3

PARAMETROS PARA DEFINIR LA PENDIENTE DEL CAUCE

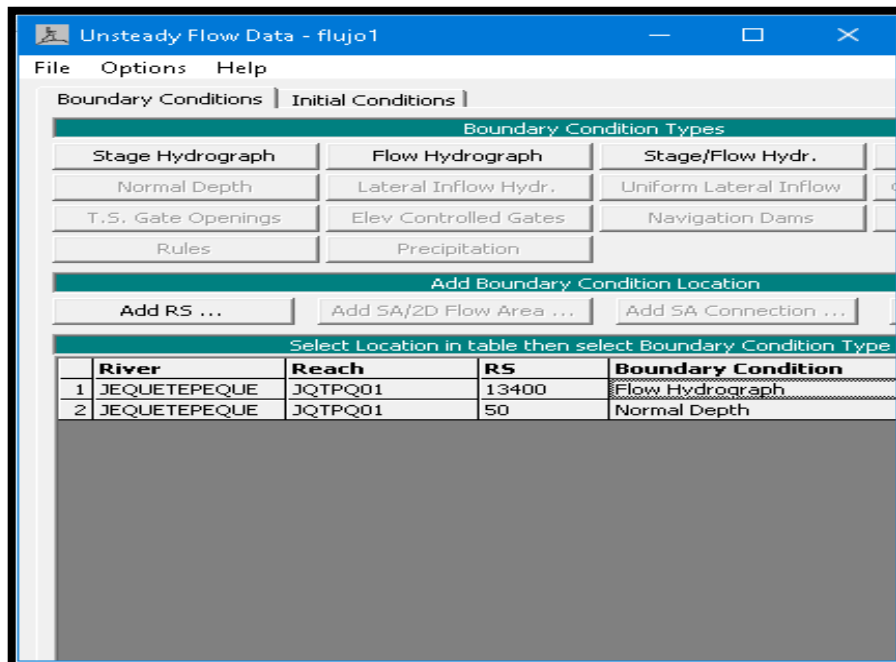


Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En el cuadro n°3, muestra los parámetros que se utilizaron para poder definir la pendiente del cauce.

CUADRO N° 4

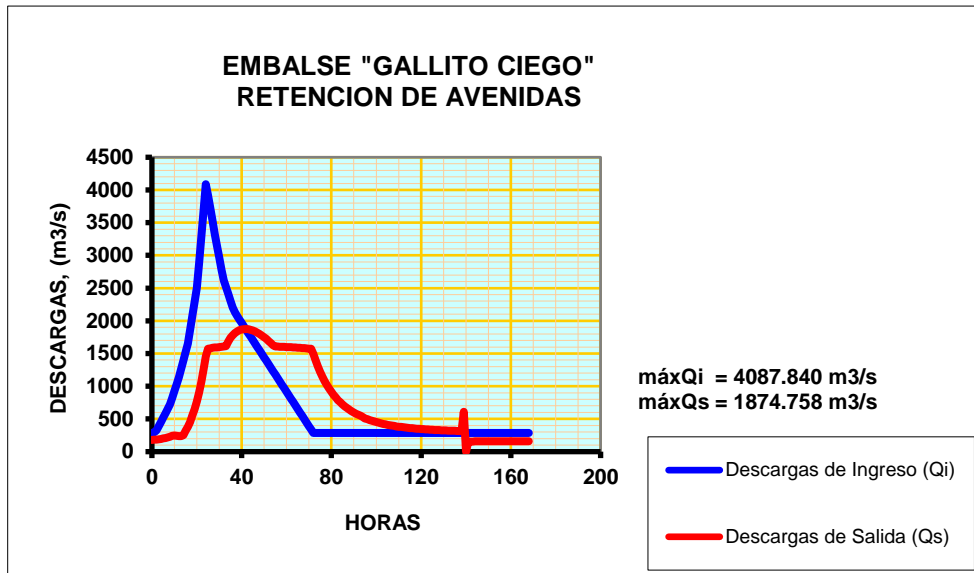
PARAMETROS PARA DEFINIR EL FLUJO



Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En el cuadro n°4, muestra los parámetros que se utilizaron para poder definir el flujo.

CUADRO N° 5
HIDROGRAMA DE ROTURA DE LA PRESA GALLITO CIEGO EN UN
PERIODO RETORNO DE 7500 AÑOS



FUENTE: Elaboración propia

Interpretación: En el cuadro n°5, muestra el hidrograma de rotura de la presa GALLITO CIEGO en un periodo retorno de 7500 años.

CUADRO N° 6

DIMENSIONAMIENTO DE LA BRECHA Y TIEMPOS DE ROTURA

Dam (Inline Structure) Breach Data

Inline Structure: JEQUETEPEQUE JQTPQ01 1500

Breach This Structure

Breach Method: User Entered Data

Center Station: 400

Final Bottom Width: 196

Final Bottom Elevation: 338

Left Side Slope: 1

Right Side Slope: 1

Breach Weir Coef: 1.44

Breach Formation Time (hrs): 1.86

Failure Mode: Overtopping

Piping Coefficient: 0.5

Initial Piping Elev:

Trigger Failure at: WS Elev

Starting WS: 413

Input Data

Top of Dam Elevation (m): 413

Breach Bottom Elevation (m): 338

Pool Elevation at Failure (m): 413

Pool Volume at Failure (1000 m3): 616170

Failure mode: Overtopping

MacDonald

Dam Crest Width (m): 15

Slope of US Dam Face Z1 (H:V): 2.25

Earth Fill Type: Fine homogeneous

Slope of DS Dam Face Z2 (H:V): 1.9

Xu Zhang (and Von Thun)

Dam Type: Homogeneous/zoned-fill dam

Dam Erodibility: Medium

| Method | Breach Bottom Width (m) | Side Slopes (H:V) | Breach Development Time (hrs) | |
|--------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------------|--------|
| MacDonald et al | 298 | 0.5 | 4.59 | Select |
| Froehlich (1995) | 267 | 1.4 | 2.38 | Select |
| Froehlich (2008) | 196 | 1 | 1.86 | Select |
| Von Thun & Gillete | 205 | 0.5 | 1.75 | Select |
| Xu & Zhang | 206 | 1.08 | 4.94 * | Select |

* Note: the breach development time from the Xu Zhang equation includes more of the initial erosion period and post erosion than what is used in the HEC-RAS breach formation time.

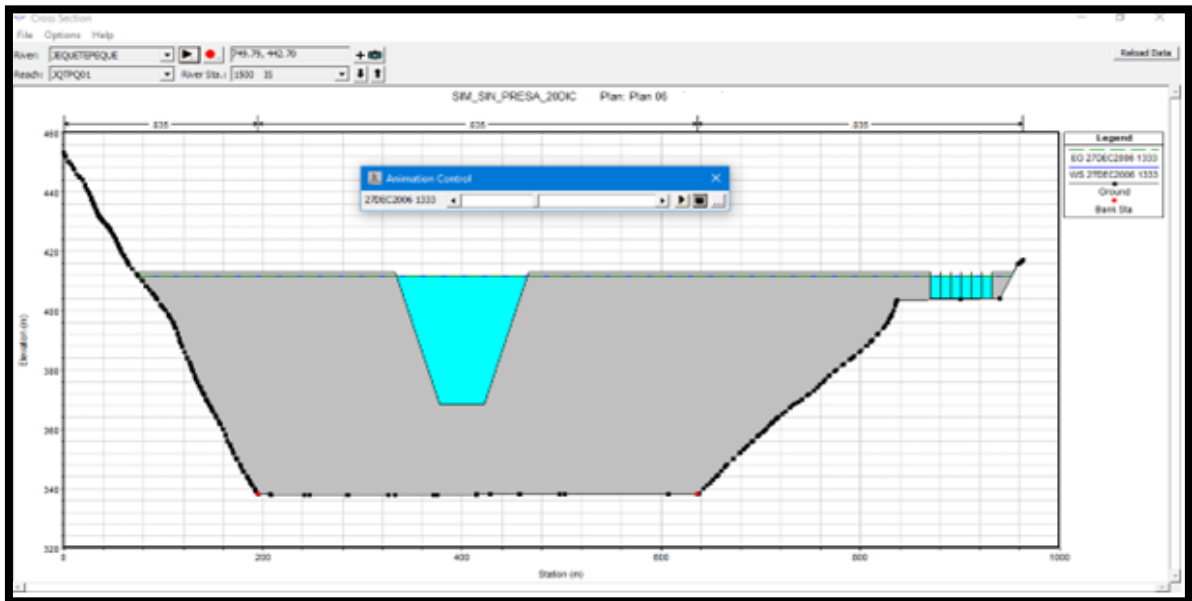
OK Cancel

Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

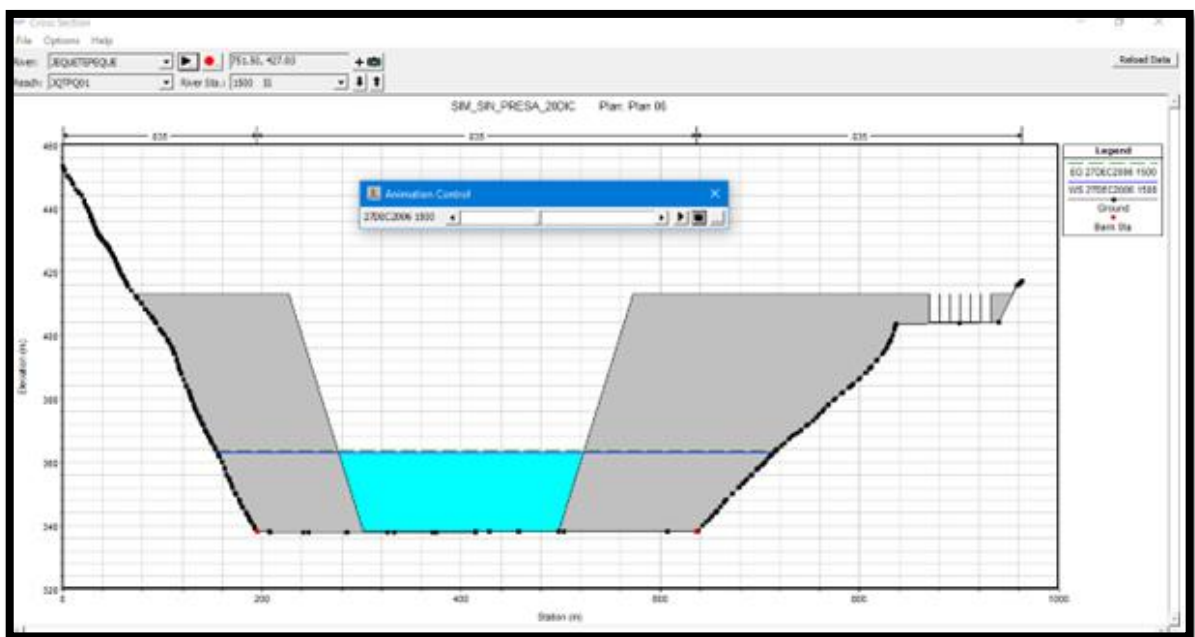
Interpretación: En el cuadro n°6, se muestra la ventana en la cual se configura las dimensiones de la brecha y los tiempos de rotura, por lo que por las condiciones del terreno y los materiales que está construida la presa se eligió el método de Froehlich (2,008).

CUADRO N° 7

ROTURA DE LA PRESA POR SOBREVERTIMIENTO



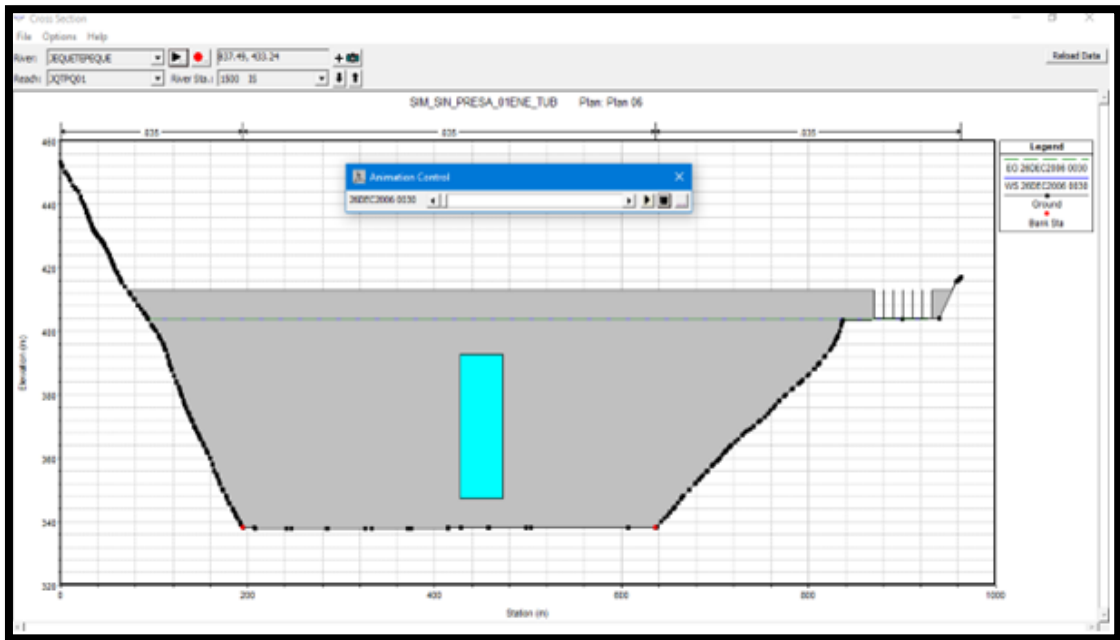
Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia



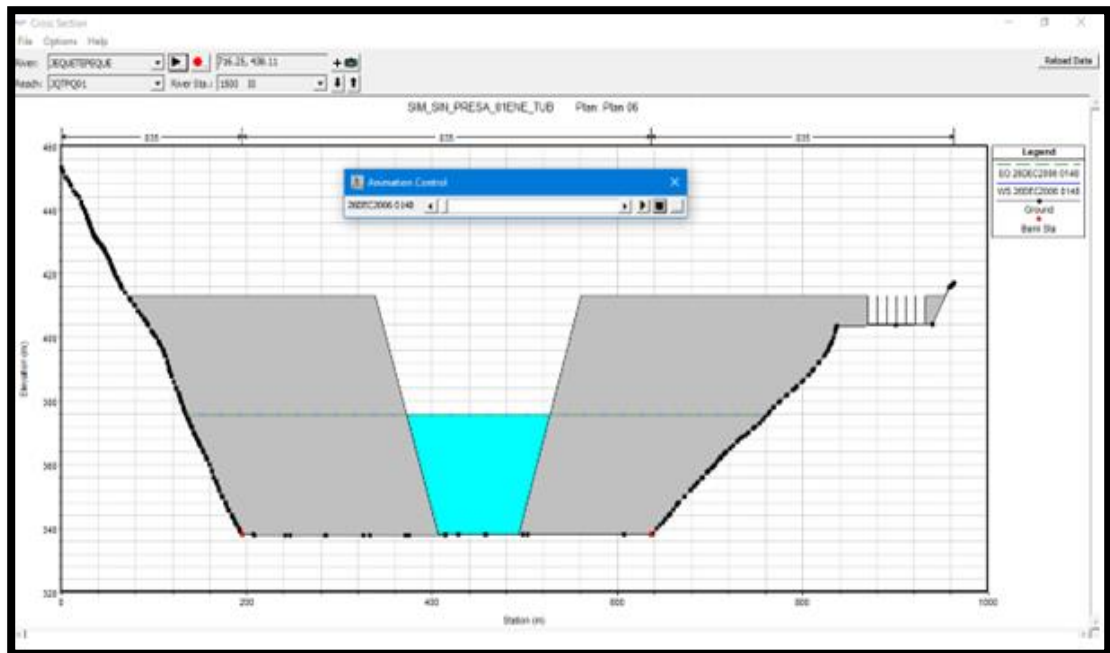
Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En el cuadro n°7, muestra mediante un gráfico 2D la rotura de la presa por sobre vertimiento de la presa GALLITO CIEGO en 2 etapas al inicio y al final de la rotura.

CUADRO N° 8
ROTURA DE LA PRESA POR TUBIFICACION



Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia



Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En el cuadro n°8, muestra mediante un gráfico 2D la rotura de la presa por tubificación de la presa GALLITO CIEGO en 2 etapas al inicio y al final de la rotura.

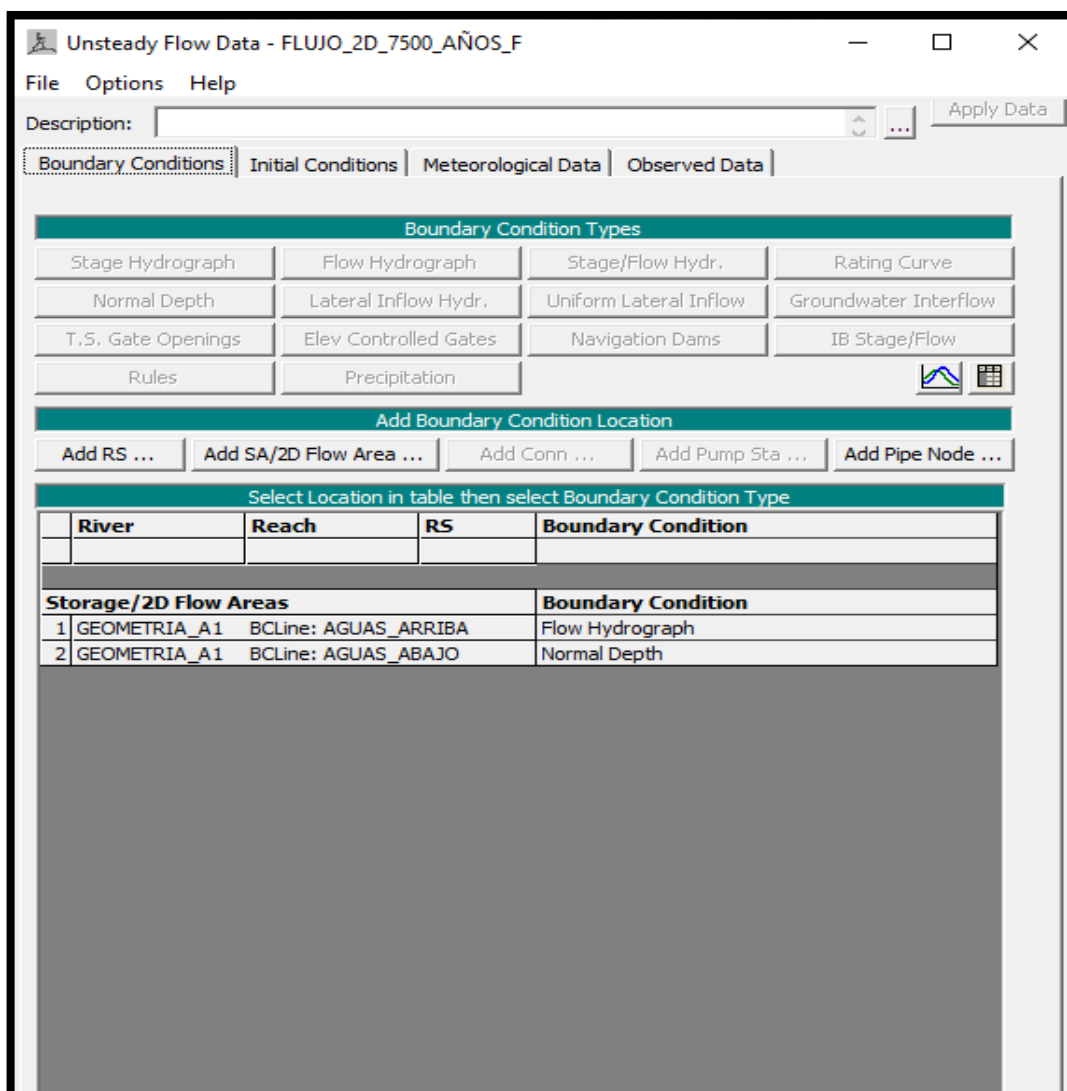
4.3. Tercer Objetivo Específico

Determinar los efectos que genera el tránsito de la onda de rotura aguas abajo de la presa GALLITO CIEGO – Provincia de Contumazá – Cajamarca.

De acuerdo al tercer objetivo específico se realizó el modelamiento hidráulico bidimensional del tramo aguas abajo de la presa, con el hidrograma que se produce tras su rotura, las simulaciones se realizaron con el software HEC-RAS considerando dos escenarios: por sobrevertimiento y tubificación. A continuación, se presenta los resultados obtenidos:

CUADRO N°9

INGRESO DE DATOS DEL HIDROGRAMA PARA UN FLUJO INESTABLE



Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En el cuadro n° 9, muestra la el cuadro en el cual se ingresará los datos de las condiciones aguas arriba y aguas abajo.

CUADRO N°10
INGRESO DEL HIDROGRAMA

Flow Hydrograph

2D: GEOMETRIA A1 BCLine: AGUAS ARRIBA

Read from DSS before simulation Select DSS file and Path

File:

Path:

Enter Table Data time interval: 1 Hour

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

Use Simulation Time: Date: 15JUN2022 Time: 0000

Fixed Start Time: Date: Time:

No. Ordinates Interpolate Missing Values Del Row Ins Row

| Hydrograph Data | | | |
|-----------------|----------------|-----------------|----------|
| | Date | Simulation Time | Flow |
| | | (hours) | (m3/s) |
| 1 | 14Jun2022 2400 | 0:00:00 | 4441.97 |
| 2 | 15Jun2022 0100 | 1:00:00 | 4600.61 |
| 3 | 15Jun2022 0200 | 2:00:00 | 5078.74 |
| 4 | 15Jun2022 0300 | 3:00:00 | 6059.33 |
| 5 | 15Jun2022 0400 | 4:00:00 | 7039.93 |
| 6 | 15Jun2022 0500 | 5:00:00 | 8073.4 |
| 7 | 15Jun2022 0600 | 6:00:00 | 9106.88 |
| 8 | 15Jun2022 0700 | 7:00:00 | 10140.35 |
| 9 | 15Jun2022 0800 | 8:00:00 | 11173.83 |
| 10 | 15Jun2022 0900 | 9:00:00 | 12733.43 |
| 11 | 15Jun2022 1000 | 10:00:00 | 14377.05 |
| 12 | 15Jun2022 1100 | 11:00:00 | 16020.67 |
| 13 | 15Jun2022 1200 | 12:00:00 | 17664.29 |
| 14 | 15Jun2022 1300 | 13:00:00 | 19651.63 |
| 15 | 15Jun2022 1400 | 14:00:00 | 21638.97 |

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step

Max Change in Flow (without changing time step):

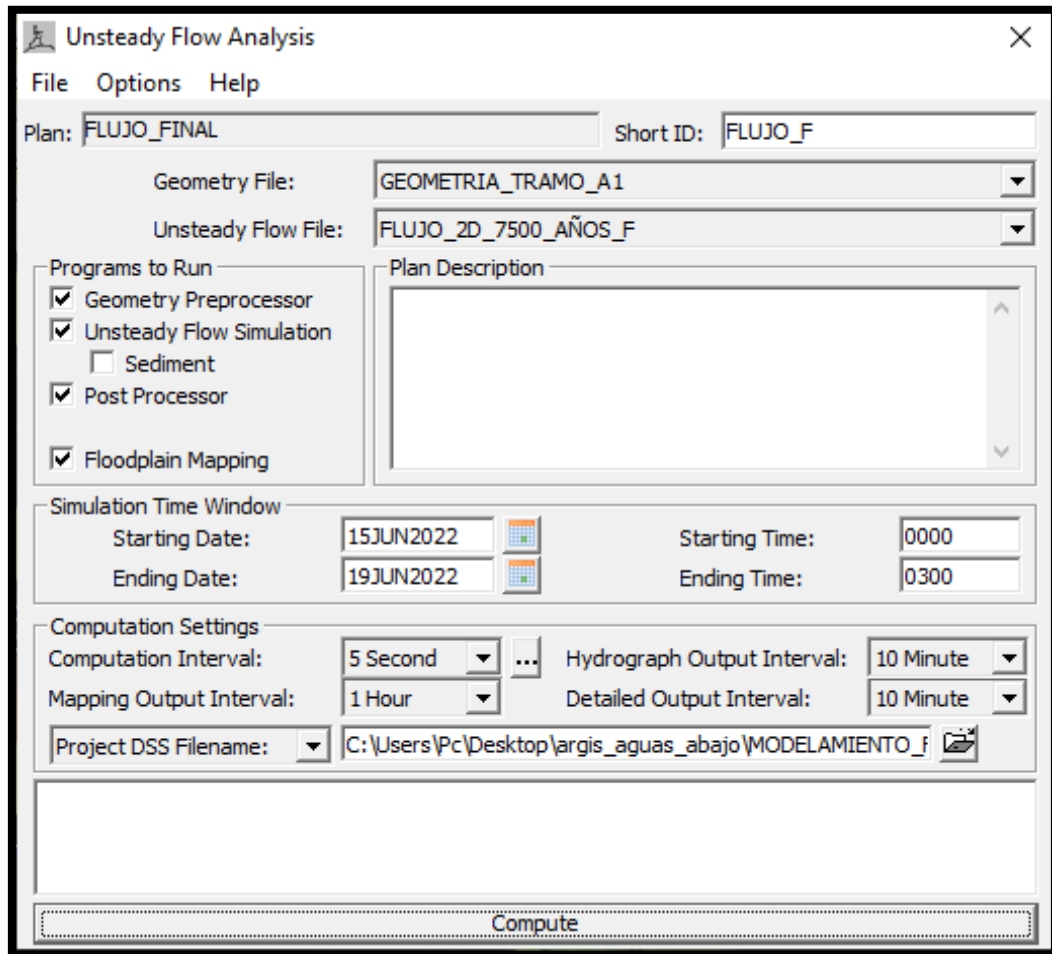
Min Flow: Multiplier: EG Slope for distributing flow along BC Line: 0.0053 TW C

Plot Data OK Cancel

Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En el cuadro n°10, muestra los datos del hidrograma ya ingresados en aguas arriba para un flujo inestable.

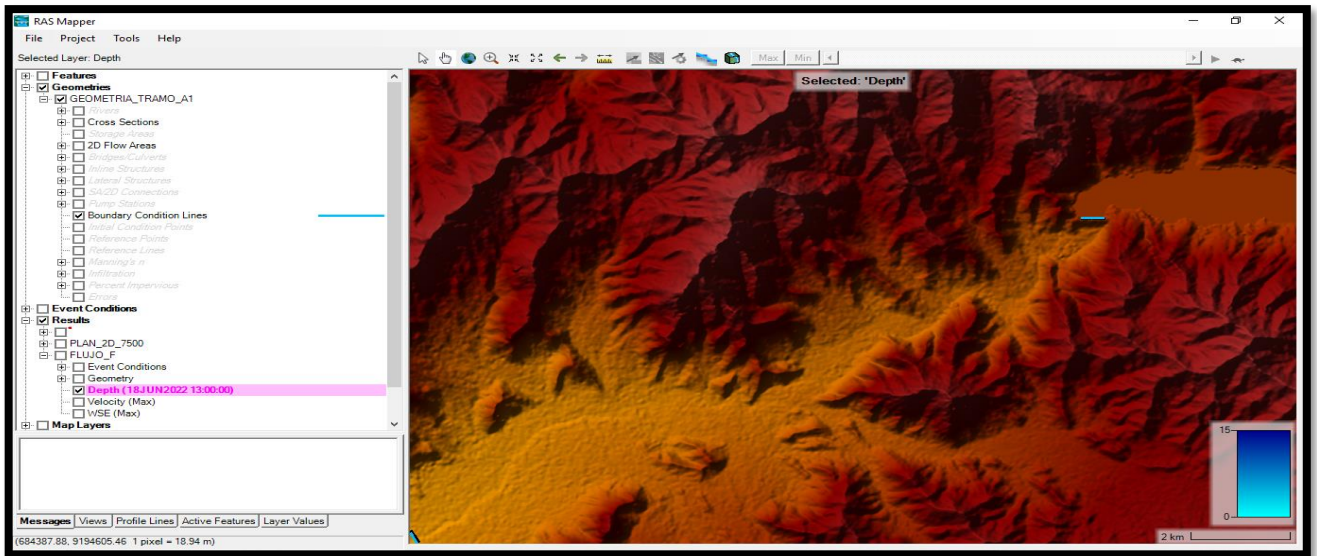
CUADRO N° 11
INICIO DEL ANÁLISIS DEL FLUJO



Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En el cuadro n°11, muestra la ventana en la cual se empieza a correr la simulación para determinar el tránsito de la onda.

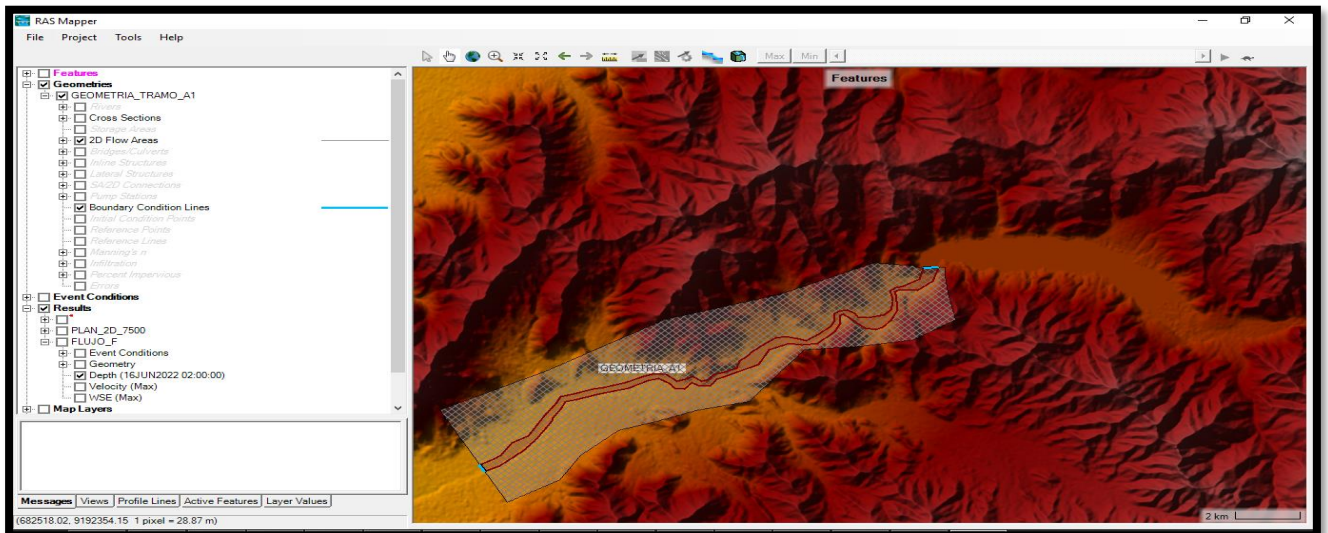
FIGURA N°7
DEM DEL PRIMER TRAMO EN EVALUACIÓN



Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En la figura n°7, se observa el DEM georeferenciado y listo para empezar a realizar la geometría del primer tramo.

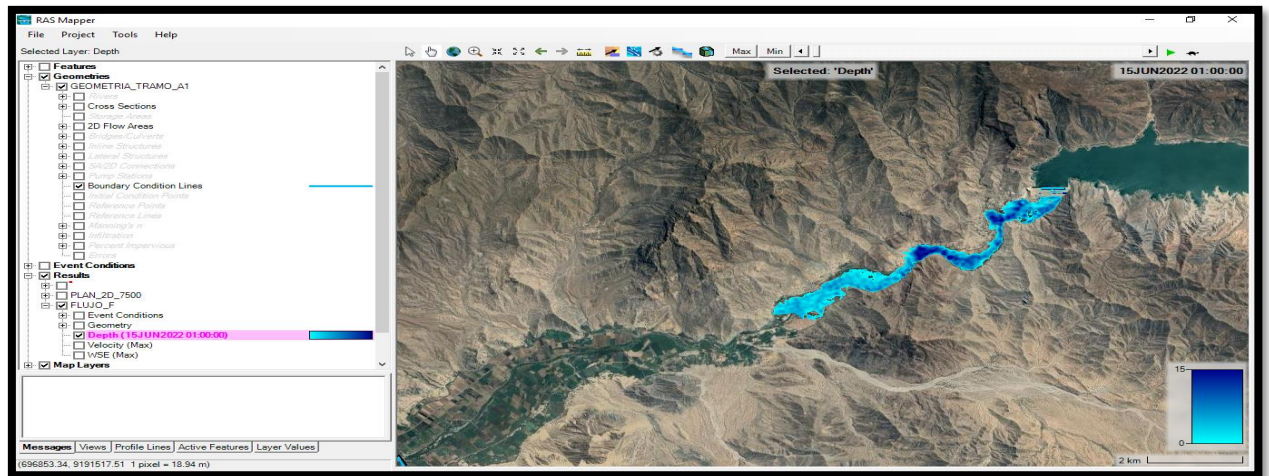
FIGURA N°8
PRIMER TRAMO EN EVALUACIÓN CON LA MALLA



Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En la figura n°8, muestra los parámetros que se utilizaron para poder definir el tránsito de la onda en el primer tramo.

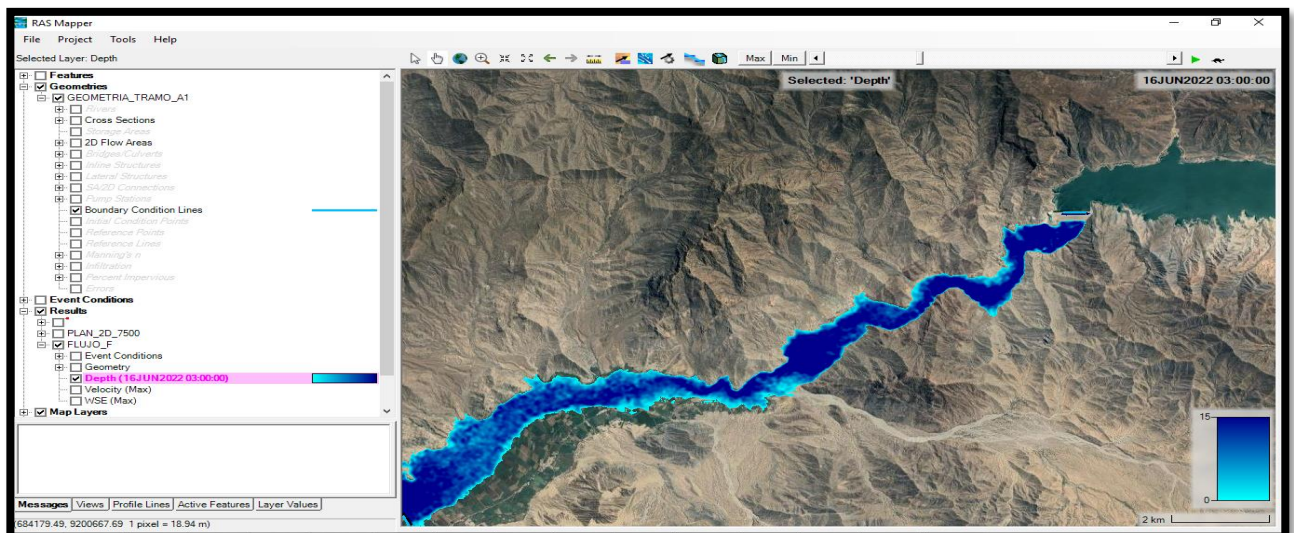
FIGURA N°9
INICIO DE LA SIMULACIÓN DEL PRIMER TRAMO



Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En la figura n°9, muestra mediante un gráfico 2D el inicio del tránsito de la onda que se produce tras la rotura de la presa GALLITO CIEGO en el primer tramo.

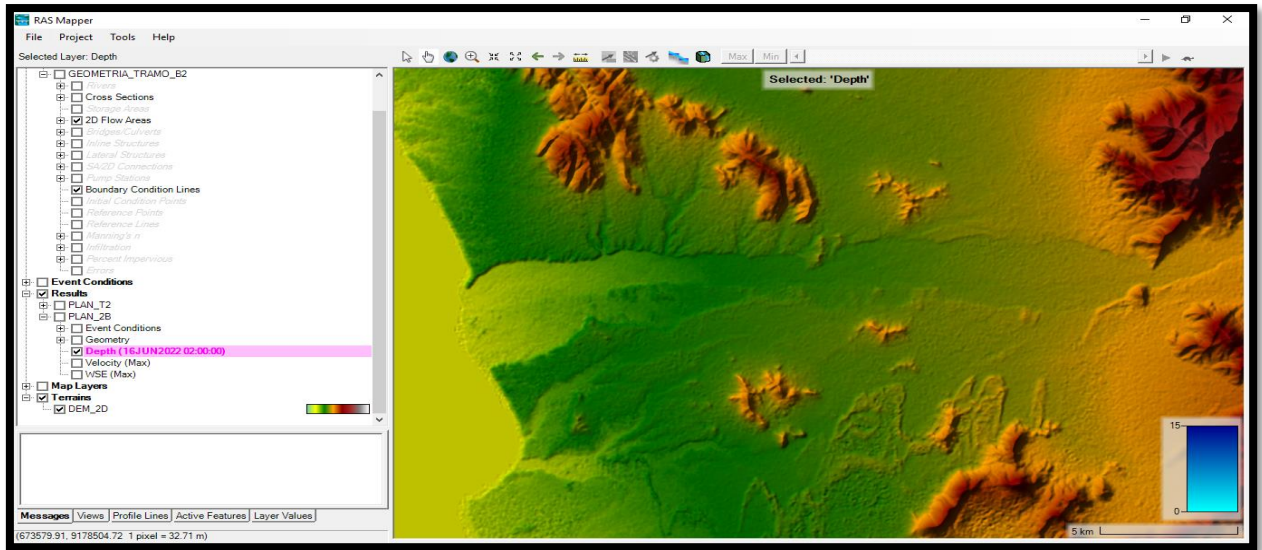
FIGURA N°10
FINAL DE LA SIMULACIÓN DEL PRIMER TRAMO



Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En la figura n°10, muestra mediante un gráfico 2D el final del tránsito de la onda que se produce tras la rotura de la presa GALLITO CIEGO en el primer tramo.

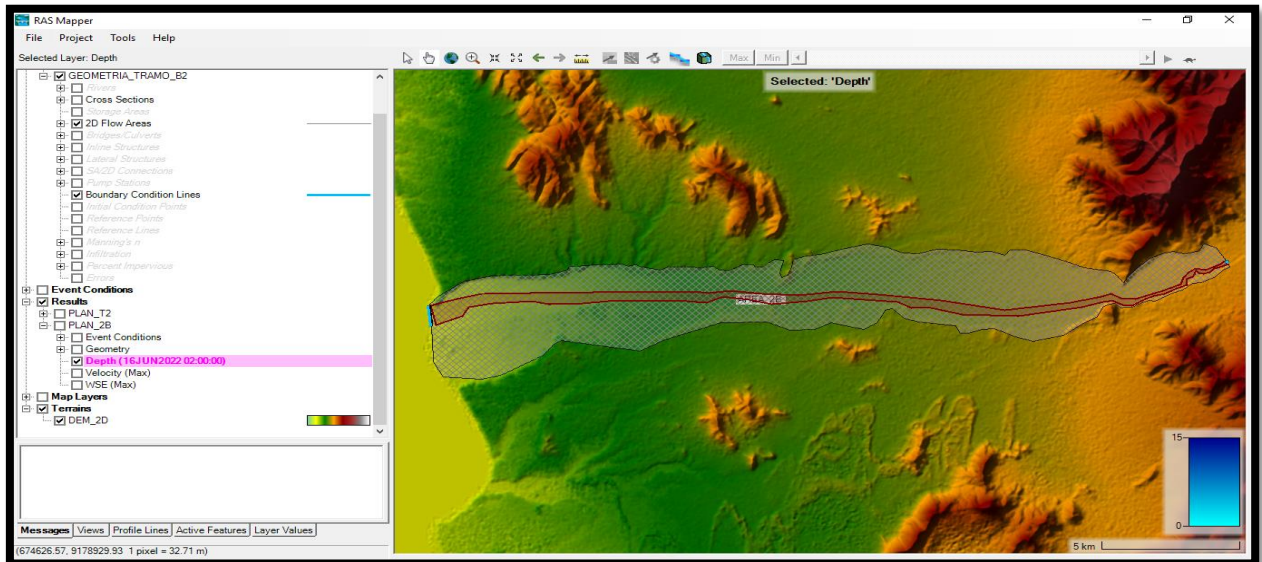
FIGURA N°11
DEM DEL SEGUNDO TRAMO EN EVALUACIÓN



Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En la figura n°11, se observa el DEM georeferenciado y listo para empezar a realizar la geometría del segundo tramo.

FIGURA N°12
SEGUNDO TRAMO EN EVALUACIÓN CON LA MALLA

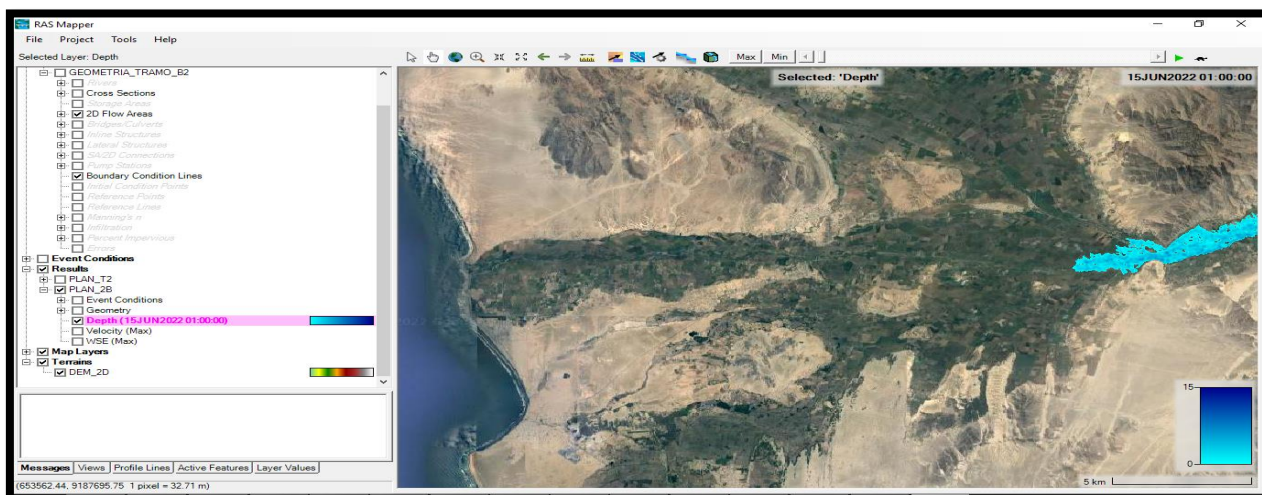


Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En la figura n°12, muestra los parámetros que se utilizaron para poder definir el tránsito de la onda en el segundo tramo.

FIGURA N°13

INICIO DE LA SIMULACIÓN DEL SEGUNDO TRAMO

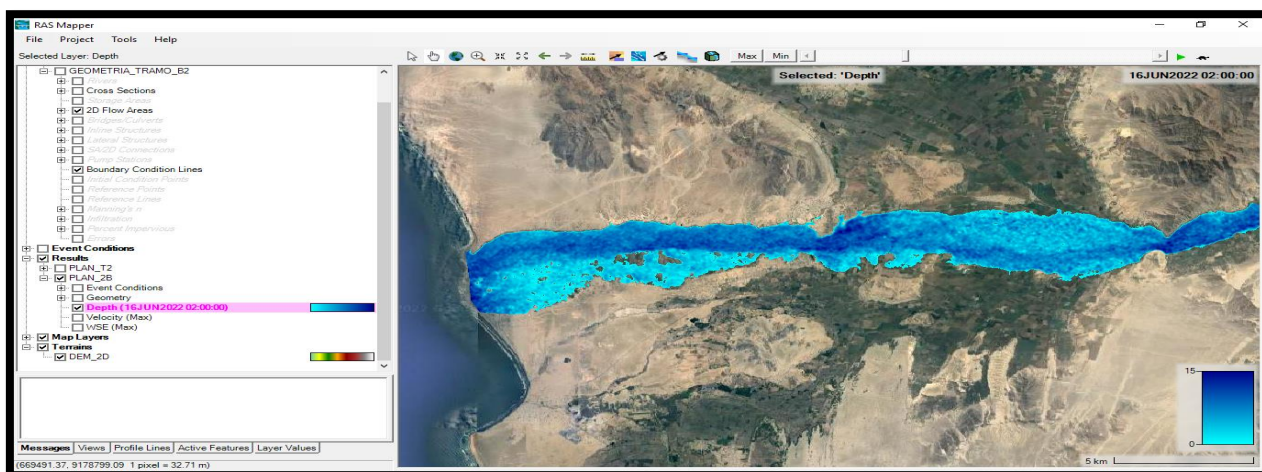


Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En la figura N°13, muestra mediante un gráfico 2D el inicio del tránsito de la onda que se produce tras la rotura de la presa GALLITO CIEGO en el segundo tramo.

FIGURA N°14

FINAL DE LA SIMULACIÓN DEL SEGUNDO TRAMO



Fuente: Software HEC RAS
Elaboración propia

Interpretación: En la figura n°14, muestra mediante un gráfico 2D el final tránsito de la onda que se produce tras la rotura de la presa GALLITO CIEGO en el segundo tramo.

V. DISCUSIÓN

1. En la presente investigación se tuvo como primer objetivo realizar la evaluación de las máximas avenidas del río Jequetepeque en la presa Gallito Ciego – Provincia de Contumazá – Cajamarca; los indicadores abordados tienen como antecedentes estudios hidrológicos realizados mediante métodos estadísticos para los diferentes periodos de retorno que sirvió para realizar la modelación hidráulica como lo plantea Mora, Wilfredy y Gilberto Rene (2016, p.14) donde los tesisistas realizan un modelamiento a las áreas de posible inundación con la herramienta HEC – RAS, con lo que se llega a simular el comportamiento hidrológico del río para diferentes periodos de retorno en los cuales se pudo verificar y actualizar toda la hidrología.

El análisis de los resultados del estudio hidrológico del río Jequetepeque se obtuvieron utilizando varios métodos estadísticos los cuales calcularon su caudal de diseño para varios periodos de retorno y aplicándolos a varios métodos, a comparación del tesisista Bejarano (2018), que nos indica que sus resultados fueron distintos a la cual el cálculo del caudal con el programa hidroesta por lo que le dio como resultado varios puntos para las diferentes precipitaciones y descargas.

2. Como segundo objetivo, respecto a la rotura de la presa se incluyen el perfil longitudinal del eje y secciones transversales para los dos escenarios de rotura, como lo plantea el tesisista Bustamante Yonatan (2013, p. 136). Los cuales nos ayudarán a determinar la rotura, de acuerdo a los escenarios de rotura el primer escenario considera la rotura por sobrevertimiento, la cual sobrepasa la corona de la presa y el segundo escenario por tubificación donde la brecha inicia por filtración en una zona puntual de la presa, con los cuales se puede determinar el tránsito de la onda la cual genera la rotura.

En la presente investigación se realizó dos simulaciones para los diferentes escenarios planteados, los cuales se obtuvieron como resultado el caudal máximo de descarga, para lo cual en el primer escenario que fue

sobrevvertimiento se obtuvo un caudal máximo de 63,456.70 m³/s, para el segundo escenario que fue por tubificación se obtuvo un caudal máximo de 58,212.30 m³/s, mientras que el tesista Ircañaupa (2015), en su investigación realizada después de su simulación obtuvo en su en su primer escenario un caudal máximo de 22,471.647 m³/s y para la simulación de su segundo escenario obtuvo como resultado un caudal máximo de 953.255 m³/s.

Así mismo, realizando las simulaciones correspondientes en los dos escenarios, en el primer escenario que es por sobre vertimiento se obtuvo como tiempo de descarga 1.86 horas y en el segundo escenario que es por tubificación se obtuvo un tiempo de descarga de 0.80 horas, mientras que el tesista Ircañaupa (2015), en su investigación realizada obtuvo como resultados para su primer escenario el tiempo de 1.25 horas y para su segundo escenario el tiempo de 2.13 horas.

3. Como tercer objetivo que es respecto al tránsito de la onda que se genera tras la rotura de la presa donde los pobladores tienen un riesgo alto, debido a que el flujo de agua cubre parcialmente las viviendas de estos. Contrariamente a lo que sucede con una zona del campamento Gallito Ciego, donde no llega el agua, debido a que se encuentra a una altura fuera del alcance del pico máximo de la onda de rotura, como lo plantea el tesista Bustamante Yonatan (2013, p. 164). Lo cual sucede lo mismo con la rotura de la presa gallito ciego en donde el tránsito de la onda no llega al campamento ya que se encuentra en una cota más elevada a la corona de la presa, pero al resto de los pueblos aguas abajo si llega a afectar en gran parte en su trayectoria hasta el mar.

Para el modelamiento hidráulico del tránsito de la onda que se producía tras la rotura de la presa se realizó con el programa Hec-Ras aplicando los resultados para un periodo retorno de 7,500 años, lo cual se obtuvo el área la cual sería afectada por la inundación, a comparación de los tesisistas Pumachaico y Zavaleta(2020), los cuales realizaron su modelamiento usando el mismo programa Hec-Ras pero utilizando

solamente un periodo de retorno de 100 años los cuales obtuvieron la velocidad de flujo y tirante.

Se determinó que el modelamiento del tránsito de la onda que se genera tras la rotura de la presa el cual se realizó utilizando el programa Hec-Ras arrojando como resultado un área de 11,358.00 ha, la cual sería afectada por la inundación, mientras que los tesisistas Aguilar y Mamani (2019), realizaron su investigación usando el programa Geo-HecRas 2D indicando que el área afectada en su investigación fue de 101,680.57 m², lo cual se vio afectado viviendas y habitantes damnificados.

VI. CONCLUSIONES

- Se determino en la simulación de la rotura de la presa de gallito ciego, que al darse este efecto se pudo observar como el agua comienza a trazar su curso tras la rotura de la presa así mismo arrasando con todos los cultivos y viviendas aguas abajo. Con un caudal de 63,456.70 m³/s y causando un daño de 11,358 ha de área, siguiendo su curso hasta el mar.
- Se determino el caudal de máxima avenida al embalse a hidrología realizada la máxima avenida de ingreso al embalse Gallito Ciego estimada para el periodo de retorno los 2,000 años corresponde a 3,189.72 m³/s y con ese ingreso al embalse Gallito Ciego, se generó un ascenso del nivel de embalse hasta la cota 410.71 m.s.n.m, con lo que el aliviadero de demasías estaría operando con una descarga máxima de 1,582.286 m³/s.
- Se determino que para la rotura de la presa Gallito Ciego, en condiciones de ingresos extremos que provocarían el sobrevertimiento, se produciría con un caudal máximo extraordinario de ingreso al reservorio de 4,087.84 m³/s, correspondientes a un periodo de retorno de 7,500 años. La brecha que se formaría en el dique luego del reboce del agua por el dique, se ubicaría en el centro del dique, entre las cotas 338 y 413.00 m.s.n.m., según el método de Froehlich (2008)², el tiempo de rotura o falla de la presa se desarrollaría en 1.86 horas. El caudal máximo que se descargaría luego de la falla del dique, por la brecha ascendería a 63,456.70 m³/s.

La rotura de la presa Gallito Ciego, en condiciones normales, generada por tubificación, se produciría con un caudal máximo de ingreso al reservorio de 4,087.84 m³/s, por lo que aplicando el mismo método del sobrevertimiento, el tiempo de rotura o falla de la presa se desarrollaría en 0.80 horas. El caudal máximo que se descargaría luego de la falla del dique, por la brecha ascendería a 58,212.30 m³/s.

- Se determino al modelamiento el área afectada corresponde a 11,358 ha el área de inundación y a un perímetro es de 100,032 m. la zona donde

² Se eligió este método por las condiciones del terreno y los materiales con los que se construyó la presa.

se ubica el campamento no es afectado por la rotura de la presa ya que se encuentra en una cota 340.00 m.s.n.m, pero los pueblos que están aguas abajo de la presa si ya que primer pueblo que sería afectado se encuentra en la cota 310.00 m.s.n.m.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que se debe de implementar un control dentro del cuerpo de la presa para poder determinar si ha tenido algún tipo de desplazamiento y así poder detectar si la presa esta por colapsar y a su vez poder dar aviso a los habitantes asentados aguas abajo para su pronta evacuación.
- Se recomienda reactivar la estación hidrológica de alerta temprana ubicada en el km 75 de la carretera a Cajamarca y también automatizar la estación hidrológica Yonan para poder obtener una lectura de datos en tiempo real.
- En el presente trabajo de investigación está dirigido a un análisis de falla específicamente del cuerpo de la presa Gallito Ciego, que es uno de los objetivos del presente trabajo, recomendando tener un mejor control y supervisión del cuerpo de la presa para que puedan evitar una rotura por tubificación, implementar un tipo de alerta a los pueblos aguas abajo para que puedan evacuar y así poder evitar pérdidas humanas.
- Se le recomienda a PEJEZA y a la JUNTA DE USUARIOS DEL VALLE DE JEQUETEPEQUE ya que son las entidades encargadas de la administración, operación y mantenimiento deben de tener en cuenta en la elaboración de su Plan de Acción para Emergencias (PAE); aun considerando que, el estudio de rotura de presas en nuestro país es un tema de aplicación nuevo al cual debemos darle mayor énfasis.

REFERENCIAS

- BLADÉ, E., SÁNCHEZ, M., SÁNCHEZ, H., NIÑEROLA, D., & GÓMEZ, M. (2009). *Modelación Numérica en ríos en Régimen Permanente y Variable: Una visión a partir del modelo HEC-RAS*. Barcelona: Ediciones UPC.
- BOLIVAR BELLO, G. (2020). *Modelamiento Hidrológico e Hidráulico Bidimensional del Río Marñón sector Puente Tingó Chico carretera Huánuco - Conococha*. Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.
- BRUNNER, G. (Agosto de 2002). HEC-RAS (river analysis system). *North American Water and Environment Congress & Destructive Water*, 3782-3787. Obtenido de <https://cedb.asce.org/CEDBsearch/record.jsp?dockkey=0100264>
- BURT, T., & MCDONNELL, J. (2015). Whither field hydrology? The need for discovery science and outrageous hydrological hypotheses. *Water Resources Research*, 51(8), 5919-5928.
- CHAKRABORTY, S. (2015). Generating discrete analogues of continuous probability distributions-A survey of methods and constructions. *Journal of Statistical Distributions and Applications*, 2(1), 1-30.
- CHALCO GUERRA, A. (2018). *Análisis comparativo de simulación de crecidas para estimar los riesgos por la rotura de represas – Microcuenca Palermo, El Carmen, Churcampa – Huancavelica*. Tesis pregrado, Universidad Nacional del Centro de Perú, Huancayo.
- CHILITO, E. (2018). *Definición de zonas de inundación mediante el uso del modelo de simulación HEC-RAS en un tramo de Caño Grande, Barrio El Rubí - Villavicencio*. Tesis pregrado, Universidad Santo Tomás, Colombia.
- CRESPO, P. (2020). Los métodos de investigación educativa: Una revisión desde América Latina. *Revista Electrónica en Educación y Pedagogía*, 4(6), 10-13.
- DAZA, O. (2021). *Revisión bibliográfica entre el concreto auto reparable y el concreto convencional*. Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- DE LA CUBA, P. (2021). *Modelamiento hidráulico bidimensional de una bocatoma tipo tirolesa en el río Santa Rosa en el distrito de Aquia, Bolognesi, Ancash*. Tesis pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Aquia.
- DIAZ GUTIERREZ, J. (2020). *Modelamiento hidráulico del río cascás, tramo Chuchalac - Palmira con fines de prevención de inundaciones, Gran Chimú - La Libertad, 2020*. Tesis pregrado, Universidad César Vallejo, Trujillo.
- GUTIERREZ, A. (2022). Conceptos para gestión de inundaciones en la región LAC, modelación e hidrología de extremos. *Aqua-LAC*, 14(1), 1-10.
- IRCAÑAUPA, A. (2015). *Modelo Numérico orientado a la simulación de crecidas a partir de una rotura de Presa*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga, Ayacucho.

- KUNDU, D., GUPTA, R. D., & MANGLICK, A. (2005). Discriminating between the log-normal and generalized exponential distributions. *Journal of Statistical Planning and Inference*, 127(1-2), 213-227.
- LOZADA, J. (2014). Investigación aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 3(1), 47-50. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
- MAMANI, L., & GIL, M. (2014). *Modelo regional aplicado a las maximas avenidas en las cuencas de los rios: Ilave, Callacame y Zapatilla*. Universidad Nacional Del Altiplano, Puno. Obtenido de oai:repositorio.unap.edu.pe:UNAP/5444
- MORGAN, G., & HARMON, R. (2001). Data collection techniques. *ournal-American Academy Of Child And Adolescent Psychiatry*, 40(8), 973-976.
- OCHOA, R., & MARIÑO, W. (2016). *Modelamiento de zonas de inundación por medio de las herramientas HEC-RAS, GEO-RAS ARCGIS, para el sector comprendido entre los municipios de corrales-Paz de Rio Largo del Rio Chicamocha, en el departamento de Boyacá*. Tesis pregrado, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia.
- OYOLA, V. (2016). *Propuesta para la modelación numérica de rotura de una presa de tierra de contención de relaves convencionales*. Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/5532>
- PALAVECINO RAMOS, A. (2015). *Modelamiento bidimensional del flujo generado por la rotura de una presa tierra, utilizando el programa IBER*. Tesis de maestría, Escuela Politécnica Nacional, Quito.
- PÉREZ, S., TORRES, L., & MEDINA, J. (2021). Revisión sistemática de las metodologías para tomar acciones que minimizan los efectos negativos ocasionados por las máximas avenidas de los ríos. *La Técnica: Revista de las Agrociencias*, 1(25), 88-102.
- PRENSA. (25 DE MARZO DE 2019). Agua de Represa Gallito Ciego Descarga por Aliviadero de Crecidas. *UNDiario*. Obtenido de <https://undiario.pe/2019/03/25/agua-de-represa-gallito-ciego-descarga-por-aliviadero-de-crecidas>
- QUECEDO, M., PASTOR, M., HERREROS, M., & FERNÁNDEZ, J. (2001). Simulación de ondas de avenida causadas por rotura de presas. *Revista Digital del Cedex*(121), 23-23.
- RAHI, S. (2017). Research design and methods: A systematic review of research paradigms, sampling issues and instruments development. *International Journal of Economics & Management Sciences*, 6(2), 1-5.
- RATEB, A., & LABANA, M. (2019). An optimal low complexity PAPR reduction technique for next generation OFDM systems. *IEEE Access*, 7, 16406-16420.
- RIQUERO, W. (2020). *MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO DE INUNDACIONES ANTE MÁXIMAS AVENIDAS: 2010-2020. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA*. Cajamarca: Universidad Privada del Norte.

- RIVERA, E., & GONZALEZ, D. (2017). Software de Modelización Hidráulico en Canales. *L'esprit Ingénieur*, 8(1).
- RODRIGUEZ URREA, F. (2018). *Análisis de rompimiento de presas aplicado al embalse El Quillay, Río Combarbalá*. Universidad Técnica Federico Santa María, Chile.
- SABAT, M. (2012). *Análisis del flujo inducido por el rompimiento de una presa mediante simulaciones numéricas*. Tesis de maestría, Universidad de Concepción, Chile.
- SAMPIERI, R. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta ed.). México: Mc Graw Hill Education.
- SANZ, M., OLIVARES, G., & BLADE, E. (2017). Simulación de rotura de presas aterradas con fondo móvil. Caso de estudio. *GEAMA*, 1-11.
- SHIGEMATSU, T., LIU, P., & ODA, K. (2004). Modelización numérica de estados iniciales de ondas de rotura de presas. *Ingeniería del agua*, 11(4), 425–434. doi:10.4995/ia.2004.2545
- TAM, J., VERA, G., & OLIVEROS, R. (2008). Tipos, métodos y estrategias de investigación científica. *Pensamiento y Acción*, 5, 145-154.
- TINOCO, T. (julio de 2019). Modelamiento del riesgo de inundación por la ocurrencia de descargas máximas del río Santa, sector Challhua, Huaraz-Ancash. *Aporte Santiaguino*, 12(2), 214-227. doi:10.32911/as.2019.v12.n2.643
- TORRES, V. (2013). *Estado del arte de gestión del riesgo operativo en Colombia y otros países enfocada en la revisión de un modelo de medición para el contexto colombiano*. Tesis de pregrado, Universidad Autónoma de Bucaramanga. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12749/16152>.
- US ARMY CORPS OF ENGINEERS. (Marzo de 2008). *Hydrologic Engineering Center (HEC-RAS) River Analysis*. Obtenido de Reference Manual Versión 4.0: <https://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/>
- VAN DER, D., & DU PLESSIS, J. (2022). Flood frequency analysis–Part 1: Review of the statistical approach in South Africa. *Water SA*, 48(2), 15-20.
- VENTURA, C. (2016). *Proyecto Especial Jequetepeque - Zaña*. Obtenido de Complejo Turístico Gallito Ciego: <http://www.pejeza.gob.pe/turismo.php>
- VOLPI, E. (2019). On return period and probability of failure in hydrology. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 6(3), 1340.
- WEHLAND, F., PANAIOTU, C., APPEL, E., HOFFMANN, V., JORDANOVA, D., & DENUT, I. (Noviembre de 2002). The dam breakage of Baia Mare - a pilot study of magnetic screening. *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 27(25-31), 1371-1376. doi:[https://doi.org/10.1016/S1474-7065\(02\)00121-3](https://doi.org/10.1016/S1474-7065(02)00121-3)

ANEXOS

ANEXO N° 1

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD AUTOR

ANEXO N° 2

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD ASESOR

Anexo 3: Matriz de operacionalización de variables

| VARIABLES DE ESTUDIO | DEFINICIÓN CONCEPTUAL | DEFINICIÓN OPERACIONAL | DIMENSIÓN | INDICADORES | ESCALA DE MEDICIÓN |
|-------------------------|--|---|--------------------------------------|--|--------------------|
| Modelamiento hidráulico | Se define como la estructura digital (virtual) de la red de distribución de agua que puede reproducir y predecir su comportamiento para probar y definir soluciones. (Rivera & Gonzalez, 2017) | El modelamiento es una manera de poder simular de manera digital una distribución de agua para poder conocer el comportamiento y así mismo poder saber que podría pasar a futuro y al haber algún error se pueda realizar algunas pruebas para poder definir soluciones | El uso y manejo del software HEC-RAS | <ul style="list-style-type: none"> • Resultados de los cálculos hidráulicos • La evaluación del área afectada aguas abajo. | Escala de razón |
| Rotura de presa | Definida como una descarga de inundación violenta y descontrolada, que resulta de la formación de un espacio de descarga de inundación en la cortina de la presa, lo que resulta en una inundación en forma de ola en el valle aguas abajo del embalse. (Quecedo, Pastor, Herreros, & Fernández, 2001) | Una rotura de presa es cuando ocurre un fallo en la estructura de la presa debido a un diseño erróneo del aliviadero, del macizo de la presa o de la cimentación de la misma debido a lluvias extremas. | El tránsito de la onda | <ul style="list-style-type: none"> • El caudal máximo de embalse. • El caudal de rotura de la presa. | Escala de razón |

Anexo 4: Matriz de consistencia

| TITULO | Modelamiento Hidráulico Bidimensional Del Tránsito De La Onda Generada Por La Rotura De Una Presa De Tierra Zonificada Aplicada A La Presa Gallito Ciego -Cajamarca, Perú 2021 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES E INDICADORES | | | METODOLOGÍA |
| <p>¿Cuál será el resultado de realizar un modelamiento hidráulico bidimensional del tránsito de la onda generada por la rotura de una presa de tierra zonificada aplicada a la presa gallito ciego - Cajamarca, Perú 2021?</p> | <p>Objetivo general</p> | <p>El modelamiento hidráulico bidimensional del tránsito de la onda generada por la rotura de una presa de tierra zonificada aplicada a la presa Gallito Ciego – Cajamarca, Perú 2021, permitirá disminuir la vulnerabilidad de la población de la presa aguas abajo.</p> | <p>Variable independiente</p> | <p>Dimensiones</p> | <p>Indicadores</p> | <p>Tipo de estudio</p> |
| | <p>Simular el comportamiento de la onda cinemática generada por la rotura de una presa de tierra y realizar su estimación de riesgo en la presa Gallito Ciego.</p> | | <p>Modelamiento hidráulico</p> | <p>El uso y manejo del software HEC-RAS</p> | <p>Resultados de los cálculos hidráulicos</p> | <p>Aplicativa</p> |
| | <ul style="list-style-type: none"> • Determinar las máximas avenidas del río Jequetepeque en GALLITO CIEGO • Determinar el caudal de rotura de la presa GALLITO CIEGO. • Determinar el tránsito de la onda del caudal de rotura aguas abajo de la presa. | | <p>La evaluación del área afectada aguas abajo.</p> | <p>Diseño de investigación</p> | <p>No Experimental</p> | |
| | | | <p>Variable dependiente</p> | <p>Dimensiones</p> | <p>Indicadores</p> | <p>Población</p> |
| | | | <p>Rotura de presa</p> | <p>El tránsito de la onda</p> | <p>El caudal máximo de embalse</p> | <p>Muestra</p> |
| | | | | | <p>El caudal de la rotura de la presa</p> | <p>Desde el eje de la presa hasta la desembocadura del río Jequetepeque en el océano pacífico</p> |

ANEXO N°5:
TABLAS UTILIZADAS

Tabla N° 4:

Coeficiente C_b según la capacidad de almacenamiento del embalse

| Tamaño del embalse (10^6 m^3) | C_b (m) |
|--|--------------|
| < 1.23 | 6.1 |
| 1.23 a 6.17 | 18.3 |
| 6.18 12.3 | 42.7 |
| > 12.3 | 54.9 |

Fuente: Prediction of Embankment Dam Breach Parameters (1998).

Tabla N° 5:

Niveles de Significancia

| TAMAÑO DE MUESTRA n | NIVEL DE SIGNIFICANCIA α | | | | |
|------------------------|---------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | 0.2 | 0.1 | 0.05 | 0.02 | 0.01 |
| 1 | 0.9 | 0.1 | 0.975 | 0.99 | 0.995 |
| 2 | 0.684 | 0.776 | 0.842 | 0.9 | 0.929 |
| 3 | 0.565 | 0.636 | 0.708 | 0.689 | 0.829 |
| 4 | 0.493 | 0.565 | 0.624 | 0.689 | 0.829 |
| 5 | 0.477 | 0.509 | 0.583 | 0.627 | 0.689 |
| 6 | 0.41 | 0.468 | 0.519 | 0.577 | 0.617 |
| 7 | 0.381 | 0.436 | 0.483 | 0.538 | 0.576 |
| 8 | 0.359 | 0.41 | 0.454 | 0.507 | 0.542 |
| 9 | 0.339 | 0.387 | 0.43 | 0.48 | 0.513 |
| 10 | 0.323 | 0.369 | 0.409 | 0.457 | 0.486 |
| 11 | 0.308 | 0.352 | 0.391 | 0.437 | 0.468 |
| 12 | 0.295 | 0.338 | 0.375 | 0.419 | 0.449 |
| 13 | 0.285 | 0.325 | 0.361 | 0.404 | 0.432 |
| 14 | 0.275 | 0.314 | 0.349 | 0.39 | 0.418 |
| 15 | 0.266 | 0.304 | 0.338 | 0.377 | 0.404 |
| 20 | 0.232 | 0.265 | 0.294 | 0.329 | 0.352 |
| 25 | 0.208 | 0.238 | 0.264 | 0.295 | 0.317 |
| 30 | 0.19 | 0.218 | 0.242 | 0.27 | 0.29 |
| 40 | 0.165 | 0.189 | 0.21 | 0.235 | 0.252 |
| n grande | $1.07/n^{1/4}$ | $1.22/n^{1/2}$ | $1.36/n^{1/2}$ | $1.52/n^{1/2}$ | $1.63/n^{1/2}$ |

Fuente: Fundamentos de hidrología de superficie, Aparicio F., 1992

ANEXO N°6

PERMISOS



Chimbote, 07 de Diciembre del 2021

CARTA N°01-2021

Señor(a):

Nancy Palacios Linares

Presidenta de la junta de usuarios del sector hidráulico menor Jequetepeque - Clase A

Junta de Usuarios Jequetepeque

Mz. "B" Lt. 11 - A.H. CAFETAL III Guadalupe - Pacasmayo - La Libertad - Perú

Guadalupe/Pacasmayo/La Libertad

Asunto : Autorización para recopilación de información técnica de la Presa Galito Ciego

Referencia : Proyecto de Tesis "Modelamiento hidráulico bidimensional del tránsito de la onda generada por la rotura de una presa de tierra zonificada aplicada a la presa Galito Ciego – Cajamarca, Perú 2021"

Por medio del presente, se dirige gratamente a usted, el alumno LUJAN CORDOVA CARLOS DOS SANTOS VICTOR, identificado con DNI 74145870, el mismo que cursa el noveno ciclo de Ingeniería Civil en la Universidad César Vallejo,

En ese sentido, el suscrito está realizando el proyecto de investigación "Modelamiento hidráulico bidimensional del tránsito de la onda generada por la rotura de una presa de tierra zonificada aplicada a la presa Galito Ciego – Cajamarca, Perú 2021". Es por ello, que solicito a usted que disponga a quien corresponda que me brinde las facilidades para el desarrollo de la presente investigación, para lo cual básicamente necesito realizar las siguientes actividades:

- Revisión de la información técnica de la presa y de sus estructuras conexas.
- Visitas técnicas a las instalaciones de la presa.
- Recorrido del río Jequetepeque aguas abajo de la presa, otros.

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle una muestra especial de mi consideración y estima.

Atentamente

Lujan Córdova Carlos Dos Santos Victor

DNI:74145870



Chimbote, 07 de Diciembre del 2021

CARTA N°01-2021

Señor(a):
Nancy Palacios Linares
Presidenta de la junta de usuarios del sector hidráulico menor Jequetepeque - Clase A
Junta de Usuarios Jequetepeque
Mz. "B" Lt. 11 - A.H. CAFETAL III Guadalupe - Pacasmayo - La Libertad - Perú
Guadalupe/Pacasmayo/La Libertad

Asunto : Autorización para recopilación de información técnica de la Presa Galito Ciego
Referencia : Proyecto de Tesis "Modelamiento hidráulico bidimensional del tránsito de la onda generada por la rotura de una presa de tierra zonificada aplicada a la presa Galito Ciego – Cajamarca, Perú 2021"

Por medio del presente, se dirige gratamente a usted, el alumno LUJAN CORDOVA CARLOS DOS SANTOS VICTOR, identificado con DNI 74145870, el mismo que cursa el noveno ciclo de Ingeniería Civil en la Universidad César Vallejo.

En ese sentido, el suscrito está realizando el proyecto de investigación "Modelamiento hidráulico bidimensional del tránsito de la onda generada por la rotura de una presa de tierra zonificada aplicada a la presa Galito Ciego – Cajamarca, Perú 2021". Es por ello, que solicito a usted que disponga a quien correspondía que me brinde las facilidades para el desarrollo de la presente investigación, para lo cual básicamente necesito realizar las siguientes actividades:

- Revisión de la información técnica de la presa y de sus estructuras conexas.
- Visitas técnicas a las instalaciones de la presa.
- Recorrido del río Jequetepeque aguas abajo de la presa, otros.

Seguro de contar con su apoyo, aprovecho la oportunidad para expresarle una muestra especial de mi consideración y estima.

Atentamente


Lujan Córdova Carlos Dos Santos Victor
DNI:74145870




07/12/2021




JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRAULICO MENOR-JEQUETEPEQUE CLASE A

RUC: 20156047865

Reconocida con R.D. 176-79-DR-III-T de fecha 12-07-79

Mz. "B" Lt. 11 - A.H. CAFETAL III - GUADALUPE

Teléfono: 566524 - 566022

"AÑO DEL BICENTENARIO DEL PERÚ: 208 AÑOS DE INDEPENDENCIA"

Yonán, 13 de diciembre del 2021

CARTA N° 167 - 2021-JU/SHMJ/OMD/HM/OHA

Señor Tesista
CARLOS DOS SANTOS V. LUJAN CORDOVA
Tesista Universidad Cesar Vallejo – UCV
Facultad Ingeniería Civil
Presente. -

ASUNTO : AUTORIZACION DEL USO DE LA INFORMACION PARA TESIS.

REFERENCIA : CARTA N° 01 – 2021 (07.12.2021).

Me dirijo a usted para saludarle, asimismo respecto al asunto manifestarle que está autorizado para hacer uso de la información hidrométrica, batimétrica, topográfica contenida en los manuales de Operación y Mantenimiento de la presa Galito Ciego, para la elaboración de su tesis titulada "Modelamiento Hidráulico Bidimensional del Tránsito de la Onda Generada por la Rotura de una Presa de Tierra Zonificada Aplicada a la presa Galito Ciego – Cajamarca, Perú 2021", para tal fin deberá coordinar con los jefes de las unidades correspondientes para revisar y dar conformidad a la información requerida.

Sin otro particular quedo de usted

Atentamente,

Recibido: 13-12-2021

JUNTA DE USUARIOS DEL SECTOR HIDRAULICO
MENOR-JEQUETEPEQUE CLASE A

ING. WILLIAM TARRILLO BUSTAMANTE
SECRETARIO DE OPERACIONES



E-mail: juntajequetepeque@ujr-org.pe

COMISIONES DE USUARIOS: CHEPEN, GUADALUPE, PACANGA, TALAMBO, HUABAL - ZAPOTAL, LIMONCARRO
PUEBLO NUEVO, SAN PEDRO, SAN JOSE, JEQUETEPEQUE, TECAPA, VENTANILLAS, TOLON, PAY PAY

ANEXO N°5
ESTUDIOS / ENSAYOS

Cuadro N° 12

Descargas máximas instantáneas ordenadas

| m | Caudal Max. (m3/s) | m | Caudal Max. (m3/s) |
|----|-----------------------|----|-----------------------|
| 1 | 53.50 | 40 | 330.00 |
| 2 | 58.90 | 41 | 330.00 |
| 3 | 85.00 | 42 | 331.57 |
| 4 | 85.50 | 43 | 331.74 |
| 5 | 87.90 | 44 | 342.50 |
| 6 | 94.80 | 45 | 348.00 |
| 7 | 117.40 | 46 | 369.45 |
| 8 | 121.44 | 47 | 414.50 |
| 9 | 125.90 | 48 | 420.90 |
| 10 | 130.20 | 49 | 451.27 |
| 11 | 130.40 | 50 | 453.30 |
| 12 | 139.00 | 51 | 454.50 |
| 13 | 146.10 | 52 | 461.28 |
| 14 | 147.65 | 53 | 466.70 |
| 15 | 154.90 | 54 | 466.80 |
| 16 | 155.40 | 55 | 482.50 |
| 17 | 157.00 | 56 | 490.00 |
| 18 | 160.00 | 57 | 499.12 |
| 19 | 163.22 | 58 | 506.20 |
| 20 | 166.80 | 59 | 511.60 |
| 21 | 170.05 | 60 | 516.00 |
| 22 | 172.40 | 61 | 528.77 |
| 23 | 172.87 | 62 | 548.13 |
| 24 | 181.30 | 63 | 552.43 |
| 25 | 189.80 | 64 | 582.00 |
| 26 | 200.00 | 65 | 584.15 |
| 27 | 202.00 | 66 | 594.10 |
| 28 | 207.40 | 67 | 599.20 |
| 29 | 224.09 | 68 | 625.41 |
| 30 | 224.30 | 69 | 649.80 |
| 31 | 228.00 | 70 | 700.00 |
| 32 | 233.50 | 71 | 740.20 |
| 33 | 237.20 | 72 | 816.27 |
| 34 | 243.80 | 73 | 931.50 |
| 35 | 249.00 | 74 | 973.00 |
| 36 | 271.50 | 75 | 1131.20 |
| 37 | 308.80 | 76 | 1422.80 |
| 38 | 313.09 | 77 | 1552.10 |
| 39 | 318.30 | 78 | 1601.00 |

Fuente: *Elaboración propia del autor*

Cuadro N° 13

Posiciones de trazado – probabilidades

| m | Caudal Max. (m3/s) | Probabilidades (P) | | | | | | |
|----|-----------------------|--------------------|-------|---------|------------|-------|-------|------------|
| | | California | Hazen | Weibull | Chegodayev | Blom | Tukey | Gringorten |
| 1 | 53.50 | 0.01 | 0.01 | 0.013 | 0.01 | 0.008 | 0.009 | 0.007 |
| 2 | 58.90 | 0.03 | 0.02 | 0.025 | 0.02 | 0.021 | 0.021 | 0.020 |
| 3 | 85.00 | 0.04 | 0.03 | 0.038 | 0.03 | 0.034 | 0.034 | 0.033 |
| 4 | 85.50 | 0.05 | 0.04 | 0.051 | 0.05 | 0.046 | 0.047 | 0.046 |
| 5 | 87.90 | 0.06 | 0.06 | 0.063 | 0.06 | 0.059 | 0.060 | 0.058 |
| 6 | 94.80 | 0.08 | 0.07 | 0.076 | 0.07 | 0.072 | 0.072 | 0.071 |
| 7 | 117.40 | 0.09 | 0.08 | 0.089 | 0.09 | 0.085 | 0.085 | 0.084 |
| 8 | 121.44 | 0.10 | 0.10 | 0.101 | 0.10 | 0.097 | 0.098 | 0.097 |
| 9 | 125.90 | 0.12 | 0.11 | 0.114 | 0.11 | 0.110 | 0.111 | 0.110 |
| 10 | 130.20 | 0.13 | 0.12 | 0.127 | 0.13 | 0.123 | 0.123 | 0.122 |
| 11 | 130.40 | 0.14 | 0.13 | 0.139 | 0.14 | 0.136 | 0.136 | 0.135 |
| 12 | 139.00 | 0.15 | 0.15 | 0.152 | 0.15 | 0.149 | 0.149 | 0.148 |
| 13 | 146.10 | 0.17 | 0.16 | 0.165 | 0.16 | 0.161 | 0.162 | 0.161 |
| 14 | 147.65 | 0.18 | 0.17 | 0.177 | 0.18 | 0.174 | 0.174 | 0.174 |
| 15 | 154.90 | 0.19 | 0.19 | 0.190 | 0.19 | 0.187 | 0.187 | 0.186 |
| 16 | 155.40 | 0.21 | 0.20 | 0.203 | 0.20 | 0.200 | 0.200 | 0.199 |
| 17 | 157.00 | 0.22 | 0.21 | 0.215 | 0.22 | 0.212 | 0.213 | 0.212 |
| 18 | 160.00 | 0.23 | 0.22 | 0.228 | 0.23 | 0.225 | 0.226 | 0.225 |
| 19 | 163.22 | 0.24 | 0.24 | 0.241 | 0.24 | 0.238 | 0.238 | 0.238 |
| 20 | 166.80 | 0.26 | 0.25 | 0.253 | 0.25 | 0.251 | 0.251 | 0.250 |
| 21 | 170.05 | 0.27 | 0.26 | 0.266 | 0.27 | 0.264 | 0.264 | 0.263 |
| 22 | 172.40 | 0.28 | 0.28 | 0.278 | 0.28 | 0.276 | 0.277 | 0.276 |
| 23 | 172.87 | 0.29 | 0.29 | 0.291 | 0.29 | 0.289 | 0.289 | 0.289 |
| 24 | 181.30 | 0.31 | 0.30 | 0.304 | 0.31 | 0.302 | 0.302 | 0.302 |
| 25 | 189.80 | 0.32 | 0.31 | 0.316 | 0.32 | 0.315 | 0.315 | 0.314 |
| 26 | 200.00 | 0.33 | 0.33 | 0.329 | 0.33 | 0.327 | 0.328 | 0.327 |
| 27 | 202.00 | 0.35 | 0.34 | 0.342 | 0.34 | 0.340 | 0.340 | 0.340 |
| 28 | 207.40 | 0.36 | 0.35 | 0.354 | 0.36 | 0.353 | 0.353 | 0.353 |
| 29 | 224.09 | 0.37 | 0.37 | 0.367 | 0.37 | 0.366 | 0.366 | 0.366 |
| 30 | 224.30 | 0.38 | 0.38 | 0.380 | 0.38 | 0.379 | 0.379 | 0.378 |
| 31 | 228.00 | 0.40 | 0.39 | 0.392 | 0.40 | 0.391 | 0.391 | 0.391 |
| 32 | 233.50 | 0.41 | 0.40 | 0.405 | 0.41 | 0.404 | 0.404 | 0.404 |
| 33 | 237.20 | 0.42 | 0.42 | 0.418 | 0.42 | 0.417 | 0.417 | 0.417 |
| 34 | 243.80 | 0.44 | 0.43 | 0.430 | 0.43 | 0.430 | 0.430 | 0.430 |
| 35 | 249.00 | 0.45 | 0.44 | 0.443 | 0.45 | 0.442 | 0.443 | 0.442 |
| 36 | 271.50 | 0.46 | 0.46 | 0.456 | 0.46 | 0.455 | 0.455 | 0.455 |
| 37 | 308.80 | 0.47 | 0.47 | 0.468 | 0.47 | 0.468 | 0.468 | 0.468 |
| 38 | 313.09 | 0.49 | 0.48 | 0.481 | 0.49 | 0.481 | 0.481 | 0.481 |
| 39 | 318.30 | 0.50 | 0.49 | 0.494 | 0.50 | 0.494 | 0.494 | 0.494 |

Fuente: Elaboración propia

| m | Caudal Max. (m3/s) | Probabilidades (P) | | | | | | |
|----|-----------------------|--------------------|-------|---------|----------------|-------|-------|------------|
| | | California | Hazen | Weibull | Chegoday ev | Blom | Tukey | Gringorten |
| 40 | 330.00 | 0.51 | 0.51 | 0.506 | 0.51 | 0.506 | 0.506 | 0.506 |
| 41 | 330.00 | 0.53 | 0.52 | 0.519 | 0.52 | 0.519 | 0.519 | 0.519 |
| 42 | 331.57 | 0.54 | 0.53 | 0.532 | 0.54 | 0.532 | 0.532 | 0.532 |
| 43 | 331.74 | 0.55 | 0.54 | 0.544 | 0.55 | 0.545 | 0.545 | 0.545 |
| 44 | 342.50 | 0.56 | 0.56 | 0.557 | 0.56 | 0.558 | 0.557 | 0.558 |
| 45 | 348.00 | 0.58 | 0.57 | 0.570 | 0.58 | 0.570 | 0.570 | 0.570 |
| 46 | 369.45 | 0.59 | 0.58 | 0.582 | 0.59 | 0.583 | 0.583 | 0.583 |
| 47 | 414.50 | 0.60 | 0.60 | 0.595 | 0.60 | 0.596 | 0.596 | 0.596 |
| 48 | 420.90 | 0.62 | 0.61 | 0.608 | 0.61 | 0.609 | 0.609 | 0.609 |
| 49 | 451.27 | 0.63 | 0.62 | 0.620 | 0.63 | 0.621 | 0.621 | 0.622 |
| 50 | 453.30 | 0.64 | 0.63 | 0.633 | 0.64 | 0.634 | 0.634 | 0.634 |
| 51 | 454.50 | 0.65 | 0.65 | 0.646 | 0.65 | 0.647 | 0.647 | 0.647 |
| 52 | 461.28 | 0.67 | 0.66 | 0.658 | 0.67 | 0.660 | 0.660 | 0.660 |
| 53 | 466.70 | 0.68 | 0.67 | 0.671 | 0.68 | 0.673 | 0.672 | 0.673 |
| 54 | 466.80 | 0.69 | 0.69 | 0.684 | 0.69 | 0.685 | 0.685 | 0.686 |
| 55 | 482.50 | 0.71 | 0.70 | 0.696 | 0.70 | 0.698 | 0.698 | 0.698 |
| 56 | 490.00 | 0.72 | 0.71 | 0.709 | 0.72 | 0.711 | 0.711 | 0.711 |
| 57 | 499.12 | 0.73 | 0.72 | 0.722 | 0.73 | 0.724 | 0.723 | 0.724 |
| 58 | 506.20 | 0.74 | 0.74 | 0.734 | 0.74 | 0.736 | 0.736 | 0.737 |
| 59 | 511.60 | 0.76 | 0.75 | 0.747 | 0.76 | 0.749 | 0.749 | 0.750 |
| 60 | 516.00 | 0.77 | 0.76 | 0.759 | 0.77 | 0.762 | 0.762 | 0.762 |
| 61 | 528.77 | 0.78 | 0.78 | 0.772 | 0.78 | 0.775 | 0.774 | 0.775 |
| 62 | 548.13 | 0.79 | 0.79 | 0.785 | 0.80 | 0.788 | 0.787 | 0.788 |
| 63 | 552.43 | 0.81 | 0.80 | 0.797 | 0.81 | 0.800 | 0.800 | 0.801 |
| 64 | 582.00 | 0.82 | 0.81 | 0.810 | 0.82 | 0.813 | 0.813 | 0.814 |
| 65 | 584.15 | 0.83 | 0.83 | 0.823 | 0.83 | 0.826 | 0.826 | 0.826 |
| 66 | 594.10 | 0.85 | 0.84 | 0.835 | 0.85 | 0.839 | 0.838 | 0.839 |
| 67 | 599.20 | 0.86 | 0.85 | 0.848 | 0.86 | 0.851 | 0.851 | 0.852 |
| 68 | 625.41 | 0.87 | 0.87 | 0.861 | 0.87 | 0.864 | 0.864 | 0.865 |
| 69 | 649.80 | 0.88 | 0.88 | 0.873 | 0.89 | 0.877 | 0.877 | 0.878 |
| 70 | 700.00 | 0.90 | 0.89 | 0.886 | 0.90 | 0.890 | 0.889 | 0.890 |
| 71 | 740.20 | 0.91 | 0.90 | 0.899 | 0.91 | 0.903 | 0.902 | 0.903 |
| 72 | 816.27 | 0.92 | 0.92 | 0.911 | 0.92 | 0.915 | 0.915 | 0.916 |
| 73 | 931.50 | 0.94 | 0.93 | 0.924 | 0.94 | 0.928 | 0.928 | 0.929 |
| 74 | 973.00 | 0.95 | 0.94 | 0.937 | 0.95 | 0.941 | 0.940 | 0.942 |
| 75 | 1131.20 | 0.96 | 0.96 | 0.949 | 0.96 | 0.954 | 0.953 | 0.954 |
| 76 | 1422.80 | 0.97 | 0.97 | 0.962 | 0.98 | 0.966 | 0.966 | 0.967 |
| 77 | 1552.10 | 0.99 | 0.98 | 0.975 | 0.99 | 0.979 | 0.979 | 0.980 |
| 78 | 1601.00 | 1.00 | 0.99 | 0.987 | 1.00 | 0.992 | 0.991 | 0.993 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 14

Posiciones de trazado – tiempo de retorno

| m | Caudal Max. (m3/s) | Probabilidades (P) | | | | | | |
|----|-----------------------|--------------------|--------|---------|------------|---------|---------|------------|
| | | California | Hazen | Weibull | Chegodayev | Blom | Tukey | Gringorten |
| 1 | 53.50 | 78.00 | 156.00 | 79.000 | 110.86 | 125.200 | 117.500 | 139.500 |
| 2 | 58.90 | 39.00 | 52.00 | 39.500 | 45.65 | 48.154 | 47.000 | 50.077 |
| 3 | 85.00 | 26.00 | 31.20 | 26.333 | 28.74 | 29.810 | 29.375 | 30.516 |
| 4 | 85.50 | 19.50 | 22.29 | 19.750 | 20.97 | 21.586 | 21.364 | 21.944 |
| 5 | 87.90 | 15.60 | 17.33 | 15.800 | 16.51 | 16.919 | 16.786 | 17.132 |
| 6 | 94.80 | 13.00 | 14.18 | 13.167 | 13.61 | 13.911 | 13.824 | 14.050 |
| 7 | 117.40 | 11.14 | 12.00 | 11.286 | 11.58 | 11.811 | 11.750 | 11.909 |
| 8 | 121.44 | 9.75 | 10.40 | 9.875 | 10.08 | 10.262 | 10.217 | 10.333 |
| 9 | 125.90 | 8.67 | 9.18 | 8.778 | 8.92 | 9.072 | 9.038 | 9.126 |
| 10 | 130.20 | 7.80 | 8.21 | 7.900 | 8.00 | 8.130 | 8.103 | 8.172 |
| 11 | 130.40 | 7.09 | 7.43 | 7.182 | 7.25 | 7.365 | 7.344 | 7.398 |
| 12 | 139.00 | 6.50 | 6.78 | 6.583 | 6.63 | 6.731 | 6.714 | 6.758 |
| 13 | 146.10 | 6.00 | 6.24 | 6.077 | 6.11 | 6.198 | 6.184 | 6.220 |
| 14 | 147.65 | 5.57 | 5.78 | 5.643 | 5.66 | 5.743 | 5.732 | 5.761 |
| 15 | 154.90 | 5.20 | 5.38 | 5.267 | 5.28 | 5.350 | 5.341 | 5.365 |
| 16 | 155.40 | 4.88 | 5.03 | 4.938 | 4.94 | 5.008 | 5.000 | 5.021 |
| 17 | 157.00 | 4.59 | 4.73 | 4.647 | 4.65 | 4.707 | 4.700 | 4.717 |
| 18 | 160.00 | 4.33 | 4.46 | 4.389 | 4.38 | 4.440 | 4.434 | 4.449 |
| 19 | 163.22 | 4.11 | 4.22 | 4.158 | 4.15 | 4.201 | 4.196 | 4.209 |
| 20 | 166.80 | 3.90 | 4.00 | 3.950 | 3.94 | 3.987 | 3.983 | 3.994 |
| 21 | 170.05 | 3.71 | 3.80 | 3.762 | 3.75 | 3.794 | 3.790 | 3.800 |
| 22 | 172.40 | 3.55 | 3.63 | 3.591 | 3.58 | 3.618 | 3.615 | 3.623 |
| 23 | 172.87 | 3.39 | 3.47 | 3.435 | 3.42 | 3.459 | 3.456 | 3.463 |
| 24 | 181.30 | 3.25 | 3.32 | 3.292 | 3.27 | 3.312 | 3.310 | 3.316 |
| 25 | 189.80 | 3.12 | 3.18 | 3.160 | 3.14 | 3.178 | 3.176 | 3.181 |
| 26 | 200.00 | 3.00 | 3.06 | 3.038 | 3.02 | 3.054 | 3.052 | 3.056 |
| 27 | 202.00 | 2.89 | 2.94 | 2.926 | 2.91 | 2.939 | 2.938 | 2.941 |
| 28 | 207.40 | 2.79 | 2.84 | 2.821 | 2.80 | 2.833 | 2.831 | 2.835 |
| 29 | 224.09 | 2.69 | 2.74 | 2.724 | 2.70 | 2.734 | 2.733 | 2.735 |
| 30 | 224.30 | 2.60 | 2.64 | 2.633 | 2.61 | 2.641 | 2.640 | 2.643 |
| 31 | 228.00 | 2.52 | 2.56 | 2.548 | 2.53 | 2.555 | 2.554 | 2.556 |
| 32 | 233.50 | 2.44 | 2.48 | 2.469 | 2.45 | 2.474 | 2.474 | 2.475 |
| 33 | 237.20 | 2.36 | 2.40 | 2.394 | 2.37 | 2.398 | 2.398 | 2.399 |
| 34 | 243.80 | 2.29 | 2.33 | 2.324 | 2.30 | 2.327 | 2.327 | 2.328 |
| 35 | 249.00 | 2.23 | 2.26 | 2.257 | 2.24 | 2.260 | 2.260 | 2.260 |
| 36 | 271.50 | 2.17 | 2.20 | 2.194 | 2.17 | 2.196 | 2.196 | 2.197 |
| 37 | 308.80 | 2.11 | 2.14 | 2.135 | 2.11 | 2.137 | 2.136 | 2.137 |
| 38 | 313.09 | 2.05 | 2.08 | 2.079 | 2.06 | 2.080 | 2.080 | 2.080 |
| 39 | 318.30 | 2.00 | 2.03 | 2.026 | 2.01 | 2.026 | 2.026 | 2.026 |

Fuente: Elaboración propia

| m | Caudal Max. (m ³ /s) | Probabilidades (P) | | | | | | |
|----|------------------------------------|--------------------|-------|---------|----------------|-------|-------|------------|
| | | California | Hazen | Weibull | Chegoday ev | Blom | Tukey | Gringorten |
| 40 | 330.00 | 1.95 | 1.97 | 1.975 | 1.95 | 1.975 | 1.975 | 1.975 |
| 41 | 330.00 | 1.90 | 1.93 | 1.927 | 1.91 | 1.926 | 1.926 | 1.926 |
| 42 | 331.57 | 1.86 | 1.88 | 1.881 | 1.86 | 1.880 | 1.880 | 1.880 |
| 43 | 331.74 | 1.81 | 1.84 | 1.837 | 1.82 | 1.836 | 1.836 | 1.836 |
| 44 | 342.50 | 1.77 | 1.79 | 1.795 | 1.78 | 1.794 | 1.794 | 1.793 |
| 45 | 348.00 | 1.73 | 1.75 | 1.756 | 1.74 | 1.754 | 1.754 | 1.753 |
| 46 | 369.45 | 1.70 | 1.71 | 1.717 | 1.70 | 1.715 | 1.715 | 1.715 |
| 47 | 414.50 | 1.66 | 1.68 | 1.681 | 1.66 | 1.678 | 1.679 | 1.678 |
| 48 | 420.90 | 1.63 | 1.64 | 1.646 | 1.63 | 1.643 | 1.643 | 1.643 |
| 49 | 451.27 | 1.59 | 1.61 | 1.612 | 1.59 | 1.609 | 1.610 | 1.609 |
| 50 | 453.30 | 1.56 | 1.58 | 1.580 | 1.56 | 1.577 | 1.577 | 1.576 |
| 51 | 454.50 | 1.53 | 1.54 | 1.549 | 1.53 | 1.546 | 1.546 | 1.545 |
| 52 | 461.28 | 1.50 | 1.51 | 1.519 | 1.50 | 1.516 | 1.516 | 1.515 |
| 53 | 466.70 | 1.47 | 1.49 | 1.491 | 1.47 | 1.487 | 1.487 | 1.486 |
| 54 | 466.80 | 1.44 | 1.46 | 1.463 | 1.45 | 1.459 | 1.460 | 1.459 |
| 55 | 482.50 | 1.42 | 1.43 | 1.436 | 1.42 | 1.432 | 1.433 | 1.432 |
| 56 | 490.00 | 1.39 | 1.41 | 1.411 | 1.39 | 1.407 | 1.407 | 1.406 |
| 57 | 499.12 | 1.37 | 1.38 | 1.386 | 1.37 | 1.382 | 1.382 | 1.381 |
| 58 | 506.20 | 1.34 | 1.36 | 1.362 | 1.34 | 1.358 | 1.358 | 1.357 |
| 59 | 511.60 | 1.32 | 1.33 | 1.339 | 1.32 | 1.335 | 1.335 | 1.334 |
| 60 | 516.00 | 1.30 | 1.31 | 1.317 | 1.30 | 1.312 | 1.313 | 1.312 |
| 61 | 528.77 | 1.28 | 1.29 | 1.295 | 1.28 | 1.291 | 1.291 | 1.290 |
| 62 | 548.13 | 1.26 | 1.27 | 1.274 | 1.26 | 1.270 | 1.270 | 1.269 |
| 63 | 552.43 | 1.24 | 1.25 | 1.254 | 1.24 | 1.250 | 1.250 | 1.249 |
| 64 | 582.00 | 1.22 | 1.23 | 1.234 | 1.22 | 1.230 | 1.230 | 1.229 |
| 65 | 584.15 | 1.20 | 1.21 | 1.215 | 1.20 | 1.211 | 1.211 | 1.210 |
| 66 | 594.10 | 1.18 | 1.19 | 1.197 | 1.18 | 1.192 | 1.193 | 1.192 |
| 67 | 599.20 | 1.16 | 1.17 | 1.179 | 1.16 | 1.174 | 1.175 | 1.174 |
| 68 | 625.41 | 1.15 | 1.16 | 1.162 | 1.15 | 1.157 | 1.158 | 1.156 |
| 69 | 649.80 | 1.13 | 1.14 | 1.145 | 1.13 | 1.140 | 1.141 | 1.139 |
| 70 | 700.00 | 1.11 | 1.12 | 1.129 | 1.11 | 1.124 | 1.124 | 1.123 |
| 71 | 740.20 | 1.10 | 1.11 | 1.113 | 1.10 | 1.108 | 1.108 | 1.107 |
| 72 | 816.27 | 1.08 | 1.09 | 1.097 | 1.08 | 1.092 | 1.093 | 1.092 |
| 73 | 931.50 | 1.07 | 1.08 | 1.082 | 1.07 | 1.077 | 1.078 | 1.077 |
| 74 | 973.00 | 1.05 | 1.06 | 1.068 | 1.05 | 1.063 | 1.063 | 1.062 |
| 75 | 1131.20 | 1.04 | 1.05 | 1.053 | 1.04 | 1.049 | 1.049 | 1.048 |
| 76 | 1422.80 | 1.03 | 1.03 | 1.039 | 1.03 | 1.035 | 1.035 | 1.034 |
| 77 | 1552.10 | 1.01 | 1.02 | 1.026 | 1.01 | 1.021 | 1.022 | 1.020 |
| 78 | 1601.00 | 1.00 | 1.01 | 1.013 | 1.00 | 1.008 | 1.009 | 1.007 |

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 15
Posiciones de trazado

| NOMBRE | AÑO | PROBABILIDAD DE EXEDENCIA (P) | N = 78 | | | |
|------------|------|-------------------------------|--------|--------|-------|-------|
| | | | m = 1 | | m = 5 | |
| | | | P | T | P | T |
| California | 1923 | m/N | 0.01 | 78.00 | 0.06 | 15.60 |
| Hazen | 1930 | $(2*m - 1)/(2*N)$ | 0.01 | 156.00 | 0.06 | 17.33 |
| Weibull | 1939 | $m/(N + 1)$ | 0.01 | 79.00 | 0.06 | 15.80 |
| Chegodayev | 1955 | $(m - 0.3)/(N - 0.4)$ | 0.01 | 112.00 | 0.06 | 16.68 |
| Blom | 1958 | $(m - 3/8)/(N + 1/4)$ | 0.01 | 125.20 | 0.06 | 16.92 |
| Tukey | 1962 | $(3*m - 1)/(3*N + 1)$ | 0.01 | 117.50 | 0.06 | 16.79 |
| Gringorten | 1963 | $(m - 0.44)/(N + 0.12)$ | 0.01 | 139.50 | 0.06 | 17.13 |

Fuente: *Elaboración propia.*

Cuadro N° 16
Parámetros de forma

| Parámetro de Forma β | $\alpha < -\ln 10$ | $-\ln 10 < \alpha < 0$ | $\alpha > 0$ |
|----------------------------|----------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| $0 > \beta < 1$ | Sin moda, forma en J | Moda mínima forma en U | Sin moda, forma en J, invertida |
| $\beta > 1$ | <u>Unimodal</u> | Sin moda forma en J invertida | <u>unimodal</u> |

Fuente: *Bobbe, 1975*

Cuadro N° 17
Resumen de las descargas máximas instantáneas para diferentes periodos de retorno

| Período de Retorno (T) | P _{máx.} Instantaneas (mm) | | | | | | | |
|------------------------|-------------------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------|---------------------------|
| | Distribución Normal | Distribución Log Normal 2P | Distribución Log Normal 3P | Distribución Gamma 2P | Distribución Gamma 3P | Distribución Log Pearson III | Distribución Gumbel | Distribución Log - Gumbel |
| 2 | 396.65 | 301.14 | 306.64 | 331.80 | N.A. | N.A. | 343.99 | 266.09 |
| 5 | 666.37 | 567.68 | 565.65 | 595.02 | N.A. | N.A. | 627.26 | 517.82 |
| 10 | 807.49 | 790.97 | 775.03 | 774.48 | N.A. | N.A. | 814.81 | 804.69 |
| 20 | 924.00 | 1040.14 | 1003.30 | 945.80 | N.A. | N.A. | 994.71 | 1228.20 |
| 25 | 957.94 | 1126.50 | 1081.38 | 999.75 | N.A. | N.A. | 1051.78 | 1404.50 |
| 50 | 1055.10 | 1415.50 | 1339.47 | 1164.44 | N.A. | N.A. | 1227.58 | 2123.11 |
| 100 | 1142.48 | 1738.21 | 1622.89 | 1325.60 | N.A. | N.A. | 1402.08 | 3199.62 |
| 200 | 1222.44 | 2097.61 | 1933.74 | 1483.65 | N.A. | N.A. | 1575.94 | 4814.76 |
| 500 | 1319.33 | 2634.07 | 2390.30 | 1688.01 | N.A. | N.A. | 1805.32 | 8255.07 |
| 1000 | 1387.28 | 3090.29 | 2772.83 | 1838.11 | N.A. | N.A. | 1978.68 | 12407.46 |
| 2000 | 1451.47 | 3593.50 | 3189.72 | 1982.12 | N.A. | N.A. | 2151.98 | 18645.80 |
| 5000 | 1531.44 | 4336.60 | 3797.26 | 2156.77 | N.A. | N.A. | 2381.02 | 31943.43 |
| 7500 | 1565.28 | 4695.66 | 4087.84 | 2225.72 | N.A. | N.A. | 2482.36 | 40535.13 |
| 10000 | 1588.78 | 4962.25 | 4302.48 | 2269.67 | N.A. | N.A. | 2554.26 | 47998.61 |

Fuente: *Software HIDROESTA 2*
Elaboración Propia del Autor.

Cuadro N°18

Prueba de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogov para la distribución Normal

| m | X | P(X) | F(Z) Ordinario | F(Z) Mom Lineal | Delta |
|------------------|---------|--------|----------------|-----------------|---------------|
| 1 | 53.50 | 0.0127 | 0.1422 | 0.1132 | 0.1295 |
| 2 | 58.90 | 0.0253 | 0.1460 | 0.1169 | 0.1207 |
| 3 | 85.00 | 0.0380 | 0.1655 | 0.1360 | 0.1275 |
| 4 | 85.50 | 0.0506 | 0.1659 | 0.1364 | 0.1152 |
| 5 | 87.90 | 0.0633 | 0.1677 | 0.1382 | 0.1044 |
| 6 | 94.80 | 0.0759 | 0.1732 | 0.1437 | 0.0972 |
| 7 | 117.40 | 0.0886 | 0.1918 | 0.1625 | 0.1032 |
| 8 | 121.44 | 0.1013 | 0.1953 | 0.1660 | 0.0940 |
| 9 | 125.90 | 0.1139 | 0.1992 | 0.1699 | 0.0852 |
| 10 | 130.20 | 0.1266 | 0.2029 | 0.1738 | 0.0763 |
| 11 | 130.40 | 0.1392 | 0.2031 | 0.1740 | 0.0639 |
| 12 | 139.00 | 0.1519 | 0.2108 | 0.1819 | 0.0589 |
| 13 | 146.10 | 0.1646 | 0.2172 | 0.1886 | 0.0527 |
| 14 | 147.65 | 0.1772 | 0.2186 | 0.1900 | 0.0414 |
| 15 | 154.90 | 0.1899 | 0.2254 | 0.1971 | 0.0355 |
| 16 | 155.40 | 0.2025 | 0.2258 | 0.1975 | 0.0233 |
| 17 | 157.00 | 0.2152 | 0.2273 | 0.1991 | 0.0122 |
| 18 | 160.00 | 0.2278 | 0.2302 | 0.2021 | 0.0023 |
| 19 | 163.22 | 0.2405 | 0.2332 | 0.2053 | 0.0073 |
| 20 | 166.80 | 0.2532 | 0.2367 | 0.2089 | 0.0165 |
| 21 | 170.05 | 0.2658 | 0.2398 | 0.2122 | 0.0260 |
| 22 | 172.40 | 0.2785 | 0.2421 | 0.2146 | 0.0364 |
| 23 | 172.87 | 0.2911 | 0.2426 | 0.2151 | 0.0486 |
| 24 | 181.30 | 0.3038 | 0.2508 | 0.2239 | 0.0529 |
| 25 | 189.80 | 0.3165 | 0.2594 | 0.2330 | 0.0571 |
| 26 | 200.00 | 0.3291 | 0.2698 | 0.2441 | 0.0593 |
| 27 | 202.00 | 0.3418 | 0.2718 | 0.2463 | 0.0699 |
| 28 | 207.40 | 0.3544 | 0.2775 | 0.2524 | 0.0770 |
| 29 | 224.09 | 0.3671 | 0.2952 | 0.2715 | 0.0719 |
| 30 | 224.30 | 0.3797 | 0.2954 | 0.2717 | 0.0843 |
| 31 | 228.00 | 0.3924 | 0.2994 | 0.2761 | 0.0930 |
| 32 | 233.50 | 0.4051 | 0.3054 | 0.2826 | 0.0997 |
| 33 | 237.20 | 0.4177 | 0.3094 | 0.2870 | 0.1083 |
| 34 | 243.80 | 0.4304 | 0.3167 | 0.2950 | 0.1136 |
| 35 | 249.00 | 0.4430 | 0.3225 | 0.3014 | 0.1205 |
| 36 | 271.50 | 0.4557 | 0.3481 | 0.3296 | 0.1076 |
| 37 | 308.80 | 0.4684 | 0.3920 | 0.3784 | 0.0763 |
| 38 | 313.09 | 0.4810 | 0.3972 | 0.3842 | 0.0838 |
| 39 | 318.30 | 0.4937 | 0.4035 | 0.3912 | 0.0902 |
| 40 | 330.00 | 0.5063 | 0.4176 | 0.4071 | 0.0887 |
| 41 | 330.00 | 0.5190 | 0.4176 | 0.4071 | 0.1013 |
| 42 | 331.57 | 0.5316 | 0.4196 | 0.4093 | 0.1121 |
| 43 | 331.74 | 0.5443 | 0.4198 | 0.4095 | 0.1245 |
| 44 | 342.50 | 0.5570 | 0.4329 | 0.4243 | 0.1240 |
| 45 | 348.00 | 0.5696 | 0.4397 | 0.4319 | 0.1299 |
| 46 | 369.45 | 0.5823 | 0.4662 | 0.4618 | 0.1161 |
| 47 | 414.50 | 0.5949 | 0.5222 | 0.5251 | 0.0727 |
| 48 | 420.90 | 0.6076 | 0.5302 | 0.5341 | 0.0774 |
| 49 | 451.27 | 0.6203 | 0.5677 | 0.5763 | 0.0526 |
| 50 | 453.30 | 0.6329 | 0.5701 | 0.5791 | 0.0628 |
| 51 | 454.50 | 0.6456 | 0.5716 | 0.5808 | 0.0740 |
| 52 | 461.28 | 0.6582 | 0.5799 | 0.5901 | 0.0783 |
| 53 | 466.70 | 0.6709 | 0.5865 | 0.5975 | 0.0844 |
| 54 | 466.80 | 0.6835 | 0.5866 | 0.5977 | 0.0969 |
| 55 | 482.50 | 0.6962 | 0.6056 | 0.6189 | 0.0906 |
| 56 | 490.00 | 0.7089 | 0.6146 | 0.6290 | 0.0943 |
| 57 | 499.12 | 0.7215 | 0.6254 | 0.6410 | 0.0961 |
| 58 | 506.20 | 0.7342 | 0.6337 | 0.6503 | 0.1004 |
| 59 | 511.60 | 0.7468 | 0.6401 | 0.6573 | 0.1068 |
| 60 | 516.00 | 0.7595 | 0.6452 | 0.6630 | 0.1143 |
| 61 | 528.77 | 0.7722 | 0.6599 | 0.6793 | 0.1123 |
| 62 | 548.13 | 0.7848 | 0.6817 | 0.7033 | 0.1031 |
| 63 | 552.43 | 0.7975 | 0.6865 | 0.7086 | 0.1110 |
| 64 | 582.00 | 0.8101 | 0.7185 | 0.7432 | 0.0917 |
| 65 | 584.15 | 0.8228 | 0.7207 | 0.7457 | 0.1021 |
| 66 | 594.10 | 0.8354 | 0.7311 | 0.7568 | 0.1044 |
| 67 | 599.20 | 0.8481 | 0.7363 | 0.7624 | 0.1118 |
| 68 | 625.41 | 0.8608 | 0.7623 | 0.7900 | 0.0985 |
| 69 | 649.80 | 0.8734 | 0.7852 | 0.8139 | 0.0882 |
| 70 | 700.00 | 0.8861 | 0.8280 | 0.8575 | 0.0581 |
| 71 | 740.20 | 0.8987 | 0.8581 | 0.8871 | 0.0406 |
| 72 | 816.27 | 0.9114 | 0.9048 | 0.9305 | 0.0066 |
| 73 | 931.50 | 0.9241 | 0.9524 | 0.9703 | 0.0284 |
| 74 | 973.00 | 0.9367 | 0.9639 | 0.9789 | 0.0272 |
| 75 | 1131.20 | 0.9494 | 0.9890 | 0.9952 | 0.0397 |
| 76 | 1422.80 | 0.9620 | 0.9993 | 0.9999 | 0.0373 |
| 77 | 1552.10 | 0.9747 | 0.9998 | 1.0000 | 0.0252 |
| 78 | 1601.00 | 0.9873 | 0.9999 | 1.0000 | 0.0126 |
| Δ teórico | | | | | 0.1299 |
| Δ tabular | | | | | 0.2525 |

Fuente: Software HIDROESTA 2

Elaboración Propia del Autor

Cuadro N° 1

Prueba de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogov para la distribución

Log – Normal dos parámetros

| m | X | P(X) | F(Z) Ordinario | F(Z) Mom Lineal | Delta |
|------------------|---------|--------|----------------|-----------------|---------------|
| 1 | 53.50 | 0.0127 | 0.0109 | 0.0117 | 0.0017 |
| 2 | 58.90 | 0.0253 | 0.0152 | 0.0162 | 0.0102 |
| 3 | 85.00 | 0.0380 | 0.0466 | 0.0485 | 0.0086 |
| 4 | 85.50 | 0.0506 | 0.0473 | 0.0493 | 0.0033 |
| 5 | 87.90 | 0.0633 | 0.0511 | 0.0531 | 0.0122 |
| 6 | 94.80 | 0.0759 | 0.0625 | 0.0647 | 0.0134 |
| 7 | 117.40 | 0.0886 | 0.1056 | 0.1083 | 0.0170 |
| 8 | 121.44 | 0.1013 | 0.1140 | 0.1168 | 0.0128 |
| 9 | 125.90 | 0.1139 | 0.1235 | 0.1263 | 0.0096 |
| 10 | 130.20 | 0.1266 | 0.1329 | 0.1357 | 0.0063 |
| 11 | 130.40 | 0.1392 | 0.1333 | 0.1361 | 0.0059 |
| 12 | 139.00 | 0.1519 | 0.1524 | 0.1553 | 0.0005 |
| 13 | 146.10 | 0.1646 | 0.1685 | 0.1714 | 0.0040 |
| 14 | 147.65 | 0.1772 | 0.1721 | 0.1749 | 0.0051 |
| 15 | 154.90 | 0.1899 | 0.1888 | 0.1916 | 0.0011 |
| 16 | 155.40 | 0.2025 | 0.1899 | 0.1928 | 0.0126 |
| 17 | 157.00 | 0.2152 | 0.1936 | 0.1965 | 0.0215 |
| 18 | 160.00 | 0.2278 | 0.2006 | 0.2034 | 0.0272 |
| 19 | 163.22 | 0.2405 | 0.2081 | 0.2109 | 0.0324 |
| 20 | 166.80 | 0.2532 | 0.2165 | 0.2192 | 0.0367 |
| 21 | 170.05 | 0.2658 | 0.2241 | 0.2267 | 0.0418 |
| 22 | 172.40 | 0.2785 | 0.2295 | 0.2322 | 0.0489 |
| 23 | 172.87 | 0.2911 | 0.2306 | 0.2333 | 0.0605 |
| 24 | 181.30 | 0.3038 | 0.2503 | 0.2528 | 0.0535 |
| 25 | 189.80 | 0.3165 | 0.2700 | 0.2724 | 0.0464 |
| 26 | 200.00 | 0.3291 | 0.2935 | 0.2957 | 0.0356 |
| 27 | 202.00 | 0.3418 | 0.2980 | 0.3002 | 0.0437 |
| 28 | 207.40 | 0.3544 | 0.3103 | 0.3124 | 0.0441 |
| 29 | 224.09 | 0.3671 | 0.3474 | 0.3491 | 0.0197 |
| 30 | 224.30 | 0.3797 | 0.3479 | 0.3496 | 0.0319 |
| 31 | 228.00 | 0.3924 | 0.3559 | 0.3576 | 0.0365 |
| 32 | 233.50 | 0.4051 | 0.3678 | 0.3693 | 0.0373 |
| 33 | 237.20 | 0.4177 | 0.3757 | 0.3771 | 0.0420 |
| 34 | 243.80 | 0.4304 | 0.3896 | 0.3909 | 0.0408 |
| 35 | 249.00 | 0.4430 | 0.4004 | 0.4015 | 0.0427 |
| 36 | 271.50 | 0.4557 | 0.4453 | 0.4459 | 0.0104 |
| 37 | 308.80 | 0.4684 | 0.5133 | 0.5131 | 0.0449 |
| 38 | 313.09 | 0.4810 | 0.5206 | 0.5203 | 0.0396 |
| 39 | 318.30 | 0.4937 | 0.5293 | 0.5290 | 0.0356 |
| 40 | 330.00 | 0.5063 | 0.5483 | 0.5478 | 0.0420 |
| 41 | 330.00 | 0.5190 | 0.5483 | 0.5478 | 0.0293 |
| 42 | 331.57 | 0.5316 | 0.5508 | 0.5502 | 0.0192 |
| 43 | 331.74 | 0.5443 | 0.5511 | 0.5505 | 0.0068 |
| 44 | 342.50 | 0.5570 | 0.5678 | 0.5670 | 0.0108 |
| 45 | 348.00 | 0.5696 | 0.5761 | 0.5752 | 0.0065 |
| 46 | 369.45 | 0.5823 | 0.6069 | 0.6057 | 0.0247 |
| 47 | 414.50 | 0.5949 | 0.6642 | 0.6624 | 0.0693 |
| 48 | 420.90 | 0.6076 | 0.6716 | 0.6697 | 0.0640 |
| 49 | 451.27 | 0.6203 | 0.7043 | 0.7021 | 0.0841 |
| 50 | 453.30 | 0.6329 | 0.7064 | 0.7042 | 0.0735 |
| 51 | 454.50 | 0.6456 | 0.7076 | 0.7054 | 0.0620 |
| 52 | 461.28 | 0.6582 | 0.7143 | 0.7120 | 0.0561 |
| 53 | 466.70 | 0.6709 | 0.7195 | 0.7172 | 0.0487 |
| 54 | 466.80 | 0.6835 | 0.7196 | 0.7173 | 0.0361 |
| 55 | 482.50 | 0.6962 | 0.7342 | 0.7318 | 0.0380 |
| 56 | 490.00 | 0.7089 | 0.7409 | 0.7384 | 0.0320 |
| 57 | 499.12 | 0.7215 | 0.7488 | 0.7463 | 0.0273 |
| 58 | 506.20 | 0.7342 | 0.7547 | 0.7521 | 0.0205 |
| 59 | 511.60 | 0.7468 | 0.7591 | 0.7565 | 0.0123 |
| 60 | 516.00 | 0.7595 | 0.7626 | 0.7600 | 0.0031 |
| 61 | 528.77 | 0.7722 | 0.7725 | 0.7699 | 0.0004 |
| 62 | 548.13 | 0.7848 | 0.7867 | 0.7839 | 0.0019 |
| 63 | 552.43 | 0.7975 | 0.7897 | 0.7869 | 0.0078 |
| 64 | 582.00 | 0.8101 | 0.8091 | 0.8063 | 0.0010 |
| 65 | 584.15 | 0.8228 | 0.8104 | 0.8076 | 0.0124 |
| 66 | 594.10 | 0.8354 | 0.8164 | 0.8136 | 0.0190 |
| 67 | 599.20 | 0.8481 | 0.8194 | 0.8166 | 0.0287 |
| 68 | 625.41 | 0.8608 | 0.8340 | 0.8311 | 0.0268 |
| 69 | 649.80 | 0.8734 | 0.8463 | 0.8435 | 0.0271 |
| 70 | 700.00 | 0.8861 | 0.8685 | 0.8657 | 0.0175 |
| 71 | 740.20 | 0.8987 | 0.8837 | 0.8809 | 0.0150 |
| 72 | 816.27 | 0.9114 | 0.9072 | 0.9046 | 0.0042 |
| 73 | 931.50 | 0.9241 | 0.9330 | 0.9307 | 0.0090 |
| 74 | 973.00 | 0.9367 | 0.9402 | 0.9380 | 0.0035 |
| 75 | 1131.20 | 0.9494 | 0.9605 | 0.9587 | 0.0111 |
| 76 | 1422.80 | 0.9620 | 0.9803 | 0.9792 | 0.0183 |
| 77 | 1552.10 | 0.9747 | 0.9852 | 0.9843 | 0.0106 |
| 78 | 1601.00 | 0.9873 | 0.9867 | 0.9858 | 0.0006 |
| Δ teórico | | | | | 0.0841 |
| Δ tabular | | | | | 0.2525 |

Fuente: Software HIDROESTA 2

Elaboración Propia del Autor

Cuadro N° 2

Prueba de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogov para la distribución Log – Normal tres parámetros

| m | X | P(X) | F(Z) Ordinario | F(Z) Mom Lineal | Delta |
|------------------|----------|-------------|-----------------------|------------------------|---------------|
| 1 | 53.50 | 0.0127 | -2.1569 | 0.0155 | 0.0028 |
| 2 | 58.90 | 0.0253 | -2.0540 | 0.0200 | 0.0053 |
| 3 | 85.00 | 0.0380 | -1.6396 | 0.0505 | 0.0126 |
| 4 | 85.50 | 0.0506 | -1.6327 | 0.0513 | 0.0006 |
| 5 | 87.90 | 0.0633 | -1.6001 | 0.0548 | 0.0085 |
| 6 | 94.80 | 0.0759 | -1.5103 | 0.0655 | 0.0105 |
| 7 | 117.40 | 0.0886 | -1.2503 | 0.1056 | 0.0170 |
| 8 | 121.44 | 0.1013 | -1.2084 | 0.1134 | 0.0122 |
| 9 | 125.90 | 0.1139 | -1.1635 | 0.1223 | 0.0084 |
| 10 | 130.20 | 0.1266 | -1.1215 | 0.1310 | 0.0044 |
| 11 | 130.40 | 0.1392 | -1.1196 | 0.1314 | 0.0078 |
| 12 | 139.00 | 0.1519 | -1.0392 | 0.1493 | 0.0025 |
| 13 | 146.10 | 0.1646 | -0.9761 | 0.1645 | 0.0000 |
| 14 | 147.65 | 0.1772 | -0.9626 | 0.1679 | 0.0094 |
| 15 | 154.90 | 0.1899 | -0.9015 | 0.1837 | 0.0062 |
| 16 | 155.40 | 0.2025 | -0.8974 | 0.1848 | 0.0178 |
| 17 | 157.00 | 0.2152 | -0.8843 | 0.1883 | 0.0269 |
| 18 | 160.00 | 0.2278 | -0.8600 | 0.1949 | 0.0329 |
| 19 | 163.22 | 0.2405 | -0.8344 | 0.2020 | 0.0385 |
| 20 | 166.80 | 0.2532 | -0.8064 | 0.2100 | 0.0432 |
| 21 | 170.05 | 0.2658 | -0.7815 | 0.2173 | 0.0486 |
| 22 | 172.40 | 0.2785 | -0.7638 | 0.2225 | 0.0560 |
| 23 | 172.87 | 0.2911 | -0.7602 | 0.2236 | 0.0676 |
| 24 | 181.30 | 0.3038 | -0.6985 | 0.2424 | 0.0614 |
| 25 | 189.80 | 0.3165 | -0.6388 | 0.2615 | 0.0550 |
| 26 | 200.00 | 0.3291 | -0.5702 | 0.2843 | 0.0448 |
| 27 | 202.00 | 0.3418 | -0.5572 | 0.2887 | 0.0531 |
| 28 | 207.40 | 0.3544 | -0.5225 | 0.3007 | 0.0538 |
| 29 | 224.09 | 0.3671 | -0.4203 | 0.3371 | 0.0299 |
| 30 | 224.30 | 0.3797 | -0.4190 | 0.3376 | 0.0421 |
| 31 | 228.00 | 0.3924 | -0.3973 | 0.3456 | 0.0468 |
| 32 | 233.50 | 0.4051 | -0.3657 | 0.3573 | 0.0478 |
| 33 | 237.20 | 0.4177 | -0.3448 | 0.3651 | 0.0526 |
| 34 | 243.80 | 0.4304 | -0.3082 | 0.3790 | 0.0514 |
| 35 | 249.00 | 0.4430 | -0.2800 | 0.3897 | 0.0533 |
| 36 | 271.50 | 0.4557 | -0.1642 | 0.4348 | 0.0209 |
| 37 | 308.80 | 0.4684 | 0.0095 | 0.5038 | 0.0354 |
| 38 | 313.09 | 0.4810 | 0.0282 | 0.5112 | 0.0302 |
| 39 | 318.30 | 0.4937 | 0.0506 | 0.5202 | 0.0265 |
| 40 | 330.00 | 0.5063 | 0.0996 | 0.5397 | 0.0333 |
| 41 | 330.00 | 0.5190 | 0.0996 | 0.5397 | 0.0207 |
| 42 | 331.57 | 0.5316 | 0.1060 | 0.5422 | 0.0106 |
| 43 | 331.74 | 0.5443 | 0.1067 | 0.5425 | 0.0018 |
| 44 | 342.50 | 0.5570 | 0.1502 | 0.5597 | 0.0027 |
| 45 | 348.00 | 0.5696 | 0.1719 | 0.5682 | 0.0014 |
| 46 | 369.45 | 0.5823 | 0.2535 | 0.6001 | 0.0178 |
| 47 | 414.50 | 0.5949 | 0.4113 | 0.6596 | 0.0646 |
| 48 | 420.90 | 0.6076 | 0.4324 | 0.6673 | 0.0597 |
| 49 | 451.27 | 0.6203 | 0.5284 | 0.7014 | 0.0811 |
| 50 | 453.30 | 0.6329 | 0.5346 | 0.7035 | 0.0706 |
| 51 | 454.50 | 0.6456 | 0.5382 | 0.7048 | 0.0592 |
| 52 | 461.28 | 0.6582 | 0.5587 | 0.7118 | 0.0536 |
| 53 | 466.70 | 0.6709 | 0.5748 | 0.7173 | 0.0464 |
| 54 | 466.80 | 0.6835 | 0.5751 | 0.7174 | 0.0338 |
| 55 | 482.50 | 0.6962 | 0.6208 | 0.7327 | 0.0364 |
| 56 | 490.00 | 0.7089 | 0.6422 | 0.7396 | 0.0308 |
| 57 | 499.12 | 0.7215 | 0.6677 | 0.7478 | 0.0263 |
| 58 | 506.20 | 0.7342 | 0.6873 | 0.7540 | 0.0199 |
| 59 | 511.60 | 0.7468 | 0.7020 | 0.7586 | 0.0118 |
| 60 | 516.00 | 0.7595 | 0.7138 | 0.7623 | 0.0028 |
| 61 | 528.77 | 0.7722 | 0.7478 | 0.7727 | 0.0005 |
| 62 | 548.13 | 0.7848 | 0.7977 | 0.7875 | 0.0027 |
| 63 | 552.43 | 0.7975 | 0.8086 | 0.7906 | 0.0068 |
| 64 | 582.00 | 0.8101 | 0.8811 | 0.8109 | 0.0008 |
| 65 | 584.15 | 0.8228 | 0.8863 | 0.8123 | 0.0105 |
| 66 | 594.10 | 0.8354 | 0.9098 | 0.8185 | 0.0169 |
| 67 | 599.20 | 0.8481 | 0.9217 | 0.8217 | 0.0264 |
| 68 | 625.41 | 0.8608 | 0.9814 | 0.8368 | 0.0239 |
| 69 | 649.80 | 0.8734 | 1.0349 | 0.8496 | 0.0238 |
| 70 | 700.00 | 0.8861 | 1.1390 | 0.8726 | 0.0134 |
| 71 | 740.20 | 0.8987 | 1.2172 | 0.8882 | 0.0105 |
| 72 | 816.27 | 0.9114 | 1.3546 | 0.9122 | 0.0008 |
| 73 | 931.50 | 0.9241 | 1.5405 | 0.9383 | 0.0142 |
| 74 | 973.00 | 0.9367 | 1.6019 | 0.9454 | 0.0087 |
| 75 | 1131.20 | 0.9494 | 1.8148 | 0.9652 | 0.0159 |
| 76 | 1422.80 | 0.9620 | 2.1398 | 0.9838 | 0.0218 |
| 77 | 1552.10 | 0.9747 | 2.2634 | 0.9882 | 0.0135 |
| 78 | 1601.00 | 0.9873 | 2.3075 | 0.9895 | 0.0021 |
| Δ teorico | | | | | 0.0811 |
| Δ tabular | | | | | 0.2525 |

Fuente: Software HIDROESTA 2
Elaboración Propia del Autor

Cuadro N° 21

Prueba de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogov para la distribución

Gamma dos parámetros

| m | X | P(X) | F(Z) Ordinario | F(Z) Mom Lineal | Delta |
|------------------|---------|--------|----------------|-----------------|---------------|
| 1 | 53.50 | 0.0127 | 0.0319 | 0.1884 | 0.0193 |
| 2 | 58.90 | 0.0253 | 0.0379 | 0.2015 | 0.0126 |
| 3 | 85.00 | 0.0380 | 0.0717 | 0.2596 | 0.0337 |
| 4 | 85.50 | 0.0506 | 0.0724 | 0.2606 | 0.0218 |
| 5 | 87.90 | 0.0633 | 0.0759 | 0.2655 | 0.0126 |
| 6 | 94.80 | 0.0759 | 0.0862 | 0.2794 | 0.0102 |
| 7 | 117.40 | 0.0886 | 0.1222 | 0.3220 | 0.0336 |
| 8 | 121.44 | 0.1013 | 0.1290 | 0.3293 | 0.0277 |
| 9 | 125.90 | 0.1139 | 0.1365 | 0.3371 | 0.0226 |
| 10 | 130.20 | 0.1266 | 0.1439 | 0.3445 | 0.0174 |
| 11 | 130.40 | 0.1392 | 0.1443 | 0.3448 | 0.0050 |
| 12 | 139.00 | 0.1519 | 0.1593 | 0.3593 | 0.0074 |
| 13 | 146.10 | 0.1646 | 0.1719 | 0.3709 | 0.0073 |
| 14 | 147.65 | 0.1772 | 0.1746 | 0.3734 | 0.0026 |
| 15 | 154.90 | 0.1899 | 0.1877 | 0.3848 | 0.0022 |
| 16 | 155.40 | 0.2025 | 0.1886 | 0.3856 | 0.0139 |
| 17 | 157.00 | 0.2152 | 0.1915 | 0.3881 | 0.0237 |
| 18 | 160.00 | 0.2278 | 0.1969 | 0.3927 | 0.0309 |
| 19 | 163.22 | 0.2405 | 0.2028 | 0.3976 | 0.0377 |
| 20 | 166.80 | 0.2532 | 0.2093 | 0.4030 | 0.0438 |
| 21 | 170.05 | 0.2658 | 0.2153 | 0.4079 | 0.0505 |
| 22 | 172.40 | 0.2785 | 0.2196 | 0.4113 | 0.0589 |
| 23 | 172.87 | 0.2911 | 0.2205 | 0.4120 | 0.0707 |
| 24 | 181.30 | 0.3038 | 0.2360 | 0.4242 | 0.0678 |
| 25 | 189.80 | 0.3165 | 0.2517 | 0.4362 | 0.0648 |
| 26 | 200.00 | 0.3291 | 0.2706 | 0.4501 | 0.0585 |
| 27 | 202.00 | 0.3418 | 0.2743 | 0.4528 | 0.0675 |
| 28 | 207.40 | 0.3544 | 0.2842 | 0.4600 | 0.0702 |
| 29 | 224.09 | 0.3671 | 0.3149 | 0.4813 | 0.0521 |
| 30 | 224.30 | 0.3797 | 0.3153 | 0.4816 | 0.0644 |
| 31 | 228.00 | 0.3924 | 0.3221 | 0.4862 | 0.0703 |
| 32 | 233.50 | 0.4051 | 0.3321 | 0.4929 | 0.0729 |
| 33 | 237.20 | 0.4177 | 0.3389 | 0.4974 | 0.0789 |
| 34 | 243.80 | 0.4304 | 0.3508 | 0.5052 | 0.0796 |
| 35 | 249.00 | 0.4430 | 0.3601 | 0.5113 | 0.0829 |
| 36 | 271.50 | 0.4557 | 0.3999 | 0.5366 | 0.0558 |
| 37 | 308.80 | 0.4684 | 0.4631 | 0.5751 | 0.0052 |
| 38 | 313.09 | 0.4810 | 0.4701 | 0.5793 | 0.0109 |
| 39 | 318.30 | 0.4937 | 0.4786 | 0.5843 | 0.0151 |
| 40 | 330.00 | 0.5063 | 0.4972 | 0.5953 | 0.0091 |
| 41 | 330.00 | 0.5190 | 0.4972 | 0.5953 | 0.0218 |
| 42 | 331.57 | 0.5316 | 0.4997 | 0.5968 | 0.0320 |
| 43 | 331.74 | 0.5443 | 0.4999 | 0.5969 | 0.0444 |
| 44 | 342.50 | 0.5570 | 0.5166 | 0.6067 | 0.0403 |
| 45 | 348.00 | 0.5696 | 0.5250 | 0.6116 | 0.0446 |
| 46 | 369.45 | 0.5823 | 0.5568 | 0.6301 | 0.0255 |
| 47 | 414.50 | 0.5949 | 0.6184 | 0.6657 | 0.0235 |
| 48 | 420.90 | 0.6076 | 0.6266 | 0.6704 | 0.0190 |
| 49 | 451.27 | 0.6203 | 0.6636 | 0.6919 | 0.0434 |
| 50 | 453.30 | 0.6329 | 0.6660 | 0.6933 | 0.0331 |
| 51 | 454.50 | 0.6456 | 0.6674 | 0.6941 | 0.0218 |
| 52 | 461.28 | 0.6582 | 0.6751 | 0.6986 | 0.0169 |
| 53 | 466.70 | 0.6709 | 0.6812 | 0.7022 | 0.0104 |
| 54 | 466.80 | 0.6835 | 0.6814 | 0.7023 | 0.0022 |
| 55 | 482.50 | 0.6962 | 0.6985 | 0.7124 | 0.0023 |
| 56 | 490.00 | 0.7089 | 0.7064 | 0.7171 | 0.0024 |
| 57 | 499.12 | 0.7215 | 0.7158 | 0.7227 | 0.0057 |
| 58 | 506.20 | 0.7342 | 0.7229 | 0.7269 | 0.0112 |
| 59 | 511.60 | 0.7468 | 0.7283 | 0.7301 | 0.0186 |
| 60 | 516.00 | 0.7595 | 0.7325 | 0.7327 | 0.0270 |
| 61 | 528.77 | 0.7722 | 0.7446 | 0.7400 | 0.0275 |
| 62 | 548.13 | 0.7848 | 0.7620 | 0.7508 | 0.0228 |
| 63 | 552.43 | 0.7975 | 0.7658 | 0.7531 | 0.0317 |
| 64 | 582.00 | 0.8101 | 0.7900 | 0.7684 | 0.0201 |
| 65 | 584.15 | 0.8228 | 0.7917 | 0.7694 | 0.0311 |
| 66 | 594.10 | 0.8354 | 0.7993 | 0.7743 | 0.0362 |
| 67 | 599.20 | 0.8481 | 0.8031 | 0.7768 | 0.0450 |
| 68 | 625.41 | 0.8608 | 0.8216 | 0.7890 | 0.0392 |
| 69 | 649.80 | 0.8734 | 0.8374 | 0.7997 | 0.0360 |
| 70 | 700.00 | 0.8861 | 0.8660 | 0.8200 | 0.0201 |
| 71 | 740.20 | 0.8987 | 0.8855 | 0.8347 | 0.0133 |
| 72 | 816.27 | 0.9114 | 0.9153 | 0.8591 | 0.0039 |
| 73 | 931.50 | 0.9241 | 0.9469 | 0.8892 | 0.0229 |
| 74 | 973.00 | 0.9367 | 0.9553 | 0.8983 | 0.0186 |
| 75 | 1131.20 | 0.9494 | 0.9769 | 0.9266 | 0.0276 |
| 76 | 1422.80 | 0.9620 | 0.9934 | 0.9594 | 0.0314 |
| 77 | 1552.10 | 0.9747 | 0.9963 | 0.9687 | 0.0216 |
| 78 | 1601.00 | 0.9873 | 0.9970 | 0.9716 | 0.0096 |
| Δ teorico | | | | | 0.0829 |
| Δ tabular | | | | | 0.2525 |

Fuente: Software HIDROESTA 2
Elaboración Propia del Autor

Cuadro N° 22

Prueba de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogov para la distribución Gumbel

| m | X | P(X) | F(Z) Ordinario | F(Z) Mom Lineal | Delta |
|------------------|---------|--------|----------------|-----------------|---------------|
| 1 | 53.50 | 0.0127 | 0.1090 | 0.0836 | 0.0964 |
| 2 | 58.90 | 0.0253 | 0.1143 | 0.0885 | 0.0890 |
| 3 | 85.00 | 0.0380 | 0.1417 | 0.1147 | 0.1038 |
| 4 | 85.50 | 0.0506 | 0.1423 | 0.1153 | 0.0917 |
| 5 | 87.90 | 0.0633 | 0.1450 | 0.1179 | 0.0817 |
| 6 | 94.80 | 0.0759 | 0.1528 | 0.1255 | 0.0769 |
| 7 | 117.40 | 0.0886 | 0.1798 | 0.1523 | 0.0911 |
| 8 | 121.44 | 0.1013 | 0.1848 | 0.1574 | 0.0835 |
| 9 | 125.90 | 0.1139 | 0.1904 | 0.1631 | 0.0764 |
| 10 | 130.20 | 0.1266 | 0.1958 | 0.1686 | 0.0692 |
| 11 | 130.40 | 0.1392 | 0.1961 | 0.1689 | 0.0568 |
| 12 | 139.00 | 0.1519 | 0.2072 | 0.1802 | 0.0553 |
| 13 | 146.10 | 0.1646 | 0.2165 | 0.1898 | 0.0520 |
| 14 | 147.65 | 0.1772 | 0.2186 | 0.1919 | 0.0414 |
| 15 | 154.90 | 0.1899 | 0.2283 | 0.2020 | 0.0384 |
| 16 | 155.40 | 0.2025 | 0.2290 | 0.2027 | 0.0264 |
| 17 | 157.00 | 0.2152 | 0.2311 | 0.2049 | 0.0160 |
| 18 | 160.00 | 0.2278 | 0.2352 | 0.2092 | 0.0074 |
| 19 | 163.22 | 0.2405 | 0.2396 | 0.2137 | 0.0009 |
| 20 | 166.80 | 0.2532 | 0.2445 | 0.2189 | 0.0086 |
| 21 | 170.05 | 0.2658 | 0.2490 | 0.2236 | 0.0168 |
| 22 | 172.40 | 0.2785 | 0.2523 | 0.2270 | 0.0262 |
| 23 | 172.87 | 0.2911 | 0.2529 | 0.2277 | 0.0382 |
| 24 | 181.30 | 0.3038 | 0.2647 | 0.2401 | 0.0391 |
| 25 | 189.80 | 0.3165 | 0.2768 | 0.2528 | 0.0397 |
| 26 | 200.00 | 0.3291 | 0.2914 | 0.2683 | 0.0378 |
| 27 | 202.00 | 0.3418 | 0.2942 | 0.2713 | 0.0475 |
| 28 | 207.40 | 0.3544 | 0.3020 | 0.2796 | 0.0524 |
| 29 | 224.09 | 0.3671 | 0.3263 | 0.3056 | 0.0408 |
| 30 | 224.30 | 0.3797 | 0.3266 | 0.3059 | 0.0531 |
| 31 | 228.00 | 0.3924 | 0.3320 | 0.3118 | 0.0604 |
| 32 | 233.50 | 0.4051 | 0.3401 | 0.3204 | 0.0650 |
| 33 | 237.20 | 0.4177 | 0.3455 | 0.3263 | 0.0722 |
| 34 | 243.80 | 0.4304 | 0.3552 | 0.3367 | 0.0751 |
| 35 | 249.00 | 0.4430 | 0.3629 | 0.3450 | 0.0801 |
| 36 | 271.50 | 0.4557 | 0.3960 | 0.3808 | 0.0597 |
| 37 | 308.80 | 0.4684 | 0.4503 | 0.4398 | 0.0181 |
| 38 | 313.09 | 0.4810 | 0.4564 | 0.4465 | 0.0246 |
| 39 | 318.30 | 0.4937 | 0.4639 | 0.4546 | 0.0298 |
| 40 | 330.00 | 0.5063 | 0.4804 | 0.4727 | 0.0259 |
| 41 | 330.00 | 0.5190 | 0.4804 | 0.4727 | 0.0385 |
| 42 | 331.57 | 0.5316 | 0.4827 | 0.4751 | 0.0490 |
| 43 | 331.74 | 0.5443 | 0.4829 | 0.4754 | 0.0614 |
| 44 | 342.50 | 0.5570 | 0.4979 | 0.4917 | 0.0590 |
| 45 | 348.00 | 0.5696 | 0.5056 | 0.5000 | 0.0641 |
| 46 | 369.45 | 0.5823 | 0.5347 | 0.5317 | 0.0476 |
| 47 | 414.50 | 0.5949 | 0.5929 | 0.5947 | 0.0020 |
| 48 | 420.90 | 0.6076 | 0.6008 | 0.6032 | 0.0068 |
| 49 | 451.27 | 0.6203 | 0.6368 | 0.6420 | 0.0166 |
| 50 | 453.30 | 0.6329 | 0.6392 | 0.6445 | 0.0063 |
| 51 | 454.50 | 0.6456 | 0.6405 | 0.6460 | 0.0050 |
| 52 | 461.28 | 0.6582 | 0.6482 | 0.6542 | 0.0100 |
| 53 | 466.70 | 0.6709 | 0.6543 | 0.6607 | 0.0166 |
| 54 | 466.80 | 0.6835 | 0.6544 | 0.6608 | 0.0291 |
| 55 | 482.50 | 0.6962 | 0.6715 | 0.6790 | 0.0247 |
| 56 | 490.00 | 0.7089 | 0.6795 | 0.6875 | 0.0294 |
| 57 | 499.12 | 0.7215 | 0.6889 | 0.6975 | 0.0326 |
| 58 | 506.20 | 0.7342 | 0.6961 | 0.7051 | 0.0380 |
| 59 | 511.60 | 0.7468 | 0.7016 | 0.7109 | 0.0453 |
| 60 | 516.00 | 0.7595 | 0.7059 | 0.7155 | 0.0536 |
| 61 | 528.77 | 0.7722 | 0.7183 | 0.7285 | 0.0539 |
| 62 | 548.13 | 0.7848 | 0.7362 | 0.7473 | 0.0486 |
| 63 | 552.43 | 0.7975 | 0.7401 | 0.7513 | 0.0574 |
| 64 | 582.00 | 0.8101 | 0.7653 | 0.7776 | 0.0448 |
| 65 | 584.15 | 0.8228 | 0.7671 | 0.7794 | 0.0557 |
| 66 | 594.10 | 0.8354 | 0.7751 | 0.7876 | 0.0604 |
| 67 | 599.20 | 0.8481 | 0.7791 | 0.7917 | 0.0690 |
| 68 | 625.41 | 0.8608 | 0.7987 | 0.8118 | 0.0621 |
| 69 | 649.80 | 0.8734 | 0.8155 | 0.8290 | 0.0579 |
| 70 | 700.00 | 0.8861 | 0.8464 | 0.8599 | 0.0397 |
| 71 | 740.20 | 0.8987 | 0.8676 | 0.8809 | 0.0311 |
| 72 | 816.27 | 0.9114 | 0.9006 | 0.9128 | 0.0108 |
| 73 | 931.50 | 0.9241 | 0.9361 | 0.9461 | 0.0120 |
| 74 | 973.00 | 0.9367 | 0.9456 | 0.9548 | 0.0089 |
| 75 | 1131.20 | 0.9494 | 0.9707 | 0.9769 | 0.0214 |
| 76 | 1422.80 | 0.9620 | 0.9908 | 0.9934 | 0.0288 |
| 77 | 1552.10 | 0.9747 | 0.9945 | 0.9962 | 0.0198 |
| 78 | 1601.00 | 0.9873 | 0.9955 | 0.9970 | 0.0081 |
| Δ teórico | | | | | 0.1038 |
| Δ tabular | | | | | 0.2525 |

Fuente: Software HIDROESTA 2
Elaboración Propia del Autor

Cuadro N° 23

Prueba de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogov para la distribución Log - Gumbel

| m | X | P(X) | F(Z) Ordinario | F(Z) Mom Lineal | Delta |
|------------------|---------|--------|----------------|-----------------|---------------|
| 1 | 53.50 | 0.0127 | 0.0000 | 0.0001 | 0.0126 |
| 2 | 58.90 | 0.0253 | 0.0001 | 0.0004 | 0.0252 |
| 3 | 85.00 | 0.0380 | 0.0079 | 0.0134 | 0.0300 |
| 4 | 85.50 | 0.0506 | 0.0083 | 0.0140 | 0.0423 |
| 5 | 87.90 | 0.0633 | 0.0104 | 0.0168 | 0.0529 |
| 6 | 94.80 | 0.0759 | 0.0180 | 0.0269 | 0.0579 |
| 7 | 117.40 | 0.0886 | 0.0614 | 0.0771 | 0.0272 |
| 8 | 121.44 | 0.1013 | 0.0717 | 0.0884 | 0.0295 |
| 9 | 125.90 | 0.1139 | 0.0839 | 0.1014 | 0.0300 |
| 10 | 130.20 | 0.1266 | 0.0963 | 0.1143 | 0.0303 |
| 11 | 130.40 | 0.1392 | 0.0969 | 0.1150 | 0.0423 |
| 12 | 139.00 | 0.1519 | 0.1232 | 0.1420 | 0.0287 |
| 13 | 146.10 | 0.1646 | 0.1461 | 0.1651 | 0.0184 |
| 14 | 147.65 | 0.1772 | 0.1512 | 0.1702 | 0.0260 |
| 15 | 154.90 | 0.1899 | 0.1753 | 0.1942 | 0.0145 |
| 16 | 155.40 | 0.2025 | 0.1770 | 0.1958 | 0.0255 |
| 17 | 157.00 | 0.2152 | 0.1824 | 0.2011 | 0.0328 |
| 18 | 160.00 | 0.2278 | 0.1925 | 0.2110 | 0.0354 |
| 19 | 163.22 | 0.2405 | 0.2034 | 0.2217 | 0.0371 |
| 20 | 166.80 | 0.2532 | 0.2155 | 0.2335 | 0.0377 |
| 21 | 170.05 | 0.2658 | 0.2264 | 0.2441 | 0.0394 |
| 22 | 172.40 | 0.2785 | 0.2343 | 0.2517 | 0.0442 |
| 23 | 172.87 | 0.2911 | 0.2359 | 0.2533 | 0.0552 |
| 24 | 181.30 | 0.3038 | 0.2640 | 0.2803 | 0.0398 |
| 25 | 189.80 | 0.3165 | 0.2917 | 0.3069 | 0.0247 |
| 26 | 200.00 | 0.3291 | 0.3240 | 0.3376 | 0.0051 |
| 27 | 202.00 | 0.3418 | 0.3302 | 0.3435 | 0.0116 |
| 28 | 207.40 | 0.3544 | 0.3467 | 0.3591 | 0.0077 |
| 29 | 224.09 | 0.3671 | 0.3951 | 0.4049 | 0.0280 |
| 30 | 224.30 | 0.3797 | 0.3957 | 0.4055 | 0.0160 |
| 31 | 228.00 | 0.3924 | 0.4059 | 0.4151 | 0.0135 |
| 32 | 233.50 | 0.4051 | 0.4207 | 0.4291 | 0.0157 |
| 33 | 237.20 | 0.4177 | 0.4305 | 0.4383 | 0.0127 |
| 34 | 243.80 | 0.4304 | 0.4473 | 0.4542 | 0.0170 |
| 35 | 249.00 | 0.4430 | 0.4602 | 0.4664 | 0.0172 |
| 36 | 271.50 | 0.4557 | 0.5118 | 0.5150 | 0.0561 |
| 37 | 308.80 | 0.4684 | 0.5839 | 0.5832 | 0.1156 |
| 38 | 313.09 | 0.4810 | 0.5913 | 0.5902 | 0.1103 |
| 39 | 318.30 | 0.4937 | 0.5999 | 0.5984 | 0.1063 |
| 40 | 330.00 | 0.5063 | 0.6185 | 0.6160 | 0.1122 |
| 41 | 330.00 | 0.5190 | 0.6185 | 0.6160 | 0.0995 |
| 42 | 331.57 | 0.5316 | 0.6209 | 0.6183 | 0.0892 |
| 43 | 331.74 | 0.5443 | 0.6211 | 0.6185 | 0.0768 |
| 44 | 342.50 | 0.5570 | 0.6370 | 0.6336 | 0.0800 |
| 45 | 348.00 | 0.5696 | 0.6447 | 0.6410 | 0.0751 |
| 46 | 369.45 | 0.5823 | 0.6727 | 0.6677 | 0.0904 |
| 47 | 414.50 | 0.5949 | 0.7219 | 0.7150 | 0.1269 |
| 48 | 420.90 | 0.6076 | 0.7279 | 0.7208 | 0.1203 |
| 49 | 451.27 | 0.6203 | 0.7543 | 0.7463 | 0.1340 |
| 50 | 453.30 | 0.6329 | 0.7559 | 0.7479 | 0.1230 |
| 51 | 454.50 | 0.6456 | 0.7568 | 0.7488 | 0.1113 |
| 52 | 461.28 | 0.6582 | 0.7621 | 0.7540 | 0.1039 |
| 53 | 466.70 | 0.6709 | 0.7662 | 0.7579 | 0.0953 |
| 54 | 466.80 | 0.6835 | 0.7663 | 0.7580 | 0.0827 |
| 55 | 482.50 | 0.6962 | 0.7775 | 0.7690 | 0.0813 |
| 56 | 490.00 | 0.7089 | 0.7826 | 0.7740 | 0.0737 |
| 57 | 499.12 | 0.7215 | 0.7885 | 0.7798 | 0.0670 |
| 58 | 506.20 | 0.7342 | 0.7930 | 0.7842 | 0.0588 |
| 59 | 511.60 | 0.7468 | 0.7963 | 0.7874 | 0.0495 |
| 60 | 516.00 | 0.7595 | 0.7989 | 0.7900 | 0.0394 |
| 61 | 528.77 | 0.7722 | 0.8063 | 0.7972 | 0.0341 |
| 62 | 548.13 | 0.7848 | 0.8166 | 0.8075 | 0.0318 |
| 63 | 552.43 | 0.7975 | 0.8188 | 0.8096 | 0.0214 |
| 64 | 582.00 | 0.8101 | 0.8329 | 0.8235 | 0.0227 |
| 65 | 584.15 | 0.8228 | 0.8338 | 0.8245 | 0.0110 |
| 66 | 594.10 | 0.8354 | 0.8381 | 0.8287 | 0.0027 |
| 67 | 599.20 | 0.8481 | 0.8403 | 0.8309 | 0.0078 |
| 68 | 625.41 | 0.8608 | 0.8506 | 0.8412 | 0.0102 |
| 69 | 649.80 | 0.8734 | 0.8593 | 0.8499 | 0.0141 |
| 70 | 700.00 | 0.8861 | 0.8750 | 0.8657 | 0.0111 |
| 71 | 740.20 | 0.8987 | 0.8856 | 0.8765 | 0.0131 |
| 72 | 816.27 | 0.9114 | 0.9023 | 0.8935 | 0.0091 |
| 73 | 931.50 | 0.9241 | 0.9212 | 0.9130 | 0.0029 |
| 74 | 973.00 | 0.9367 | 0.9266 | 0.9187 | 0.0101 |
| 75 | 1131.20 | 0.9494 | 0.9427 | 0.9356 | 0.0067 |
| 76 | 1422.80 | 0.9620 | 0.9609 | 0.9551 | 0.0012 |
| 77 | 1552.10 | 0.9747 | 0.9661 | 0.9608 | 0.0085 |
| 78 | 1601.00 | 0.9873 | 0.9679 | 0.9627 | 0.0195 |
| Δ teorico | | | | | 0.1340 |
| Δ tabular | | | | | 0.2525 |

Fuente: Software HIDROESTA 2
Elaboración Propia del Autor

Cuadro N° 3

Resultados de la Prueba de bondad de ajuste de Smirnov - Kolmogorov para los diferentes métodos de distribución

| Distribución Normal | Distribución Log Normal 2P | Distribución Log Normal 3P | Distribución Gamma 2P | Distribución Gamma 3P | Distribución Log Pearson III | Distribución Gumbel | Distribución Log Gumbel |
|---------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------------|---------------------|-------------------------|
| Δ teórico | | | | | | | |
| 0.1299 | 0.0841 | 0.0811 | 0.0829 | 0.0000 | 0.0000 | 0.1038 | 0.1340 |
| Δ tabular | | | | | | | |
| 0.2525 | | | | | | | |

Fuente: Elaboración Propia del Autor.

Cuadro N° 45

Hidrogramas unitarios típicos de las avenidas del río Jequetepeque en la entrada del embalse Gallito Ciego - 2017

| TIEMPO (Horas) | HIDROGRAMAS UNITARIOS | | TIEMPO (Horas) | HIDROGRAMAS UNITARIOS | | TIEMPO (Horas) | HIDROGRAMAS UNITARIOS | | TIEMPO (Horas) | HIDROGRAMAS UNITARIOS | |
|----------------|-----------------------|-------------|----------------|-----------------------|-------------|----------------|-----------------------|-------------|----------------|-----------------------|-------------|
| | DE DISEÑO | ACTUALIZADO | | DE DISEÑO | ACTUALIZADO | | DE DISEÑO | ACTUALIZADO | | DE DISEÑO | ACTUALIZADO |
| 000 | 0.070 | 0.110 | 035 | 0.750 | 0.750 | 070 | 0.100 | 0.228 | 105 | 0.070 | 0.150 |
| 001 | 0.070 | 0.110 | 036 | 0.700 | 0.700 | 071 | 0.095 | 0.222 | 106 | 0.070 | 0.150 |
| 002 | 0.070 | 0.110 | 037 | 0.650 | 0.650 | 072 | 0.090 | 0.220 | 107 | 0.070 | 0.150 |
| 003 | 0.070 | 0.110 | 038 | 0.600 | 0.600 | 073 | 0.085 | 0.217 | 108 | 0.070 | 0.150 |
| 004 | 0.070 | 0.116 | 039 | 0.570 | 0.570 | 074 | 0.080 | 0.215 | 109 | 0.070 | 0.150 |
| 005 | 0.070 | 0.116 | 040 | 0.540 | 0.540 | 075 | 0.078 | 0.213 | 110 | 0.070 | 0.150 |
| 006 | 0.070 | 0.120 | 041 | 0.510 | 0.510 | 076 | 0.075 | 0.211 | 111 | 0.070 | 0.150 |
| 007 | 0.073 | 0.123 | 042 | 0.480 | 0.480 | 077 | 0.073 | 0.208 | 112 | 0.070 | 0.150 |
| 008 | 0.075 | 0.123 | 043 | 0.453 | 0.459 | 078 | 0.070 | 0.206 | 113 | 0.070 | 0.150 |
| 009 | 0.078 | 0.127 | 044 | 0.425 | 0.440 | 079 | 0.070 | 0.204 | 114 | 0.070 | 0.150 |
| 010 | 0.080 | 0.131 | 045 | 0.398 | 0.413 | 080 | 0.070 | 0.202 | 115 | 0.070 | 0.150 |
| 011 | 0.084 | 0.138 | 046 | 0.370 | 0.396 | 081 | 0.070 | 0.199 | 116 | 0.070 | 0.150 |
| 012 | 0.088 | 0.142 | 047 | 0.353 | 0.385 | 082 | 0.070 | 0.197 | 117 | 0.070 | 0.150 |
| 013 | 0.091 | 0.146 | 048 | 0.335 | 0.374 | 083 | 0.070 | 0.195 | 118 | 0.070 | 0.150 |
| 014 | 0.095 | 0.165 | 049 | 0.318 | 0.364 | 084 | 0.070 | 0.193 | 119 | 0.070 | 0.150 |
| 015 | 0.096 | 0.167 | 050 | 0.300 | 0.353 | 085 | 0.070 | 0.190 | 120 | 0.070 | 0.140 |
| 016 | 0.098 | 0.178 | 051 | 0.275 | 0.342 | 086 | 0.070 | 0.188 | 121 | 0.070 | 0.140 |
| 017 | 0.099 | 0.191 | 052 | 0.250 | 0.332 | 087 | 0.070 | 0.186 | 122 | 0.070 | 0.140 |
| 018 | 0.100 | 0.205 | 053 | 0.225 | 0.326 | 088 | 0.070 | 0.180 | 123 | 0.070 | 0.140 |
| 019 | 0.118 | 0.210 | 054 | 0.200 | 0.320 | 089 | 0.070 | 0.180 | 124 | 0.070 | 0.140 |
| 020 | 0.135 | 0.232 | 055 | 0.195 | 0.314 | 090 | 0.070 | 0.180 | 125 | 0.070 | 0.140 |
| 021 | 0.153 | 0.245 | 056 | 0.190 | 0.309 | 091 | 0.070 | 0.180 | 126 | 0.070 | 0.140 |
| 022 | 0.170 | 0.259 | 057 | 0.185 | 0.303 | 092 | 0.070 | 0.180 | 127 | 0.070 | 0.140 |
| 023 | 0.250 | 0.272 | 058 | 0.180 | 0.297 | 093 | 0.070 | 0.170 | 128 | 0.070 | 0.140 |
| 024 | 0.330 | 0.330 | 059 | 0.173 | 0.291 | 094 | 0.070 | 0.170 | 129 | 0.070 | 0.140 |
| 025 | 0.410 | 0.410 | 060 | 0.165 | 0.285 | 095 | 0.070 | 0.170 | 130 | 0.070 | 0.140 |
| 026 | 0.490 | 0.519 | 061 | 0.158 | 0.280 | 096 | 0.070 | 0.170 | 131 | 0.070 | 0.140 |
| 027 | 0.618 | 0.799 | 062 | 0.150 | 0.274 | 097 | 0.070 | 0.170 | 132 | 0.070 | 0.140 |
| 028 | 0.745 | 0.913 | 063 | 0.143 | 0.268 | 098 | 0.070 | 0.170 | 133 | 0.070 | 0.130 |
| 029 | 0.873 | 0.973 | 064 | 0.135 | 0.262 | 099 | 0.070 | 0.160 | 134 | 0.070 | 0.130 |
| 030 | 1.000 | 1.000 | 065 | 0.128 | 0.257 | 100 | 0.070 | 0.160 | 135 | 0.070 | 0.130 |
| 031 | 0.950 | 0.964 | 066 | 0.120 | 0.251 | 101 | 0.070 | 0.160 | 136 | 0.070 | 0.130 |
| 032 | 0.900 | 0.900 | 067 | 0.115 | 0.245 | 102 | 0.070 | 0.160 | 137 | 0.070 | 0.130 |
| 033 | 0.850 | 0.850 | 068 | 0.110 | 0.239 | 103 | 0.070 | 0.160 | | | |
| 034 | 0.800 | 0.800 | 069 | 0.105 | 0.233 | 104 | 0.070 | 0.160 | | | |

Fuente: Consolidación de la primera etapa del Proyecto Especial Jequetepeque-Zaña, 2007, Cosultor Ing. Milutin Milarodovic O.

Cuadro N° 26

Hidrograma de entrada y salida de la presa Gallito Ciego, para el Periodo de Retorno de 2,000 años

| DEASCARGAS | | NIVELES DEL EMBALSE | | |
|------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------|-----------|
| MAXIMA DE ENTRADA (Q): | 3189.720 | INICIAL | 404.000 | |
| MAXIMA DE SALIDA (q) : | 1582.286 | MAXIMO | 410.330 | |
| TIEMPO (horas) | DESCARGAS | | EMBALSE | |
| | DE ENTRADA Q _i (m3/s) | DE SALIDA q _s (m3/s) | VOLUMEN (MMC) | NIVEL (m) |
| 0 | 223.280 | 180.000 | 434.098 | 404.000 |
| 1 | 231.255 | 181.056 | 434.267 | 404.012 |
| 2 | 255.288 | 182.447 | 434.488 | 404.028 |
| 3 | 304.579 | 184.625 | 434.835 | 404.053 |
| 4 | 353.870 | 187.856 | 435.350 | 404.091 |
| 5 | 405.818 | 192.147 | 436.033 | 404.140 |
| 6 | 457.767 | 197.502 | 436.886 | 404.202 |
| 7 | 509.716 | 203.899 | 437.905 | 404.276 |
| 8 | 561.665 | 211.313 | 439.086 | 404.361 |
| 9 | 640.060 | 220.018 | 440.473 | 404.462 |
| 10 | 722.678 | 230.328 | 442.115 | 404.581 |
| 11 | 805.296 | 242.253 | 444.015 | 404.719 |
| 12 | 887.915 | 246.182 | 446.184 | 404.876 |
| 13 | 987.811 | 240.924 | 448.683 | 405.035 |
| 14 | 1087.707 | 237.121 | 451.559 | 405.215 |
| 15 | 1187.603 | 235.425 | 454.804 | 405.418 |
| 16 | 1287.498 | 243.817 | 458.396 | 405.642 |
| 17 | 1453.847 | 291.632 | 462.367 | 405.890 |
| 18 | 1620.195 | 364.722 | 466.719 | 406.240 |
| 19 | 1786.544 | 432.194 | 471.416 | 406.540 |
| 20 | 1952.892 | 516.104 | 476.440 | 406.891 |
| 21 | 2244.418 | 619.149 | 481.952 | 407.295 |
| 22 | 2559.519 | 735.481 | 488.161 | 407.722 |
| 23 | 2874.619 | 873.801 | 495.046 | 408.201 |
| 24 | 3189.720 | 1034.415 | 502.527 | 408.724 |
| 25 | 3055.970 | 1197.475 | 509.751 | 409.227 |
| 26 | 2909.303 | 1341.971 | 515.918 | 409.654 |
| 27 | 2755.308 | 1451.097 | 521.087 | 409.965 |
| 28 | 2593.435 | 1554.517 | 525.304 | 410.253 |
| 29 | 2453.586 | 1573.119 | 528.759 | 410.305 |
| 30 | 2315.103 | 1575.304 | 531.676 | 410.311 |
| 31 | 2170.470 | 1577.101 | 534.075 | 410.316 |
| 32 | 2045.438 | 1578.530 | 535.984 | 410.319 |
| 33 | 1964.265 | 1579.678 | 537.517 | 410.323 |
| 34 | 1883.093 | 1580.604 | 538.753 | 410.325 |
| 35 | 1801.920 | 1581.309 | 539.695 | 410.327 |
| 36 | 1720.748 | 1581.794 | 540.342 | 410.328 |
| 37 | 1662.858 | 1582.090 | 540.738 | 410.329 |
| 38 | 1617.586 | 1582.246 | 540.947 | 410.330 |
| 39 | 1576.577 | 1582.286 | 541.000 | 410.330 |
| 40 | 1535.568 | 1582.216 | 540.906 | 410.329 |
| 41 | 1494.559 | 1582.035 | 540.664 | 410.329 |
| 42 | 1453.550 | 1581.744 | 540.276 | 410.328 |
| 43 | 1412.541 | 1581.344 | 539.741 | 410.327 |
| 44 | 1371.532 | 1580.834 | 539.061 | 410.326 |
| 45 | 1330.523 | 1580.215 | 538.235 | 410.324 |
| 46 | 1289.514 | 1579.488 | 537.263 | 410.322 |
| 47 | 1248.505 | 1578.652 | 536.147 | 410.320 |
| 48 | 1207.496 | 1577.708 | 534.886 | 410.317 |
| 49 | 1166.487 | 1576.656 | 533.482 | 410.314 |

| DEASCARGAS | | NIVELES DEL EMBALSE | | |
|------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------|-----------|
| MAXIMA DE ENTRADA (Q): | 3189.720 | INICIAL | 404.000 | |
| MAXIMA DE SALIDA (q) : | 1582.286 | MAXIMO | 410.330 | |
| TIEMPO (horas) | DESCARGAS | | EMBALSE | |
| | DE ENTRADA Q _i (m3/s) | DE SALIDA q _s (m3/s) | VOLUMEN (MMC) | NIVEL (m) |
| 50 | 1125.478 | 1575.497 | 531.933 | 410.311 |
| 51 | 1084.469 | 1574.230 | 530.242 | 410.308 |
| 52 | 1043.460 | 1572.856 | 528.407 | 410.304 |
| 53 | 1002.451 | 1570.540 | 526.432 | 410.298 |
| 54 | 961.442 | 1541.179 | 524.366 | 410.217 |
| 55 | 920.433 | 1487.363 | 522.302 | 410.067 |
| 56 | 879.424 | 1439.096 | 520.274 | 409.932 |
| 57 | 838.415 | 1397.759 | 518.260 | 409.814 |
| 58 | 797.406 | 1350.037 | 516.258 | 409.677 |
| 59 | 756.397 | 1303.243 | 514.279 | 409.541 |
| 60 | 715.388 | 1257.274 | 512.319 | 409.406 |
| 61 | 674.379 | 1212.022 | 510.376 | 409.271 |
| 62 | 633.370 | 1167.102 | 508.448 | 409.135 |
| 63 | 592.361 | 1118.067 | 506.541 | 408.985 |
| 64 | 551.352 | 1080.087 | 504.643 | 408.868 |
| 65 | 510.343 | 1039.014 | 502.739 | 408.739 |
| 66 | 469.334 | 997.873 | 500.836 | 408.608 |
| 67 | 428.325 | 956.830 | 498.934 | 408.475 |
| 68 | 387.316 | 916.016 | 497.031 | 408.341 |
| 69 | 346.307 | 875.519 | 495.126 | 408.206 |
| 70 | 305.298 | 837.330 | 493.216 | 408.077 |
| 71 | 264.289 | 798.793 | 491.296 | 407.945 |
| 72 | 223.280 | 759.721 | 489.369 | 407.808 |
| 73 | 223.280 | 722.048 | 487.505 | 407.674 |
| 74 | 223.280 | 688.381 | 485.770 | 407.552 |
| 75 | 223.280 | 659.236 | 484.149 | 407.445 |
| 76 | 223.280 | 631.542 | 482.629 | 407.341 |
| 77 | 223.280 | 605.467 | 481.206 | 407.242 |
| 78 | 223.280 | 581.087 | 479.874 | 407.148 |
| 79 | 223.280 | 561.891 | 478.621 | 407.074 |
| 80 | 223.280 | 547.842 | 477.427 | 407.018 |
| 81 | 223.280 | 514.026 | 476.319 | 406.883 |
| 82 | 223.280 | 496.581 | 475.304 | 406.812 |
| 83 | 223.280 | 480.436 | 474.349 | 406.745 |
| 84 | 223.280 | 465.387 | 473.451 | 406.682 |
| 85 | 223.280 | 451.434 | 472.604 | 406.623 |
| 86 | 223.280 | 438.466 | 471.806 | 406.567 |
| 87 | 223.280 | 426.353 | 471.053 | 406.515 |
| 88 | 223.280 | 415.231 | 470.342 | 406.467 |
| 89 | 223.280 | 404.848 | 469.670 | 406.421 |
| 90 | 223.280 | 395.582 | 469.033 | 406.380 |
| 91 | 223.280 | 387.286 | 468.428 | 406.343 |
| 92 | 223.280 | 379.389 | 467.851 | 406.307 |
| 93 | 223.280 | 372.229 | 467.302 | 406.274 |
| 94 | 223.280 | 365.488 | 466.778 | 406.243 |
| 95 | 223.280 | 359.053 | 466.278 | 406.214 |
| 96 | 223.280 | 352.844 | 465.800 | 406.185 |
| 97 | 223.280 | 346.861 | 465.344 | 406.157 |
| 98 | 223.280 | 341.154 | 464.910 | 406.130 |
| 99 | 223.280 | 335.711 | 464.495 | 406.105 |

Fuente: Elaboración propia del autor.

Cuadro N° 27

Hidrograma de entrada y salida de la presa Gallito Ciego, para el Periodo de Retorno de 7,500 años

| DEASCARGAS | | | NIVELES DEL EMBALSE | |
|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------|
| MAXIMA DE ENTRADA (Q): | 3189.720 | | INICIAL | 404.000 |
| MAXIMA DE SALIDA (q) : | 1582.286 | | MAXIMO | 410.330 |
| TIEMPO (horas) | DESCARGAS | | EMBALSE | |
| | DE ENTRADA Q _e (m3/s) | DE SALIDA q _s (m3/s) | VOLUMEN (MMC) | NIVEL (m) |
| 0 | 286.149 | 180.000 | 434.098 | 404.000 |
| 1 | 296.368 | 182.486 | 434.494 | 404.029 |
| 2 | 327.169 | 185.375 | 434.955 | 404.062 |
| 3 | 390.338 | 189.250 | 435.572 | 404.107 |
| 4 | 453.508 | 194.449 | 436.400 | 404.167 |
| 5 | 520.083 | 200.982 | 437.441 | 404.242 |
| 6 | 586.659 | 208.857 | 438.695 | 404.333 |
| 7 | 653.235 | 218.044 | 440.158 | 404.439 |
| 8 | 719.811 | 228.513 | 441.826 | 404.560 |
| 9 | 820.279 | 240.614 | 443.754 | 404.700 |
| 10 | 926.160 | 246.668 | 446.020 | 404.864 |
| 11 | 1032.041 | 240.950 | 448.667 | 405.034 |
| 12 | 1137.922 | 237.000 | 451.713 | 405.225 |
| 13 | 1265.945 | 235.423 | 455.190 | 405.442 |
| 14 | 1393.969 | 252.021 | 459.100 | 405.686 |
| 15 | 1521.992 | 323.051 | 463.314 | 406.044 |
| 16 | 1650.016 | 378.153 | 467.761 | 406.302 |
| 17 | 1863.202 | 451.236 | 472.592 | 406.622 |
| 18 | 2076.389 | 553.121 | 477.875 | 407.039 |
| 19 | 2289.576 | 648.764 | 483.571 | 407.406 |
| 20 | 2502.762 | 764.672 | 489.653 | 407.826 |
| 21 | 2876.372 | 901.197 | 496.337 | 408.292 |
| 22 | 3280.195 | 1063.689 | 503.882 | 408.816 |
| 23 | 3684.017 | 1255.484 | 512.243 | 409.401 |
| 24 | 4087.840 | 1455.034 | 521.353 | 409.977 |
| 25 | 3916.430 | 1574.279 | 530.308 | 410.308 |
| 26 | 3728.467 | 1580.332 | 538.391 | 410.324 |
| 27 | 3531.111 | 1585.850 | 545.759 | 410.339 |
| 28 | 3323.661 | 1590.808 | 552.379 | 410.353 |
| 29 | 3144.434 | 1595.232 | 558.287 | 410.365 |
| 30 | 2966.959 | 1599.164 | 563.538 | 410.376 |
| 31 | 2781.603 | 1602.597 | 568.122 | 410.385 |
| 32 | 2621.366 | 1605.556 | 572.073 | 410.393 |
| 33 | 2517.338 | 1611.680 | 575.531 | 410.410 |
| 34 | 2413.310 | 1681.275 | 578.479 | 410.598 |
| 35 | 2309.282 | 1737.438 | 580.826 | 410.747 |
| 36 | 2205.254 | 1780.750 | 582.619 | 410.862 |
| 37 | 2131.065 | 1813.258 | 583.956 | 410.947 |
| 38 | 2073.045 | 1837.594 | 584.951 | 411.010 |
| 39 | 2020.489 | 1855.322 | 585.673 | 411.056 |
| 40 | 1967.933 | 1867.093 | 586.151 | 411.087 |
| 41 | 1915.377 | 1873.420 | 586.408 | 411.103 |
| 42 | 1862.822 | 1874.758 | 586.462 | 411.107 |
| 43 | 1810.266 | 1871.502 | 586.331 | 411.098 |
| 44 | 1757.710 | 1864.085 | 586.029 | 411.079 |
| 45 | 1705.154 | 1852.843 | 585.572 | 411.050 |
| 46 | 1652.599 | 1838.099 | 584.972 | 411.012 |
| 47 | 1600.043 | 1820.242 | 584.242 | 410.965 |
| 48 | 1547.487 | 1799.496 | 583.392 | 410.911 |
| 49 | 1494.931 | 1776.205 | 582.432 | 410.850 |

| DEASCARGAS | | | NIVELES DEL EMBALSE | |
|------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|---------------------|--------------|
| MAXIMA DE ENTRADA (Q): | 3189.720 | | INICIAL | 404.000 |
| MAXIMA DE SALIDA (q) : | 1582.286 | | MAXIMO | 410.330 |
| TIEMPO (horas) | DESCARGAS | | EMBALSE | |
| | DE ENTRADA Q _e (m3/s) | DE SALIDA q _s (m3/s) | VOLUMEN (MMC) | NIVEL (m) |
| 50 | 1442.375 | 1750.544 | 581.371 | 410.782 |
| 51 | 1389.820 | 1722.784 | 580.217 | 410.709 |
| 52 | 1337.264 | 1693.155 | 578.977 | 410.630 |
| 53 | 1284.708 | 1661.808 | 577.658 | 410.545 |
| 54 | 1232.152 | 1628.924 | 576.265 | 410.457 |
| 55 | 1179.597 | 1607.584 | 574.780 | 410.399 |
| 56 | 1127.041 | 1606.360 | 573.147 | 410.395 |
| 57 | 1074.485 | 1604.999 | 571.329 | 410.392 |
| 58 | 1021.929 | 1603.500 | 569.327 | 410.388 |
| 59 | 969.374 | 1601.864 | 567.142 | 410.383 |
| 60 | 916.818 | 1600.090 | 564.774 | 410.378 |
| 61 | 864.262 | 1598.180 | 562.223 | 410.373 |
| 62 | 811.706 | 1596.133 | 559.490 | 410.368 |
| 63 | 759.151 | 1593.950 | 556.575 | 410.362 |
| 64 | 706.595 | 1591.632 | 553.479 | 410.355 |
| 65 | 654.039 | 1589.178 | 550.203 | 410.349 |
| 66 | 601.483 | 1586.590 | 546.747 | 410.341 |
| 67 | 548.928 | 1583.867 | 543.111 | 410.334 |
| 68 | 496.372 | 1581.010 | 539.295 | 410.326 |
| 69 | 443.816 | 1578.019 | 535.301 | 410.318 |
| 70 | 391.260 | 1574.894 | 531.129 | 410.309 |
| 71 | 338.705 | 1571.637 | 526.780 | 410.301 |
| 72 | 286.149 | 1492.761 | 522.388 | 410.082 |
| 73 | 286.149 | 1396.745 | 518.217 | 409.811 |
| 74 | 286.149 | 1305.696 | 514.383 | 409.548 |
| 75 | 286.149 | 1223.312 | 510.861 | 409.305 |
| 76 | 286.149 | 1146.425 | 507.626 | 409.072 |
| 77 | 286.149 | 1080.199 | 504.648 | 408.868 |
| 78 | 286.149 | 1020.789 | 501.896 | 408.681 |
| 79 | 286.149 | 965.797 | 499.350 | 408.504 |
| 80 | 286.149 | 915.247 | 496.995 | 408.339 |
| 81 | 286.149 | 868.919 | 494.813 | 408.184 |
| 82 | 286.149 | 830.341 | 492.785 | 408.053 |
| 83 | 286.149 | 786.901 | 490.904 | 407.903 |
| 84 | 286.149 | 755.802 | 489.157 | 407.794 |
| 85 | 286.149 | 722.481 | 487.526 | 407.676 |
| 86 | 286.149 | 692.635 | 486.009 | 407.568 |
| 87 | 286.149 | 667.269 | 484.592 | 407.475 |
| 88 | 286.149 | 643.148 | 483.263 | 407.385 |
| 89 | 286.149 | 620.376 | 482.019 | 407.299 |
| 90 | 286.149 | 599.009 | 480.854 | 407.218 |
| 91 | 286.149 | 579.069 | 479.764 | 407.141 |
| 92 | 286.149 | 563.268 | 478.738 | 407.079 |
| 93 | 286.149 | 551.771 | 477.761 | 407.034 |
| 94 | 286.149 | 532.766 | 476.839 | 406.958 |
| 95 | 286.149 | 508.446 | 475.995 | 406.860 |
| 96 | 286.149 | 495.109 | 475.218 | 406.806 |
| 97 | 286.149 | 482.780 | 474.488 | 406.754 |
| 98 | 286.149 | 471.202 | 473.801 | 406.706 |
| 99 | 286.149 | 460.504 | 473.154 | 406.661 |

Fuente: Elaboración propia del autor.

Cuadro N° 28

Hidrograma de entrada y salida de la presa Gallito Ciego, para el Caudal pico de la rotura de la Presa Gallito Ciego

| DESCARGAS | | | NIVELES DEL EMBALSE | |
|------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------|
| MAXIMA DE ENTRADA (Q): | 3189.720 | INICIAL | 404.000 | |
| MAXIMA DE SALIDA (q) : | 1582.286 | MAXIMO | 410.330 | |
| TIEMPO (horas) | DESCARGAS | | EMBALSE | |
| | DE ENTRADA Q _i (m3/s) | DE SALIDA q _s (m3/s) | VOLUMEN (MMC) | NIVEL (m) |
| 0 | 4441.969 | 180.000 | 434.098 | 404.000 |
| 1 | 4600.611 | 239.394 | 449.620 | 405.094 |
| 2 | 5078.738 | 355.110 | 465.973 | 406.196 |
| 3 | 6059.332 | 660.059 | 484.194 | 407.448 |
| 4 | 7039.927 | 1080.039 | 504.640 | 408.867 |
| 5 | 8073.402 | 1571.855 | 527.071 | 410.301 |
| 6 | 9106.876 | 1590.751 | 552.303 | 410.353 |
| 7 | 10140.332 | 1740.459 | 580.952 | 410.755 |
| 8 | 11173.826 | 2529.803 | 611.631 | 412.711 |
| 9 | 12733.431 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 10 | 14377.050 | 166.453 | 48.499 | 356.953 |
| 11 | 16020.669 | 177.447 | 102.596 | 367.947 |
| 12 | 17664.288 | 180.000 | 162.586 | 378.234 |
| 13 | 19651.631 | 180.000 | 229.106 | 386.808 |
| 14 | 21638.974 | 180.000 | 302.781 | 393.751 |
| 15 | 23626.317 | 180.000 | 383.611 | 400.276 |
| 16 | 25613.660 | 427.889 | 471.149 | 406.522 |
| 17 | 28923.018 | 1600.756 | 565.663 | 410.380 |
| 18 | 32232.375 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 19 | 35541.733 | 179.863 | 121.670 | 371.452 |
| 20 | 38851.090 | 180.000 | 254.929 | 389.399 |
| 21 | 44650.742 | 180.000 | 404.584 | 401.844 |
| 22 | 50919.395 | 1606.546 | 573.395 | 410.396 |
| 23 | 57188.047 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 24 | 63456.700 | 180.000 | 216.837 | 385.469 |
| 25 | 60795.854 | 215.661 | 439.779 | 404.412 |
| 26 | 57878.054 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 27 | 54814.445 | 180.000 | 202.522 | 383.823 |
| 28 | 51594.134 | 180.000 | 393.410 | 401.013 |
| 29 | 48811.946 | 1604.699 | 570.928 | 410.391 |
| 30 | 46056.952 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 31 | 43179.614 | 180.000 | 160.302 | 377.887 |
| 32 | 40692.203 | 180.000 | 310.623 | 394.429 |
| 33 | 39077.347 | 235.840 | 453.460 | 405.334 |
| 34 | 37462.492 | 1897.746 | 587.391 | 411.166 |
| 35 | 35847.636 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 36 | 34232.780 | 180.000 | 125.821 | 372.191 |
| 37 | 33081.121 | 180.000 | 246.338 | 388.562 |
| 38 | 32180.459 | 180.000 | 363.161 | 398.716 |
| 39 | 31364.622 | 513.579 | 476.293 | 406.881 |
| 40 | 30548.784 | 1803.754 | 583.566 | 410.922 |
| 41 | 29732.946 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 42 | 28917.108 | 177.945 | 105.250 | 368.445 |
| 43 | 28101.270 | 180.000 | 207.239 | 384.379 |
| 44 | 27285.432 | 180.000 | 306.287 | 394.056 |
| 45 | 26469.594 | 180.000 | 402.398 | 401.681 |
| 46 | 25653.756 | 859.161 | 494.349 | 408.151 |
| 47 | 24837.918 | 1731.312 | 580.571 | 410.731 |
| 48 | 24022.080 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 49 | 23206.242 | 173.963 | 84.698 | 364.463 |

| DESCARGAS | | | NIVELES DEL EMBALSE | |
|------------------------|----------------------------------|---------------------------------|---------------------|-----------|
| MAXIMA DE ENTRADA (Q): | 3189.720 | INICIAL | 404.000 | |
| MAXIMA DE SALIDA (q) : | 1582.286 | MAXIMO | 410.330 | |
| TIEMPO (horas) | DESCARGAS | | EMBALSE | |
| | DE ENTRADA Q _i (m3/s) | DE SALIDA q _s (m3/s) | VOLUMEN (MMC) | NIVEL (m) |
| 50 | 22390.404 | 180.000 | 166.135 | 378.769 |
| 51 | 21574.566 | 180.000 | 244.624 | 388.393 |
| 52 | 20758.728 | 180.000 | 320.176 | 395.243 |
| 53 | 19942.890 | 180.000 | 392.790 | 400.966 |
| 54 | 19127.052 | 290.433 | 462.270 | 405.884 |
| 55 | 18311.214 | 1568.835 | 526.312 | 410.293 |
| 56 | 17495.376 | 1830.099 | 584.646 | 410.991 |
| 57 | 16679.538 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 58 | 15863.700 | 168.491 | 58.275 | 358.991 |
| 59 | 15047.862 | 179.436 | 113.289 | 369.936 |
| 60 | 14232.024 | 180.000 | 165.346 | 378.650 |
| 61 | 13416.187 | 180.000 | 214.465 | 385.205 |
| 62 | 12600.349 | 180.000 | 260.646 | 389.946 |
| 63 | 11784.511 | 180.000 | 303.891 | 393.848 |
| 64 | 10968.673 | 180.000 | 344.199 | 397.219 |
| 65 | 10152.835 | 180.000 | 381.570 | 400.123 |
| 66 | 9336.997 | 180.000 | 416.003 | 402.684 |
| 67 | 8521.159 | 243.375 | 447.386 | 404.954 |
| 68 | 7705.321 | 495.875 | 475.263 | 406.809 |
| 69 | 6889.483 | 956.521 | 498.919 | 408.474 |
| 70 | 6073.645 | 1392.142 | 518.025 | 409.798 |
| 71 | 5257.807 | 1576.354 | 533.079 | 410.313 |
| 72 | 4441.969 | 1585.168 | 544.847 | 410.338 |
| 73 | 4441.969 | 1592.859 | 555.118 | 410.359 |
| 74 | 4441.969 | 1600.530 | 565.361 | 410.380 |
| 75 | 4441.969 | 1612.560 | 575.569 | 410.412 |
| 76 | 4441.969 | 1846.963 | 585.333 | 411.035 |
| 77 | 4441.969 | 2070.838 | 594.272 | 411.604 |
| 78 | 4441.969 | 2282.585 | 602.427 | 412.124 |
| 79 | 4441.969 | 2481.105 | 609.843 | 412.597 |
| 80 | 4441.969 | 0.000 | 0.000 | 0.000 |
| 81 | 4441.969 | 159.613 | 15.704 | 350.113 |
| 82 | 4441.969 | 162.827 | 31.114 | 353.327 |
| 83 | 4441.969 | 166.038 | 46.514 | 356.538 |
| 84 | 4441.969 | 169.248 | 61.901 | 359.748 |
| 85 | 4441.969 | 172.454 | 77.277 | 362.954 |
| 86 | 4441.969 | 175.536 | 92.642 | 366.036 |
| 87 | 4441.969 | 178.459 | 107.996 | 368.959 |
| 88 | 4441.969 | 179.938 | 123.342 | 371.751 |
| 89 | 4441.969 | 180.000 | 138.685 | 374.421 |
| 90 | 4441.969 | 180.000 | 154.028 | 376.919 |
| 91 | 4441.969 | 180.000 | 169.371 | 379.253 |
| 92 | 4441.969 | 180.000 | 184.714 | 381.480 |
| 93 | 4441.969 | 180.000 | 200.057 | 383.517 |
| 94 | 4441.969 | 180.000 | 215.400 | 385.309 |
| 95 | 4441.969 | 180.000 | 230.744 | 386.985 |
| 96 | 4441.969 | 180.000 | 246.087 | 388.538 |
| 97 | 4441.969 | 180.000 | 261.430 | 390.020 |
| 98 | 4441.969 | 180.000 | 276.773 | 391.437 |
| 99 | 4441.969 | 180.000 | 292.116 | 392.813 |

Fuente: Elaboración propia del autor.

Cuadro N° 29

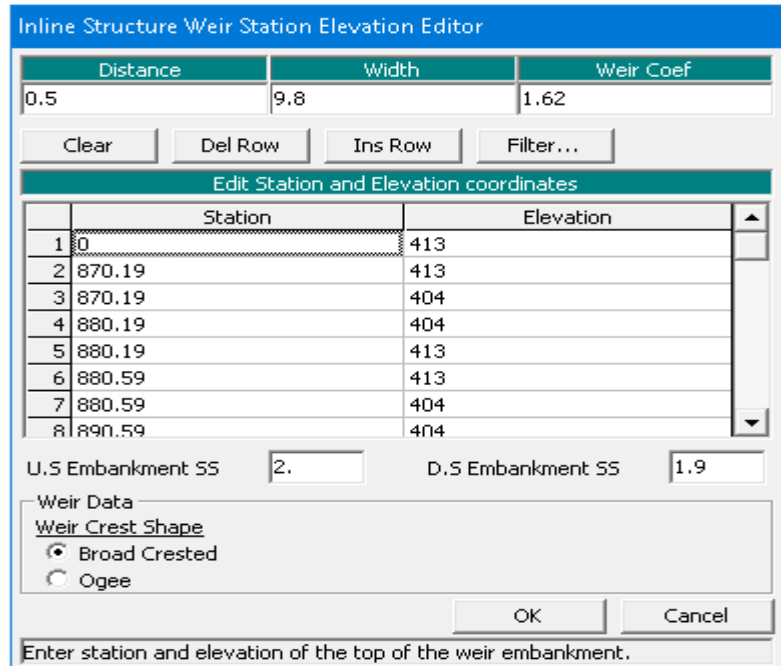
Descargas del aliviadero de demasías de acuerdo al Manual de Operación vigente

| COTA (m.s.n.m) | TIRANTE (H:m) | DESCARGA (Q:m3/s) | COTA (m.s.n.m) | TIRANTE (H:m) | DESCARGA (Q:m3/s) | COTA (m.s.n.m) | TIRANTE (H:m) | DESCARGA (Q:m3/s) |
|-------------------|------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------------|-------------------|------------------|----------------------|
| 404.00 | 0.00 | 0.00 | 407.00 | 3.00 | 503.23 | 410.00 | 6.00 | 1423.35 |
| 404.10 | 0.10 | 3.06 | 407.10 | 3.10 | 528.60 | 410.10 | 6.10 | 1453.09 |
| 404.20 | 0.20 | 8.66 | 407.20 | 3.20 | 554.38 | 410.20 | 6.20 | 1495.11 |
| 404.30 | 0.30 | 15.91 | 407.30 | 3.30 | 580.57 | 410.30 | 6.30 | 1531.43 |
| 404.40 | 0.40 | 24.50 | 407.40 | 3.40 | 607.16 | 410.40 | 6.40 | 1568.04 |
| 404.50 | 0.50 | 34.24 | 407.50 | 3.50 | 634.14 | 410.50 | 6.50 | 1604.93 |
| 404.60 | 0.60 | 45.01 | 407.60 | 3.60 | 661.52 | 410.60 | 6.60 | 1642.11 |
| 404.70 | 0.70 | 56.72 | 407.70 | 3.70 | 689.27 | 410.70 | 6.70 | 1679.57 |
| 404.80 | 0.80 | 69.30 | 407.80 | 3.80 | 717.40 | 410.80 | 6.80 | 1717.31 |
| 404.90 | 0.90 | 82.69 | 407.90 | 3.90 | 745.90 | 410.90 | 6.90 | 1755.33 |
| 405.00 | 1.00 | 96.85 | 408.00 | 4.00 | 774.78 | 411.00 | 7.00 | 1793.63 |
| 405.10 | 1.10 | 111.73 | 408.10 | 4.10 | 804.01 | 411.10 | 7.10 | 1832.20 |
| 405.20 | 1.20 | 127.31 | 408.20 | 4.20 | 833.60 | 411.20 | 7.20 | 1871.05 |
| 405.30 | 1.30 | 143.55 | 408.30 | 4.30 | 863.55 | 411.30 | 7.30 | 1910.16 |
| 405.40 | 1.40 | 160.43 | 408.40 | 4.40 | 893.85 | 411.40 | 7.40 | 1949.55 |
| 405.50 | 1.50 | 177.92 | 408.50 | 4.50 | 924.50 | 411.50 | 7.50 | 1989.20 |
| 405.60 | 1.60 | 196.00 | 408.60 | 4.60 | 955.48 | 411.60 | 7.60 | 2029.11 |
| 405.70 | 1.70 | 214.66 | 408.70 | 4.70 | 986.81 | 411.70 | 7.70 | 2069.29 |
| 405.80 | 1.80 | 233.88 | 408.80 | 4.80 | 1018.47 | 411.80 | 7.80 | 2109.74 |
| 405.90 | 1.90 | 253.64 | 408.90 | 4.90 | 1050.46 | 411.90 | 7.90 | 2150.44 |
| 406.00 | 2.00 | 273.92 | 409.00 | 5.00 | 1082.78 | 412.00 | 8.00 | 2191.40 |
| 406.10 | 2.10 | 294.72 | 409.10 | 5.10 | 1115.43 | 412.10 | 8.10 | 2232.61 |
| 406.20 | 2.20 | 316.02 | 409.20 | 5.20 | 1148.39 | 412.20 | 8.20 | 2274.09 |
| 406.30 | 2.30 | 337.81 | 409.30 | 5.30 | 1181.68 | 412.30 | 8.30 | 2315.81 |
| 406.40 | 2.40 | 360.08 | 409.40 | 5.40 | 1215.28 | 412.40 | 8.40 | 2357.79 |
| 406.50 | 2.50 | 382.82 | 409.50 | 5.50 | 1249.19 | 412.50 | 8.50 | 2400.02 |
| 406.60 | 2.60 | 406.02 | 409.60 | 5.60 | 1283.42 | 412.60 | 8.60 | 2442.50 |
| 406.70 | 2.70 | 429.67 | 409.70 | 5.70 | 1317.95 | 412.70 | 8.70 | 2485.22 |
| 406.80 | 2.80 | 453.76 | 409.80 | 5.80 | 1352.78 | 412.80 | 8.80 | 2528.19 |
| 406.90 | 2.90 | 478.28 | 409.90 | 5.90 | 1387.92 | 412.90 | 8.90 | 2571.41 |
| 407.00 | 3.00 | 503.23 | 410.00 | 6.00 | 1423.35 | 413.00 | 9.00 | 2614.87 |

Fuente: Manual de Operación del Embalse Gallito Ciego, 2000, Cosultor Ing. Milutin Milarodovic O.

Cuadro N° 30

Sección transversal en el eje de la presa Gallito Ciego



Fuente: Software HEC RAS

Elaboracion propia

Cuadro N° 5

Caudal máximo instantáneo del río Jequetepeque en el ingreso del embalse Gallito Ciego, para los tres escenarios considerados

| Flow Change Location | | | Profile Names and Flow Rates | | | | |
|----------------------|--------------|---------|------------------------------|-------------|----------|----------|---------|
| River | Reach | RS | 3ER ESC. | Q DIS. ORI. | 2DO ESC. | 1ER ESC. | |
| 1 | JEQUETEPEQUE | JQTPQ01 | 13400 | 3095.06 | 3230 | 3235.06 | 3275.06 |

Fuente: Software HEC RAS

Elaboracion propia

Cuadro N° 32

Condiciones de borde aguas arriba de la presa Gallito Ciego

| Flow (m3/s) | Known WS El (m) |
|-------------|-----------------|
| 1 3230 | 410.3 |
| 2 3275.06 | 410.43 |

| Upstream | Downstream |
|----------|-------------------------|
| Known WS | Normal Depth S = 0.0053 |

Fuente: Software HEC RAS

Elaboracion propia

Cuadro N° 33

Condiciones de borde aguas abajo de la presa Gallito Ciego

HEC-RAS

Enter the downstream slope for normal depth computation for reach: JQTPQ01 for all profiles.

0.0053

OK Cancel

Set boundary for one profile at a time

Available External Boundary Condition Types

Normal Depth Rating Curve Delete

Selected Boundary Condition Locations and Types

| Profile | Upstream | Downstream |
|---------|----------|-------------------------|
| all | Known WS | Normal Depth S = 0.0053 |

Steady Flow Reach-Storage Area Optimization ...

OK Cancel Help

Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Cuadro N° 34

Proceso de sedimentación del embalse Gallito Ciego – Batimetría 2,017

| DESCRIPCION | COTA (msnm) | ESTUDIO (*) SALZGITTER 1991 | ESTUDIOS BATIMETRICOS PEBEZA | | | | ESTUDIOS BATIMETRICOS JUNTA DE USUARIOS I BQUETEPEQUE | | | | |
|----------------------------|----------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------|---------------|---------------|--|---------------|---------------|---------------|-------|
| | | | 1993 | 1999 | 2000 | 2006 | 2007 | 2010 | 2013 | 2017 | |
| | | | Volumen de Crecidas | 410.3-404.0 | 93.40 | - | 94.16 | 94.42 | 93.67 | 93.73 | 93.43 |
| Volumen Util | 404.0-361.0 | 426.80 | 419.61 | 394.75 | 392.02 | 375.84 | 379.90 | 371.63 | 366.60 | 366.08 | |
| Volumen Inactivo | Menor a 361.0 | 117.90 | 107.87 | 84.93 | 87.18 | 88.38 | 82.30 | 80.39 | 73.79 | 68.01 | |
| VOLUMEN TOTAL (MMC) | | 638.1 | | 573.84 | 573.62 | 557.89 | 555.93 | 545.45 | 533.54 | 526.49 | |

NOTA: (*) REFERENCIA - ESTUDIO DE SALZGITTER 1991
MMC: Un millón de metros cúbicos = 1'000,000.00 m3

Fuente: OMDIHM-JUSHMJ

Cuadro N° 35

Datos geométricos del eje de la presa Gallito Ciego

| Distance | Width | Weir Coef |
|----------|-------|-----------|
| 150. | 9.8 | 1.62 |

| Station | Elevation |
|----------|-----------|
| 1 0 | 413 |
| 2 843.28 | 413 |
| 3 870.07 | 413 |
| 4 870.07 | 404 |
| 5 880.07 | 404 |
| 6 880.07 | 413 |
| 7 880.47 | 413 |
| 8 880.47 | 404 |

U.S Embankment SS: 2.25 D.S Embankment SS: 1.9

Weir Data
Weir Crest Shape
 Broad Crested
 Ogee

OK Cancel

Enter distance between upstream cross section and deck/roadway. (m)

Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Cuadro N° 36:

Condiciones de borde al ingreso y salida del cauce

Boundary Conditions | Initial Conditions |

Boundary Condition Types

Stage Hydrograph Flow Hydrograph Stage/Flow Hydr. ...

Normal Depth Lateral Inflow Hydr. Uniform Lateral Inflow ...

T.S. Gate Openings Elev Controlled Gates Navigation Dams ...

Rules Precipitation ...

Add Boundary Condition Location

Add RS ... Add SA/2D Flow Area ... Add SA Connection ...

Select Location in table then select Boundary Condition Type

| | River | Reach | RS | Boundary Condition |
|---|--------------|---------|-------|--------------------|
| 1 | JEQUETEPEQUE | JQTPQ01 | 13400 | Flow Hydrograph |
| 2 | JEQUETEPEQUE | JQTPQ01 | 50 | Normal Depth |

Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Cuadro N° 67
Condición de borde aguas abajo – Pendiente del cauce
(Normal Depth)

Normal Depth Downstream Boundary

River: JEQUETEPEQUE Reach: JQTPQ01 RS: 50

Friction Slope:

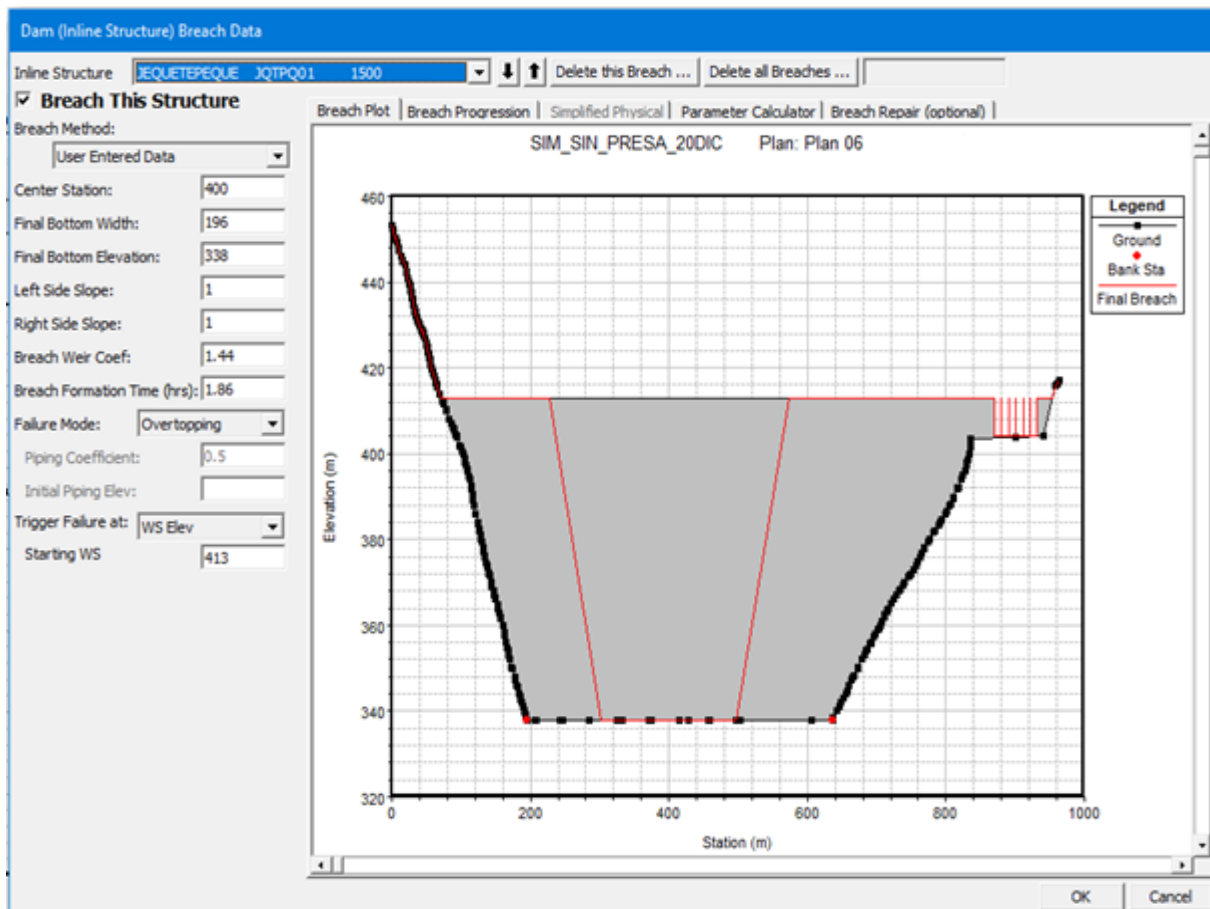
2D Flow Area Boundary Condition Parameters

Compute separate water surface elevation per face along BC Line

Compute single water surface for entire BC Line

*Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia*

Cuadro N° 38
Datos para el cálculo de la brecha - Failure Mode Overtopping



*Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propi*

Cuadro N° 39

Dimensionamiento de la brecha y tiempos de rotura - Failure Mode Overtopping

Dam (Inline Structure) Breach Data

Inline Structure: JEQUETEPEQUE JQTPQ01 1500 Delete this Breach ... Delete all Breaches ...

Breach This Structure

Breach Method: Breach Plot | Breach Progression | Simplified Physical | Parameter Calculator | Breach Repair (optional)

Input Data

Top of Dam Elevation (m): 413 Breach Bottom Elevation (m): 338

Pool Elevation at Failure (m): 413 Pool Volume at Failure (1000 m3): 616170

Failure mode: Overtopping

MacDonald

Dam Crest Width (m): 15 Slope of US Dam Face Z1 (H:V): 2.25

Earth Fill Type: Fine homogeneous Slope of DS Dam Face Z2 (H:V): 1.9

Xu Zhang (and Von Thun)

Dam Type: Homogeneous/zoned-fill dam Dam Erodibility: Medium

| Method | Breach Bottom Width (m) | Side Slopes (H:V) | Breach Development Time (hrs) | |
|--------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------------|--------|
| MacDonald et al | 298 | 0.5 | 4.59 | Select |
| Froehlich (1995) | 267 | 1.4 | 2.38 | Select |
| Froehlich (2008) | 196 | 1 | 1.86 | Select |
| Von Thun & Gillete | 205 | 0.5 | 1.75 | Select |
| Xu & Zhang | 206 | 1.08 | 4.94 * | Select |

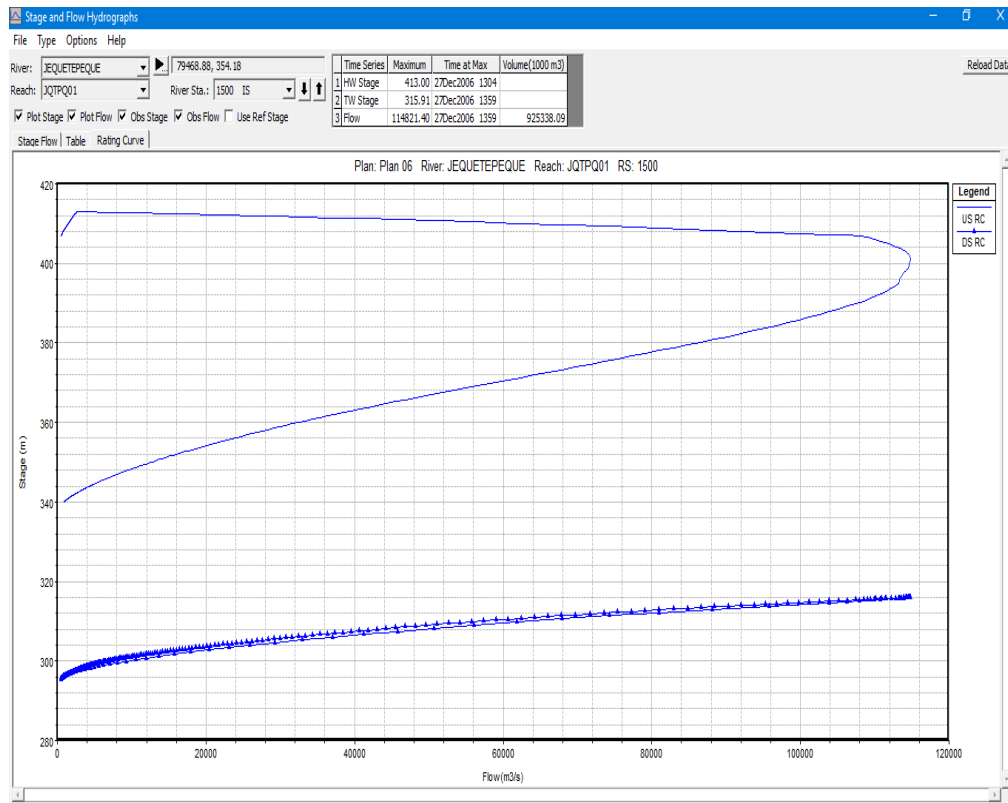
* Note: the breach development time from the Xu Zhang equation includes more of the initial erosion period and post erosion than what is used in the HEC-RAS breach formation time.

OK Cancel

Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Cuadro N° 40

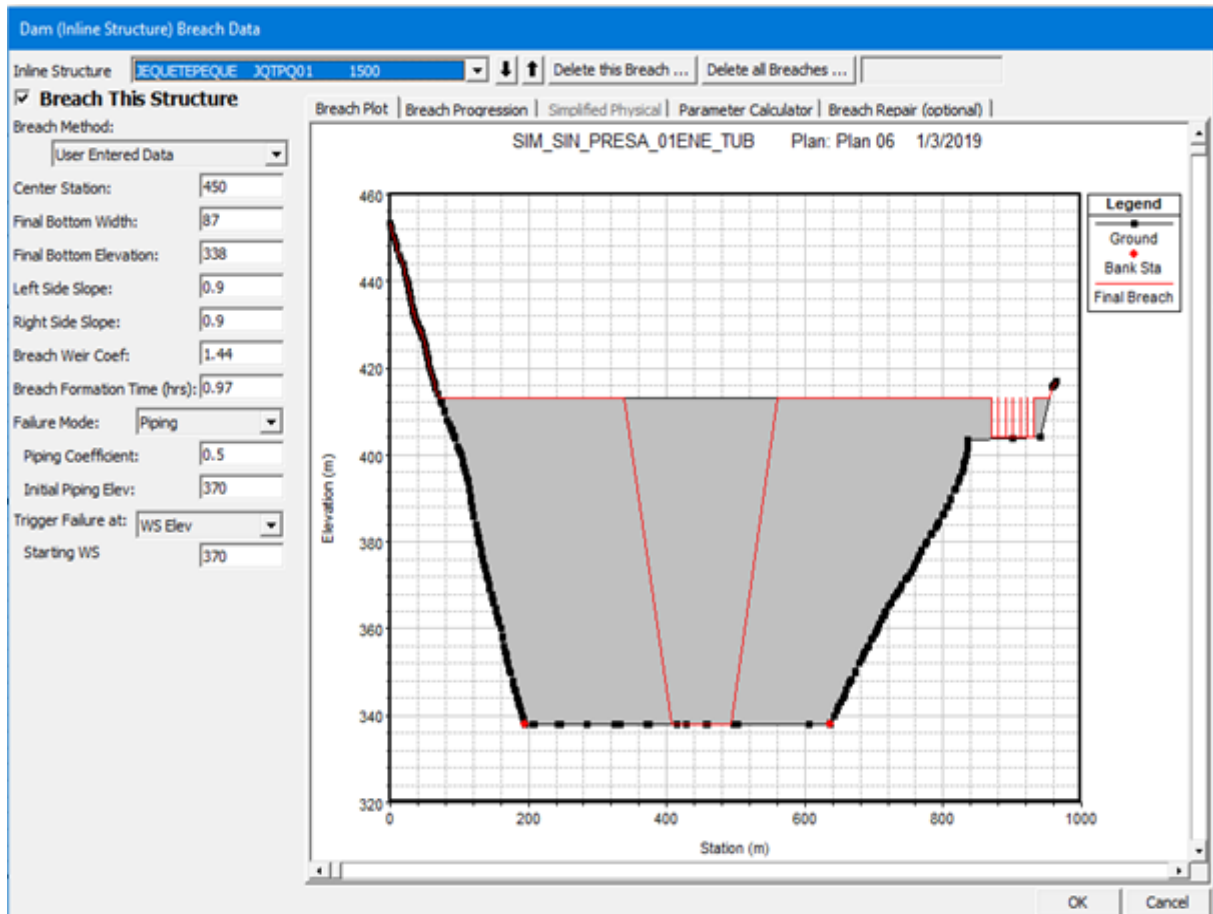
Hidrograma generado por la rotura de la presa Gallito Ciego - Fialure Mode Overtopping



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Cuadro N° 41

Datos para el cálculo de la brecha - Fialure Mode Piping



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Cuadro N° 42

Dimensionamiento de la brecha y tiempos de rotura - Fialure Mode Piping

Dam (Inline Structure) Breach Data

Inline Structure: JEQUETEPEQUE JQTPQ01 1500 Delete this Breach ... Delete all Breaches ...

Breach This Structure

Breach Method: Breach Plot | Breach Progression | Simplified Physical | Parameter Calculator | Breach Repair (optional)

Breach Method: User Entered Data

Center Station: 450

Final Bottom Width: 87

Final Bottom Elevation: 338

Left Side Slope: 0.9

Right Side Slope: 0.9

Breach Weir Coef: 1.44

Breach Formation Time (hrs): 0.97

Failure Mode: Piping

Piping Coefficient: 0.5

Initial Piping Elev: 370

Trigger Failure at: WS Elev

Starting WS: 370

Input Data

Top of Dam Elevation (m): 413 Breach Bottom Elevation (m): 338

Pool Elevation at Failure (m): 370 Pool Volume at Failure (1000 m³): 113634

Failure mode: Piping

MacDonald

Dam Crest Width (m): 15 Slope of US Dam Face Z1 (H:V): 2.25

Earth Fill Type: Fine homogeneous Slope of DS Dam Face Z2 (H:V): 1.9

Xu Zhang (and Von Thun)

Dam Type: Homogeneous/zoned-fill dam Dam Erodibility: Medium

| Method | Breach Bottom Width (m) | Side Slopes (H:V) | Breach Development Time (hrs) | |
|--------------------|-------------------------|-------------------|-------------------------------|--------|
| MacDonald et al | 20 | 0.5 | 2.25 | Select |
| Froehlich (1995) | 87 | 0.9 | 0.97 | Select |
| Froehlich (2008) | 69 | 0.7 | 0.80 | Select |
| Von Thun & Gillete | 97 | 0.5 | 0.89 | Select |
| Xu & Zhang | 155 | 0.62 | 6.82 * | Select |

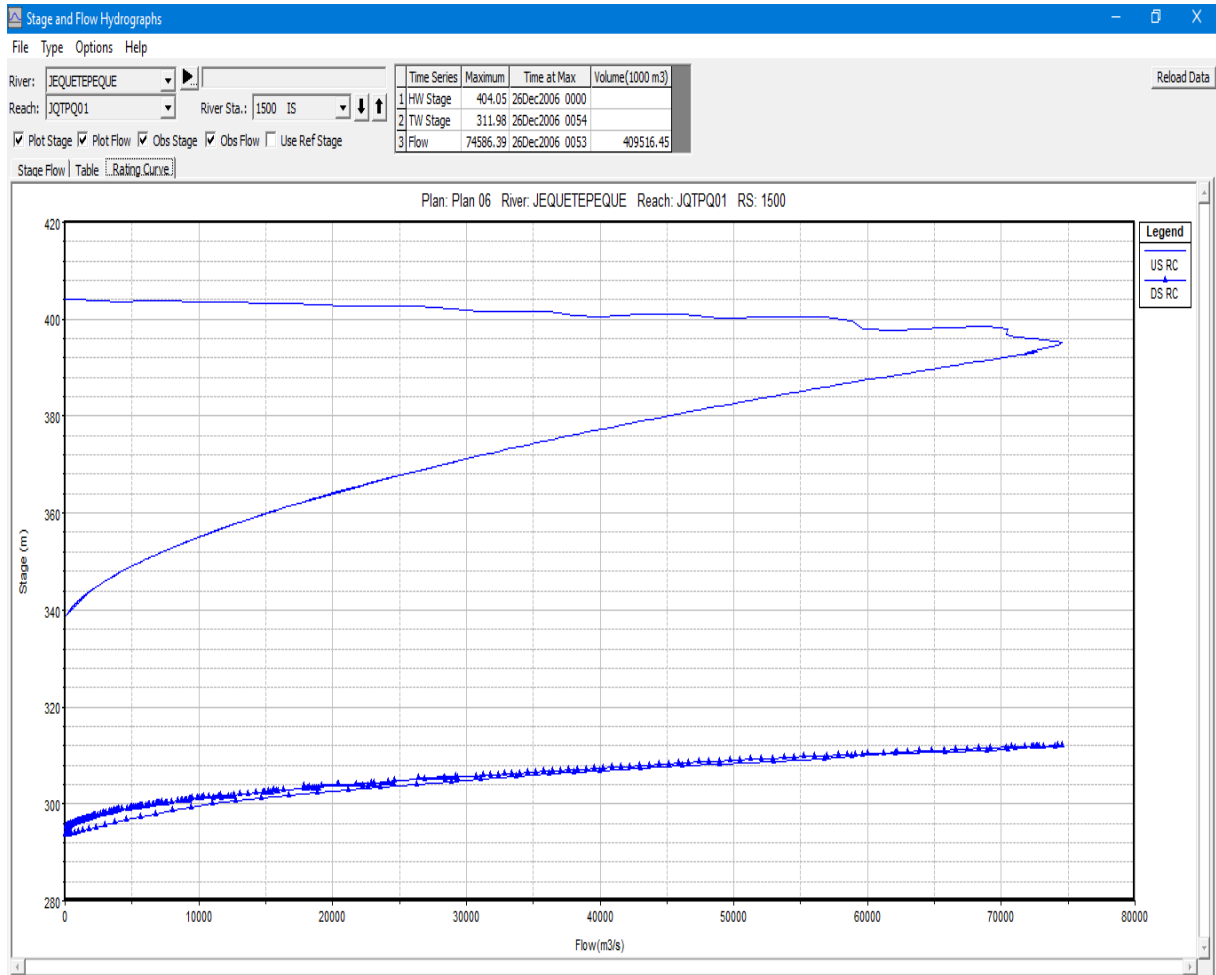
* Note: the breach development time from the Xu Zhang equation includes more of the initial erosion period and post erosion than what is used in the HEC-RAS breach formation time.

OK Cancel

Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Cuadro N° 43

Hydrograph generated by the failure of the Gallito Ciego dam - Fialure Mode Piping



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Cuadro N° 45

Hidrograma de un flujo Inestable

Flow Hydrograph

2D: GEOMETRIA_A1 BCLine: AGUAS_ARRIBA

Read from DSS before simulation Select DSS file and Path

File:

Path:

Enter Table Data time interval:

Select/Enter the Data's Starting Time Reference

Use Simulation Time: Date: Time:

Fixed Start Time: Date: Time:

| Hydrograph Data | | | |
|-----------------|----------------|-----------------|----------|
| | Date | Simulation Time | Flow |
| | | (hours) | (m3/s) |
| 1 | 14Jun2022 2400 | 0:00:00 | 4441.97 |
| 2 | 15Jun2022 0100 | 1:00:00 | 4600.61 |
| 3 | 15Jun2022 0200 | 2:00:00 | 5078.74 |
| 4 | 15Jun2022 0300 | 3:00:00 | 6059.33 |
| 5 | 15Jun2022 0400 | 4:00:00 | 7039.93 |
| 6 | 15Jun2022 0500 | 5:00:00 | 8073.4 |
| 7 | 15Jun2022 0600 | 6:00:00 | 9106.88 |
| 8 | 15Jun2022 0700 | 7:00:00 | 10140.35 |
| 9 | 15Jun2022 0800 | 8:00:00 | 11173.83 |
| 10 | 15Jun2022 0900 | 9:00:00 | 12733.43 |
| 11 | 15Jun2022 1000 | 10:00:00 | 14377.05 |
| 12 | 15Jun2022 1100 | 11:00:00 | 16020.67 |
| 13 | 15Jun2022 1200 | 12:00:00 | 17664.29 |
| 14 | 15Jun2022 1300 | 13:00:00 | 19651.63 |
| 15 | 15Jun2022 1400 | 14:00:00 | 21638.97 |

Time Step Adjustment Options ("Critical" boundary conditions)

Monitor this hydrograph for adjustments to computational time step

Max Change in Flow (without changing time step):

Min Flow: Multiplier: EG Slope for distributing flow along BC Line: TW C

Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Cuadro N° 46

Inicio del análisis del flujo para un periodo retorno de 7,500 años

Unsteady Flow Analysis

File Options Help

Plan: Short ID:

Geometry File:

Unsteady Flow File:

Programs to Run

- Geometry Preprocessor
- Unsteady Flow Simulation
- Sediment
- Post Processor
- Floodplain Mapping

Plan Description

Simulation Time Window

Starting Date: Starting Time:

Ending Date: Ending Time:

Computation Settings

Computation Interval: Hydrograph Output Interval:

Mapping Output Interval: Detailed Output Interval:

Project DSS Filename:

Compute

Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Cuadro N° 47

Modelamiento del tránsito de la onda generada por la rotura de la presa Gallito Ciego

HEC-RAS Finished Computations

Write Geometry Information
Layer: COMPLETE

Geometry Processor
River: RS:
Reach: Node Type: Storage Area
IB Curve: Finished

Unsteady Flow Simulation
Simulation: Finished
Time: 99.0000 19JUN2022 03:00:00 Iteration (1D): Iteration (2D): 0
Unsteady Flow Computations

Stored Map Generation
Map:

Computation Messages

Unsteady Input Summary:
2D Unsteady Diffusion Wave Equation Set (fastest)

Overall Volume Accounting Error in 1000 m³: 7.499
Overall Volume Accounting Error as percentage: 0.000109
Please review "Computational Log File" output for volume accounting details

Writing Results to DSS

Finished Unsteady Flow Simulation

1D Post Process Skipped (simulation is all 2D)

Computing Stored Results Maps

Computations Summary

| Computation Task | Time(hh:mm:ss) |
|-----------------------------|----------------|
| Completing Geometry | 4:34 |
| Preprocessing Geometry | <1 |
| Completing Event Conditions | 2 |
| Unsteady Flow Computations | 62:01:41 |
| Computing Maps | <1 |
| Complete Process | 62:06:20 |

| Computation Speed | Simulation/Runtime |
|----------------------------|--------------------|
| Unsteady Flow Computations | 1.60x |
| Complete Process | 1.59x |

Pause Make Snapshot of Results Close

Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Cuadro N° 48
Área afectada por la inundación

Name:

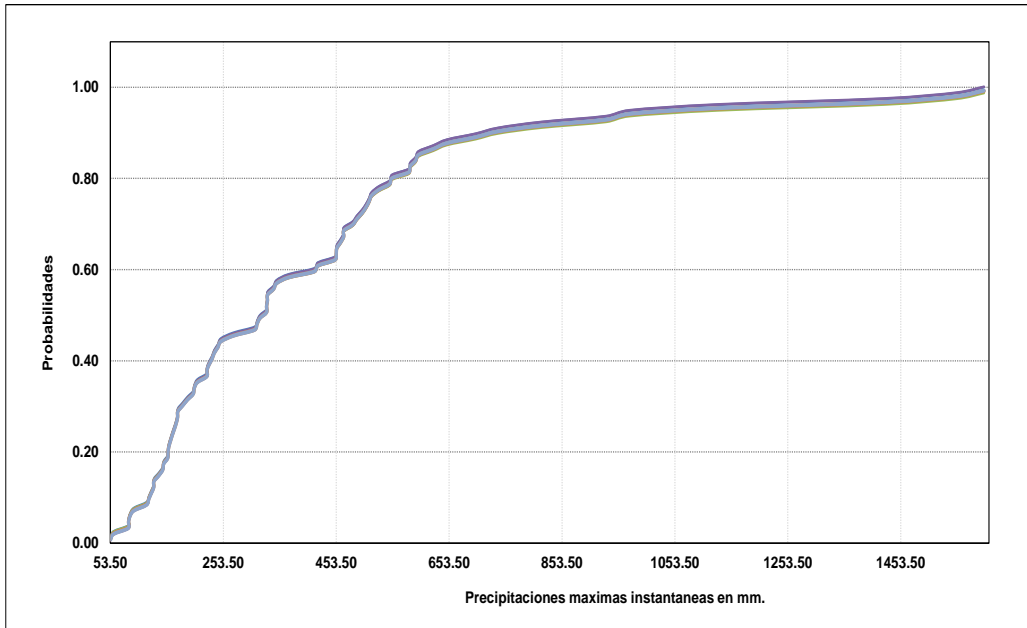
| Description | Style, Color | View | Altitude | Measurements |
|-------------|--------------|---------|----------|--------------|
| Perimeter: | | 100,032 | | Meters ▼ |
| Area: | | 11,358 | | Hectares ▼ |

*Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia*

ANEXO N°6
LISTA DE GRAFICOS

Grafica N° 1

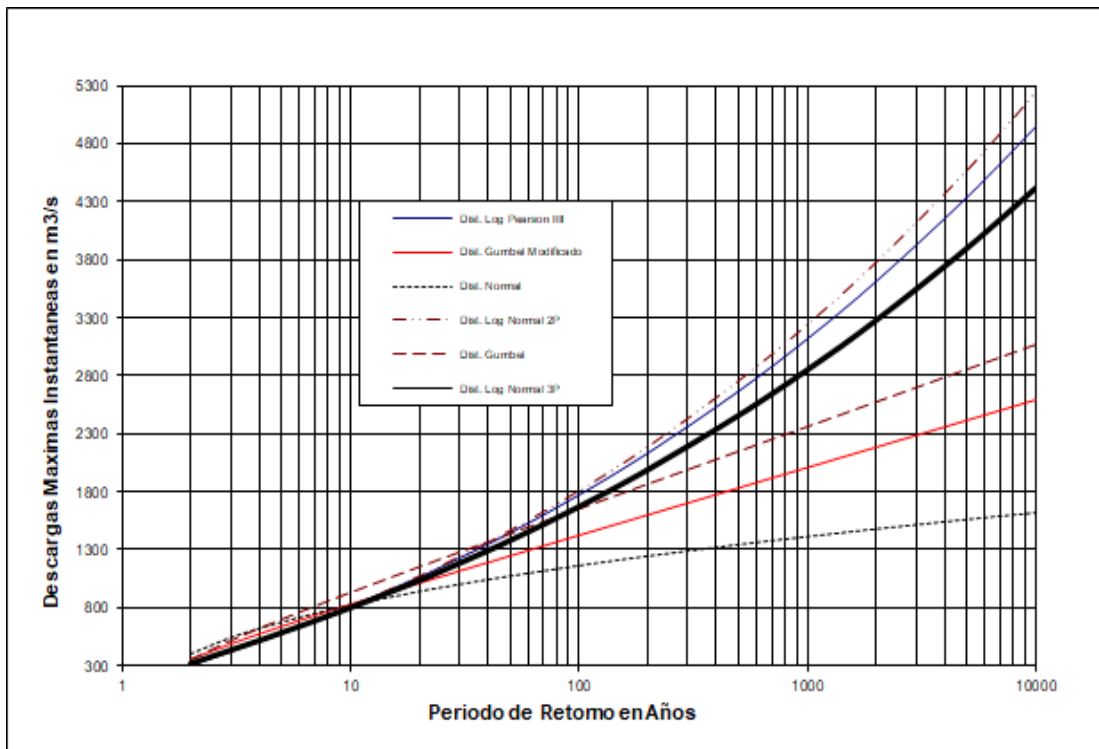
Distribuciones empíricas



Fuente: Elaboración propia.

Grafica N° 2

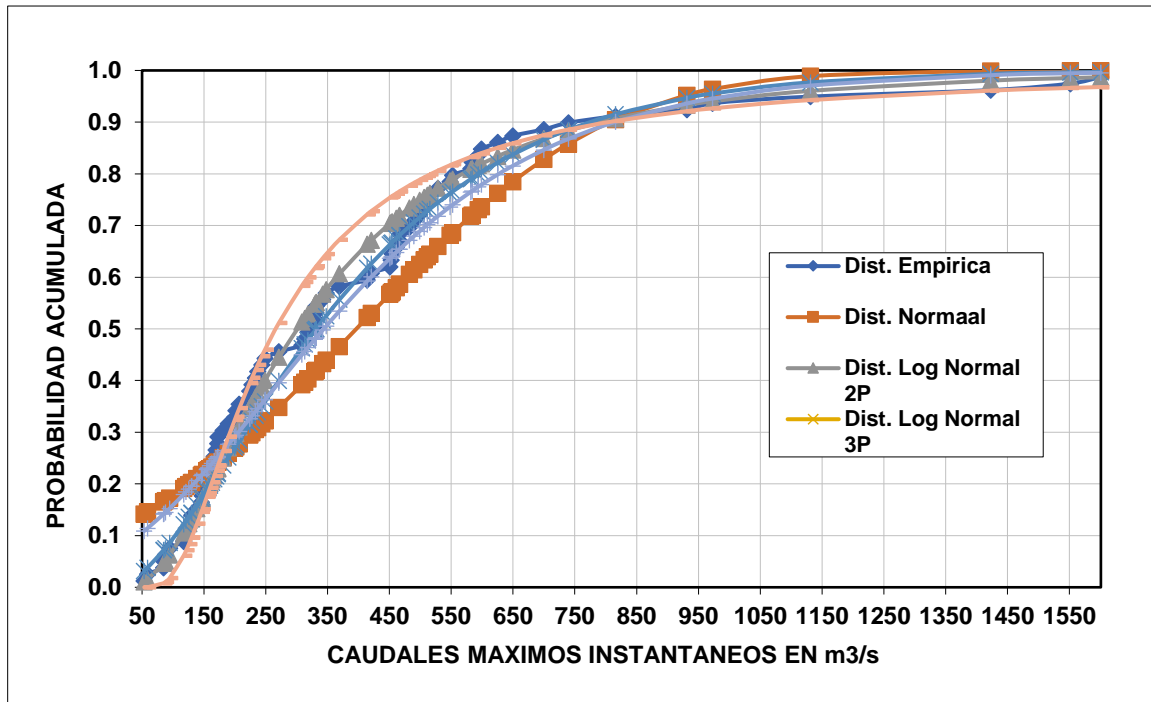
Caudales máximos instantáneos para diferentes periodos de retorno



Fuente: Elaboración Propia del Autor.

Grafica N° 3

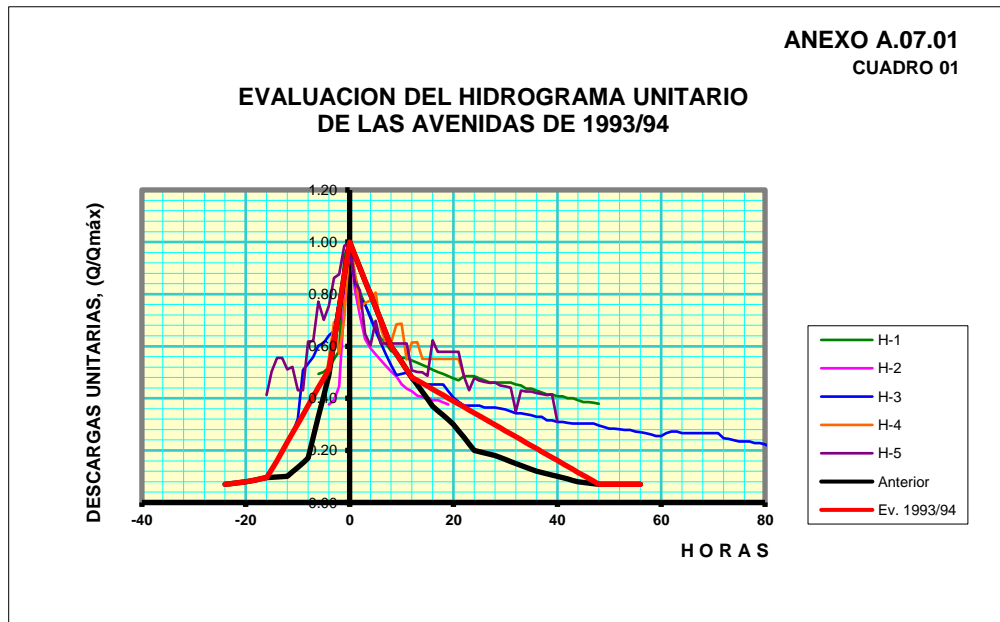
Ajuste de distribuciones de probabilidad a los caudales máximos instantáneos



Fuente: *Elaboración Propia del Autor.*

Grafica N° 4

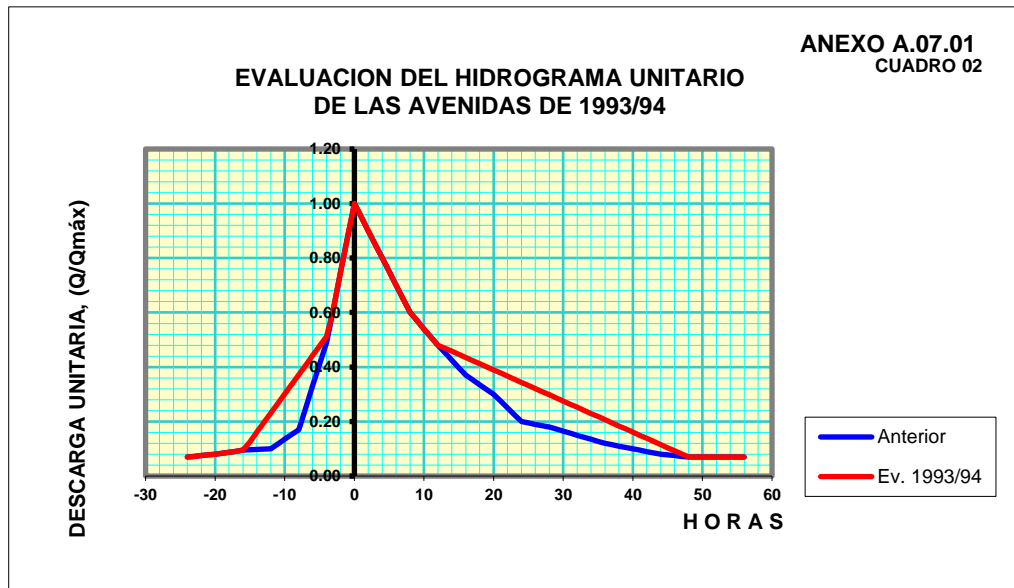
Hidrograma Unitario de las Avenidas de 1993/94



Fuente: *Manual de Operación del Embalse Gallito Ciego, 2000, Cosultor Ing. Milutin Milarodovic O.*

Grafica N° 5

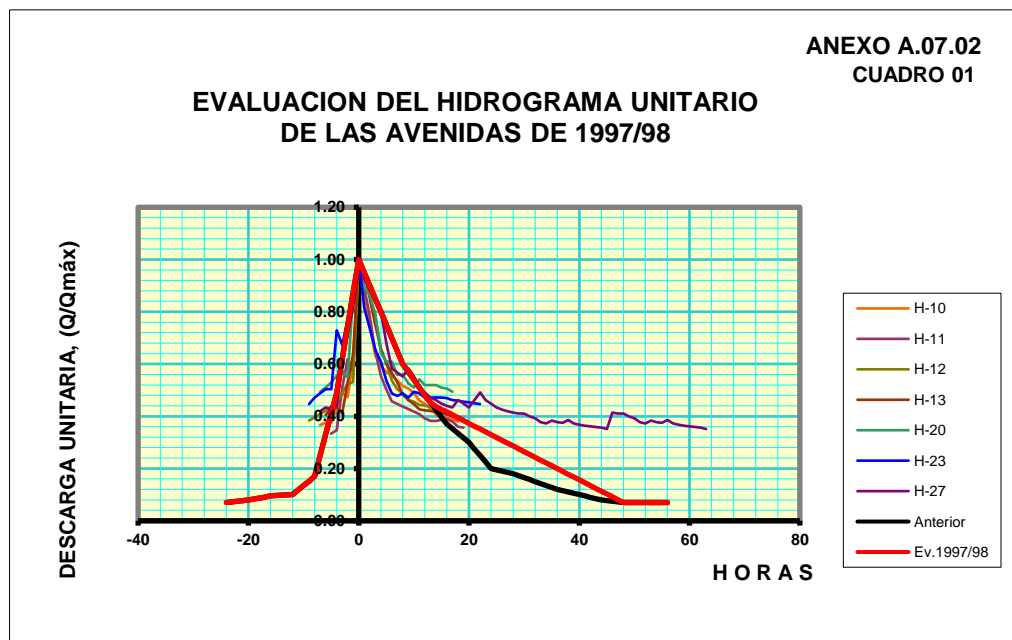
Hidrograma Unitario de las Avenidas de 1993/94



Fuente: Manual de Operación del Embalse Gallito Ciego, 2000, Cosultor Ing. Milutin Milarodovic O.

Grafica N° 6

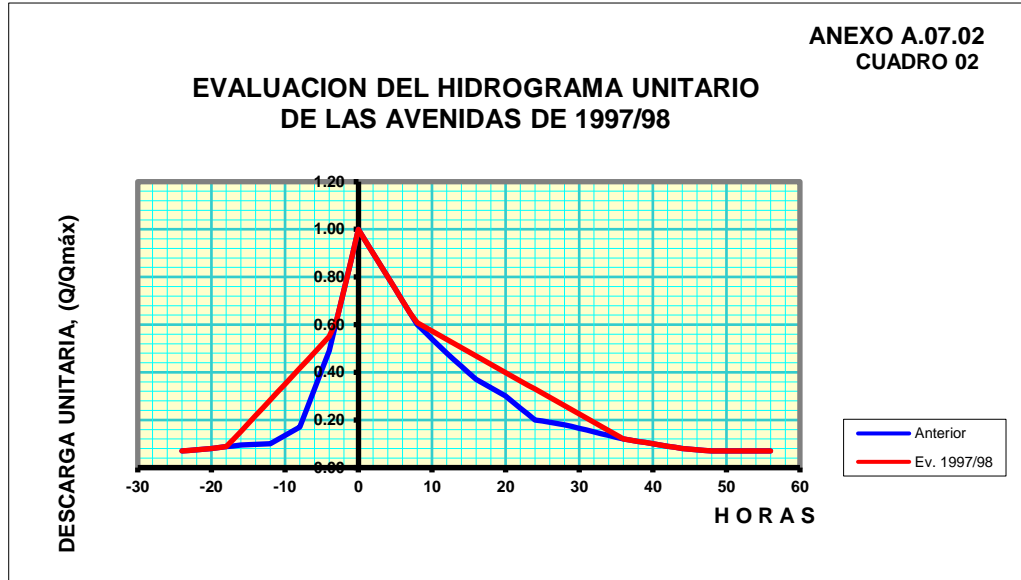
Hidrograma Unitario de las Avenidas de 1997/98



Fuente: Manual de Operación del Embalse Gallito Ciego, 2000, Cosultor Ing. Milutin Milarodovic O.

Grafica N° 7

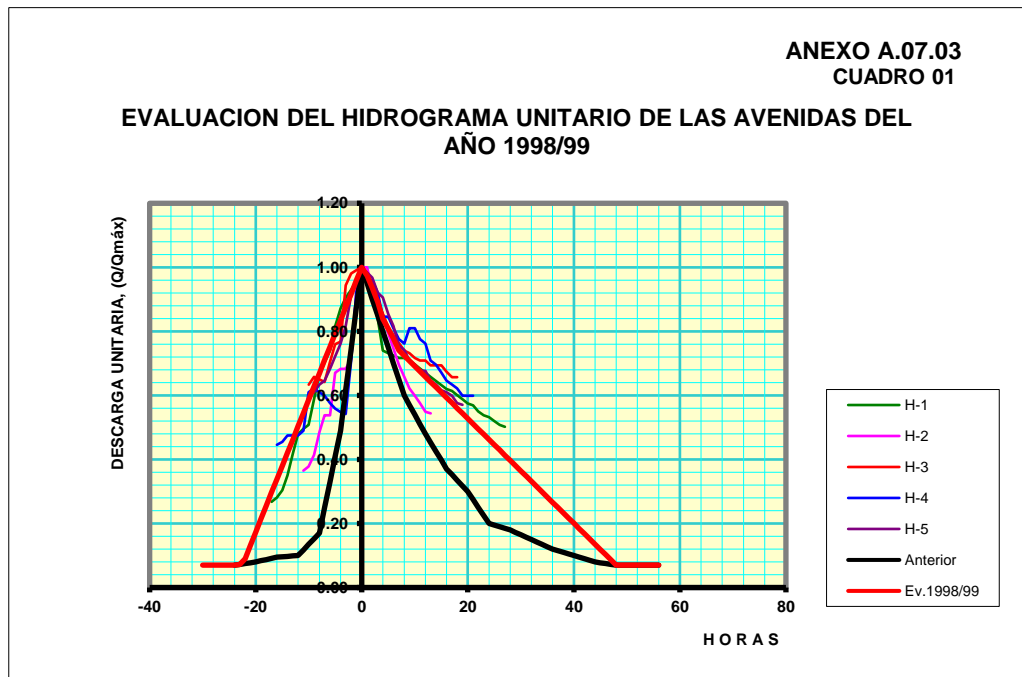
Hidrograma Unitario de las Avenidas de 1997/98



Fuente: Manual de Operación del Embalse Gallito Ciego, 2000, Cosultor Ing. Milutin Milarodovic O.

Grafica N° 8

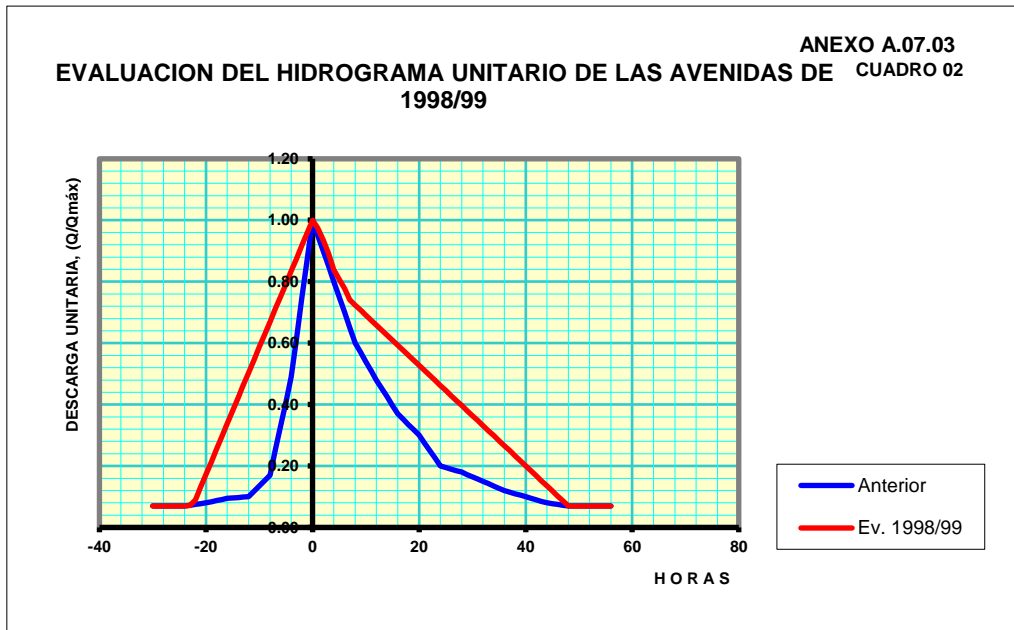
Hidrograma Unitario de las Avenidas de 1998/99



Fuente: Manual de Operación del Embalse Gallito Ciego, 2000, Cosultor Ing. Milutin Milarodovic O.

Grafica N° 9

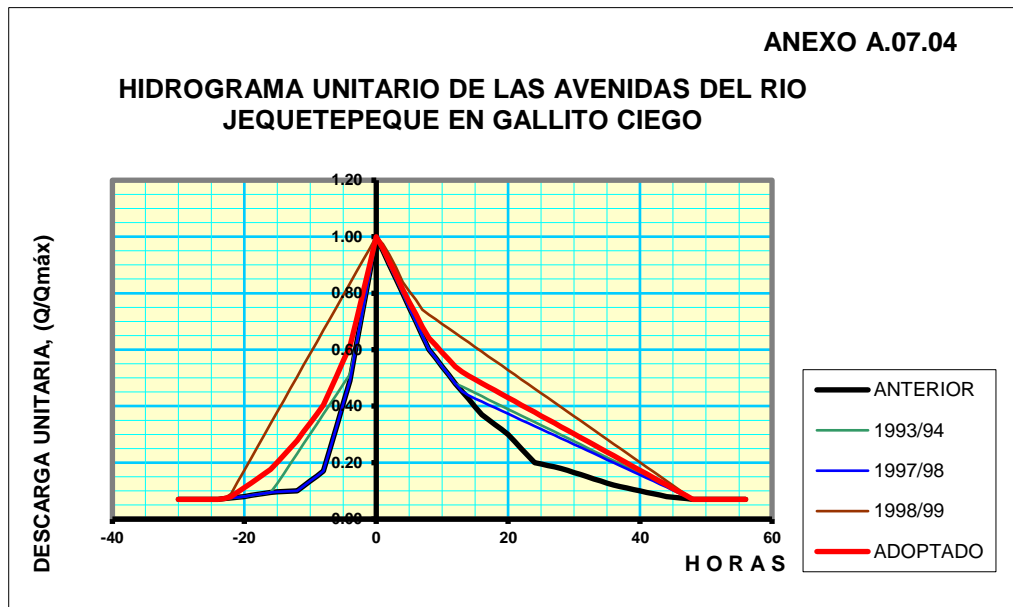
Hidrograma Unitario de las Avenidas de 1998/99



Fuente: Manual de Operación del Embalse Gallito Ciego, 2000, Cosultor Ing. Milutin Milarodovic O.

Grafica N° 10

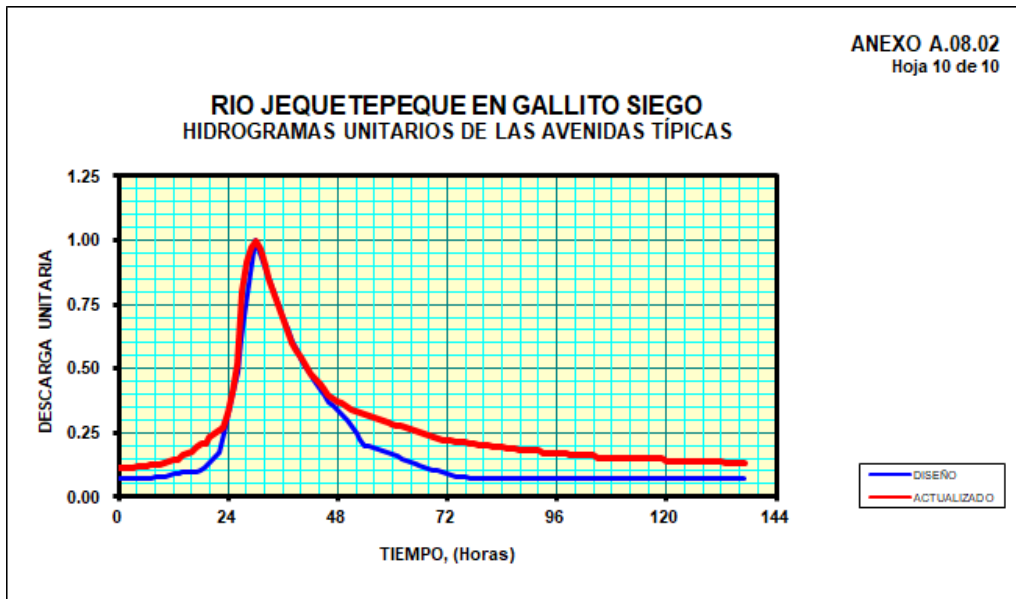
Hidrograma Unitario Típico de las Avenidas del Rio Jequetepeque en la Entrada del Embalse Gallito Ciego



Fuente: Manual de Operación del Embalse Gallito Ciego, 2000, Cosultor Ing. Milutin Milarodovic O.

Grafica N° 11

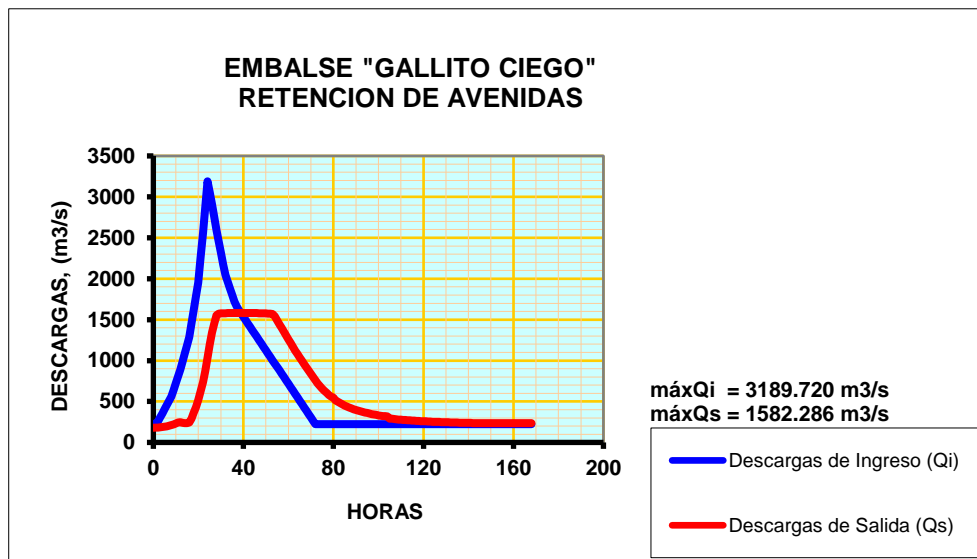
Hidrograma Unitario Típico de las Avenidas del Rio Jequetepeque en la Entrada del Embalse Gallito Ciego - 2007



Fuente: Consolidación de la primera etapa del Proyecto Especial Jequetepeque-Zaña, 2007, Cosultor Ing. Milutin Milarodovic O.

Grafica N° 12

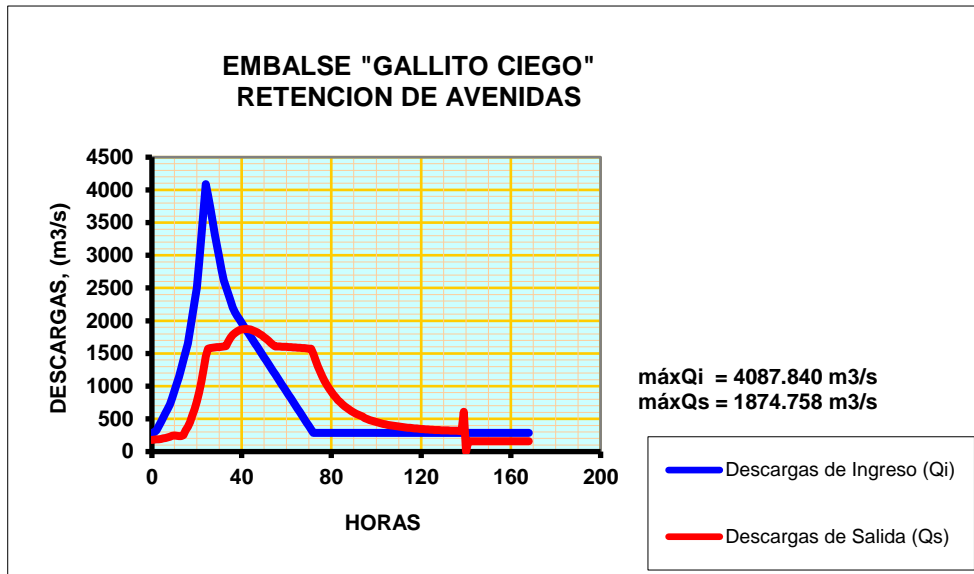
Hidrograma de entrada y salida de la presa Gallito Ciego, para el periodo de retorno de 2,000 años



Fuente: Elaboración propia del autor.

Grafica N° 13

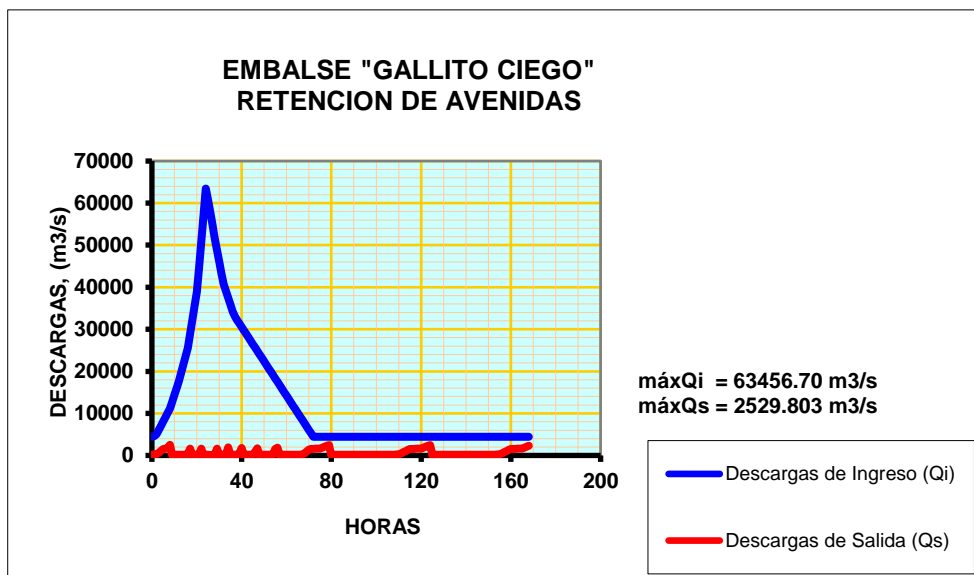
Hidrograma de entrada y salida de la presa Gallito Ciego, para el periodo de retorno de 7,500 años



Fuente: Elaboración propia del autor.

Grafica N° 14

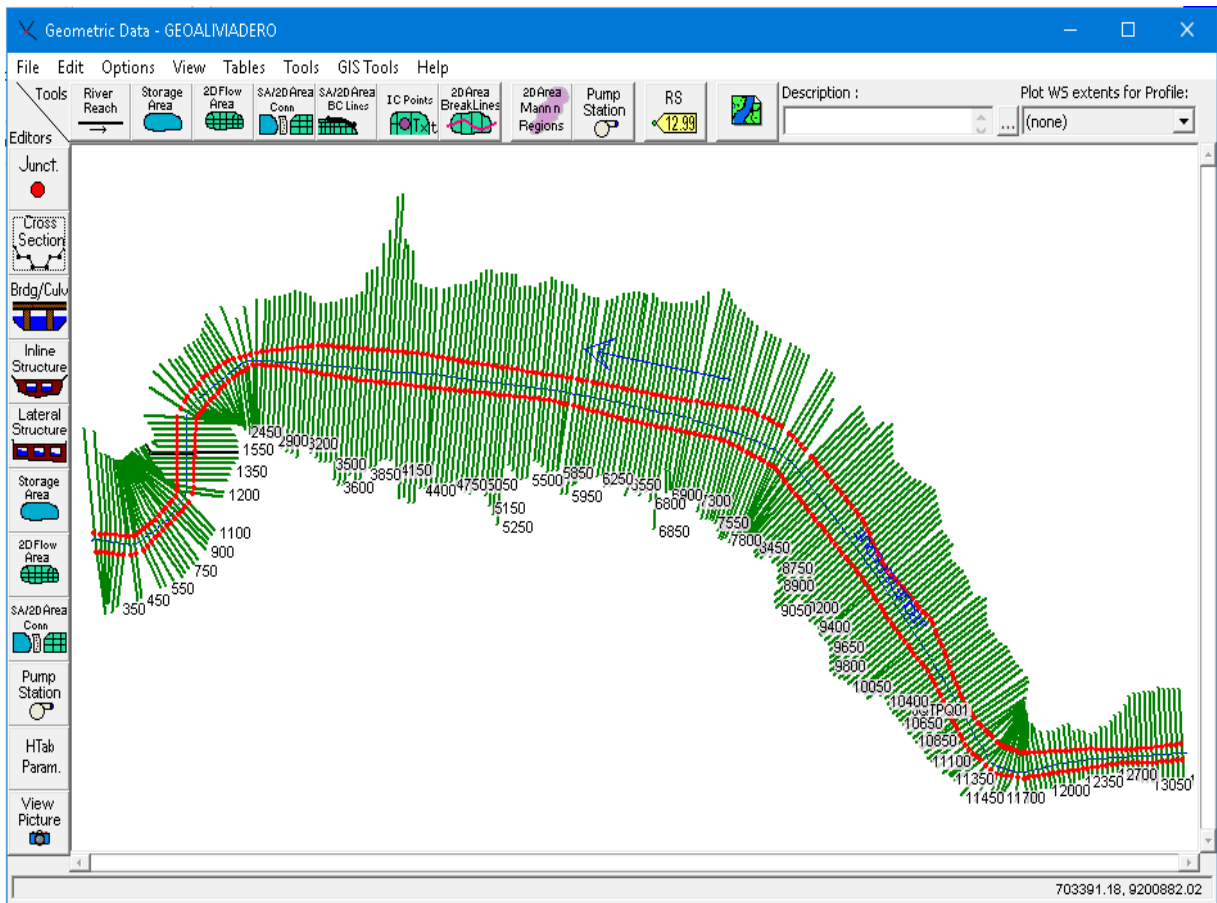
Hidrograma de entrada y salida para el caudal máximo tras la rotura de la presa Gallito Ciego



Fuente: Elaboración propia del autor.

Grafica N° 15

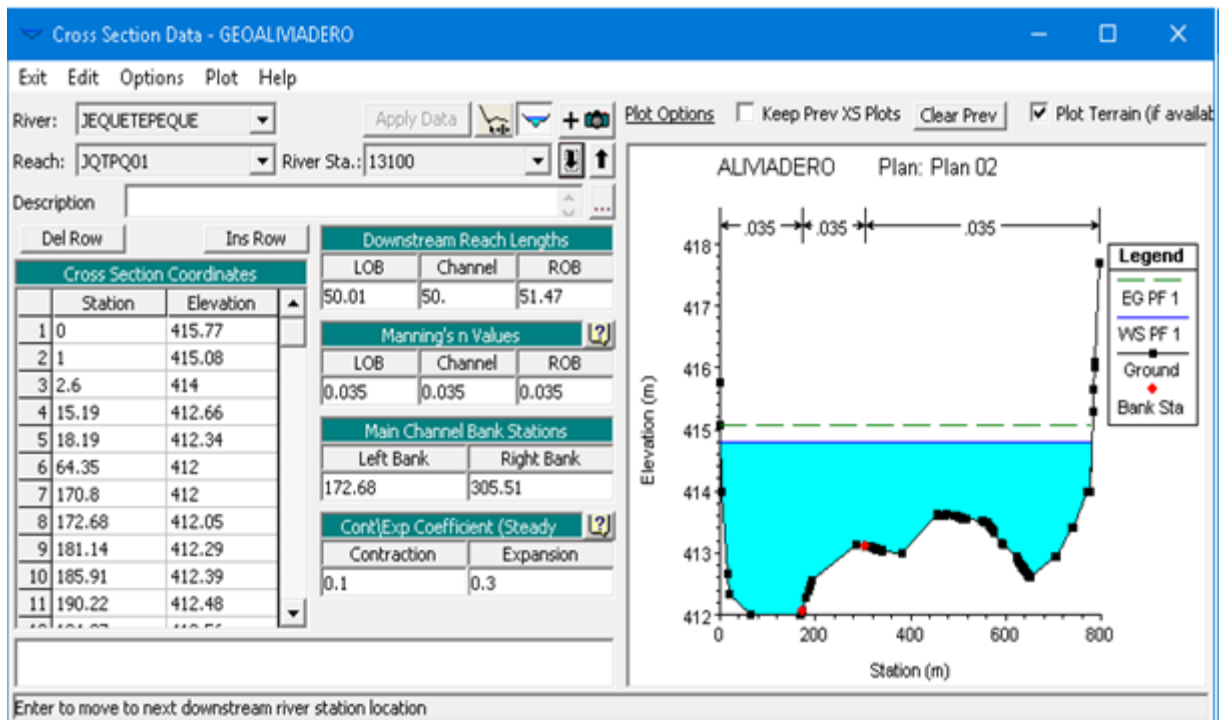
Geometría del embalse Gallito Ciego, vista en planta - Batimetría 2,017



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 16

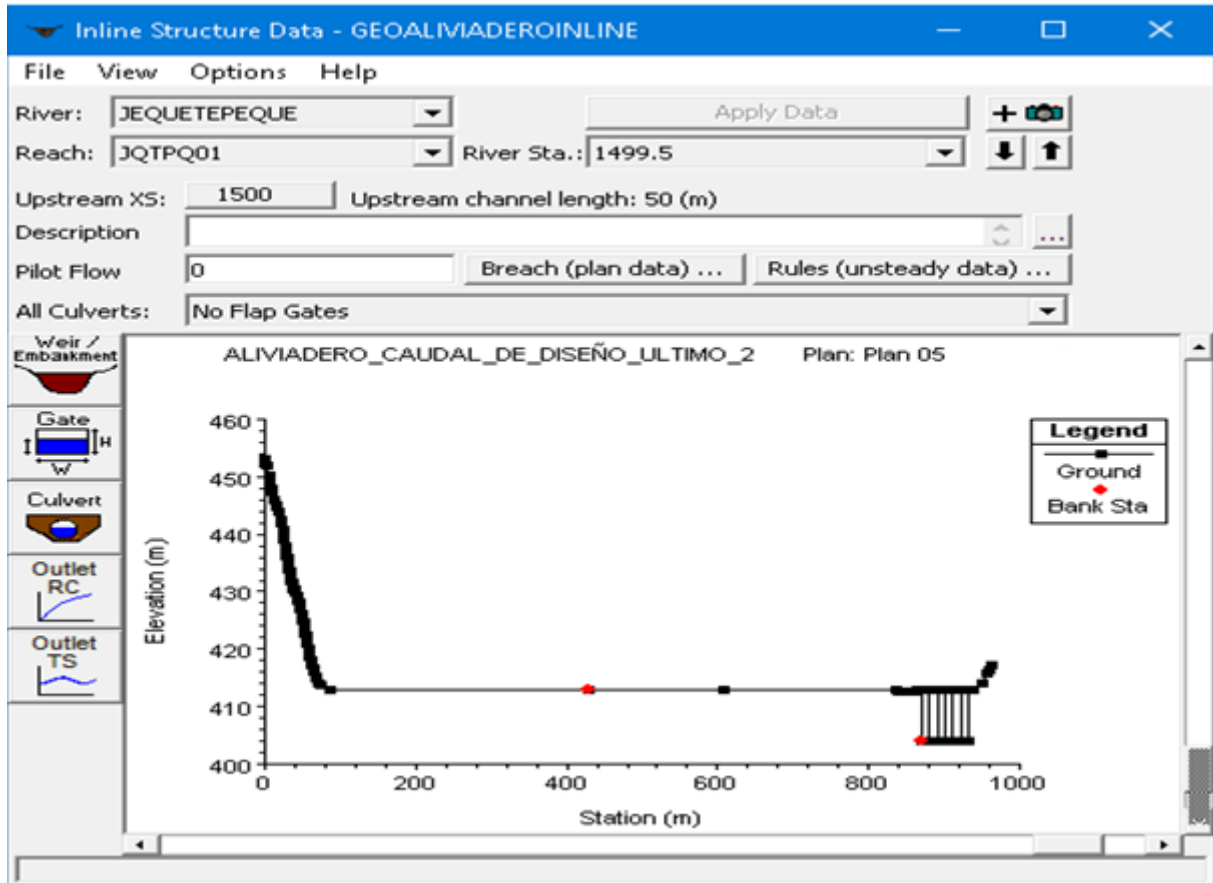
Geometría del embalse Gallito Ciego, secciones transversales Batimetría 2,017



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 13

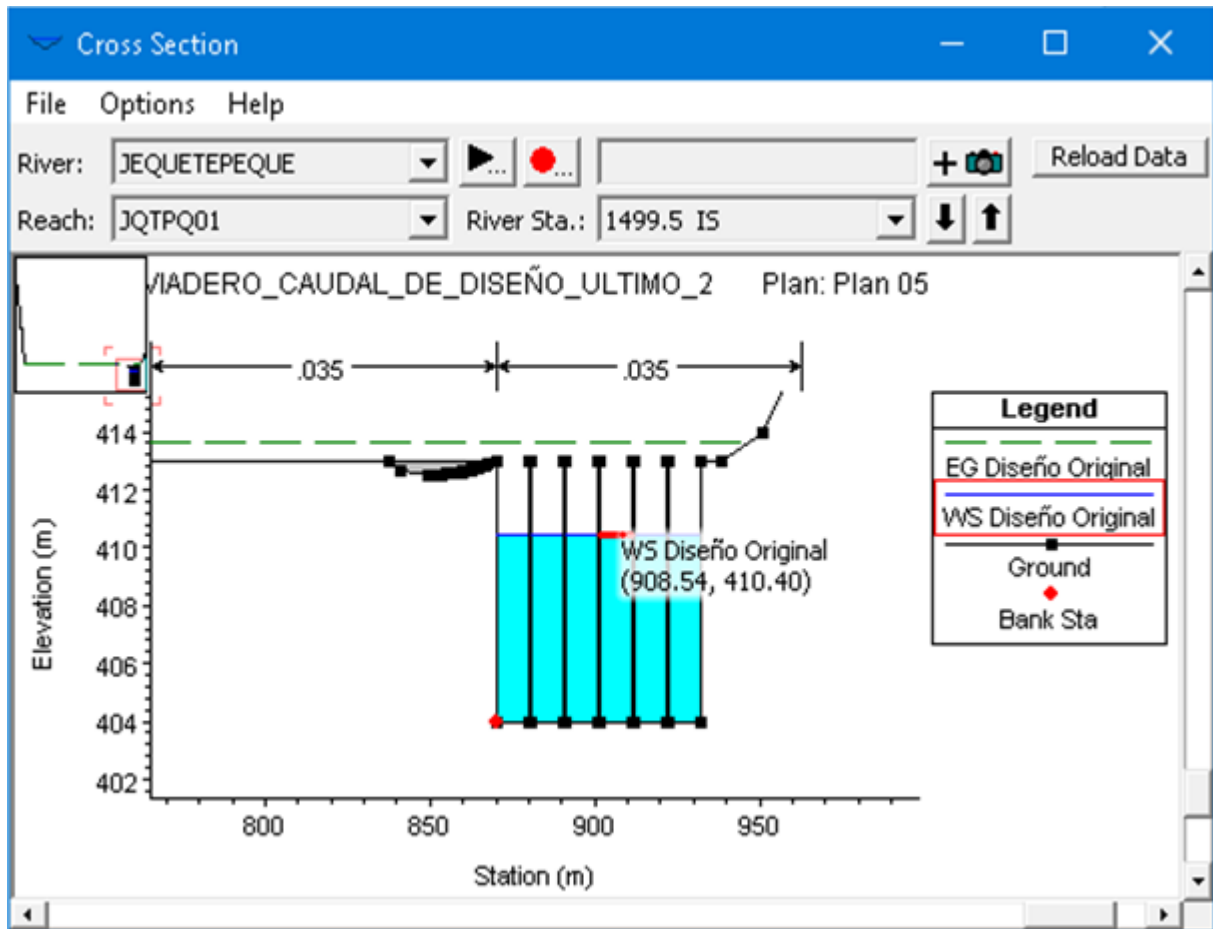
Sección transversal en el eje de la presa Gallito Ciego



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 18:

Nivel del agua sobre el aliviadero de demasías – Diseño original

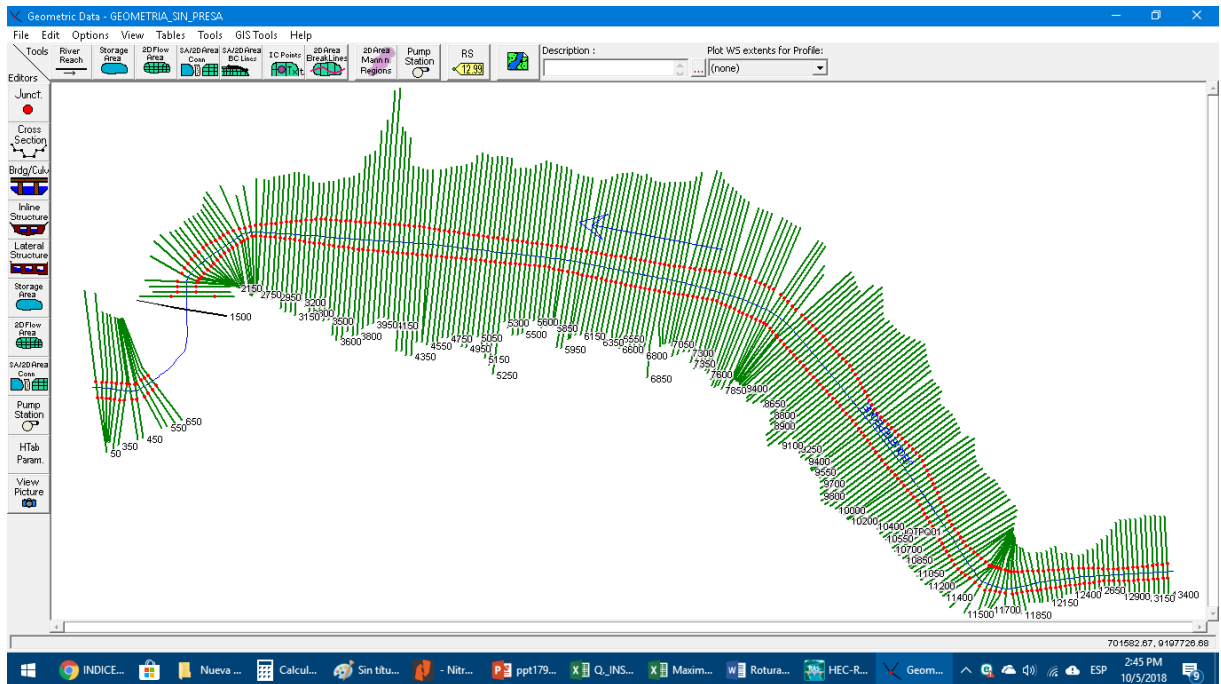


Fuente: Software HEC RAS

Elaboracion propia

Grafica N° 19:

Secciones transversales y ejes principales del embalse Gallito Ciego

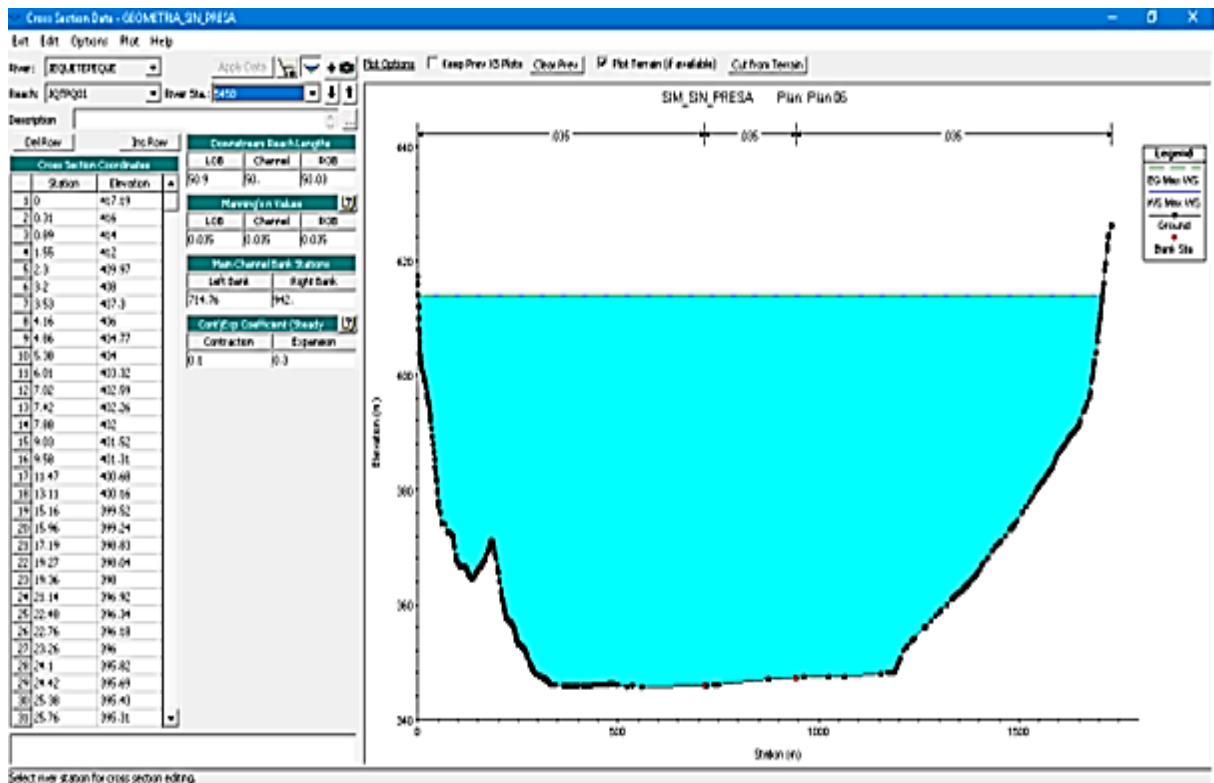


Fuente: Software HEC RAS

Elaboracion propia

Grafica N° 20:

Sección típica del embalse Gallito Ciego

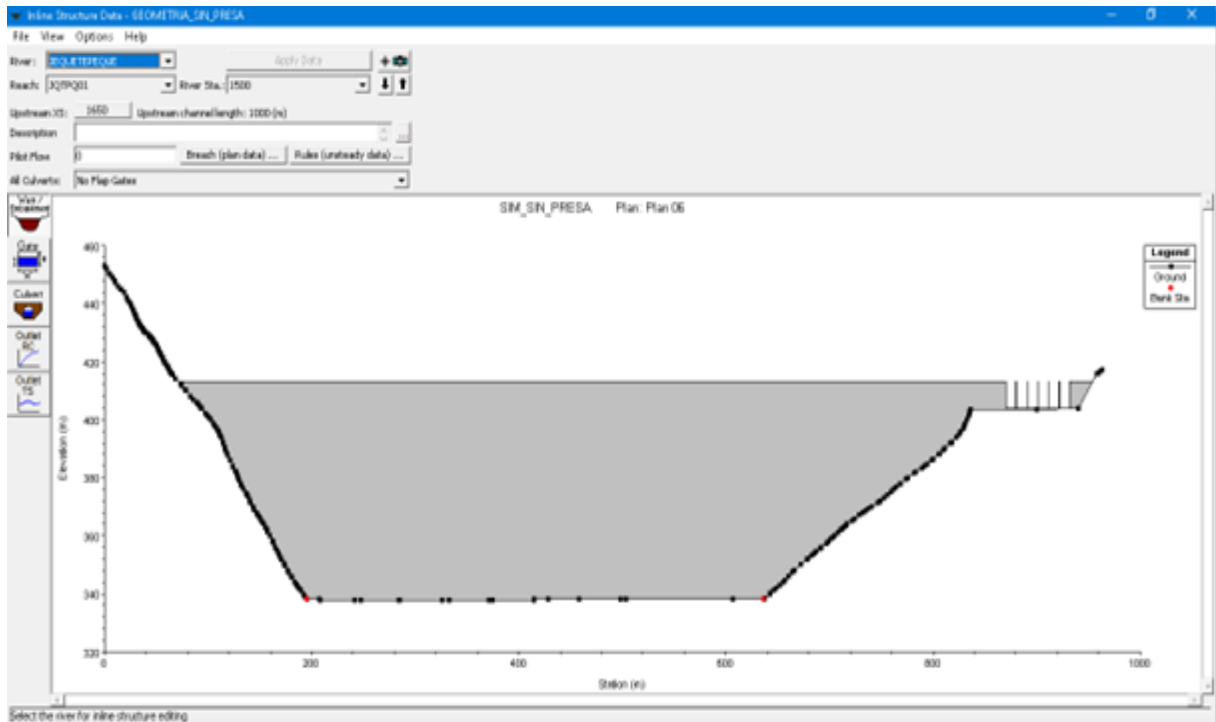


Fuente: Software HEC RAS

Elaboracion propia

Grafica N° 21:

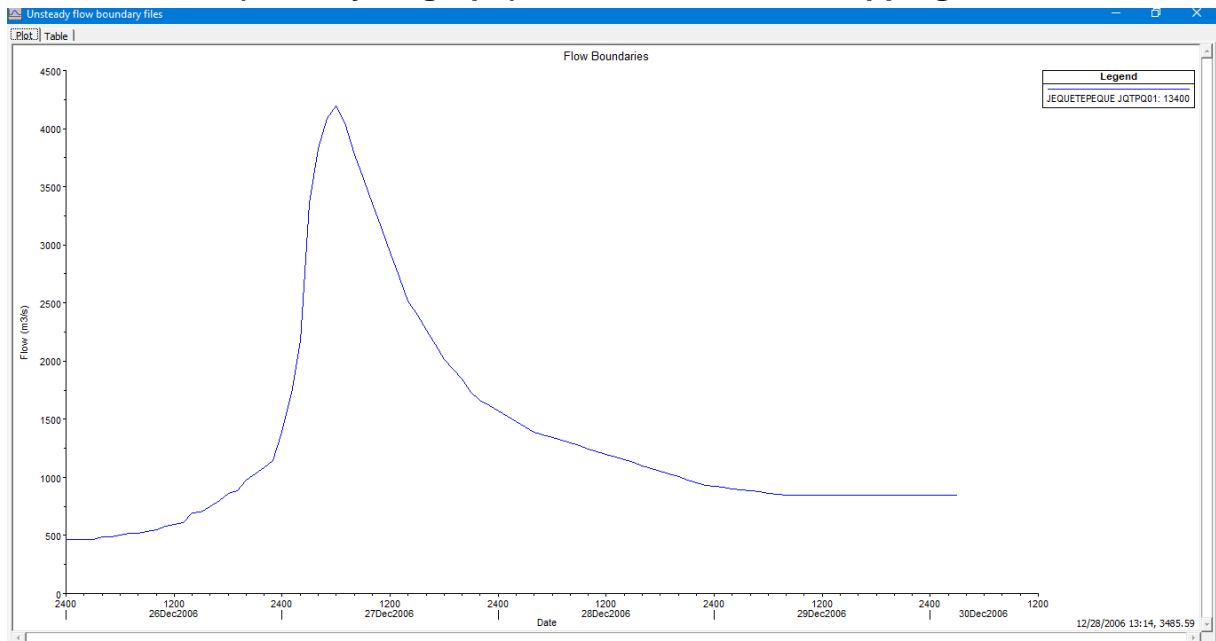
Sección transversal en el eje de la presa Gallito Ciego



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 22:

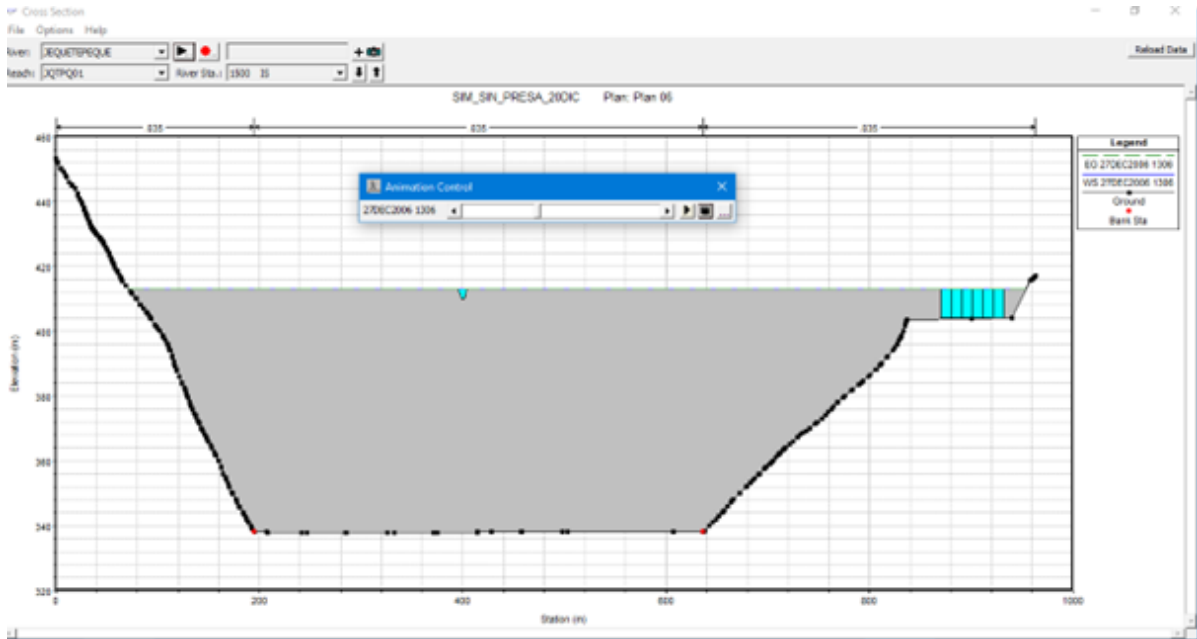
Condición de borde aguas arriba - Hidrograma del flujo (Flow Hydrograph) – Fialure Mode Overtopping



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 23:

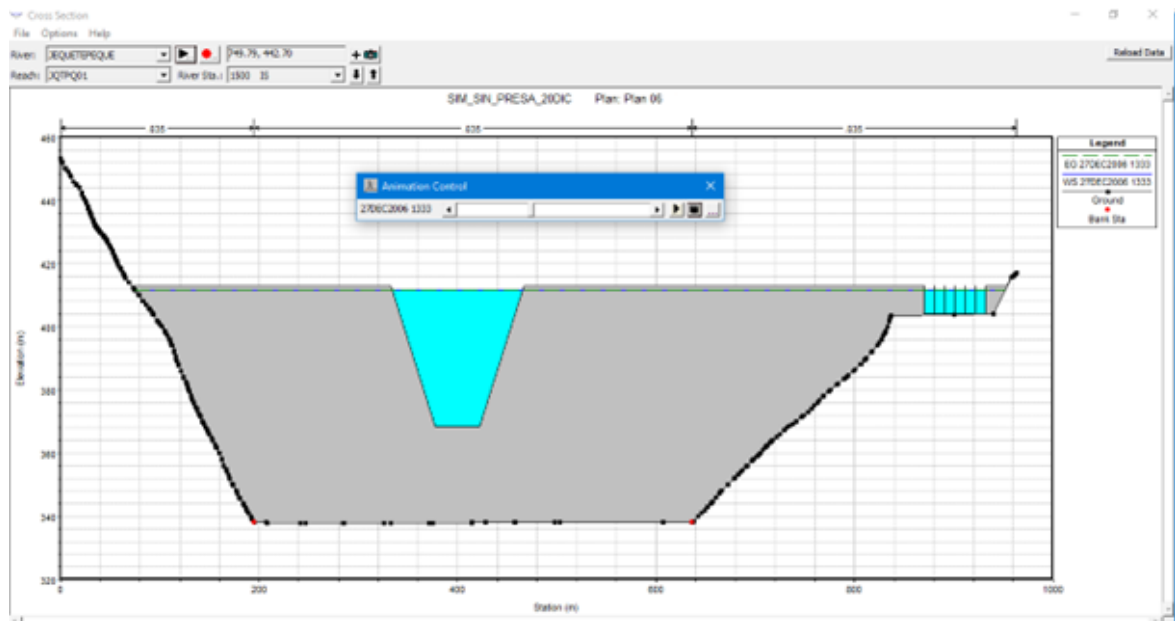
Inicio de rotura de la presa Gallito Ciego– Fialure Mode Overtopping



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 24:

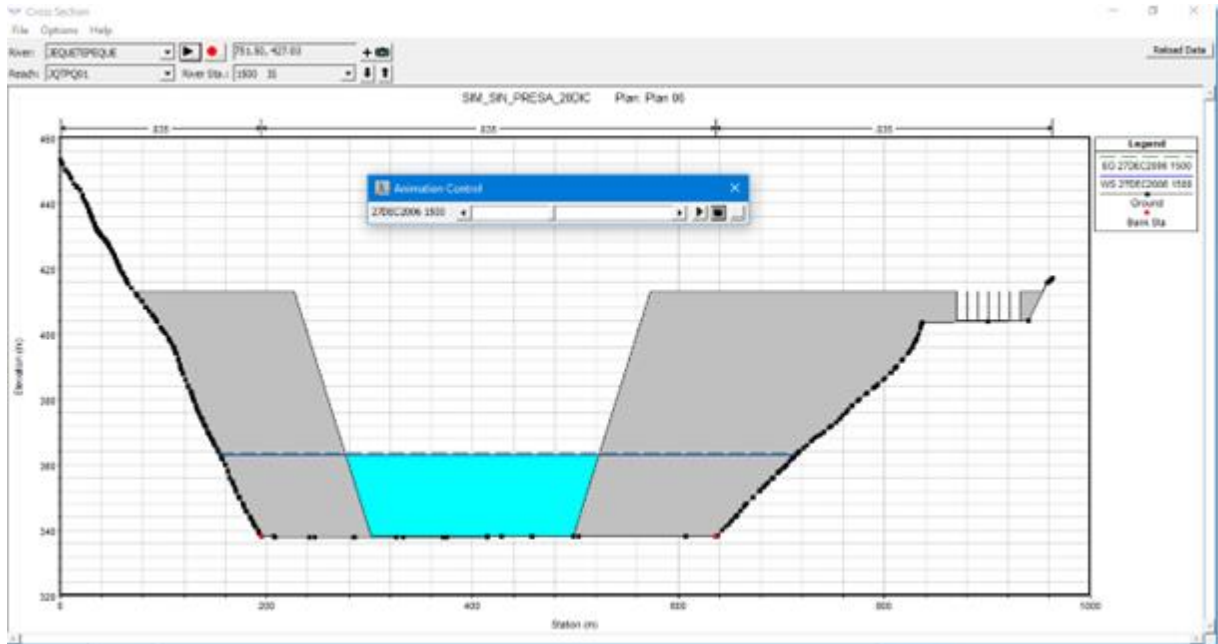
Posición intermedia de rotura de la presa Gallito Ciego – Fialure Mode Overtopping



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 25:

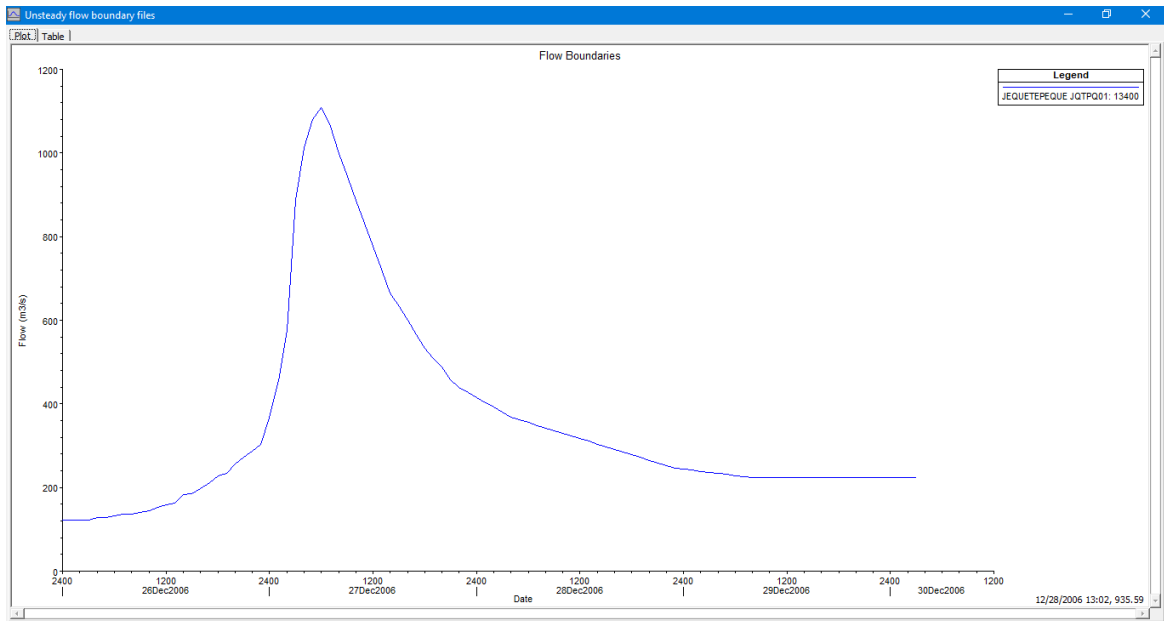
Forma final de la brecha de rotura de la presa Gallito Ciego – Fialure Mode Overtopping



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N 26:

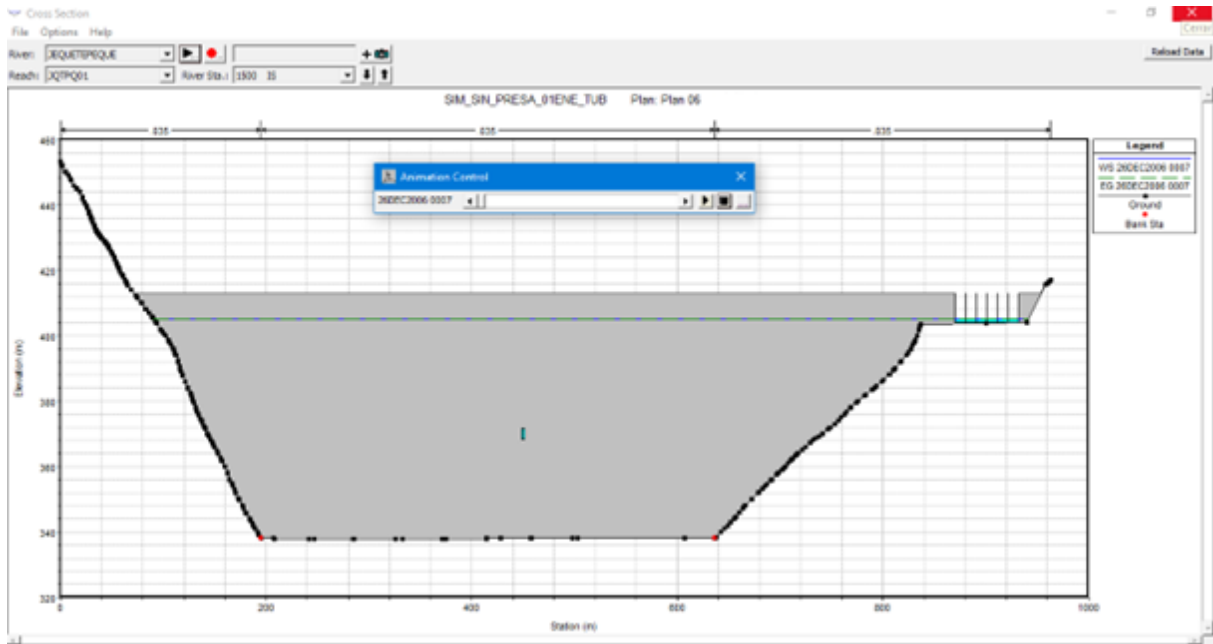
Condición de borde aguas arriba - Hidrograma del flujo (Flow Hydrograph) – Fialure Mode Piping



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 27:

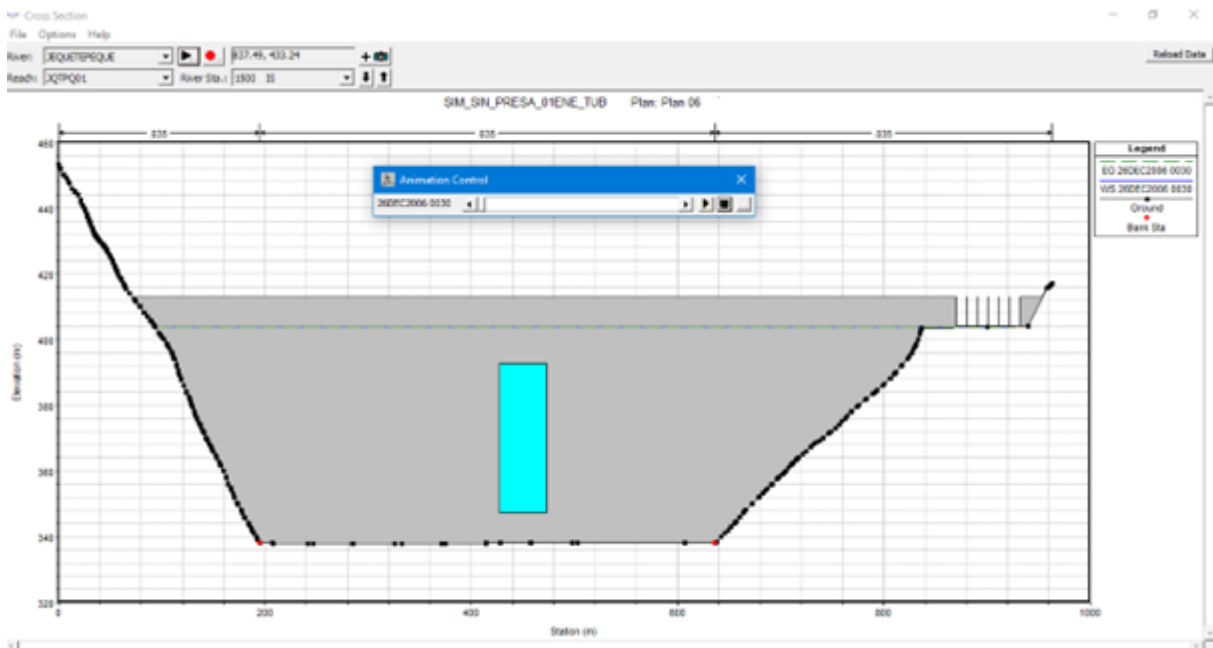
Inicio de rotura de la presa Gallito Ciego– Fialure Mode Piping



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 28:

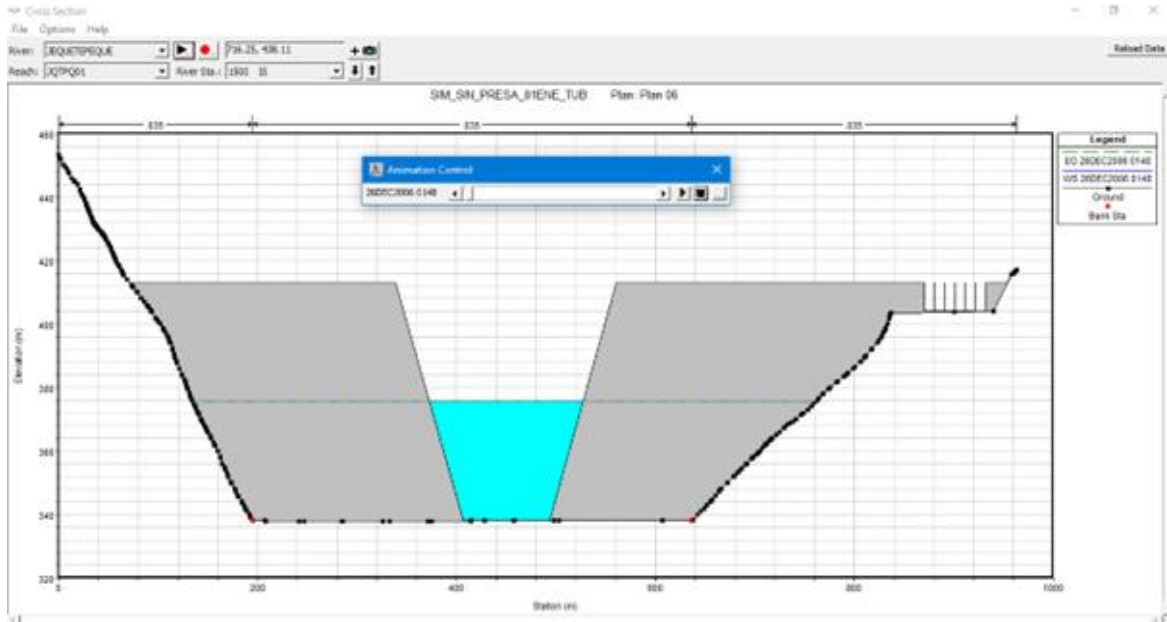
Posición intermedia de rotura de la presa Gallito Ciego – Fialure Mode Piping



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 29:

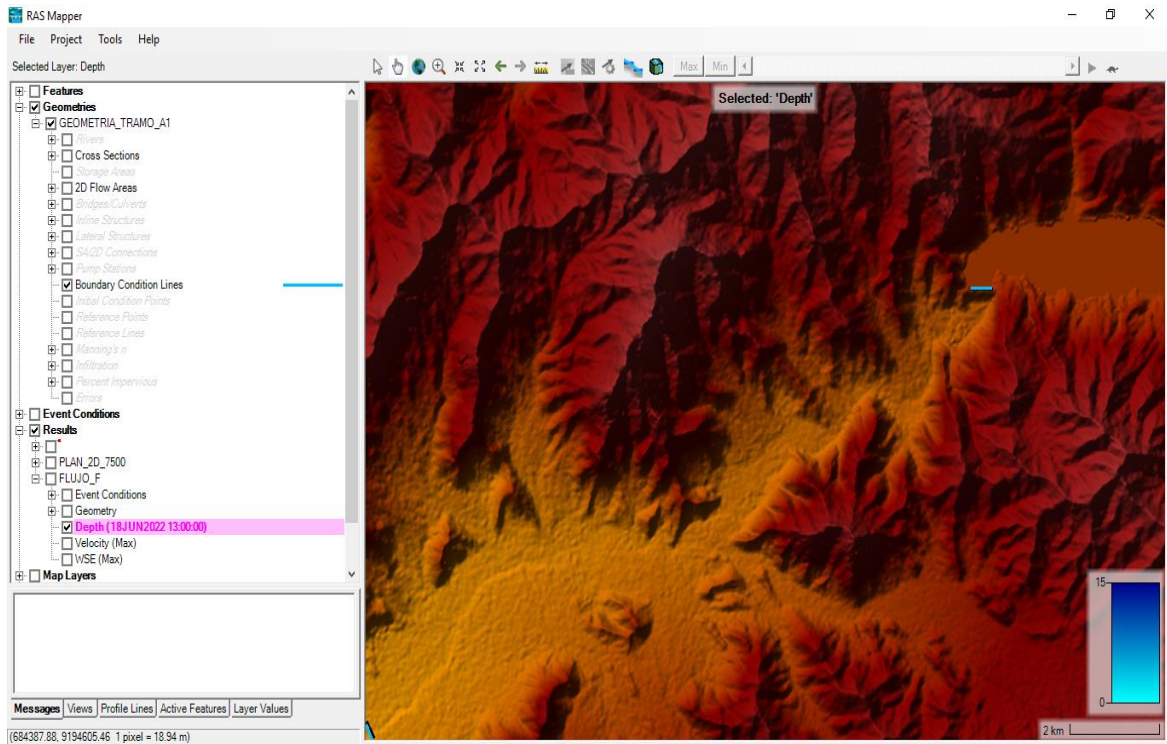
Forma final de la brecha de rotura de la presa Gallito Ciego – Fialure Mode Piping



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 14:

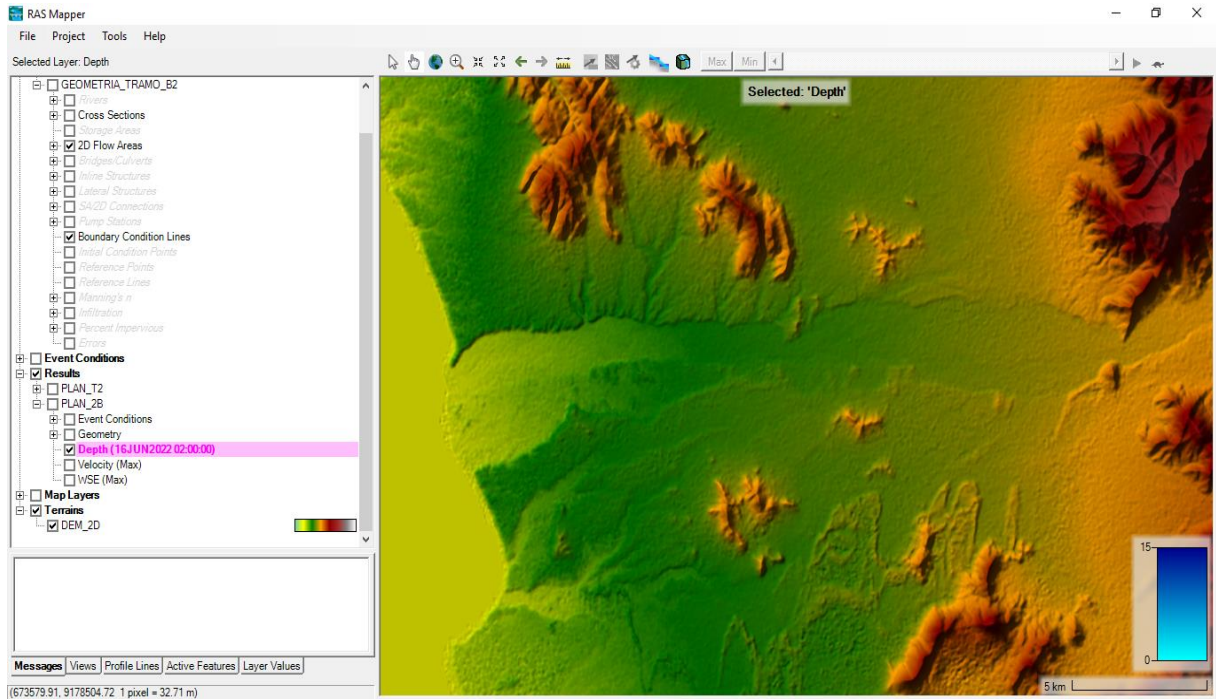
DEM del Tramo-1 para le modelamiento



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 31:

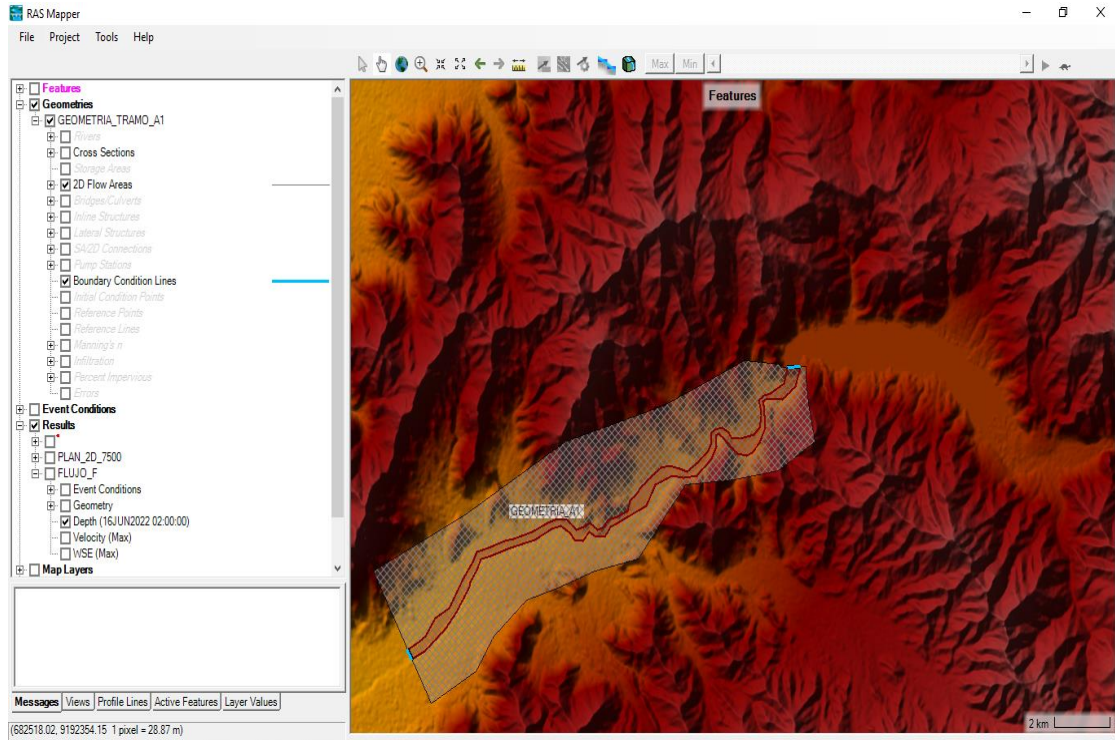
DEM del Tramo-2 para le modelamiento



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 32:

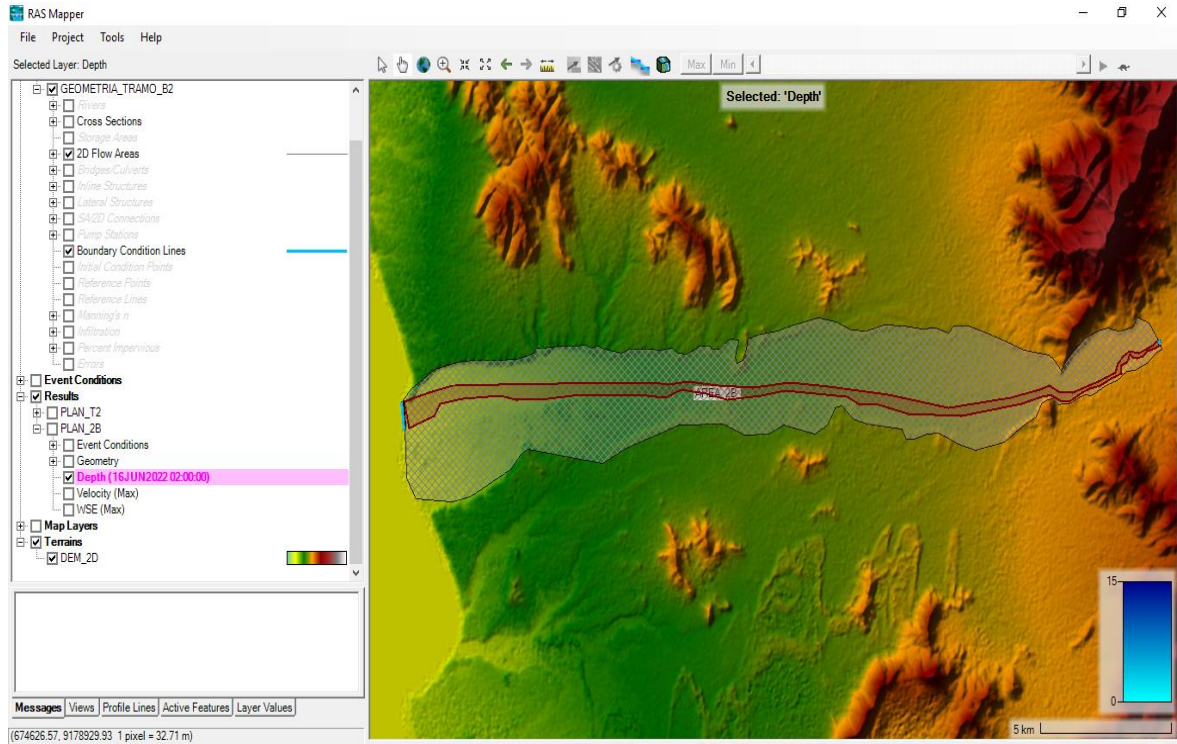
Malla del Tramo-1 para le modelamiento



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 33:

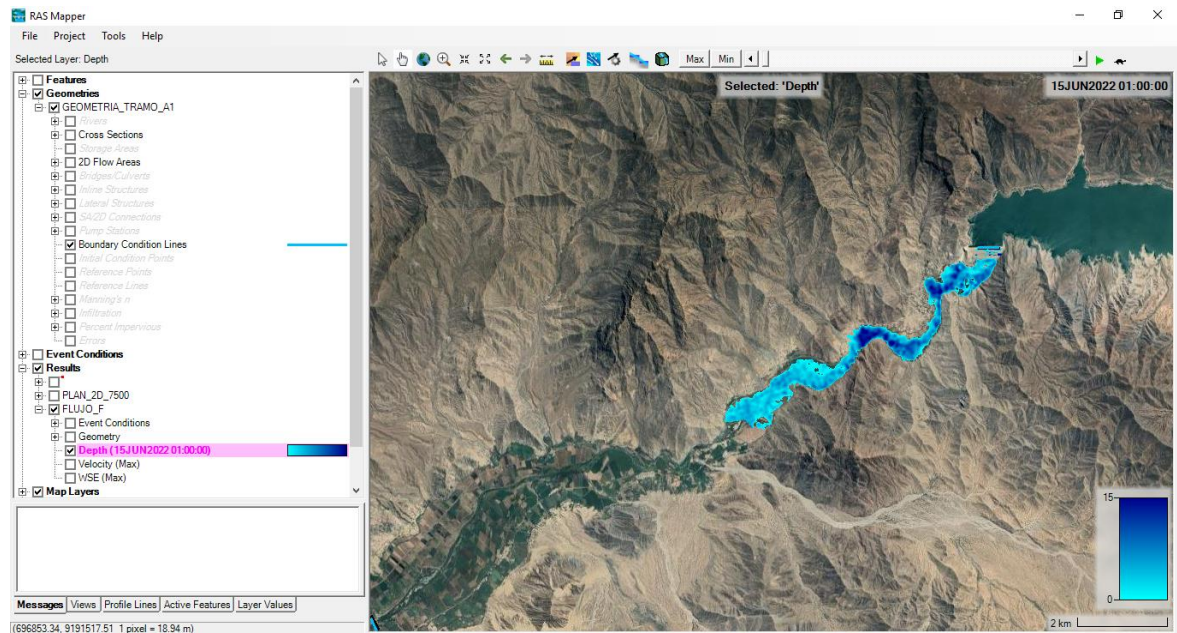
Malla del Tramo-2 para le modelamiento



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 34:

Inicio del tránsito de la onda genera por la rotura de la presa Gallito Ciego Tramo-1

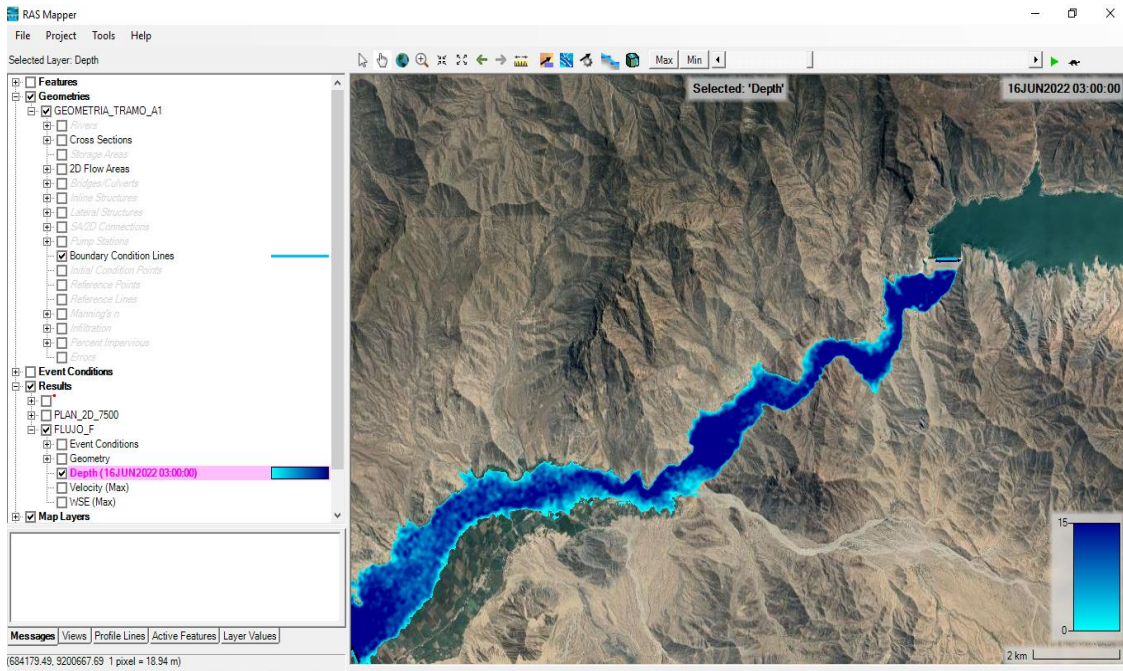


Fuente: Software HEC RAS

Elaboracion propia

Grafica N° 35:

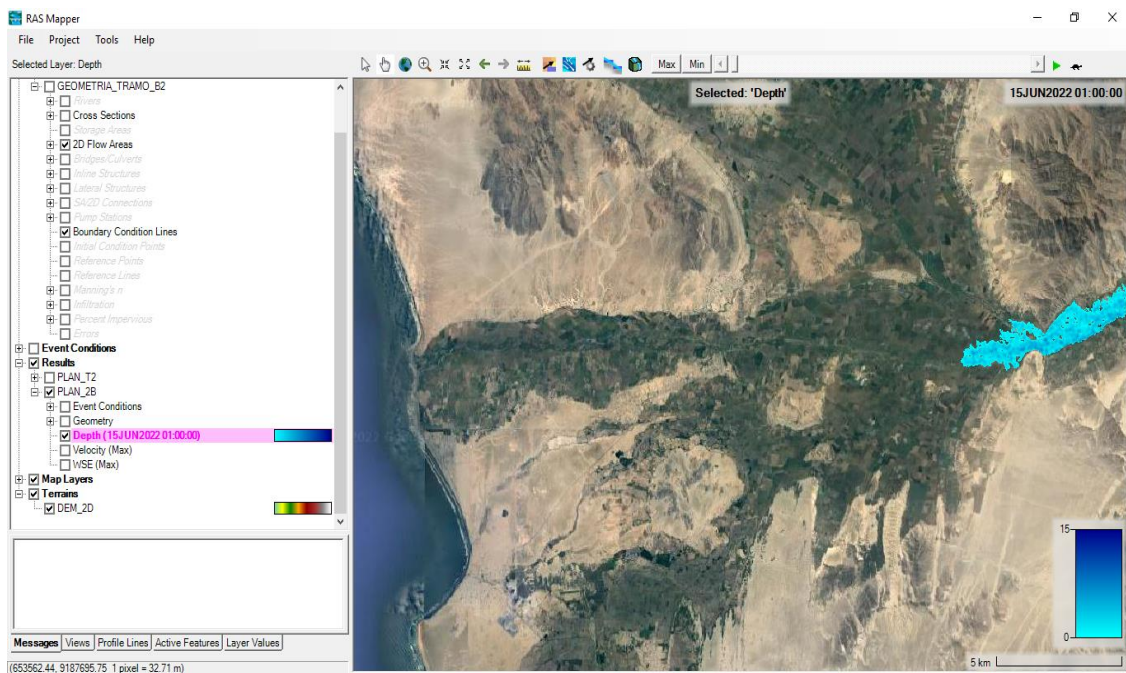
Final del tránsito de la onda genera por la rotura de la presa Gallito Ciego Tramo-1



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 36:

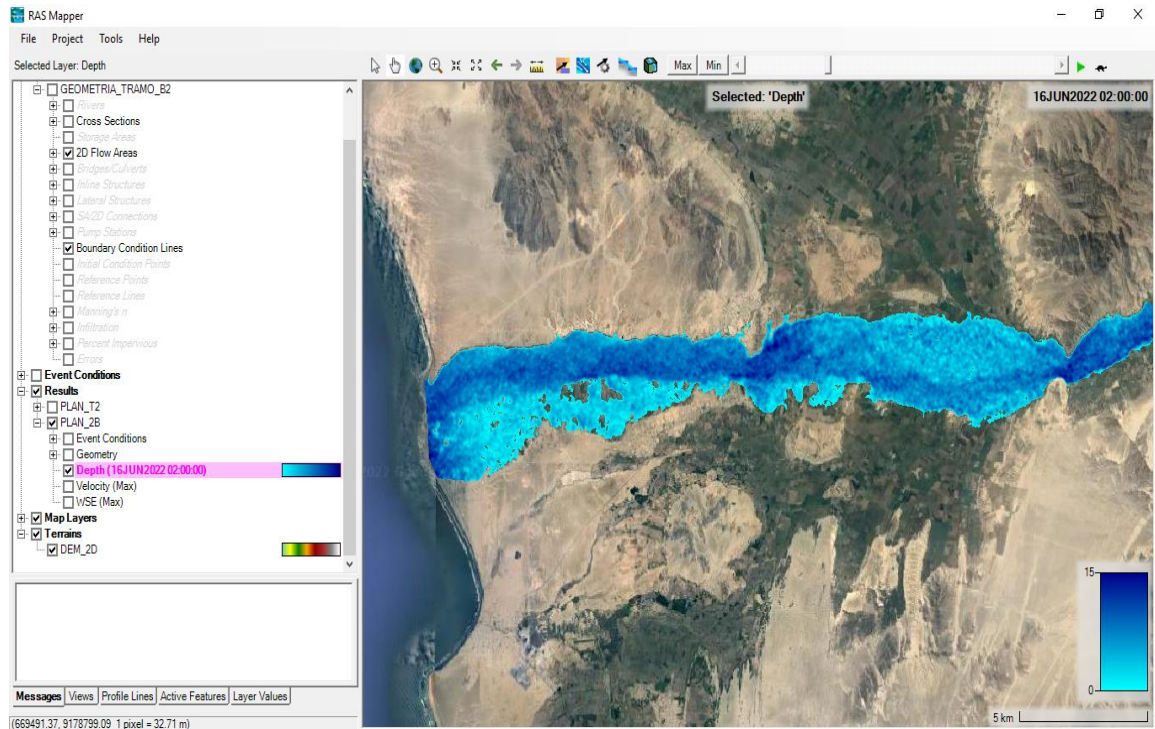
Inicio del tránsito de la onda genera por la rotura de la presa Gallito Ciego Tramo-2



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 37:

Final del tránsito de la onda genera por la rotura de la presa Gallito Ciego Tramo-2



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 38:

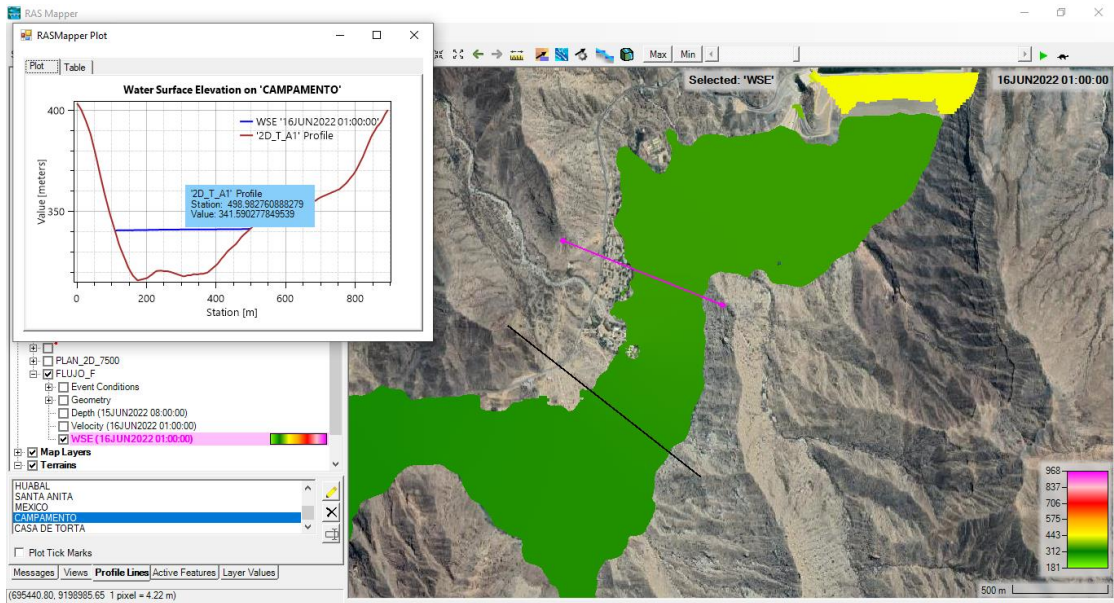
Inundación total producida por el tránsito de la onda genera por la rotura de la presa Gallito Ciego



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 39:

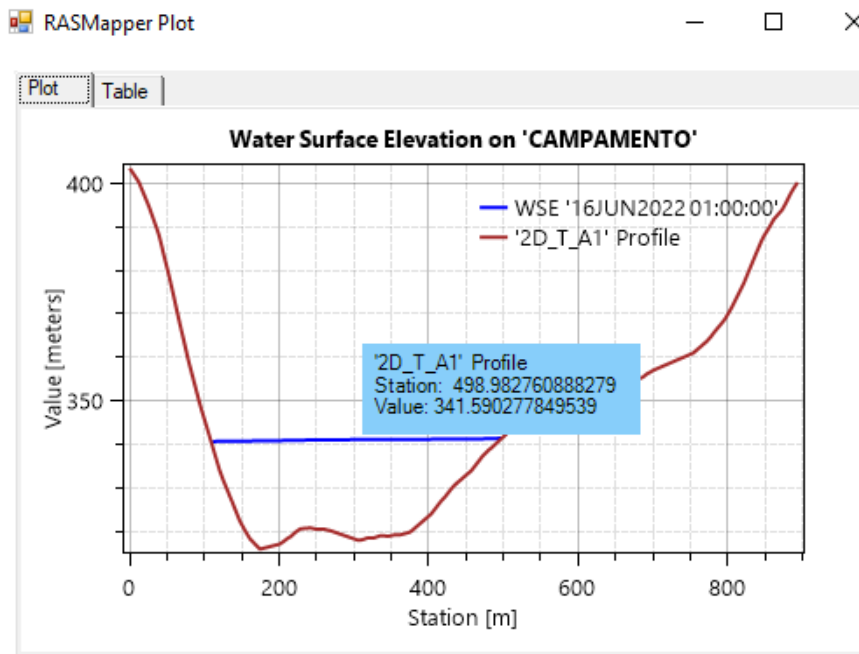
Sección de control campamento Gallito Ciego



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 40:

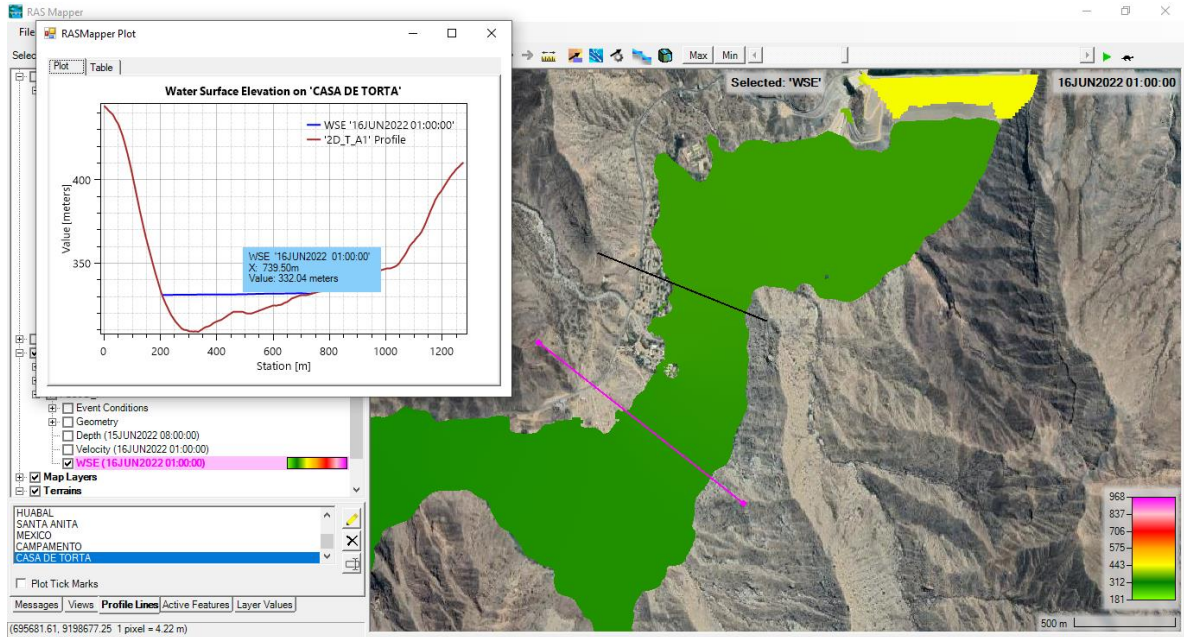
Niveles de agua - sección de control campamento Gallito Ciego



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 41:

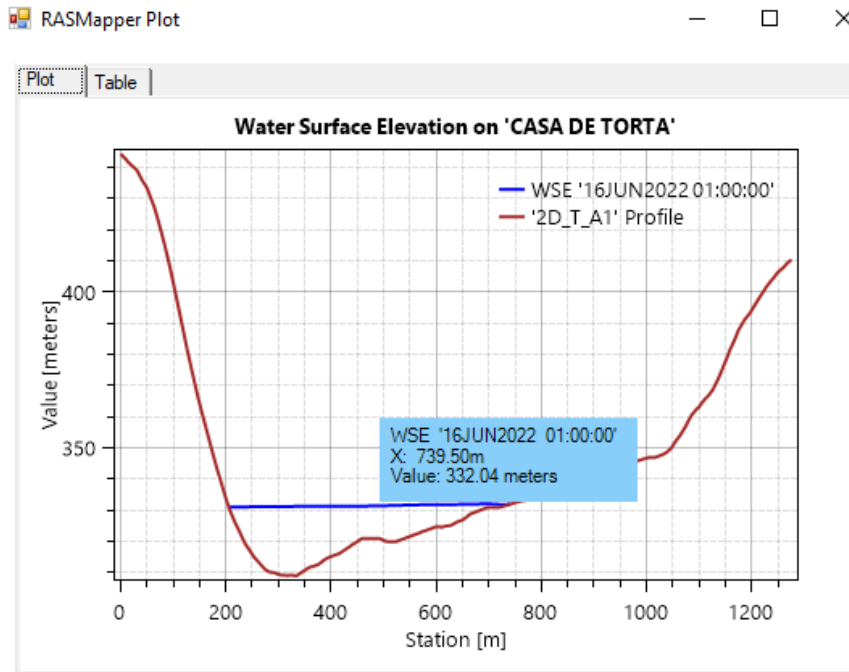
Sección de control Casa de Torta



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 42:

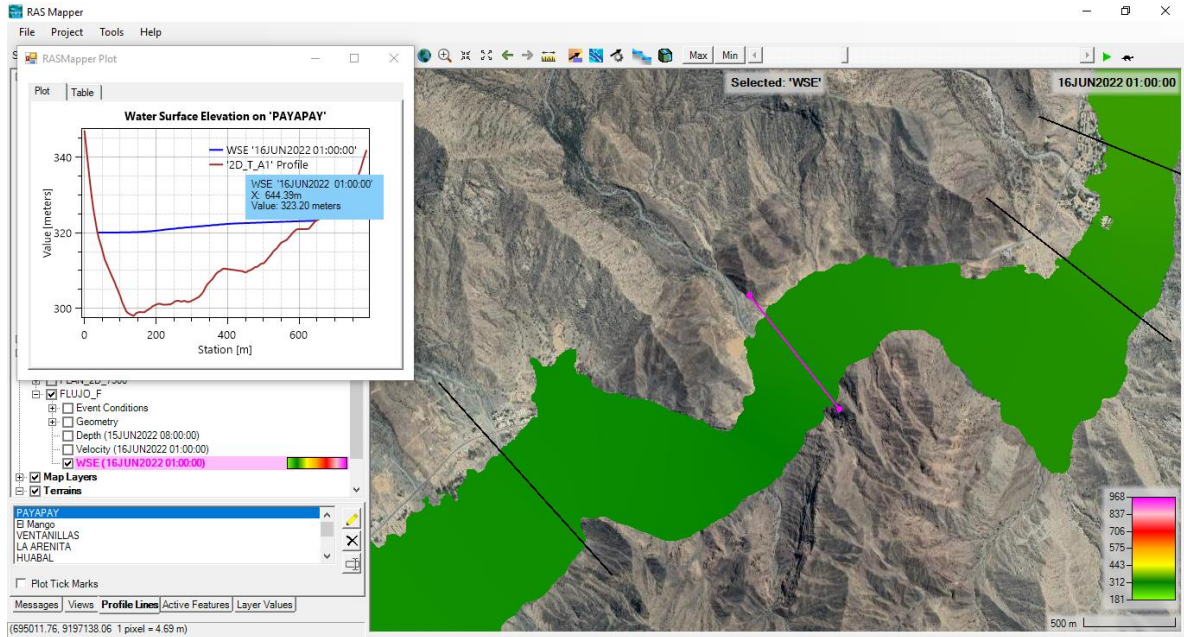
Niveles de agua - sección de control Casa de Torta



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 42:

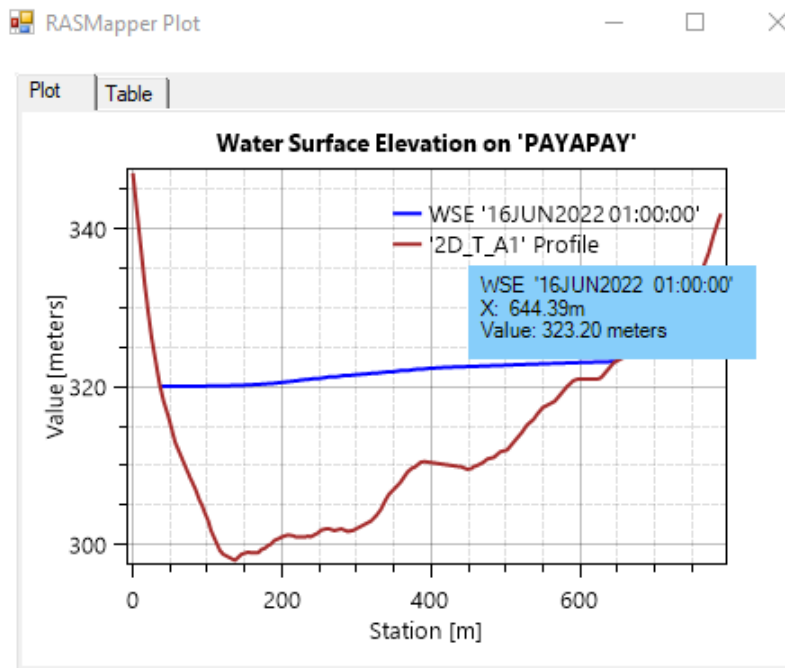
Sección de control Pay Pay



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 43:

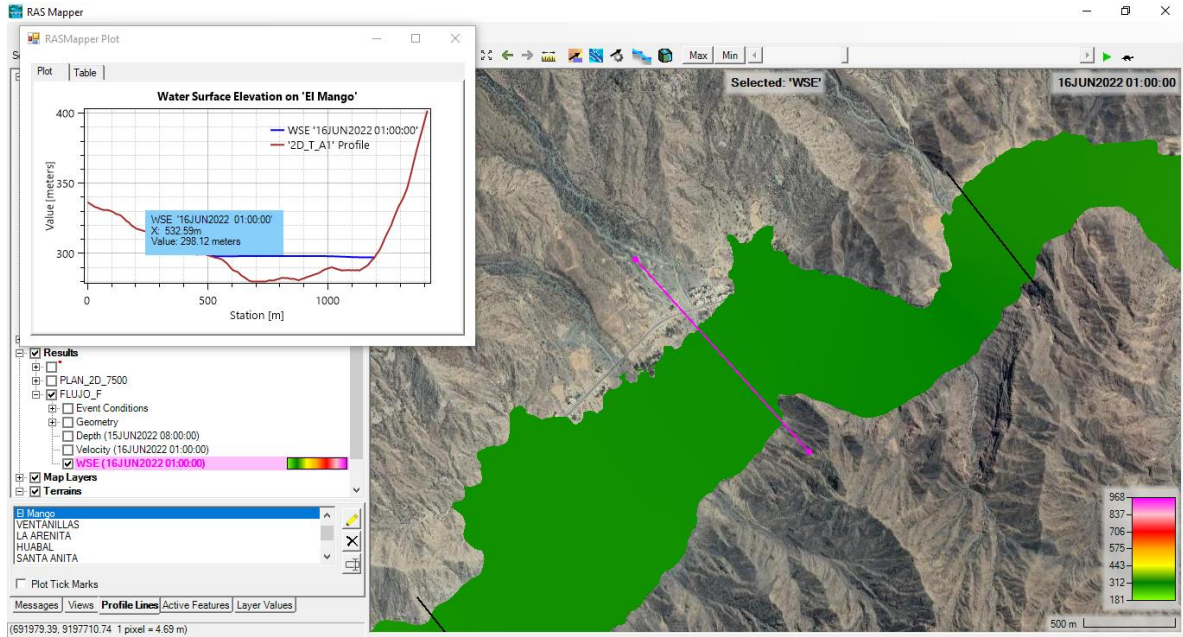
Niveles de agua - sección de control Pay Pay



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 44:

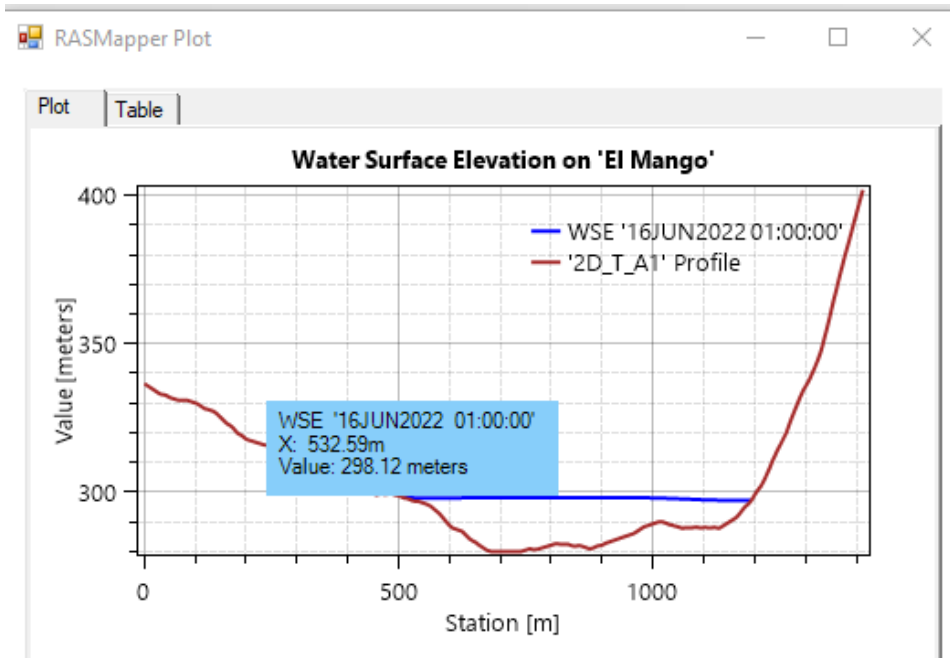
Sección de control El Mango



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 45:

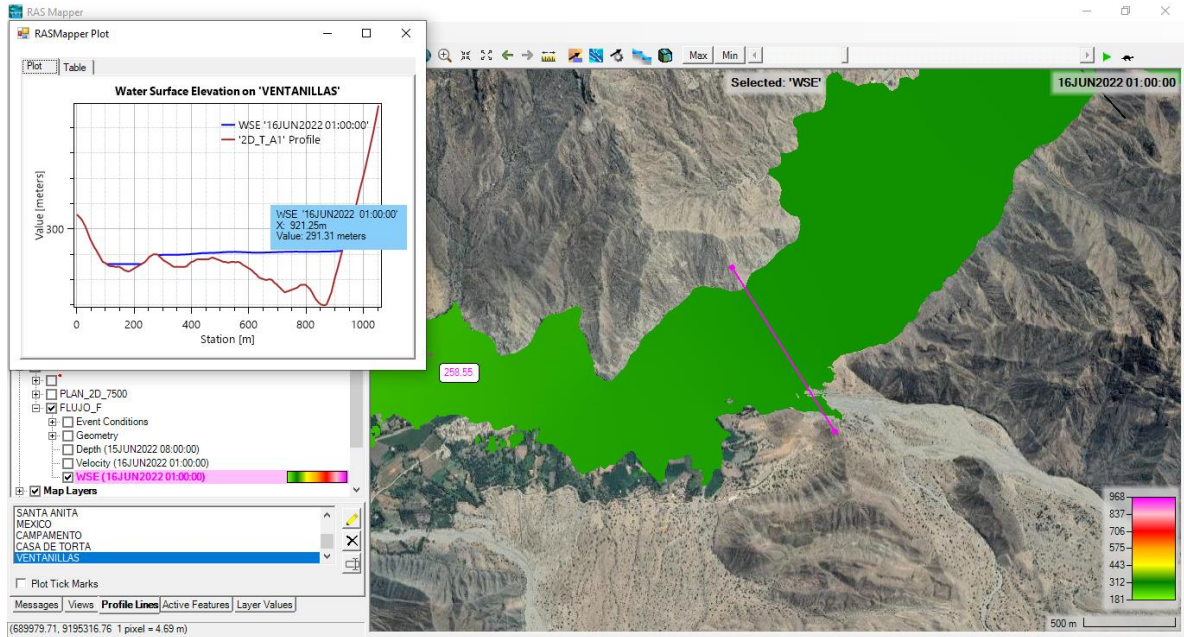
Niveles de agua - sección de control El Mango



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 46:

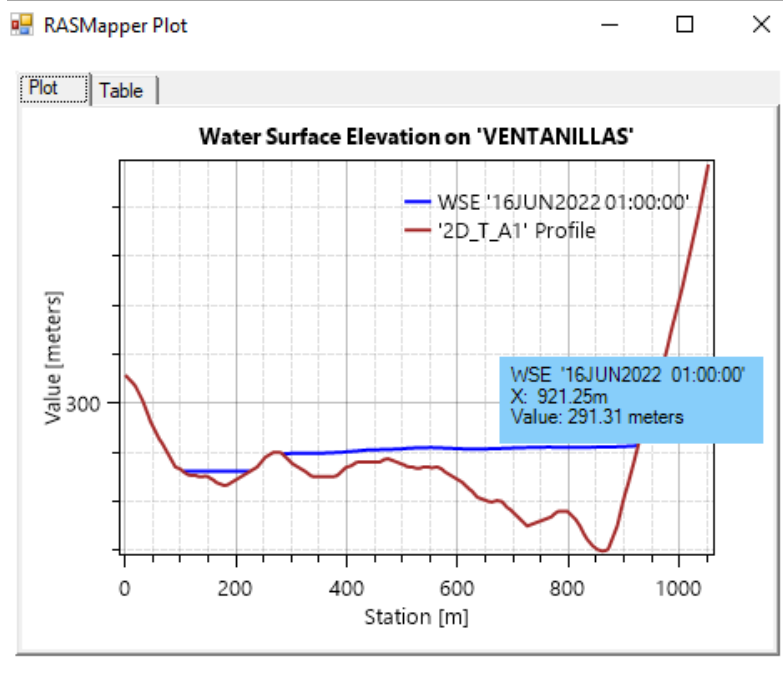
Sección de control Ventanillas



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 47:

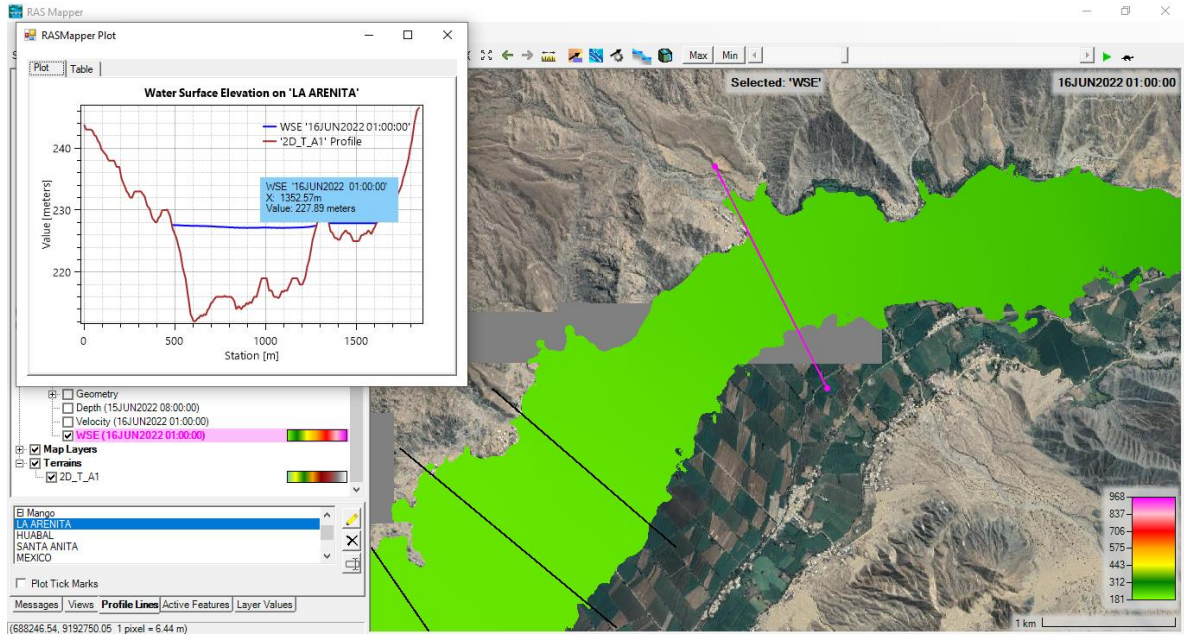
Nivel de agua - sección de control Ventanillas



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 48:

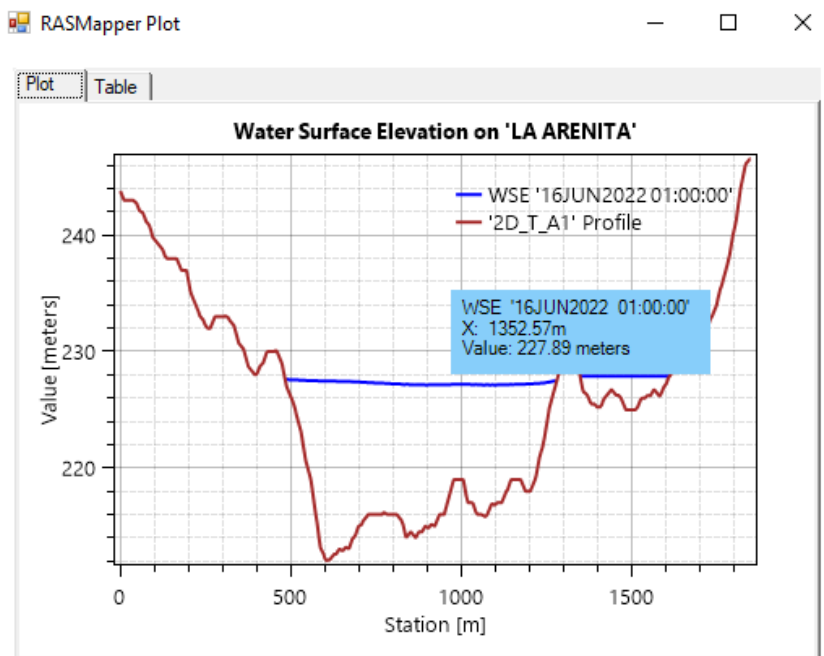
Sección de control La Arenita



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 49:

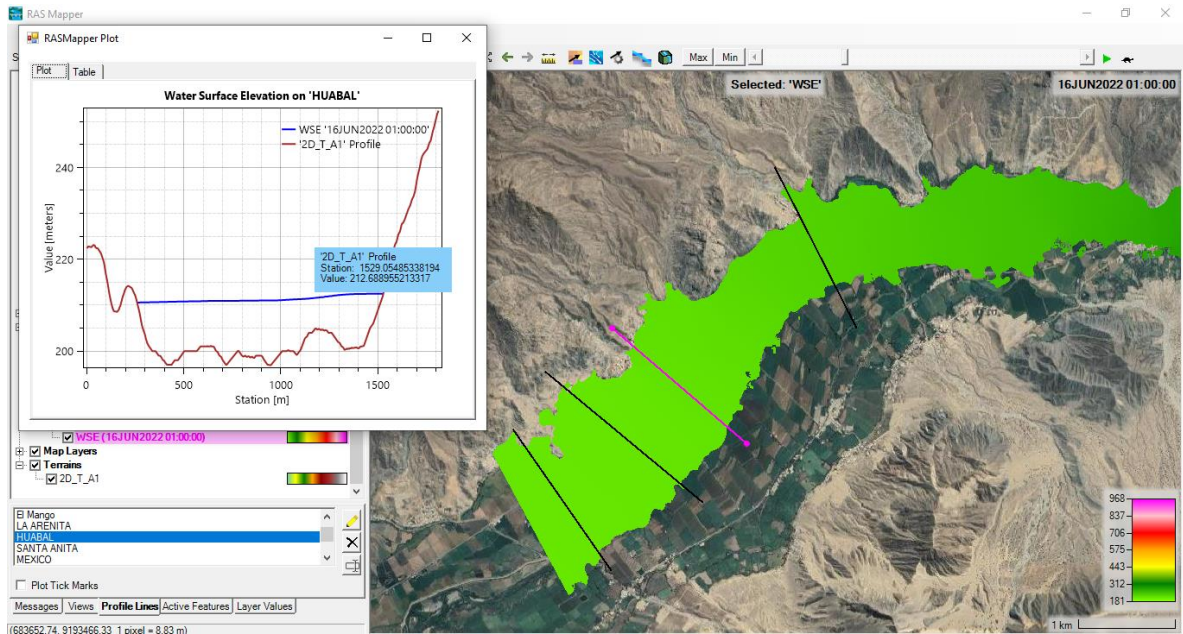
Nivel de agua - sección de control La Arenita



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 50:

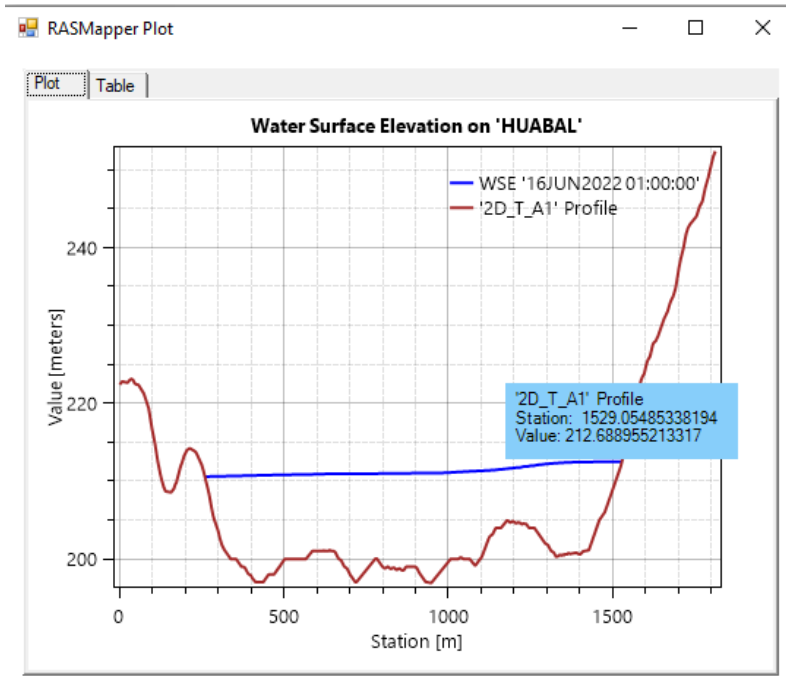
Sección de control Huabal



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 51:

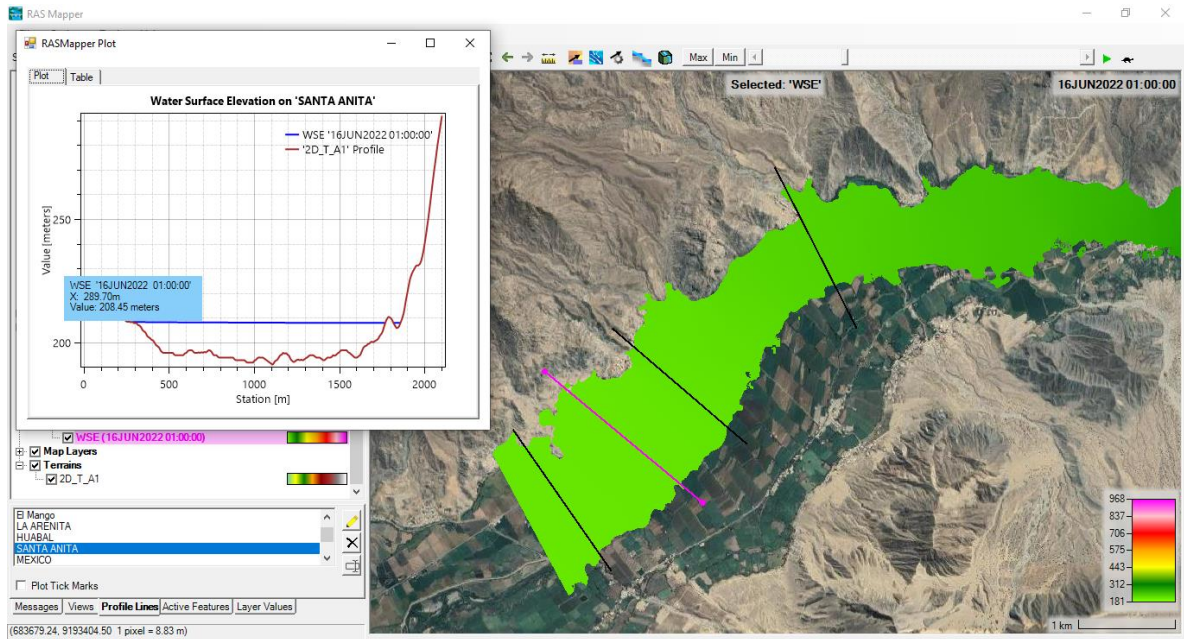
Nivel de agua - sección de control Huabal



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 52:

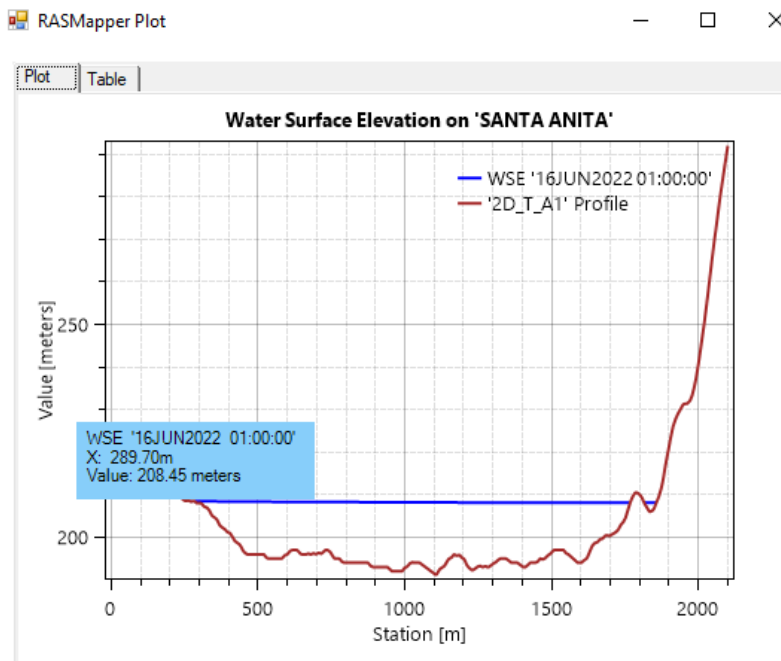
Sección de control Santa Anita



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 53:

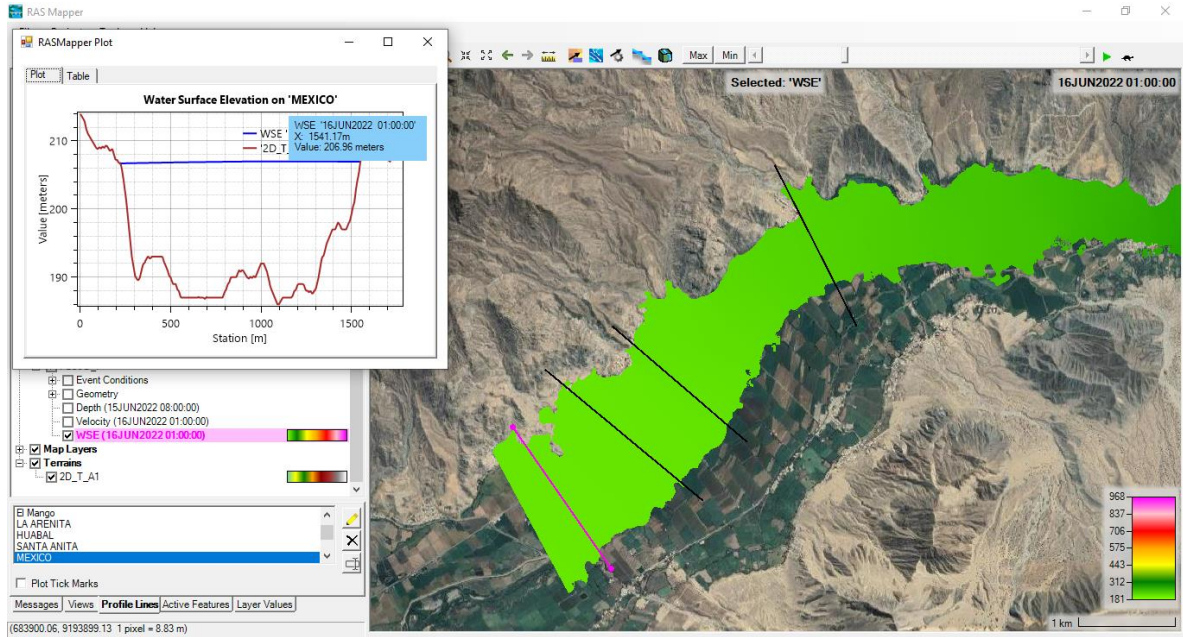
Nivel de agua - sección de control Santa Anita



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 54:

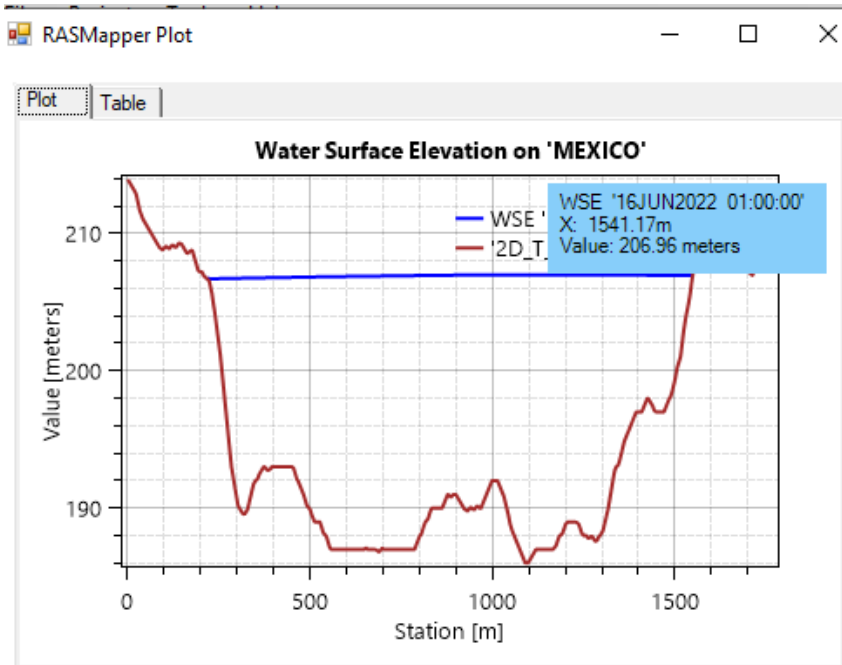
Sección de control México



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 55:

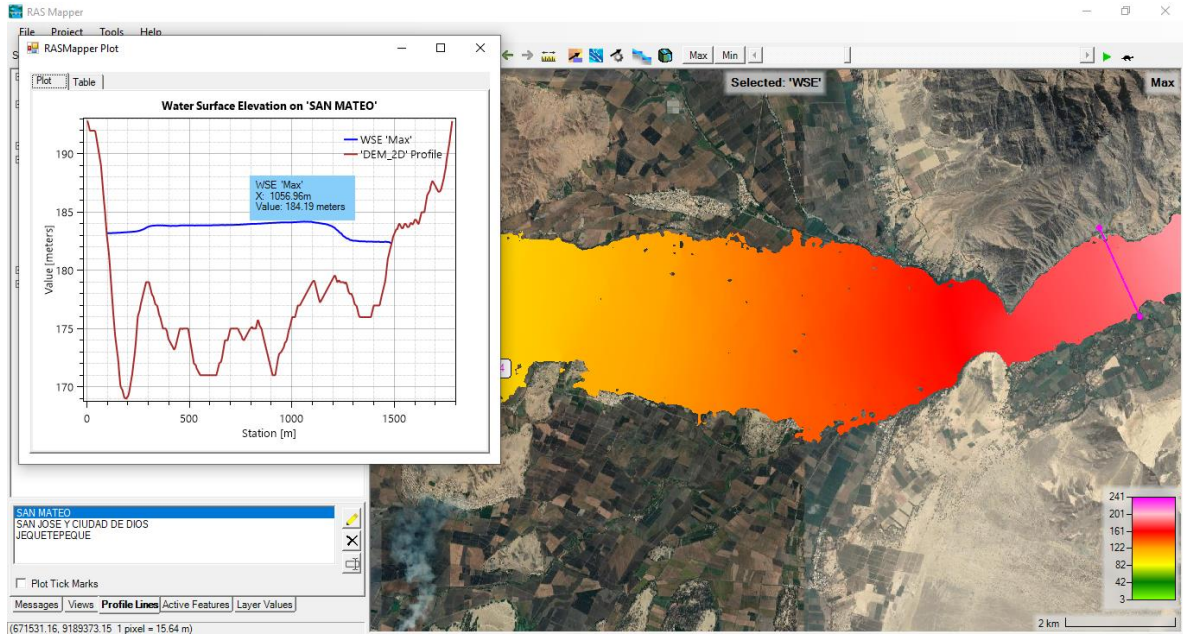
Nivel de agua - sección de control México



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 56:

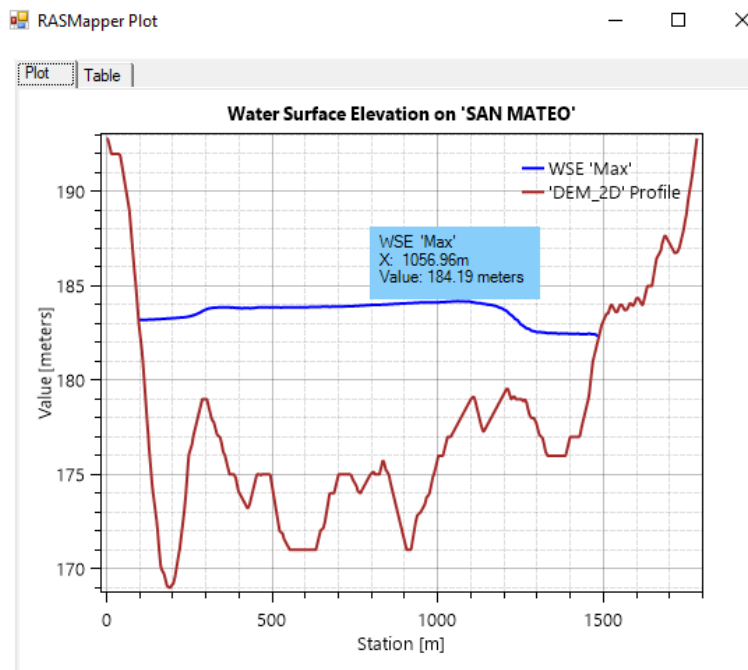
Sección de control San Mateo



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 57:

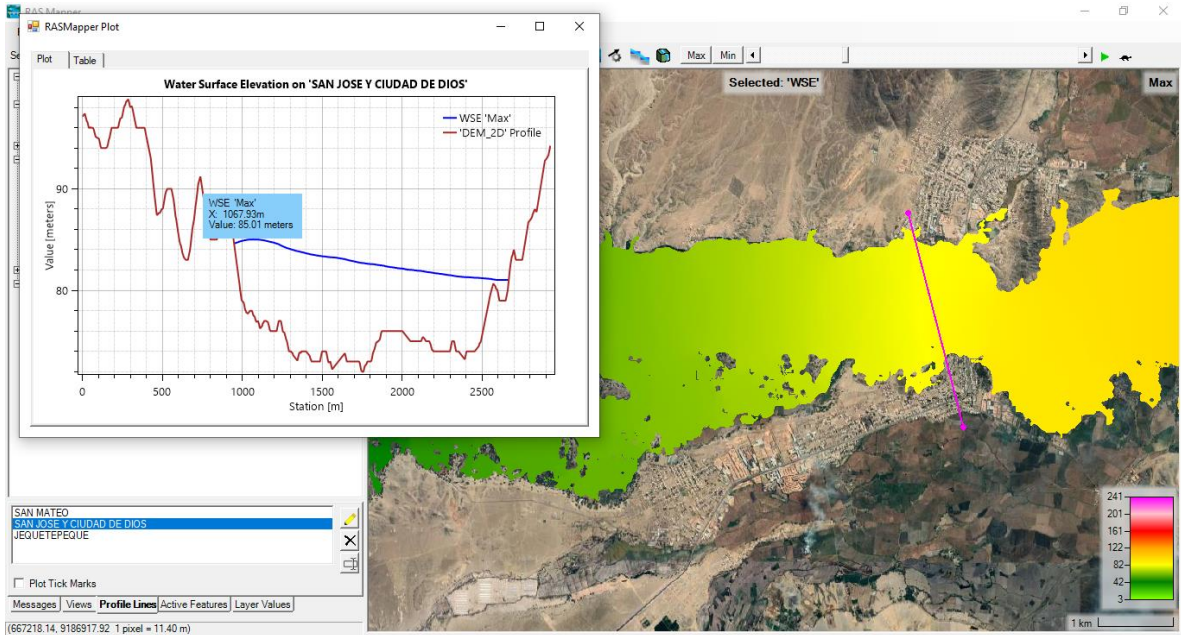
Nivel de agua - sección de control San Mateo



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 58:

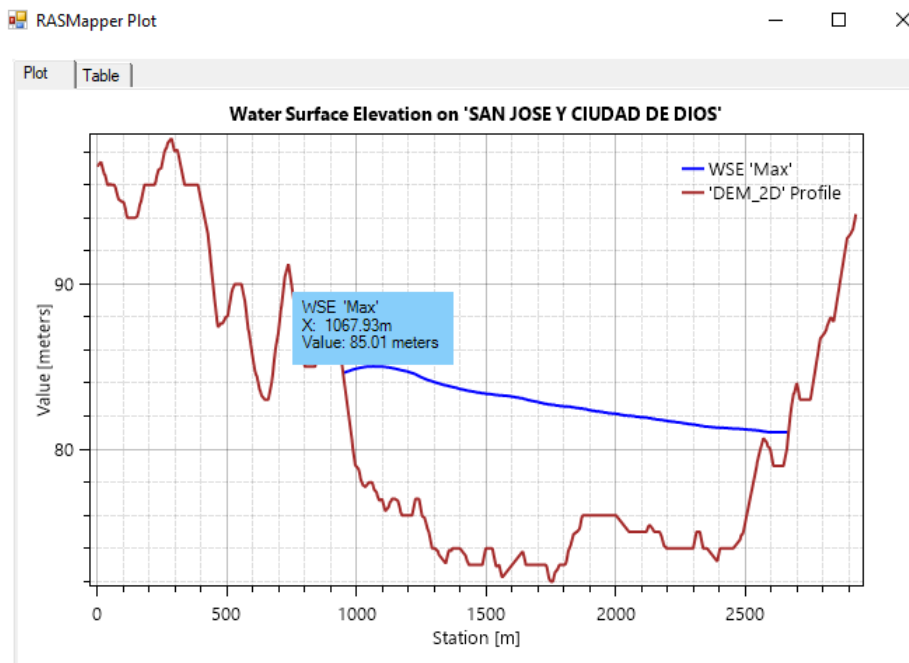
Sección de control Ciudad de Dios y San José



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 59:

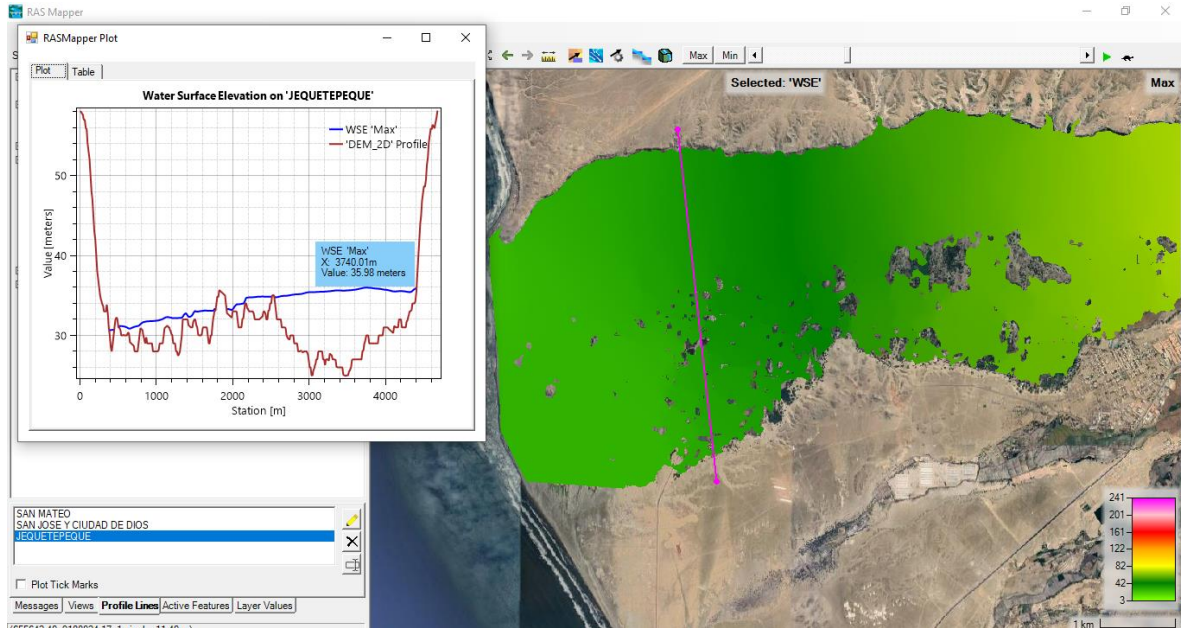
Nivel del agua - sección de control Ciudad de Dios y San José



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 60:

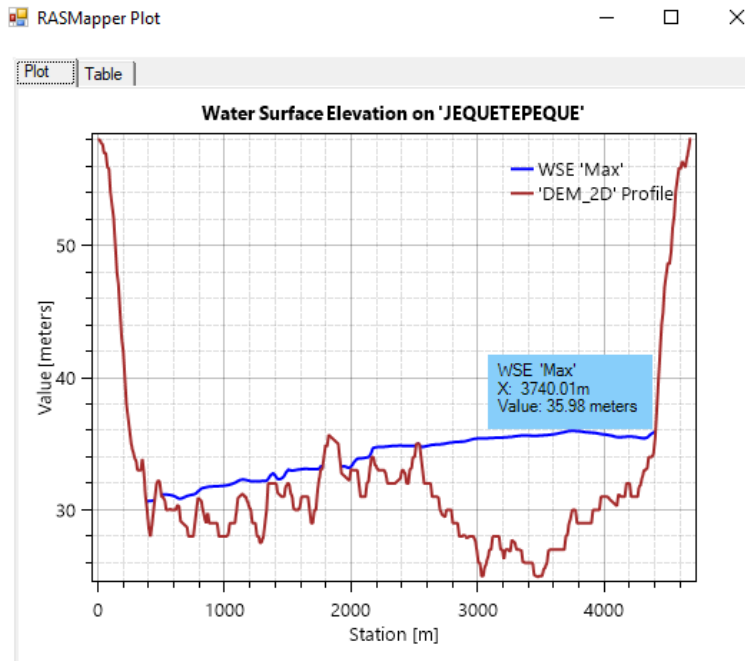
Sección de control Jequetepeque



Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

Grafica N° 61:

Nivel de agua - sección de control Jequetepeque

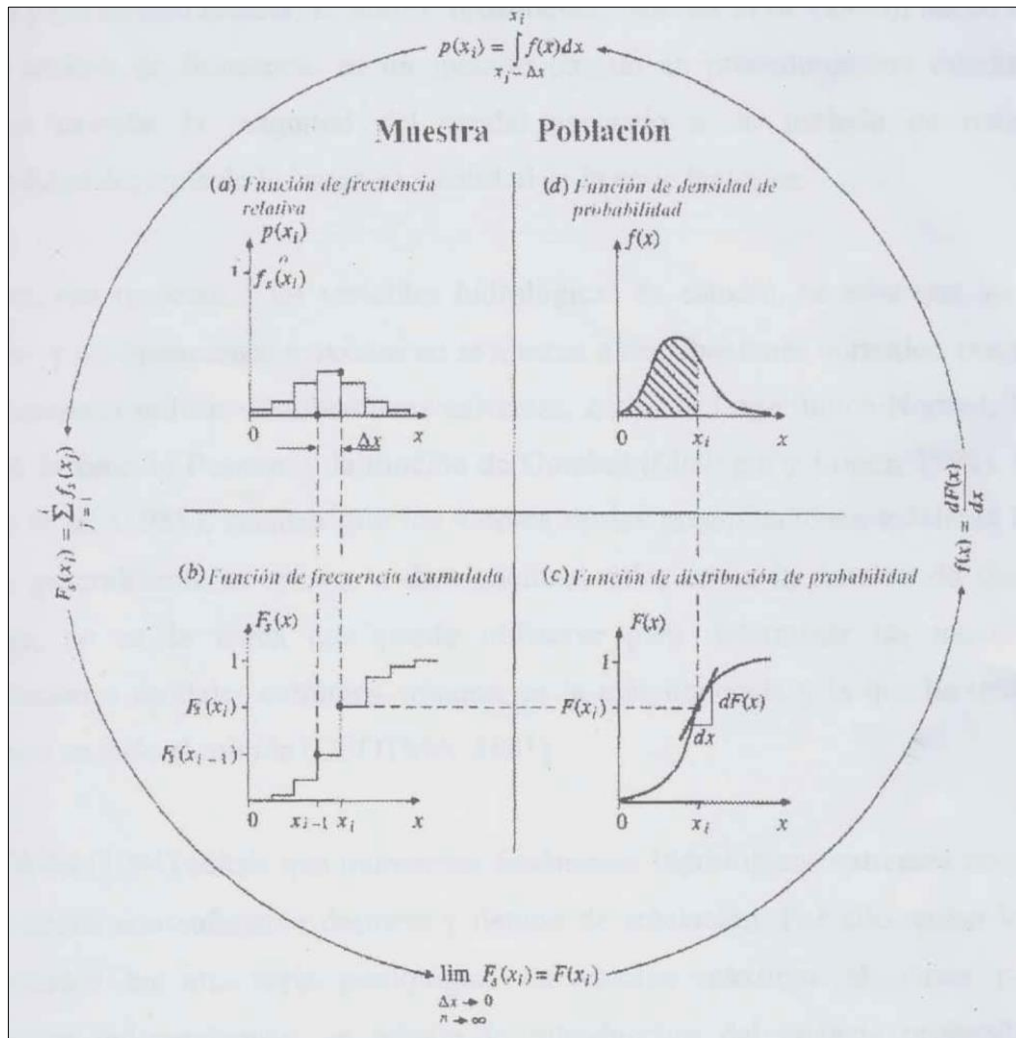


Fuente: Software HEC RAS
Elaboracion propia

ANEXO N°7
RELACION DE FIGURAS

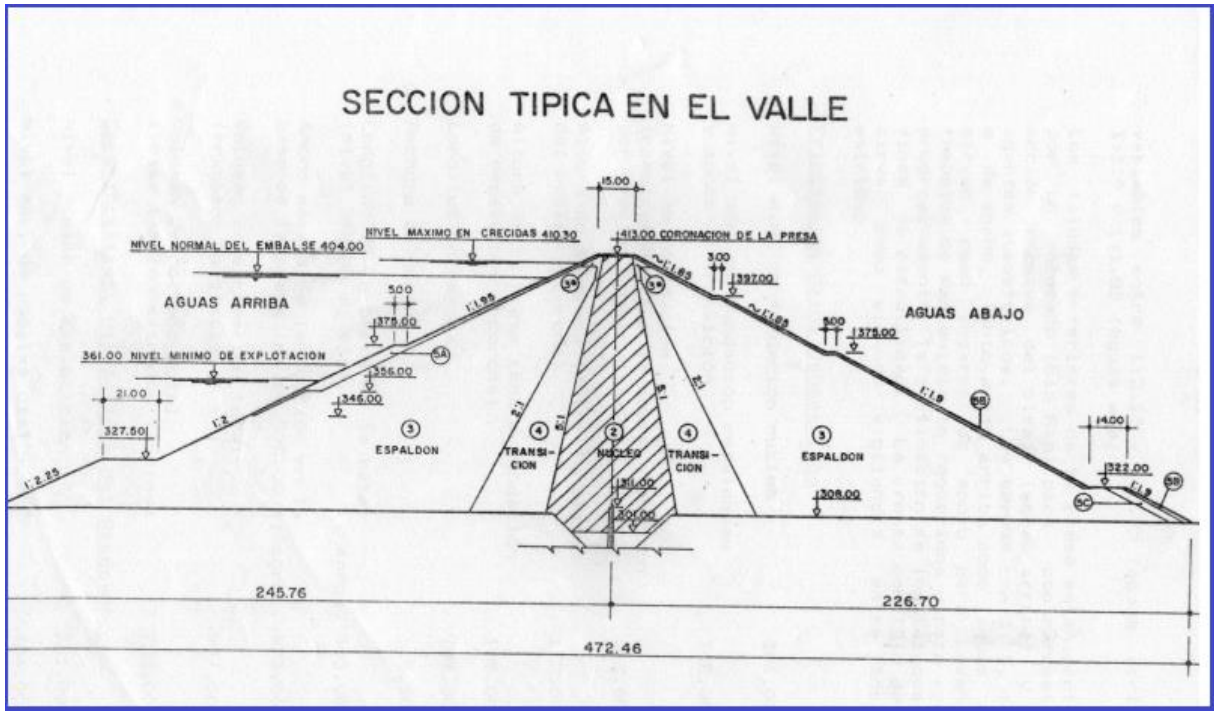
Figura N° 15:

Funciones de frecuencia de la muestra y funciones de probabilidad de la población



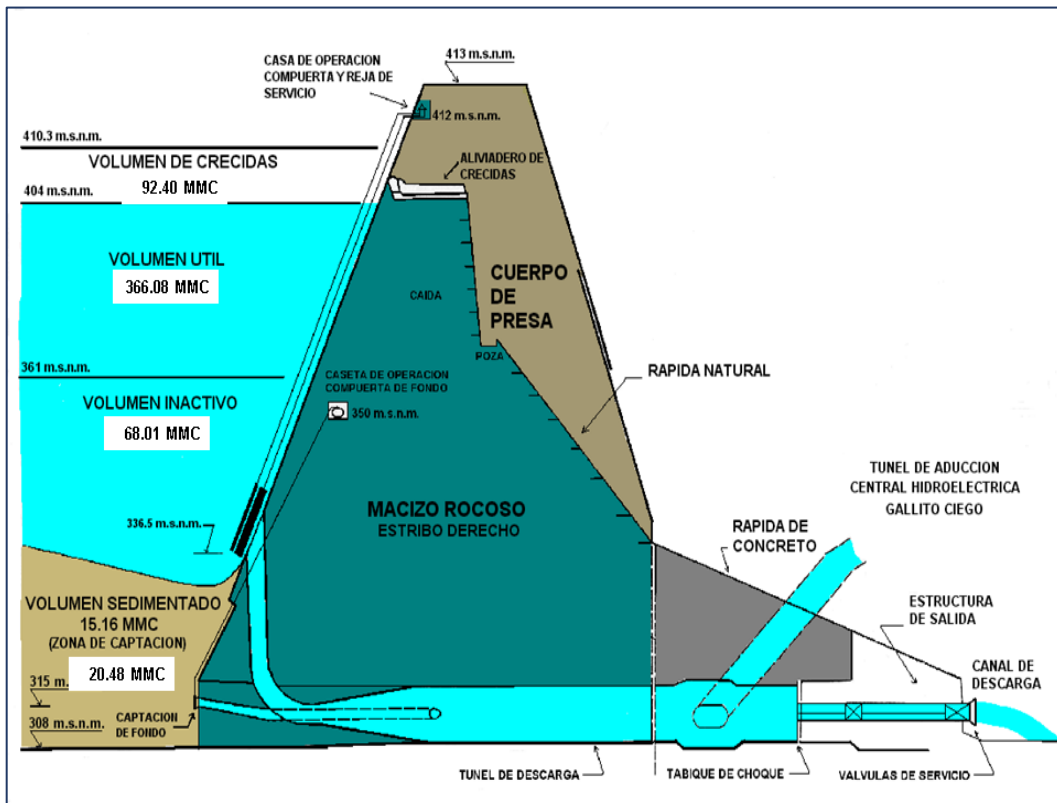
Fuente: Chow et al. 1994

Figura N° 16:
Sección típica de la presa Gallito Ciego en el valle



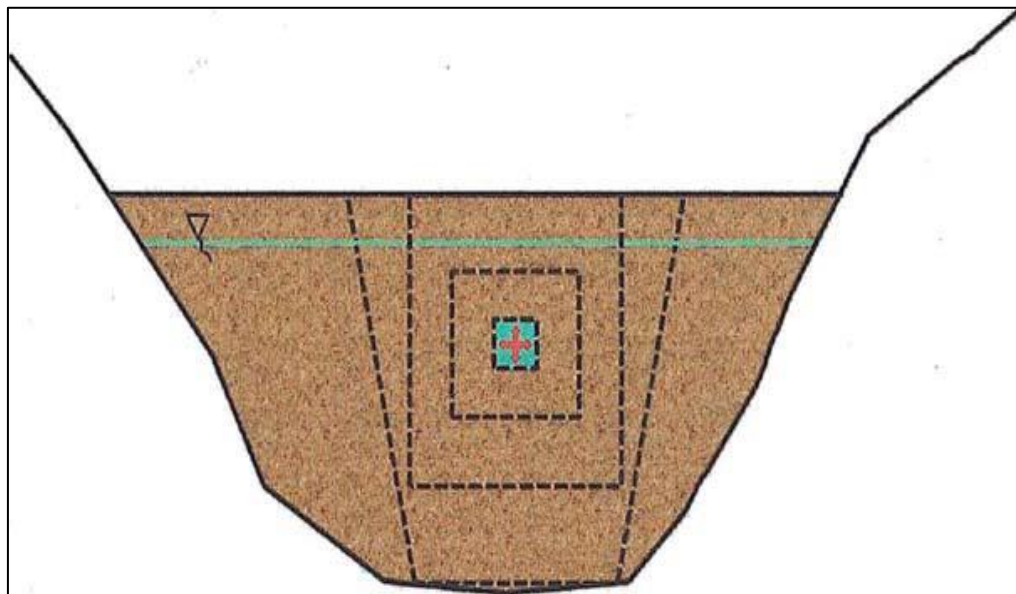
Fuente: OMDIHM-JUSHMJ

Figura N° 17:
Características del embalse Gallito Ciego – Batimetría 2,017



Fuente: OMDIHM-JUSHMJ.

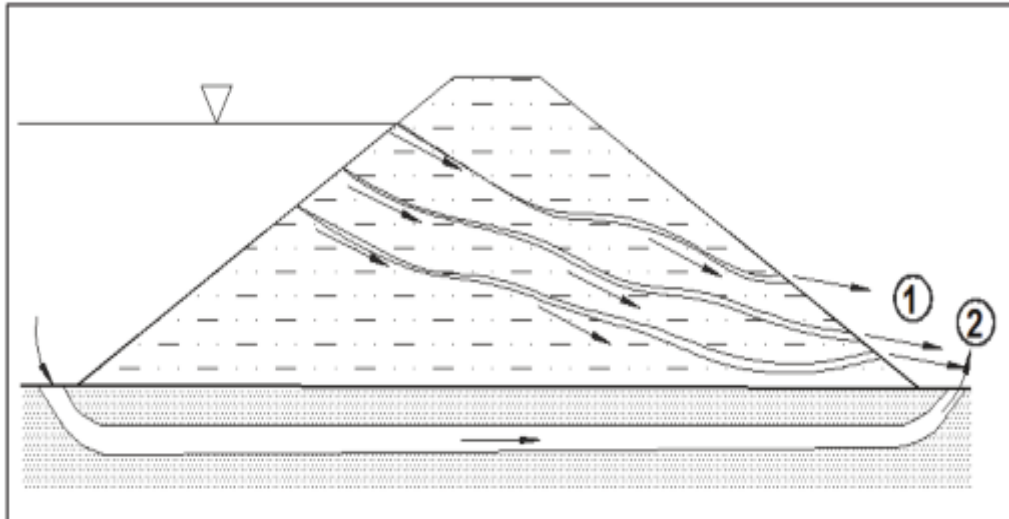
Figura N° 18:
Comportamiento de una brecha de rotura por tubificación - Vista frontal



Fuente: OMDIHM-JUSHMJ.

Figura N° 19

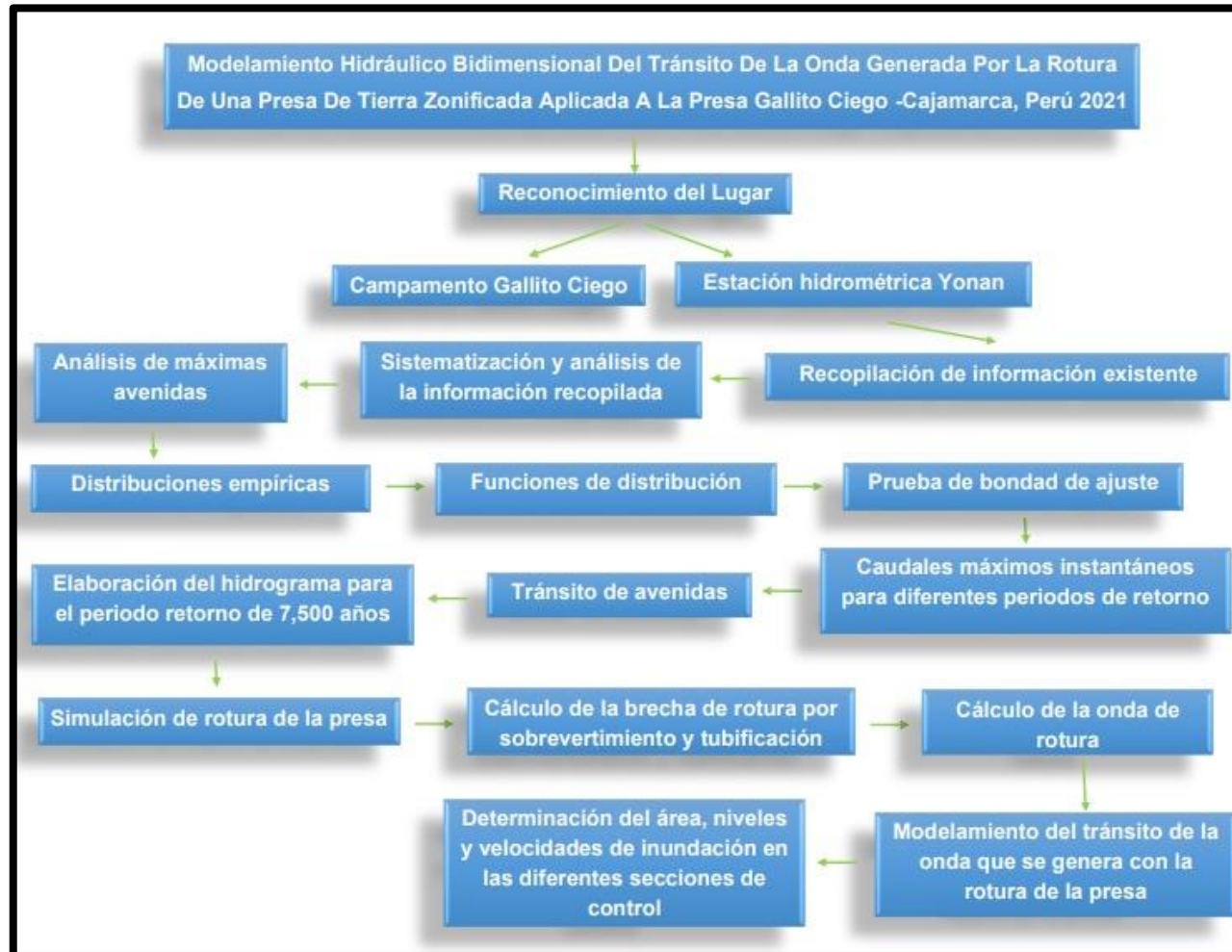
Tubificación desarrollada en el cuerpo y en el cimientado de una presa de tierra



Fuente: Ángel Palavecino.

ANEXO N°8
DIAGRAMA DE FLUJO

DIAGRAMA DE FLUJOS DE RESULTADOS

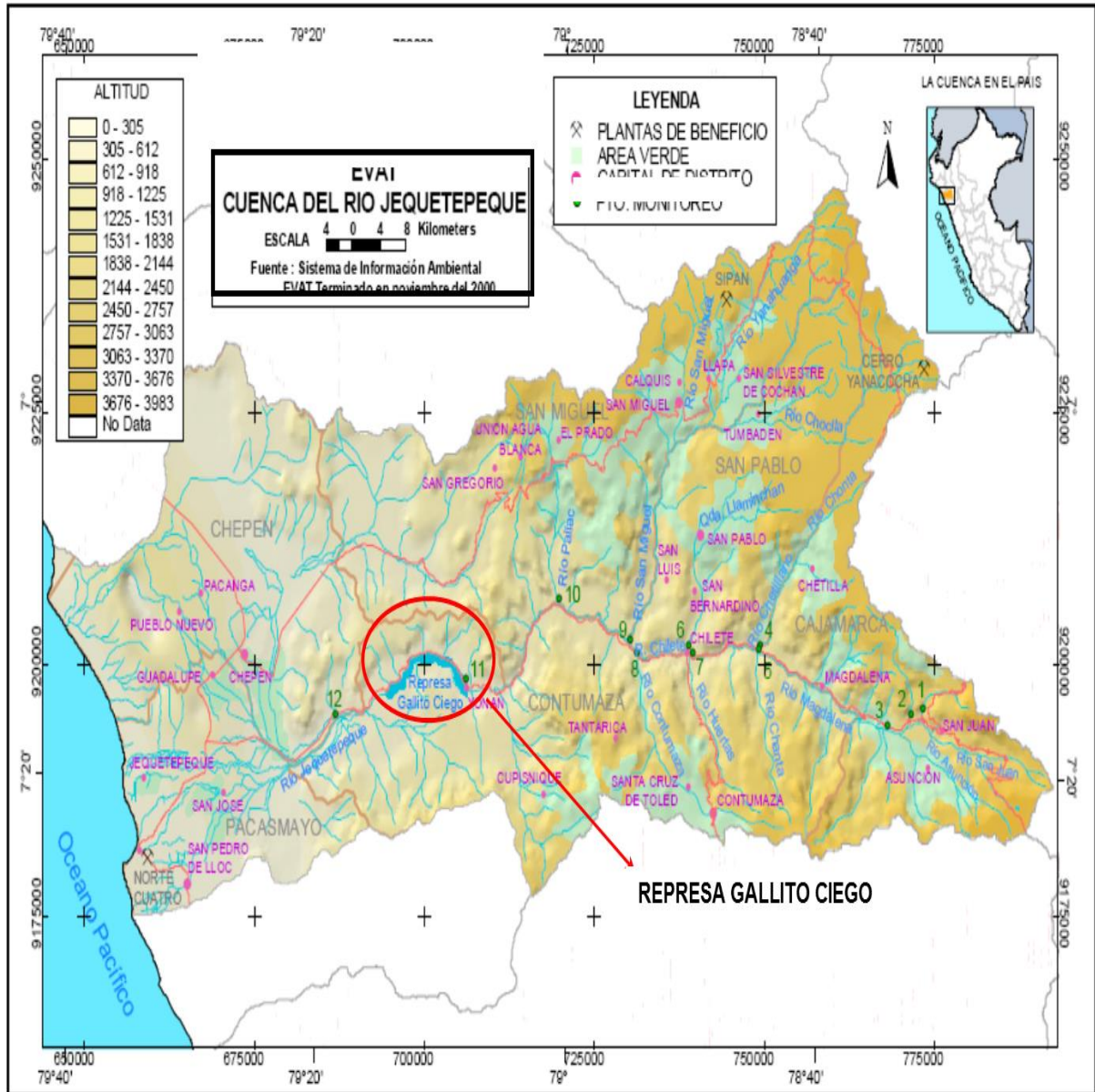


Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°9
RELACION DE PLANOS

Plano N° 1:

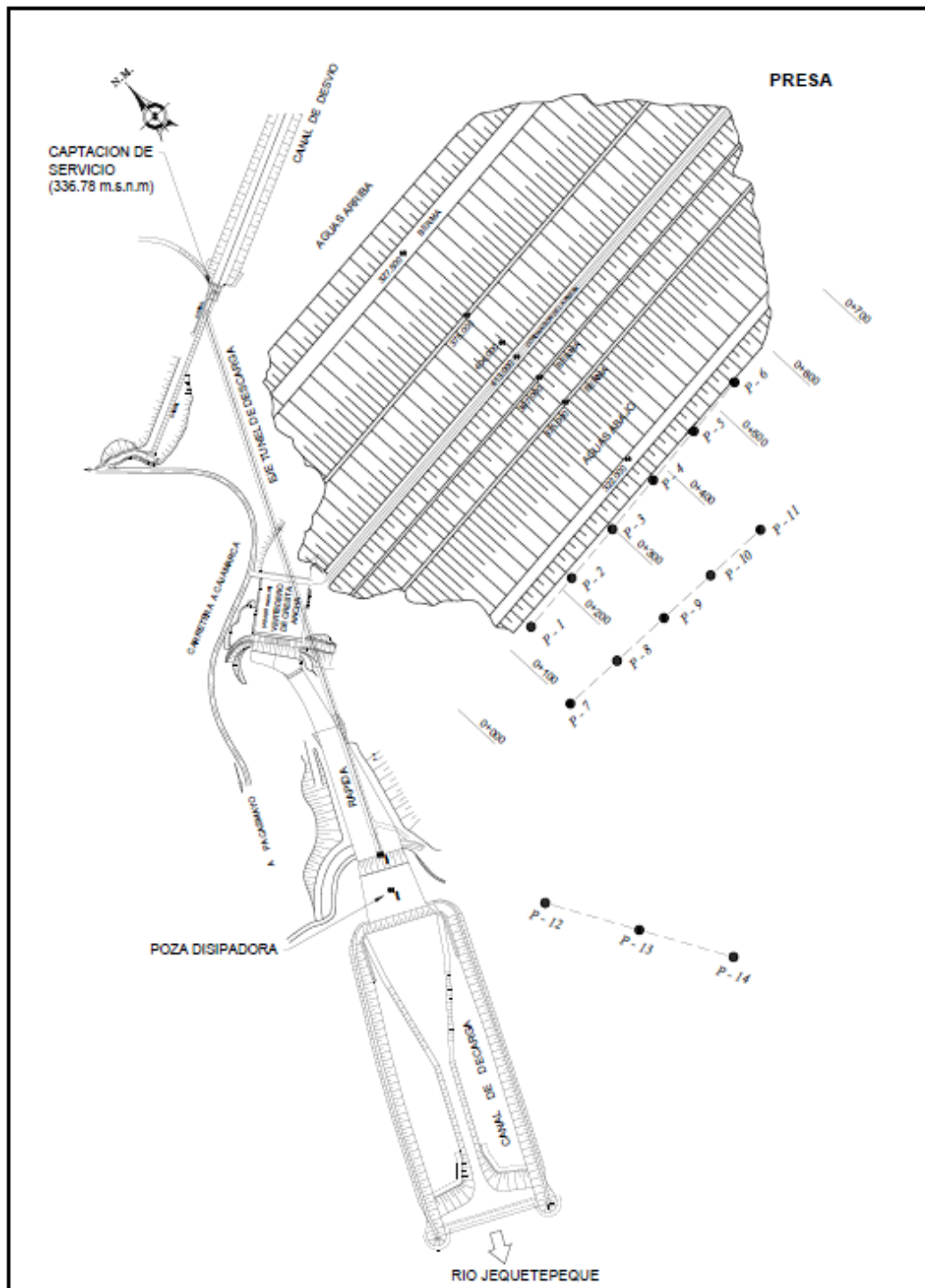
Ubicación de la zona de estudio



Fuente: Manual de Operación del Embalse Gallito Ciego, 2000, Cosultor Ing. Milutin Milarodovic O.

Plano N° 2:

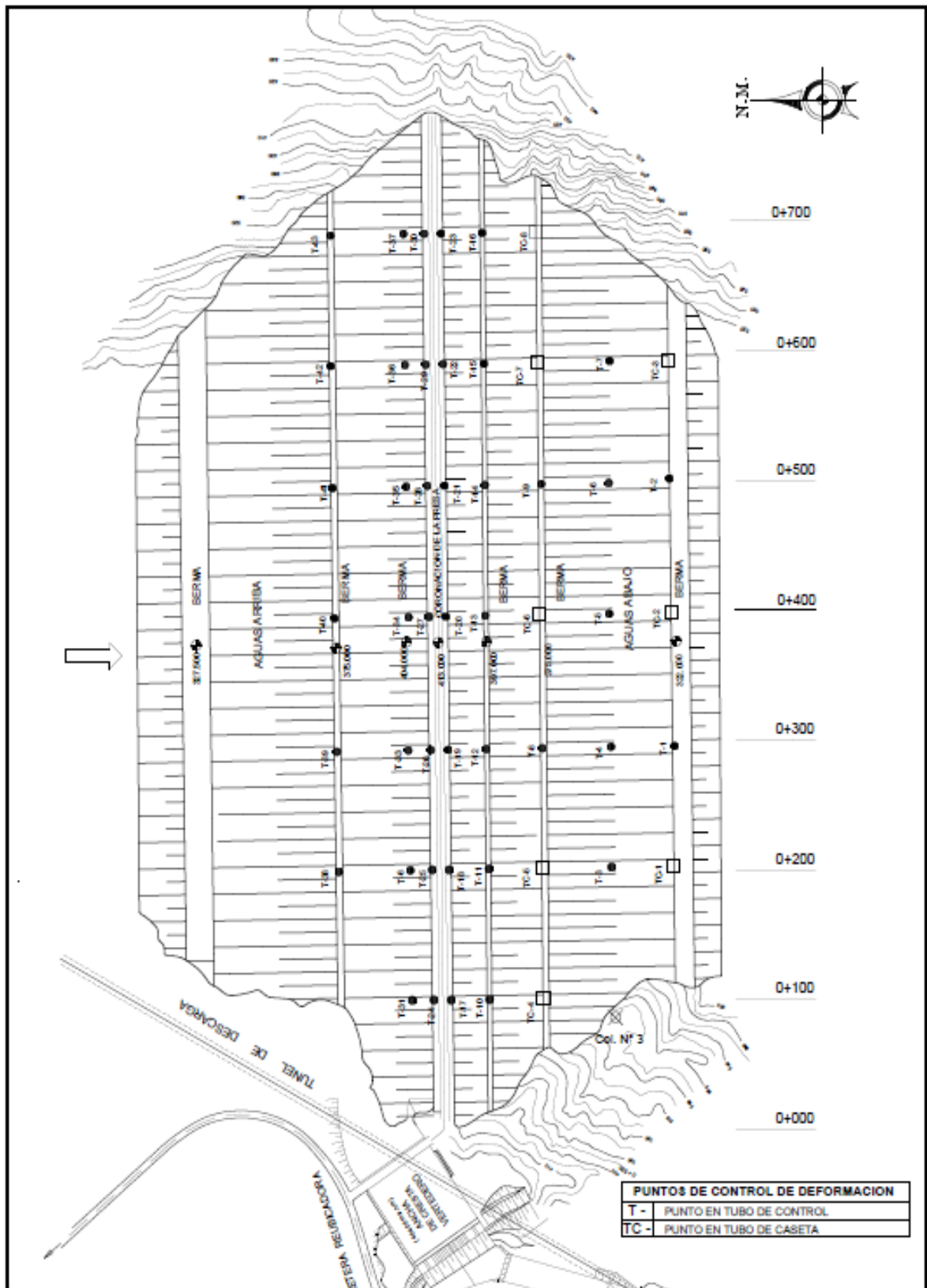
Presa gallito ciego y obras conexas



Fuente: Manual de Operación del Embalse Gallito Ciego, 2000, Cosultor Ing. Milutin Milarodovic O.

Plano N° 3:

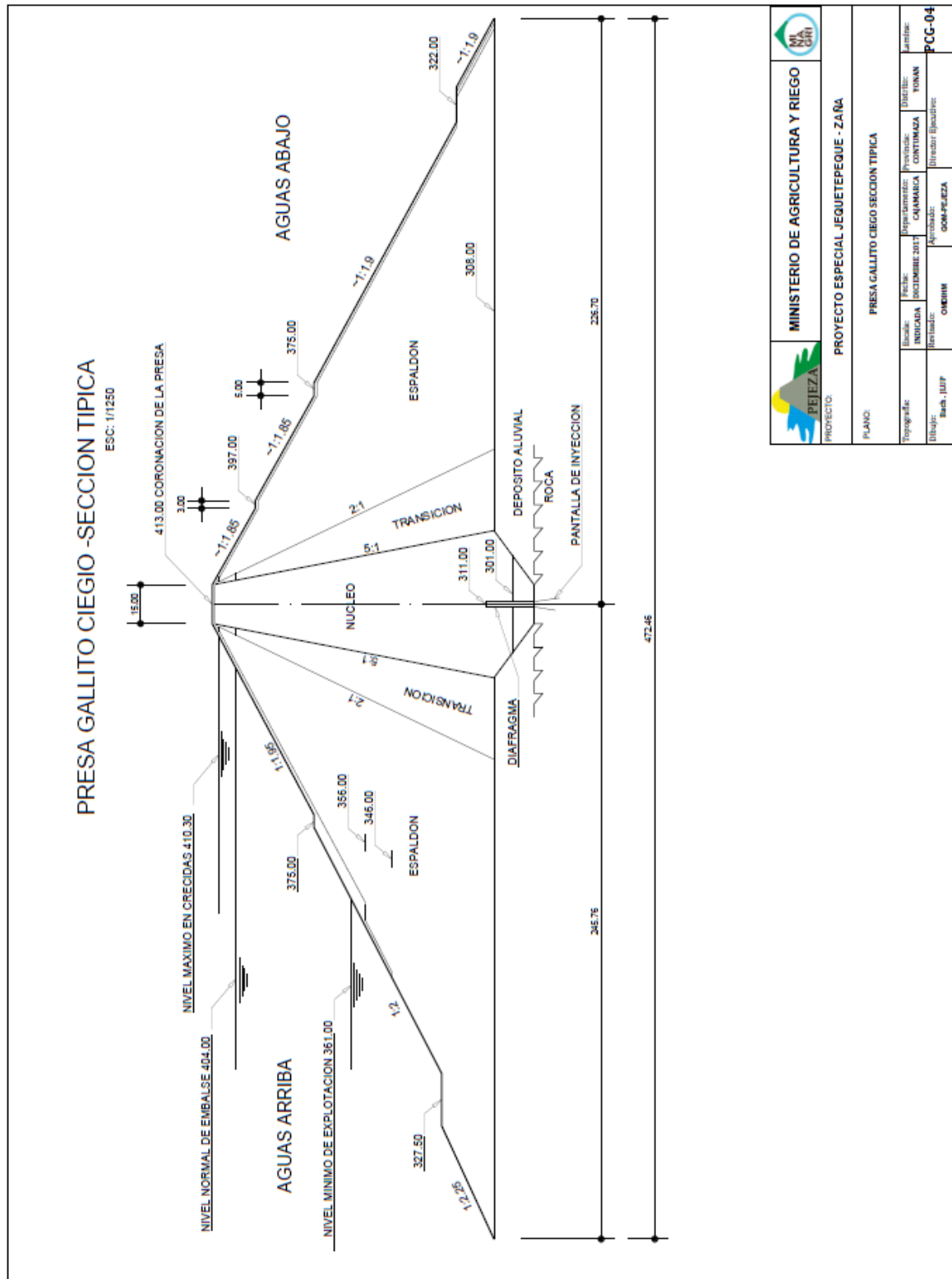
Presa gallito ciego - planta



Fuente: Manual de Operación del Embalse Gallito Ciego, 2000, Cosultor Ing. Milutin Milarodovic O.

Plano N° 5

PRESA GALLITO CIEGO – SECCION TRANSVERSAL

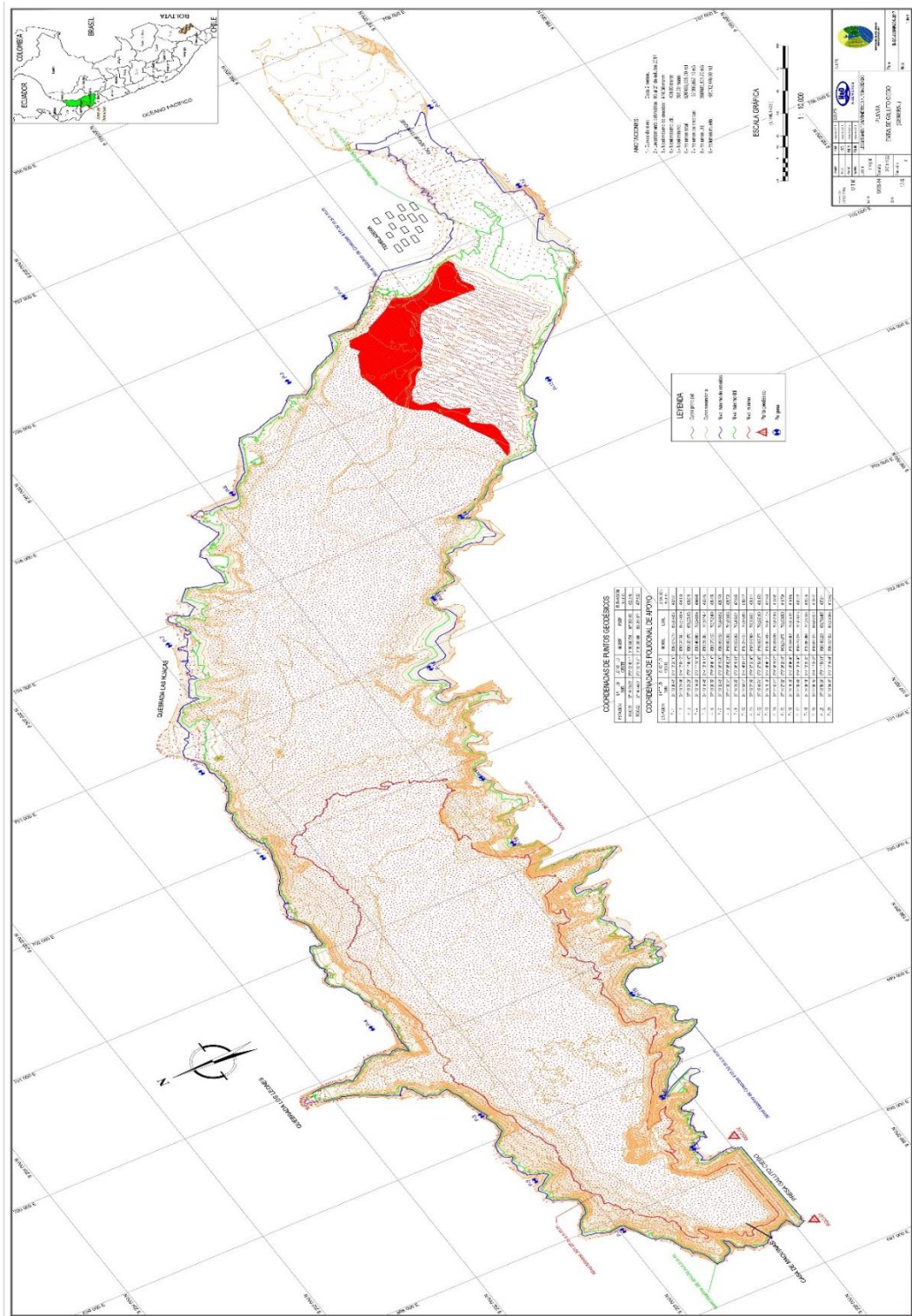


| | | | |
|-------------------------------------|----------------|--|--------------------|
| | | MINISTERIO DE AGRICULTURA Y RIEGO | |
| PROYECTO ESPECIAL JEQUETEQUE - ZAÑA | | | |
| PRESA GALLITO CIEGO SECCION TIPICA | | | |
| PLANO | | | |
| Topografía | Fecha | Elaborado por | Revisado por |
| INDICADA | DICIEMBRE 2017 | CAMARICA | CONTINUAZA |
| Dibujó | Revisó | Aprobó | Director Ejecutivo |
| Arch. JUTP | COSMIM | OSM-PEJEZA | |
| | | | Proyecto |
| | | | YUNAN |
| | | | PCG-04 |

Fuente: Manual de Operación del Embalse Gallito Ciego, 2000, Cosultor Ing. Milutin Milarodovic O.

Plano N° 6

EMBALSE GALLITO CIEGO – BATIMETRIA 2,017



Fuente: Manual de Operación del Embalse Gallito Ciego, 2000, Cosultor Ing. Milutin Milarodovic O.

ANEXO N°10

PANEL FOTOGRAFICO

Fotografía N° 1: Vista de la estación Yonan



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 2: Vista del instrumento de la medición hidrométrica



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 3: Vista de los dado disipadores del aliviadero de masías



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 4: Embalse gallito cielo



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 5: Corona y cuerpo de la represa gallito ciego



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 6: Aliviadero de masías



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 7: Embalse de la represa gallito ciego



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 8: Inicio del aliviadero con vista a las crestas anchas



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 9: Inicio del aliviadero con vista a las crestas anchas



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 10: Rápida en funcionamiento



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 11: Rápida en época de seca.



Fuente: Elaboración propia.

Fotografía N° 12: Vista del aliviadero y el cuerpo de la represa.



Fuente: Elaboración propia.