

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Civil

Tesis

**Comportamiento hidráulico de flujo de agua en
canales de riego en zonas de singularidad
canal Molino, Mito, Junín - 2021**

Lino Yhoel Loayza Sanchez
Cristina Carmen Meza Ospinal

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Civil

Huancayo, 2022

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos la vida, a nuestros padres, por su apoyo incondicional, a los regidores del distrito de Mito por colaborar dentro de nuestra investigación, a nuestra alma mater, Universidad Continental, y a nuestros maestros por ser parte de nuestra formación profesional.

DEDICATORIA

A nuestros padres por su apoyo incondicional que nos permitió culminar satisfactoriamente nuestros estudios universitarios.

ÍNDICE

Agradecimiento	ii
Dedicatoria	iii
Índice	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	ix
Resumen	xiv
Abstract	xv
Introducción	xvi
CAPÍTULO I	18
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	18
1.1. Planteamiento y formulación del problema	18
1.1.1. Problema general	20
1.1.2. Problemas específicos	20
1.2. Objetivos.....	21
1.2.1. Objetivo general	21
1.2.2. Objetivos específicos	21
1.3. Justificación e importancia	21
1.3.1. Justificación.....	21
1.3.2. Importancia.....	23
1.4. Delimitación	23
1.4.1. Delimitación conceptual	23
1.4.2. Delimitación espacial.....	23
1.4.3. Delimitación temporal.....	23
1.5. Hipótesis y descripción de variables	23
1.5.1. Hipótesis.....	23
1.5.2. Descripción de variables	24
CAPÍTULO II	27
MARCO TEÓRICO	27
2.1. Antecedentes del problema	27
2.1.1. Antecedentes nacionales	27
2.1.2. Antecedentes internacionales	30

2.2. Bases teóricas	32
2.2.1. Zonas de singularidad	32
2.2.2. Comportamiento hidráulico.....	38
2.2.3. Modelo de simulación.....	51
2.3. Definición de términos básicos	52
CAPÍTULO III.....	54
METODOLOGÍA	54
3.1. Método de la investigación	54
3.2. Tipo de investigación	55
3.3. Nivel de investigación	55
3.4. Diseño de la investigación	55
3.5. Población, muestra y muestreo.....	56
3.5.1. Población.....	56
3.5.2. Muestra	56
3.5.3. Muestreo	56
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	57
3.6.1. Técnica.....	57
3.6.2. Instrumento de recolección de datos.....	57
3.7. Método de análisis.....	59
3.8. Aspecto éticos.....	59
CAPÍTULO IV.....	60
ANÁLISIS DE RESULTADOS	60
4.1. Descripción de la zona de estudio	60
4.1.1. Ubicación.....	60
4.1.2. Características del objeto de estudio	61
4.2. Estudios previos.....	61
4.2.1. Estudios de campo.....	61
4.3. Análisis de la información	62
4.3.1. Determinación del comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad	63
4.3.2. Estimación de los valores que alcanzan las velocidades de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad	69
4.3.3. Cuantificación de los tirantes de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad.....	74

4.3.4. Cálculo de los valores de las rugosidades de las paredes de los canales de riego en zonas de singularidad	81
4.3.5. Plantear propuestas de solución en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021.....	86
4.4. Resultado de la investigación	92
4.4.1. Determinación del comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad	92
4.4.2. Estimación de los valores que alcanzan las velocidades de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad	102
4.4.3. Cuantificación de los tirantes de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad.....	104
4.4.4. Cálculo de los valores de las rugosidades de las paredes de los canales de riego en zonas de singularidad	114
4.4.5. Planteamiento de propuestas de solución en canales de riego en zonas de singularidad - canal Molino, Mito, Junín, 2021	119
4.5. Discusión de resultados.....	127
4.5.1. Discusión 1	127
4.5.2. Discusión 2.....	128
4.5.3. Discusión 3.....	129
4.5.4. Discusión 4.....	130
4.5.5. Discusión 5.....	130
Conclusiones.....	131
Recomendaciones.....	134
Lista de referencias.....	135
Anexos	138

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables	26
Tabla 2. Valores de n dados por Horton para ser usados en las fórmulas de Kutter y de Manning	46
Tabla 3. Coeficientes de rugosidad de Manning en canales de tierra	47
Tabla 4. Constante C según el tipo de suelo o revestimiento	50
Tabla 5. Rango de confiabilidad	58
Tabla 6. Interpretación de la magnitud del coeficiente de confiabilidad de un instrumento.....	58
Tabla 7. Registro de datos ZS 13: toma lateral 5	63
Tabla 8. Registro de datos ZS 7: toma lateral 2	64
Tabla 9. Registro de datos ZS 23: curva 12	65
Tabla 10. Registro de datos ZS 33: tramo 1 canal no revestido.....	66
Tabla 11. Registro de datos ZS 32: toma lateral 18	67
Tabla 12. Registro de datos ZS 35 – tramo 2 canal no revestido.....	68
Tabla 13. Registro de datos ZS 38: tramo 5 canal no revestido.....	68
Tabla 14. Registro de velocidades en ZS 13.....	69
Tabla 15. Registro de velocidades en ZS 7.....	70
Tabla 16. Registro de velocidades en ZS 23.....	71
Tabla 17. Registro de velocidades en ZS 33.....	71
Tabla 18. Registro de velocidades en ZS 32.....	72
Tabla 19. Registro de velocidades en ZS 35.....	73
Tabla 20. Registro de velocidades en ZS 38.....	73
Tabla 21. Registro de tirantes en el canal revestido.....	75
Tabla 22 Registro de tirantes en el canal no revestido.....	76
Tabla 23. Datos de la curva 2.....	77
Tabla 24. Datos de la curva 2.....	78
Tabla 25. Registro de datos en ZS 7	82
Tabla 26. Registro de datos en ZS 13.....	82
Tabla 27. Registro de datos en ZS 23	83
Tabla 28. Registro de datos en ZS 32.....	84
Tabla 29. Registro de datos en ZS 33.....	84

Tabla 30. Registro de datos en ZS 35.....	85
Tabla 31. Registro de datos en ZS 38.....	85
Tabla 32. Registro de datos en ZS 5.....	86
Tabla 33. Registro de datos en ZS 5.....	88
Tabla 34. Registro de datos	90
Tabla 35. Número de Froude en el canal revestido.....	92
Tabla 36. Número de Froude en el canal no revestido.....	94
Tabla 37. Valores del número de Froude en el canal no revestido	96
Tabla 38. Valores del número de Froude en el canal no revestido	99
Tabla 39. Resultados las eficiencias de conducción por cada día de aforo ...	100
Tabla 40. Análisis de pérdidas en las zonas de singularidad	101
Tabla 41. Resumen para los valores de velocidad en zona de singularidad del canal revestido	102
Tabla 42. Velocidad en zona de singularidad del canal no revestido	104
Tabla 43. Tirantes en el canal revestido.....	105
Tabla 44. Tirantes en el canal no revestido.....	110
Tabla 45. Rugosidad teórica en el canal revestido.....	115
Tabla 46. Rugosidad teórica en el canal no revestido.....	118
Tabla 47. Resultados con la primera propuesta en tramo de canal revestido	119
Tabla 48. Resultados con primera propuesta en tramo de canal no revestido	123
Tabla 48. Resultados con la segunda propuesta en el tramo del canal revestido y no revestido	125
Tabla 50. Rugosidad teórica en el canal no revestido.....	131
Tabla 51. Rugosidad teórica en el canal no revestido.....	132

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Terreno en riego por inundación	19
Figura 2. Tramo del canal Molino revestido.....	20
Figura 3. Definiciones transversales por interpolación	33
Figura 4. Línea de energía y perfil de flujo a lo largo de una curva	34
Figura 5. Condiciones geométricas de los canales trapezoidales	37
Figura 6. Sección transversal de un canal rectangular.....	37
Figura 7. Profundidad, velocidad en cuatro regímenes de flujo en canales	41
Figura 8. Curva de energía específica	42
Figura 9. Distribución de velocidades en un canal rectangular	42
Figura 10. Sentido de flujo en curvas	44
Figura 11. División de zonas para toma de velocidades	45
Figura 12. Representación de las pérdidas de conducción.....	49
Figura 13. Flujograma de simulación del programa Hec Ras.....	51
Figura 14. Esquema hidráulico.....	63
Figura 15. Sección transversal de la curva 2 (ZS 3).....	77
Figura 16. Sección transversal de la curva 4 (ZS 5).....	78
Figura 17. Sección transversal, toma lateral 1 (Hec-Ras)	79
Figura 18. Sección transversal, tramo 2 (Hec-Ras).....	79
Figura 19. Sección transversal del tramo 5 con Hec Ras.....	80
Figura 20. Variación de tirantes según el modelamiento de Hec – Ras	80
Figura 21. Variación de tirantes según el modelamiento de Hec – Ras	81
Figura 22. Variación de tirantes según el modelamiento de Hec – Ras	81
Figura 23. Velocidad - canal revestido vs número de Froude	93
Figura 24. Velocidad – canal no revestido vs. número de Froude.....	95
Figura 25. Velocidad – canal no revestido vs. número de Froude.....	97
Figura 26. Pérdidas (%) vs. progresivas en canal revestido	97
Figura 27. Pérdidas (%) vs. progresivas en canal no revestido.....	98
Figura 28. Variación de velocidades en canal revestido	103
Figura 29. Tirante in situ vs. tirante (Hec Ras) en el canal revestido	106
Figura 30. Tirante in situ vs. tirante (Hec Ras) en el canal no revestido	111
Figura 31. Gráfico de rugosidad teórica	117
Figura 32. Gráfico de rugosidad teórica en canal no revestido	118

Figura 33. Velocidad de aforo vs. velocidad corregida (primera propuesta) ..	122
Figura 34. Velocidad de aforo vs. velocidad corregida (primera propuesta) ..	124
Figura 35. Velocidad de aforo vs. velocidad corregida (primera propuesta) ..	127
Figura 36. Velocidad de aforo vs. velocidad corregida (primera propuesta) ..	127
Figura 37. Zona de singularidad 1 se ubica en la progresiva km 0+005, con las coordenadas UTM 460866.023 E, 8684339.698N (11°54'04.5"S 75°21'33.7"W).....	174
Figura 38. Zona de singularidad 3 se ubica en la progresiva km 0+071.20, con las coordenadas UTM 460913.429E, 8684285.933N (11°54'06.3"S 75°21'32.1"W).....	174
Figura 39. Zona de singularidad 4 se ubica en la progresiva km 0+091, con las coordenadas UTM 460927.487E, 8684280.202N (11°54'06.5"S 75°21'31.7"W).....	175
Figura 40. Zona de singularidad 5 se ubica en la progresiva km 0+116, con las coordenadas UTM 460943.951E, 8684270.704N (11°54'06.8"S 75°21'31.1"W).....	175
Figura 41. Zona de singularidad 6 se ubica en la progresiva km 0+139, con las coordenadas UTM 460958.734E, 8684256.187N (11°54'07.3"S 75°21'30.6"W).....	176
Figura 42. Zona de singularidad 6 se ubica en la progresiva km 0+145, con las coordenadas UTM 460962.232E, 8684251.354N (11°54'07.4"S 75°21'30.5"W).....	176
Figura 43. Zona de singularidad 8 se ubica en la progresiva km 0+162, con las coordenadas UTM 460958.355E, 8684235.109N (11°54'07.9"S 75°21'30.7"W).....	177
Figura 44. Zona de singularidad 9 se ubica en la progresiva km 0+175, con las coordenadas UTM 460953.764E, 8684222.961N (11°54'08.3"S 75°21'30.8"W).....	177
Figura 45. Zona de singularidad 11 se ubica en la progresiva km 0+230, con las coordenadas UTM 460941.725E, 8684169.910N (11°54'10.1"S 75°21'31.2"W).....	178
Figura 46. Zona de singularidad 12 se ubica en la progresiva km 0+291, con las coordenadas UTM 460935.746E, 8684109.377N (11°54'12.0"S 75°21'31.4"W).....	178

Figura 47. Zona de singularidad 13 se ubica en la progresiva km 0+350, con las coordenadas UTM 460945.198E, 8684051.211N (11°54'13.9"S 75°21'31.1"W).....	179
Figura 48. Zona de singularidad 14 se ubica en la progresiva km 0+380, con las coordenadas UTM 460950.651E, 8684021.710N (11°54'14.9"S 75°21'30.9"W).....	179
Figura 49. Zona de singularidad 15 se ubica en la progresiva km 0+414, con las coordenadas UTM 460956.830E, 8683988.279N (11°54'16.0"S 75°21'30.7"W).....	180
Figura 50. Zona de singularidad 16 se ubica en la progresiva km 0+425, con las coordenadas UTM 460957.176E, 8683977.406N (11°54'16.3"S 75°21'30.7"W).....	180
Figura 51. Zona de singularidad 17 se ubica en la progresiva km 0+435, con las coordenadas UTM 460954.462E, 8683967.837N (11°54'16.6"S 75°21'30.8"W).....	181
Figura 52. Zona de singularidad 18 se ubica en la progresiva km 0+445, con las coordenadas UTM 460957.141E, 8683959.649N (11°54'16.9"S 75°21'30.7"W).....	181
Figura 53. Zona de singularidad 19 se ubica en la progresiva km 0+455, con las coordenadas UTM 460967.064E, 8683959.116N (11°54'16.9"S 75°21'30.4"W).....	182
Figura 54. Zona de singularidad 20 se ubica en la progresiva km 0+475, con las coordenadas UTM 460987.041E, 8683958.140N (11°54'17.0"S 75°21'29.7"W).....	182
Figura 55. Zona de singularidad 21 se ubica en la progresiva km 0+490, con las coordenadas UTM 461001.790E, 8683956.263N (11°54'17.0"S 75°21'29.2"W).....	183
Figura 56. Zona de singularidad 22 se ubica en la progresiva km 0+510, con las coordenadas UTM 461020.306E, 8683948.703N (11°54'17.3"S 75°21'28.6"W).....	183
Figura 57. Zona de singularidad 23 se ubica en la progresiva km 0+524, con las coordenadas UTM 461033.268E, 8683943.412N (11°54'17.4"S 75°21'28.2"W).....	184

Figura 58. Zona de singularidad 24 se ubica en la progresiva km 0+540, con las coordenadas UTM 461044.242E, 8683933.458N (11°54'17.8"S 75°21'27.8"W).....	184
Figura 59. Zona de singularidad 27 se ubica en la progresiva km 0+647, con las coordenadas UTM 461071.197E, 8683829.909N (11°54'21.1"S 75°21'26.9"W).....	185
Figura 60. Zona de singularidad 28 se ubica en la progresiva km 0+660, con las coordenadas UTM 461073.032E, 8683817.208N (11°54'21.6"S 75°21'26.9"W).....	185
Figura 61. Zona de singularidad 29 se ubica en la progresiva km 0+675, con las coordenadas UTM 461071.113E, 8683802.331N (11°54'22.0"S 75°21'26.9"W).....	186
Figura 62. Zona de singularidad 34 se ubica en la progresiva km 0+865, con las coordenadas UTM 461134.330E, 8683627.000N (11°54'27.7"S 75°21'24.9"W).....	186
Figura 63. Zona de singularidad 35 (tramo 2) se ubica en la progresiva km 1+200, con las coordenadas 461381.127E, 8683418.476N (11°54'34.5"S 75°21'16.7"W).....	187
Figura 64. Zona de singularidad 35 (tramo 2) se ubica en la progresiva km 1+820, con las coordenadas 461803.411E, 8683002.902N (11°54'48.1"S 75°21'02.8"W).....	187
Figura 65. Método de riego en la zona de estudio	188
Figura 66. Productos agrícolas malogrados.....	188
Figura 67. Tramo del canal revestido con concreto.....	189
Figura 68. Tramo del canal natural (formado en tierra)	189
Figura 69. Medición de secciones transversales del canal revestido	190
Figura 70. Entrevista a un agricultor del sector Lulin.....	190
Figura 71. Marcas elaboradas en cada progresiva para zona de singularidad	191
Figura 72. Estacionamiento del equipo en el primer punto	191
Figura 73. Segundo estacionamiento para el levantamiento topográfico	192
Figura 74. Ubicación de prisma en borde de canal	192
Figura 75. Colocación del prisma en puntos de la sección del canal	193
Figura 76. Aforo con el correntómetro en la zona de singularidad 1	193

Figura 77. Aforo con el correntómetro en la zona de singularidad 7	194
Figura 78. Aforo con el correntómetro en la zona de singularidad 13	194
Figura 79. Aforo con el correntómetro en la zona de singularidad 18	195
Figura 80. Cartel señalando la curva 10.....	195
Figura 81. Medición de velocidades en la curva 12.....	196
Figura 82. Registro de aforo mediante formato	196

RESUMEN

La presente investigación titulada “*Comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junin, 2021*”, fijó por objetivo determinar el comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021. Como metodología se aplicó el método científico, del tipo aplicada, del nivel explicativo y diseño experimental. Los resultados obtenidos fueron el comportamiento hidráulico en canal revestido y no revestido es subcrítico ($F < 1$). La velocidad mínima promedio en el canal revestido es de 0.27 m/s y la velocidad máxima promedio en el canal revestido es de 0.73 m/s, en el canal no revestido la velocidad mínima es de 0.17 m/s y la máxima es de 0.35 m/s. Los tirantes *in situ* en el canal revestido varían de 0.273 m a 0.372 m y en el canal no revestido varían de 0.298 m a 0.511 m, así mismo, se encontró que los tirantes en las curvas exteriores son superiores en 0.065 m a los tirantes interiores. La rugosidad teórica en el canal revestido varía entre 0.018 a 0.057 y la rugosidad práctica varía entre 0.018 a 0.056 con un error relativo promedio de 9.59 % y en el canal no revestido la rugosidad teórica varía de 0.041 a 0.107 y la rugosidad práctica varía entre 0.044 a 0.107 con un error relativo de 3.33 %. La investigación muestra como conclusión que el comportamiento hidráulico en las zonas de singularidad en el canal revestido y no revestido es subcrítico ($F < 1$), debido a que la velocidad promedio en el canal revestido varía de 0.73 m/s a 0.268 m/s y en el canal no revestido varía de 0.368 m/s a 0.167 m/s.

Palabras claves: comportamiento hidráulico, revestido, tirante, velocidad

ABSTRACT

The present investigation entitled "Hydraulic behavior of water flow in irrigation canals in singularity zones - canal Molino, Mito, Junin-2021", set the objective to determine the hydraulic behavior of water flow in irrigation canals in singularity zones - Canal Molino, Mito, Junín 2021. As a methodology, the scientific method was applied, of the applied type, of the explanatory level and experimental design.

The results obtained were the hydraulic behavior in lined and uncoated channel is subcritical ($F < 1$). The average maximum velocity in the lined canal is 0.73 m / s and the minimum velocity is 0.27 m / s, in the unlined canal the maximum velocity is 0.35 m / s and the minimum is 0.17 m / s. The in-situ braces in the lined channel vary from 0.273 m to 0.372 m and in the uncoated channel they vary from 0.298 m to 0.511 m, likewise the braces in the identified curves, it was found that the outer height is 0.065 m higher than the inner tie. The theoretical roughness in the coated channel varies between 0.057 to 0.018 and the practical roughness varies between 0.056 and 0.018 with an average relative error of 9.59% and in the uncoated channel the theoretical roughness varies between 0.107 to 0.041 and the practical roughness varies between 0.107 to 0.044 with a relative error of 3.33%.

The investigation shows as a conclusion the hydraulic behavior in the singularity zones in the lined and unlined canal is subcritical ($F < 1$), because the average velocity in the lined canal varies from 0.73 m / s to 0.268 m / s and in the unlined channel varies from 0.368 m / s to 0.167 m / s.

Keywords: coated, hydraulic behavior, speed, tie rod

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los agricultores necesitan mayor cantidad de recurso hídrico para incrementar la producción agrícola, ya que gran parte de la economía peruana se basa en la agricultura, esto implica realizar el mejoramiento de las obras hidráulicas a nivel del territorio peruano.

La presente investigación titulada “Comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021”, fijando como objetivo general “determinar el comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021” que contribuye a la ampliación de la frontera agrícola sin causar erosión de suelos. Dentro de su desarrollo se definen teorías de comportamiento hidráulico, caudal, zonas de singularidad y rugosidad los cuales están relacionados con las variables 1 y 2.

Dentro del desarrollo se fija como objetivo general determinar el comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021, para el cual se tiene el siguiente resultado: el comportamiento hidráulico en las zonas de singularidad de canal revestido y no revestido contiene un flujo subcrítico, donde el número de Froude varía entre 0.4283 -0.1404 y 0.079 – 0.216 respectivamente. Finalmente alcanza el siguiente resultado: el flujo que predomina a lo largo del canal es de tipo subcrítico con un valor de $F < 1$.

La presente investigación está conformada por 6 capítulos:

Capítulo I: planteamiento del problema, se desarrolla lo siguiente: objetivos, justificación, delimitación e hipótesis de la presente investigación.

Capítulo II: marco teórico, se desarrolla lo siguiente: antecedentes nacionales e internacionales y bases teóricas de la investigación.

Capítulo III: metodología, se desarrolla lo siguiente: método, tipo, nivel, diseño y población de la investigación.

Capítulo IV: análisis y resultados, se desarrolló lo siguiente: descripción, análisis y resultados de la investigación.

Capítulo V: discusión de resultados, se desarrolla lo siguiente: discusión de los resultados de los objetivos planteados a base de los antecedentes.

Finalmente, se encuentran las conclusiones, recomendaciones, lista de referencias y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento y formulación del problema

Una de las principales causas de la escasez del recurso hídrico es la agricultura, ya que en el Perú el 80 % de agua es destinado al sector agrícola, pero existe un alto desperdicio, ya que solo se utiliza el 30 %, esto por la existencia de infraestructura en malas condiciones. No obstante, existen soluciones que se pueden realizar respecto al manejo adecuado del agua para generar alimentos. Se proyecta que el sector agrícola se enfrente a situaciones difíciles de aquí al 2050, ya que según los últimos datos estadísticos se estima alcanzar una población mundial de 9000 millones de habitantes que necesitarán alimentación. Por este motivo, se requiere mayor cantidad de agua para la producción del 60 % de productos secundarios, pero necesarios para la población. La FAO centra el uso del recurso hídrico para generar una agricultura más eficiente, igualitaria y sostenible con el medio ambiente (1).

El distrito de Mito en la provincia de Concepción se viene desarrollando en base a dos actividades principales, la agricultura y la actividad pecuaria a pequeña escala, además el distrito presenta una economía con signos de extrema pobreza; a su vez este problema va acompañado de restricciones topográficas, climatológicas y económicas; en estas condiciones la agricultura viene a ser la principal actividad económica del distrito (2). La producción en la región Junín de los principales cultivos al 2017 expresados en toneladas métricas

son los siguientes, maíz choclo (63 554 TM), papa (365 684 TM), quinua (2 761 TM), trigo (10 843 TM), haba de grano seco (3 231 TM), ajo (3 792 TM), zanahoria (30 776 TM) (3). Sin embargo, el rendimiento en el distrito de Mito se describe de acuerdo a las características de inventarios realizados los cuales son los siguientes: papa (0.0025 TM), maíz grano (0.0026 TM), trigo (0.0016 TM), quinua (0.00087 TM).

Lo que indica que actualmente los valores para los principales cultivos en el distrito de Mito son muy bajos con respecto al promedio regional (4).

Se ha venido observando la reducción de tierras agrícolas a causa del caudal insuficiente que circula a lo largo del canal, lo que viene generando que el rendimiento promedio de los cultivos principales tanto en la región Junín como el distrito de Mito están muy por debajo de los promedios a nivel nacional, desde hace aproximadamente una década atrás, en el valle del río Mantaro el cultivo de la alcachofa se ha convertido en uno de los productos más competitivos. Según cifras de la Asociación Perú Cámaras, hoy en Junín se produce el 66 % de la maca y el 57 % de la alcachofa que se exporta hacia China, Estados Unidos y Europa.



Figura 1. Terreno en riego por inundación



Figura 2. Tramo del canal Molino revestido

1.1.1. Problema general

¿Cómo es el comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021?

1.1.2. Problemas específicos

¿Qué valores alcanzan las velocidades de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021?

¿Cuáles son los tirantes de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021?

¿Qué valores alcanzan las rugosidades de las paredes de los canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021?

¿Cuáles serían las propuestas de solución en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Determinar el comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021

1.2.2. Objetivos específicos

Estimar los valores que alcanzan las velocidades de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021.

Cuantificar los tirantes de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021.

Calcular los valores de las rugosidades de las paredes de los canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021.

Plantear propuestas de solución en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021.

1.3. Justificación e importancia

1.3.1. Justificación

1.3.1.1. Justificación teórica

El presente trabajo de investigación busca mediante la aplicación de teorías y definiciones de hidráulica de canales abiertos, tipos de flujo en canales, zonas de singularidad, caudal y comportamiento hidráulico, realizar propuestas del correcto uso del agua para mejorar la eficiencia en la producción de los diferentes cultivos. De esta forma le permite al investigador realizar inspecciones, cálculos y propuestas de solución de encontrarse con una situación similar.

1.3.1.2. Justificación práctica

La región Junin cuenta con 356,254.87 hectáreas para labranza de los cuales 41,365.30 hectáreas se encuentra bajo riego y 314,889.57 hectáreas se encuentran secas, en valores porcentuales se tiene que el 88.40 % de la superficie se encuentran secas y el 11.60 % se encuentra bajo riego. Lo que se pretendió hacer con esta investigación es analizar el comportamiento hidráulico del flujo de agua que circula en el canal en estudio (5).

1.3.1.3. Justificación social

El área agrícola que corresponde al distrito de Mito posee todas las condiciones que se requiere para un buen desarrollo de las actividades agrícolas, la población que será beneficiada es de 70 familias, lo que corresponde al sector Lulin. El Banco Central de Reserva afirma que gracias al crecimiento y expansión agrícola los niveles de pobreza disminuyeron desde un 61 % de la población en 2005 hasta un 23 % en el 2012, esto debido a que el jornal en el campo incremento de 15 soles en el año 2000 hasta 40 soles actualmente. La investigación se realiza con la finalidad de ampliar conocimientos que ayuden a plantear alternativas de solución frente al mal uso del recurso hídrico (2).

1.3.1.4. Justificación metodológica

Para obtener los objetivos planteados se realizaron estudios en campo mediante el uso de instrumentos de medición de velocidades, tirantes y rugosidades, mediante el cual se calculó el comportamiento hidráulico del flujo en diferentes secciones a lo largo del canal.

Todo este proceso conlleva a uso de fichas de recolección de datos que fueron validados por especialistas en el objeto de estudio. Finalmente se plantearon alternativas y propuestas de solución.

1.3.2. Importancia

La región Junín, así como el distrito de Mito tiene como principal actividad económica la agricultura, por lo que es de vital importancia el correcto uso y manejo del recurso hídrico. Se evidencia que ante la falta de agua se ha alterado el comportamiento del flujo de agua en el canal, por lo que se considera necesaria la realización de este proyecto de investigación, ya que la propuesta va a garantizar tener mayor cantidad de agua durante todo el año, para ello se aplican los conocimientos de ingeniería adquiridos. Por lo tanto, se genera mayor producción de los cultivos que serán aprovechados por la población del distrito.

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación conceptual

En la presente investigación se aplicaron las teorías relacionadas a hidráulica de canales, topografía para analizar el comportamiento hidráulico de canales en zonas de singularidad (cambio de pendientes, cambio de secciones y cambio de rugosidades).

1.4.2. Delimitación espacial

Los trabajos se desarrollaron en el distrito de Mito, provincia de Concepción, región Junín.

1.4.3. Delimitación temporal

El proceso de la investigación se desarrolló en el 2020 en los meses de noviembre y diciembre; en el 2021, en los meses de enero, febrero, marzo y abril.

1.5. Hipótesis y descripción de variables

1.5.1. Hipótesis

1.5.1.1. Hipótesis general

El comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad es supercrítico – canal Molino, Mito, Junín, 2021.

1.5.1.2. Hipótesis específicas

Las velocidades de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad alcanzan velocidades altas – canal Molino, Mito, Junín, 2021.

Los tirantes de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad son variables – canal Molino, Mito, Junín, 2021.

Las rugosidades de las paredes de los canales de riego en zonas de singularidad alcanzan valores medios – canal Molino, Mito, Junín, 2021.

Las propuestas planteadas solucionan los problemas hallados en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021.

1.5.2. Descripción de variables

1.5.2.1. Zona de singularidad

A. Definición conceptual

Los canales irregulares se pueden encontrar también dentro de la práctica y en tales casos los valores del ancho superficial, área hidráulica y la localización del área dentro del flujo debe ser interpolado a partir de los valores de estas variables. Por otra parte, si la pendiente es muy accidentada y no se controla, el canal podría erosionar (6).

B. 1.5.2.1.2. Definición operacional

La variable *zonas de singularidad* se operacionaliza con sus dimensiones: cambios de pendientes, cambios de sección y cambios de rugosidades, a su vez cada una de las dimensiones se subdivide en 3 indicadores.

1.5.2.2. Comportamiento hidráulico

A. Definición conceptual

Consiste en la aplicación de cálculo hidráulico para un diseño. Respecto al cálculo se inicia teniendo como datos lo siguiente: caudal, tipo de material, pendiente longitudinal (S) y la rugosidad (n). También se refiere a taludes que dependen completamente a las propiedades mecánicas del material, con estos datos mencionados se podrá calcular parámetros como caudal, velocidad, entre otros (7).

B. Definición operacional

La variable *comportamiento hidráulico en flujo de agua* se operacionaliza con sus dimensiones: velocidades, tirantes y rugosidades, a su vez cada una de las dimensiones se subdivide en 3 indicadores.

1.5.3. Operacionalización de las variables

Tabla 1. Matriz de operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Instrumento	Escala
V1: zonas de singularidad	Los canales irregulares se pueden encontrar también dentro de la práctica y en tales casos los valores del ancho superficial, área hidráulica y la localización del área dentro del flujo debe ser interpolado a partir de los valores de estas variables. Por otra parte, si la pendiente es muy accidentada y no se controla, el canal podría erosionar (6).	La variable <i>zonas de singularidad</i> se operacionaliza con sus dimensiones: cambios de pendientes, cambios de sección y cambios de rugosidades, a su vez cada una de las dimensiones se subdivide en 3 indicadores.	D1: cambios de pendientes D2: cambios de sección D3: cambios de rugosidades	I1: en suelo suelto I2: en suelo franco I3: en suelo arcilloso I1: rectangular I2: trapezoidal I3: variable I1: aspereza de la superficie I2: curva I3: vegetación	Ficha de recopilación de datos	Razón Intervalo
V2: comportamiento hidráulico de flujo de agua	Consiste en la aplicación de cálculo hidráulico para un diseño. Respecto al cálculo se inicia teniendo como datos lo siguiente: caudal, tipo de material, pendiente longitudinal (S) y la rugosidad (n). También se refiere a taludes que dependen completamente a las propiedades mecánicas del material, con estos datos mencionados se podrá calcular parámetros como caudal, velocidad, entre otros (7).	La variable <i>comportamiento hidráulico en flujo de agua</i> se operacionaliza con sus dimensiones: velocidades, tirantes y rugosidades, a su vez cada una de las dimensiones se subdivide en 3 indicadores.	D1: velocidades D2: tirantes D3: rugosidades	I1: velocidad mínima I2: velocidad media I3: velocidad máxima I1: flujo subcrítico I2: flujo crítico I3: flujo supercrítico I1: canales alojados en tierra (0.025 a 0.030) I2: canales revestidos de concreto (0.013 a 0.015)		

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del problema

2.1.1. Antecedentes nacionales

En la tesis “*Comportamiento hidráulico de flujos en canales abiertos para ubicar fallas - canal de San Lorenzo - Jauja, 2017*” (8), fijó como objetivo analizar el comportamiento hidráulico de flujos en canales abiertos para ubicar fallas - canal de San Lorenzo - Jauja, 2017. Aplicando una metodología científica de tipo aplicada lo cual corresponde a un nivel explicativo y con la aplicación no experimental de corte no transversal y se encontraron los resultados siguientes: desde la progresiva 0+373.00 hasta 3+066.90 se analizó un tipo de flujo subcrítico, con un valor de rugosidad que varía entre 0.0141 y 0.0277 y la variación de tirantes comprende de 0.17 m a 0.51 m. Finalmente, se fijó como conclusión: la velocidad en el canal no es constante debido a que existe una variación de tirante de flujo que varía entre 0.17 m y 0.51 m, así mismo, se identificó que en todo el tramo del canal el régimen de flujo es subcrítico (8).

En la tesis “*Análisis y determinación de la velocidad de flujo y su influencia en el caudal por el cambio de rugosidad del canal de concreto Melgar - Puno*” (9), fijó como objetivo analizar y determinar la variación de

la velocidad media de flujo real y la velocidad media de flujo teórico por el cambio de rugosidad del canal de concreto. Aplicando una metodología científica de tipo aplicada, lo cual corresponde a un nivel explicativo; se encontraron los resultados siguientes: se realizaron 4 aforos con 4 estaciones para lo cual se obtuvo las siguientes velocidades promedio 0.359 m/s, 0.284 m/s, 0.492 m/s y 0.427 m/s. Finalmente, se fijó como conclusión: las velocidades aforadas están por debajo de las que especifican las normativas, sin embargo las velocidades teóricas de alguna manera se aproxima al mínimo, que corresponde a la velocidad de sedimentación (9).

En la tesis “*Análisis de la rugosidad en canal de concreto, para la evaluación de la variabilidad de la velocidad de flujo de diseño del proyecto de riego Jarroñán sector Pautina, comunidad Qquerocollana, distrito de Coporaque, Espinar, Cusco*” (10), fijó como objetivo determinar la variación de la velocidad media de flujo, por el cambio de rugosidad del canal principal y derivaciones. Aplicando una metodología científica de naturaleza experimental donde se obtuvo los resultados siguientes: la velocidad en los 6 tramos varía entre 1.5068 m/s y 0.2807 m/s y las rugosidades de las paredes aumenta con el pasar de los años de $n = 0.014$ a $n = 0.0158$ por otra parte, la variación de la rugosidad en un tiempo de 5 años de vida útil de canal produce variación de la velocidad elevando un promedio de 20 % en la mayoría de los tramos. Finalmente, fija como conclusión: el cambio de velocidad debido al aumento de las rugosidades en canales afecta en las estructuras, deteriorando la parte de la superficie y esto hace que ocurra erosiones (10).

En la tesis “*Diseño del mejoramiento del canal de riego Laguna Viva, caserío Yamobamba, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad*” (11), fijó como objetivo realizar el diseño del mejoramiento del canal de riego Laguna Viva, caserío Yamobamba, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad, que cumpla con la norma técnica del ANA. Aplicando una metodología científica de naturaleza experimental, donde se obtuvo los resultados

siguientes: se contó con un canal principal y dos secundarios de secciones rectangulares de dimensiones 0.30 metros de altura por 0.35 metros de base con un espesor de 0.10 metros, además 2 partidores de caudales para los canales secundarios y 10 pozas disipadoras de concreto armado de 3 metros de base por 0.80 metros de ancho. Finalmente, fija como conclusiones: en el estudio hidrológico, se obtuvo un caudal en máxima avenida de 7.54 m³/s y un caudal de 0.05 m³/s de diseño, para la realización del caudal de diseño se emplearon los datos de la estación meteorológica Huangacocha del Senamhi (11).

En la tesis "*Diseño de un canal de sección rectangular de concreto armado para riego y drenaje en taludes vulnerables, Conchamarca-2018*" (12), fijó como objetivo realizar el diseño del mejoramiento del canal de riego Laguna Viva, caserío Yamobamba, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad, que cumpla con la norma técnica del ANA. Aplicando una metodología científica de naturaleza teórica y estadística, obtuvo los resultados siguientes: las áreas de drenaje fueron determinadas y dividiéndose de acuerdo a las secciones transversales con mayor recurrencia, con el presente criterio se logró obtener 5 áreas de drenaje, en donde el problema de interés corresponde al área de drenaje número 3. Finalmente, fija como conclusiones: que es posible lograr el diseño de un canal de sección rectangular de concreto armado para riego y drenaje en los taludes vulnerables a fin de poder contrarrestar las fallas que se puedan generar, ya sea por deslizamiento o volteo (12).

En la tesis "*Evaluación de la velocidad en un canal abierto mediante las ecuaciones: Darcy-Weisbach, Ayacucho, 2016*" (13), fijó como objetivo determinar la variación de la velocidad del agua considerando las ecuaciones de factor de fricción de Darcy-Weisbach en un canal abierto, empleando los materiales comúnmente usados en la construcción y diferentes secciones. Con la metodología del método directo a través de la observación que incluye trabajos de campo y gabinete, se obtuvo los siguientes resultados: la velocidad media de los 7 lugares en estudio varía

entre 0.670 m/s y 1.170 m/s, los valores reales para la velocidad con un error relativo promedio em (%) = 21.98, em (%) = 27.14, em (%) = 8.08. Finalmente se concluye: la velocidad calculada con la ecuación de Darcy-Weisbach $V_f = 1.08$ m/s es la más aproximada al valor para velocidad media real $V_m = 1.18$ m/s (13).

En la tesis de pregrado titulado: “*Diseño del canal de riego con máxima eficiencia hidráulica mediante el software Hec-Ras, del tramo km 0+000 al km 3+085, en el distrito de Salas, región Lambayeque*” (14), fijó como objetivo determinar la influencia de la aplicación del software Hec-Ras en el diseño del canal de riego con máxima eficiencia hidráulica en el km 0+000 al km 3+085 en el distrito de Salas, región Lambayeque. Aplicando una metodología científica de tipo aplicada, que corresponde a un nivel descriptivo y se encontró los resultados siguientes: la velocidad a lo largo del canal varía entre 0.42 m/s y 1.26 m/s, el tirante alcanzado varía de 0.40 m a 0.80 m. Finalmente se fijó como conclusión: en la mayoría del tramo del canal la velocidad es inferior a la velocidad mínima de 0.6 m/s lo que a su vez recomienda alinear el eje del canal y evitar muchas curvas para evitar desbordamientos.

2.1.2. Antecedentes internacionales

En la tesis “*Estimación de pérdidas de caudal y coeficiente de rugosidad del tramo comprendido entre el óvalo 12 al 19 del canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua*” (15), con el objetivo de estimar pérdidas de caudal y coeficiente de rugosidad del tramo comprendido. Se aplicó la metodología: investigación científica con naturaleza experimental, donde se obtuvieron los siguientes resultados: mediante aforos con el correntómetro se registraron caudales con un promedio de 1.53 m³/s y velocidad promedio de 1.04 m/s, las pérdidas volumétricas tienen un valor máximo de 0.158 m³/s-km, así mismo las rugosidades promedio en el canal en el tramo estudiado es de 0.018. Finalmente, muestra como conclusión: el coeficiente de Manning máximo fue de 0.026, así mismo, la pérdida estimada por infiltración de manera teórica fue de 0.00504 m³/s-km (15).

En el artículo “*Diseño y construcción de un canal hidráulico de pendiente variable*” (16), con el objetivo de diseñar y construir un canal de pendiente variable que incluye sensores para caudal y presión en tiempo real. Se aplicó la metodología: investigación científica con naturaleza experimental, con los siguientes resultados: v. teóricos; $Q_1(\text{exp}) = 0,00013333 \text{ m}^3/\text{s}$, que fueron obtenidas directamente del sensor del caudal, con ello se calculó $Y_{c1}(\text{exp}) = 0.0061 \text{ m}$ y $Em_1(\text{exp}) = 0.0109937 \text{ m}$, lo que tiene un porcentaje de error de: $Y_{c}(\text{exp}1) = 14.61\%$ y $Em(\text{exp} 1) = 2.59$; respecto a los valores teóricos. Se llegó a la conclusión: el prototipo diseñado que incluye sensores para caudales y presiones genera costos menores en cuanto al diseño y construcción (16).

En la tesis “*Diseño de un canal rectangular de 700 metros de longitud para un proyecto de riego*” (17), se fijó como objetivo diseñar un canal de riego rectangular para lograr un desempeño eficiente aprovechando recursos hídricos de la zona. Usando la metodología: investigación científica experimental, con los siguientes resultados: caudal de diseño $Q = 280 \text{ l/s}$, pendientes para diferentes secciones $m_1 = 0.0081 \text{ m}$, $m_2 = 0.0028 \text{ m}$, $m_3 = 0.0041 \text{ m}$. Se concluyó lo siguiente: altura = 36 cm, espejo de agua = 65 cm, para generar un tirante máximo de 26 cm, así mismo se generó un perfil S2 en la zona de resalto hidráulico (17).

En la tesis “*Diseño y construcción de un canal hidráulico con vertedero lateral para el laboratorio de hidráulica*” (18), se fijó como objetivo diseñar y construir un sistema en el canal que permita observar el comportamiento hidráulico de un vertedero lateral rectangular de pared intermedia al cual se le pueda variar su largo y su altura. Con los siguientes resultados: se construyó un canal con acrílico de 4 m de longitud, con las siguientes dimensiones para la sección transversal: $b = 15 \text{ cm}$, $h = 25 \text{ cm}$, con un caudal que varía entre 0.50 l/s y 9.7 l/s y el cambio de pendiente del canal varía entre -0.50 % y 5 % (18).

En la tesis “*Evaluación y mejoramiento del canal principal del sistema de riego Pisque de la comunidad de Guachala, parroquia Canguala*” (19), se fijó como objetivo diseñar el revestimiento del canal para los sectores del Rampi, Otón y túnel de San Francisco. Con la metodología: uso de herramientas de control o lista de chequeo, lo cual facilitó el reconocimiento de la arena de trabajo. Se obtuvo el siguiente resultado: canal tipo trapezoidal base = 2.50 m, h = 1.35 m, t = 2.13 m y un espesor para el recubrimiento de 20 cm. Finalmente se concluyó: debido al estado no revestido del canal en estudio existe arrastre de sedimentos de suelo, que afecta al flujo de agua, por tal motivo se propone un tipo de diseño de revestimiento (19).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Zonas de singularidad

Se refiere al estudio realizado en: 1) las curvas de los canales ya que la topografía irregular de un terreno exige la generación de curvas, en el caso de encontrarse dentro del régimen subcrítico se aprecian flujos espirales y la elevación del lado exterior de la curva, 2) las zonas de transición en canales son estructuras con una distancia pequeña, generalmente diseñadas para modificar la cantidad de área mojada y 3) alcantarillas (20) (p. 123).

Es común la utilización de canales irregulares para tal caso con parámetros como el ancho, área hidráulica y área de flujo que deben ser interpolados a partir del cambio de pendiente que se genera a lo largo del canal y las diversas velocidades, si la pendiente es muy accidentada y no se controla el canal puede erosionar, por otro lado la topografía de un terreno exige la generación de curvas que da pase a sedimentos que perjudicaría al desarrollo del flujo del canal (6) (p. 11).

Por otra parte, Franz (21) desarrolló un método consistente y racional para ejecutar estas interpolaciones.

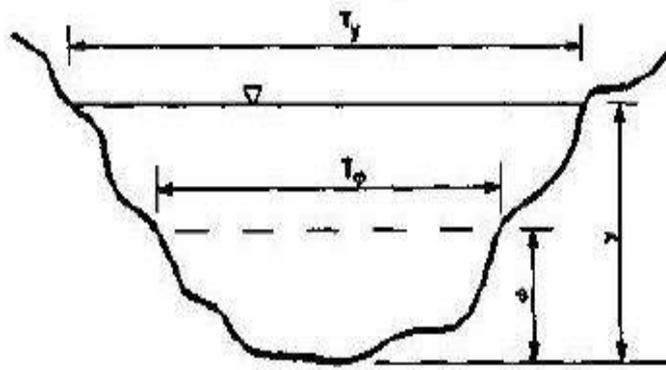


Figura 3. Definiciones transversales por interpolación (21)

$$Ay = \int_0^y T \phi . d\phi \quad (\text{Ec. 1.2})$$

$$yAy = \int_0^y (y - \phi) . T \phi . d\phi = \int_0^y A \phi . d\phi \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Donde:

ϕ = variable sustitutoria de integración

T_ϕ = ancho superficial del canal a la distancia ϕ arriba del origen

A_y = área hidráulica (tirante del flujo y)

Y = distancia de la superficie del agua al centroide del área hidráulica

A. Flujo en canales con alineamiento no lineal

En canales es inevitable la presencia de curvas que a su vez genera dificultad en el diseño por su complejidad. Así mismo, se genera una sobreelevación generada por la fuerza centrífuga.

En los estados de flujo en canales de alineamiento no lineal, el flujo se comporta de la siguiente forma: el flujo subcrítico genera una ligera sobreelevación que muestra una superficie de agua suave, por otro lado, el flujo supercrítico genera sobreelevaciones exageradas que muestra perturbaciones con ondas cruzadas en la superficie.

a) Flujo en espiral

Es el movimiento de las partículas de agua con una trayectoria helicoidal en el sentido de flujo. Se generan flujos secundarios en el

plano de la sección transversal debido a las componentes transversales de velocidad.

Esto se debe principalmente a lo siguiente:

- Fricción en las paredes del canal lo que genera mayor velocidad en el centro del canal que está cerca de las paredes.
- La fuerza centrífuga, lo cual deflacta las partículas de agua a partir de un movimiento lineal.
- Distribución vertical de velocidades, porque genera un movimiento en espiral.

b) Pérdida de energía

Se entiende mediante el siguiente gráfico.

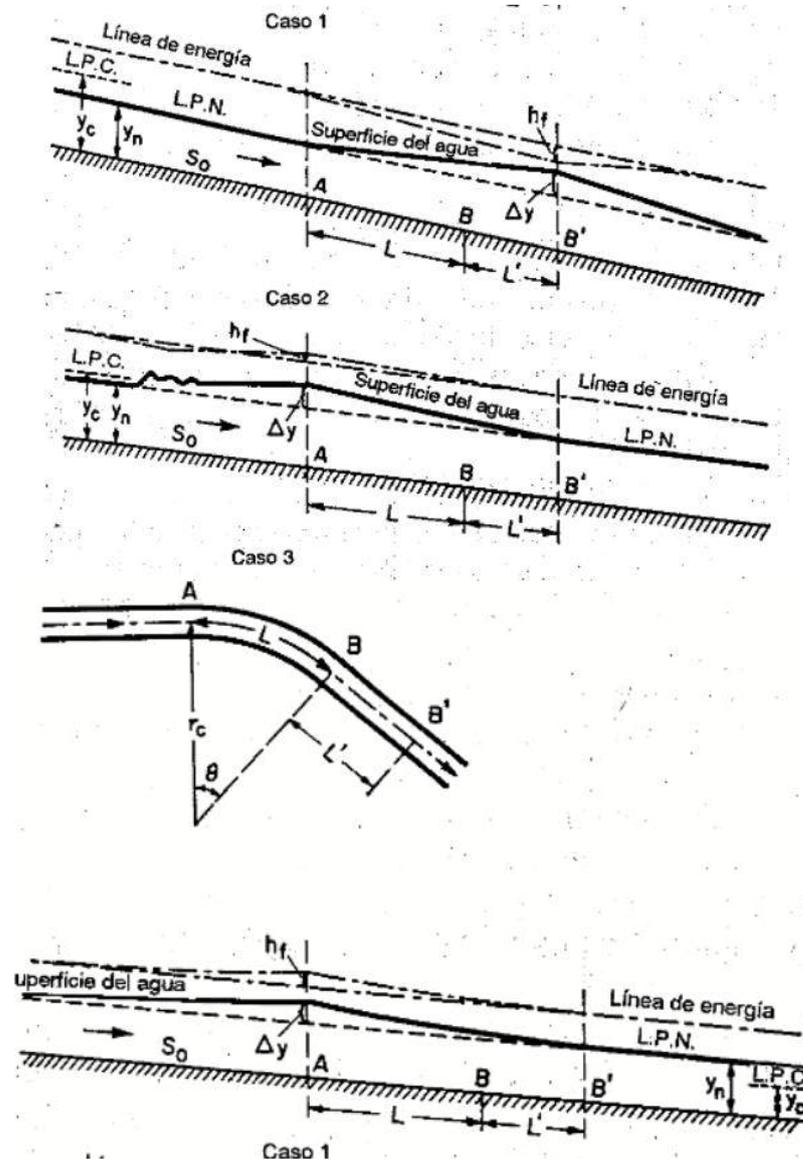


Figura 4. Línea de energía y perfil de flujo a lo largo de una curva

El caso 1 muestra el flujo subcrítico en una curva; sin la curva el flujo ocurriría con una profundidad y_n , con ella la línea de energía en el punto A da inicio a subir una altura h_f , la mayor parte de la energía se pierde a lo largo de la curva.

El caso 2 muestra el flujo supercrítico en una curva, se observa que en B' la energía cae h_f , lo cual corresponde a la cantidad de energía que se pierde. Si la superficie del agua sube por encima de la línea de profundidad crítica se produce un resalto hidráulico.

El caso 3 muestra el flujo supercrítico cuando la profundidad normal se encuentra por debajo de la crítica.

La pérdida de energía total debido a la resistencia en la curva se expresa en relación a la velocidad.

$$h_f = f_c \cdot \frac{V^2}{2g} \quad (\text{Ec. 17.2})$$

2.2.1.1. Características

A. Cambios de pendientes:

Por lo general, está representada por la topografía y depende mucho del propósito del canal, además una vez se tengan datos de caudal y rugosidad se puede determinar la pendiente de un canal prismático mediante el uso de la ecuación de Manning donde se refiere a un flujo uniforme con profundidad dn , la pendiente determinada posee el nombre de pendiente normal S_n . Mediante el cálculo de la pendiente en el fondo del canal es posible calcular la velocidad media del canal que son variables principales. Cuando el canal experimenta cambios de pendiente es posible que la profundidad normal cambie de valor, además hace que el flujo uniforme suceda en un estado crítico para el caudal y rugosidad (7) (p. 60).

$$S_n = \left(\frac{V \cdot n}{R^{\frac{2}{3}}} \right)^2 \quad (\text{Ec. 3.2})$$

Donde:

S_n = pendiente hidráulica

V = velocidad (m/s)

n = coeficiente de rugosidad (Manning)

R = radio hidráulico

B. Cambios de sección

Es el cambio de sección transversal de un canal, que es perpendicular al sentido del flujo del canal. Los canales naturales tienen una sección muy irregular que se asemejan a una parábola hasta un trapecoide, de tratarse de soportar corrientes que están sujetas a crecidas se puede optar por laterales para soportar crecidas y laterales para conducir el caudal normal. En canales artificiales el trapecio es la sección comúnmente usada por la estabilidad que ofrecen al suelo, en caso de encontrarse material estable se opta por canales de sección rectangular. Con frecuencia se observa cambio de sección en un canal, pasan de canales artificiales (revestidos de concreto) a canales naturales, lo cual es generado por la topografía del área, a ello se le llaman zonas de singularidad dentro del estudio (22) (p. 19).

Por otra parte, Gallardo (23) brinda teorías y fórmulas para el cálculo de secciones hidráulicas: sección trapezoidal, sección triangular, rectangular y cerrada (p. 29).

Para el caso del presente estudio se requieren 2 tipos de secciones:

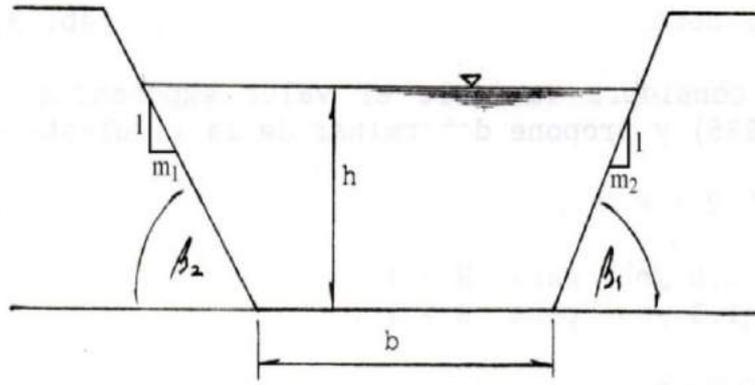


Figura 5. Condiciones geométricas de los canales trapezoidales (23)

Área hidráulica: (Ec. 4.2)

$$A = \left[\frac{b + (m_1 \cdot h + b + m_2 \cdot h)}{2} \right] \cdot h$$

Perímetro hidráulico (mojado): (Ec. 5.2)

$$P = b + \left(\sqrt{1 + m_1^2} + \sqrt{1 + m_2^2} \right) \cdot h$$

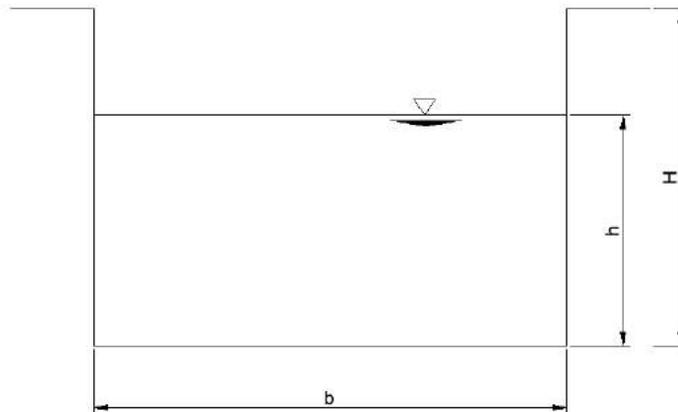


Figura 6. Sección transversal de un canal rectangular

En el caso de canales rectangulares están $m_1 = m_2 = 0$
 $(\beta_1 = \beta_2 = 90^\circ)$

Área hidráulica: (Ec. 6.2)

$$A = b \cdot h$$

Perímetro hidráulico (mojado): (Ec. 7.2)

$$P = b + 2 \cdot h$$

C. Cambios de rugosidades

Según Rodríguez (7) se puede construir un canal, de modo que las paredes y el fondo tengan valores de rugosidades diferentes o como también pasar de concreto que tendrá una rugosidad diferente a un canal sin revestir (tierra) en otros casos también se puede encontrar que el canal principal tenga menor rugosidad que los canales laterales (p. 64).

2.2.2. Comportamiento hidráulico

Según Rodríguez (7) consiste en la aplicación de cálculo hidráulico para un diseño hidráulico, en lo que respecta al cálculo se inicia teniendo como datos lo siguiente: caudal, tipo de material, pendiente longitudinal (S) y la rugosidad (n). También se refiere a taludes que depende totalmente a las propiedades mecánicas del material, con estos datos se podrán calcular valores a partir de la ecuación de Manning (pp. 43-44).

Se puede clasificar y caracterizar el flujo en canales abiertos de muchas maneras respecto al tiempo y espacio.

A. Tipos de flujo

Flujo permanente y flujo no permanente: se caracteriza respecto al tiempo, un flujo es permanente cuando la profundidad es constante en todo el tramo del canal, por otro lado, se dice que un flujo es no permanente si la profundidad varía respecto a la característica del tiempo.

En cualquier tipo de flujo y en cualquier sección de canal, se expresa el caudal Q de la siguiente manera:

$$Q = V \cdot A \quad (\text{Ec. 8.2})$$

Donde V, representa la velocidad media de flujo en (m/s) y A, representa el área de la sección transversal (m²). Dentro del flujo permanente están:

Flujo uniforme y flujo variado: se caracteriza respecto al espacio, se denomina un flujo como uniforme cuando la profundidad es constante en cada sección del canal. Además, un flujo uniforme podría caracterizarse como permanente o no permanente.

- **Flujo uniforme permanente;** es el estado óptimo para la hidráulica de canales, porque la profundidad de flujo no cambia respecto al tiempo estipulado.
- **Flujo uniforme no permanente;** se requiere que el flujo de agua permanezca paralela a la base del canal, lo cual la hace imposible de suceder en los trabajos prácticos.

El flujo variado de igual forma se clasifica en:

- **Flujo rápidamente variado;** para caracterizarse de esa forma se requiere que la profundidad cambie rápida o abruptamente en distancias cortas.
- **Flujo gradualmente variado;** para caracterizarse de esa forma se requiere que la profundidad cambie progresivamente graduado en distancias cortas.

a) Estados de flujo

Los cálculos de los estados y comportamiento de flujo están muy relacionados a los efectos de la viscosidad y la tensión superficial del agua. Un flujo laminar se presenta cuando la fuerza de la viscosidad es muy alta comparado a la inercia y si el número de Reynolds R es pequeño. Un flujo turbulento se presenta cuando las fuerzas viscosas son débiles respecto a la inercia y si el número de Reynolds R es grande. Se conoce un flujo de transición que se da cuando se pasa de un flujo laminar a turbulento. Nótese que el flujo uniforme turbulento se presenta comúnmente en los problemas de ingeniería.

$$R = \frac{V \cdot L}{\nu} \quad (\text{Ec. 9.2})$$

Donde:

V = velocidad del flujo (m/s)

L = profundidad hidráulica (m)

ν = viscosidad cinemática (m²/s).

En el caso de trabajar con agua, se considera (T = 20 °C),
 $\nu = 2.09 \times 10^{-5}$ y $\rho = 1.937$, finalmente $\nu = 1.08 \times 10^{-5}$.

Flujo laminar	$Re < 500$
Flujo turbulento	$Re > 1000$
Flujo de transición	$500 < Re < 1000$

b) Regímenes de flujo

Los cálculos de los regímenes de flujo están relacionados al efecto de la gravedad, que permite calcular el número de Froude "F", definido de la siguiente manera:

$$F = \frac{V}{\sqrt{g \cdot L}} \quad (\text{Ec. 10.2})$$

Cuando $F = 1$, se tiene $V = \sqrt{g \cdot D}$ y el flujo es crítico.

Donde:

V = velocidad (m/s)

g = aceleración de la gravedad (m/s²)

L = profundidad hidráulica (m)

Flujo subcrítico	$F < 1$ o $V < \sqrt{g \cdot D}$
Flujo crítico	$F = 1$ o $V = \sqrt{g \cdot D}$
Flujo supercrítico	$F > 1$ o $V > \sqrt{g \cdot D}$

Combinando estos efectos de gravedad y viscosidad se producen 4 regímenes de flujo. 1) subcrítico - laminar, se identifica cuando el valor de F es inferior a la unidad y el valor de R se encuentra en la zona laminar. 2) supercrítico - laminar, se identifica cuando el valor de F es superior a la unidad y el valor de R se encuentra en la zona laminar. 3) supercrítico - turbulento, se identifica cuando el valor de F es superior a la unidad y el valor de R se encuentra en la zona de turbulencia. 4) subcrítico - turbulento, se identifica cuando el valor de F es inferior a la unidad y el valor de R se encuentra en la zona de turbulencia.

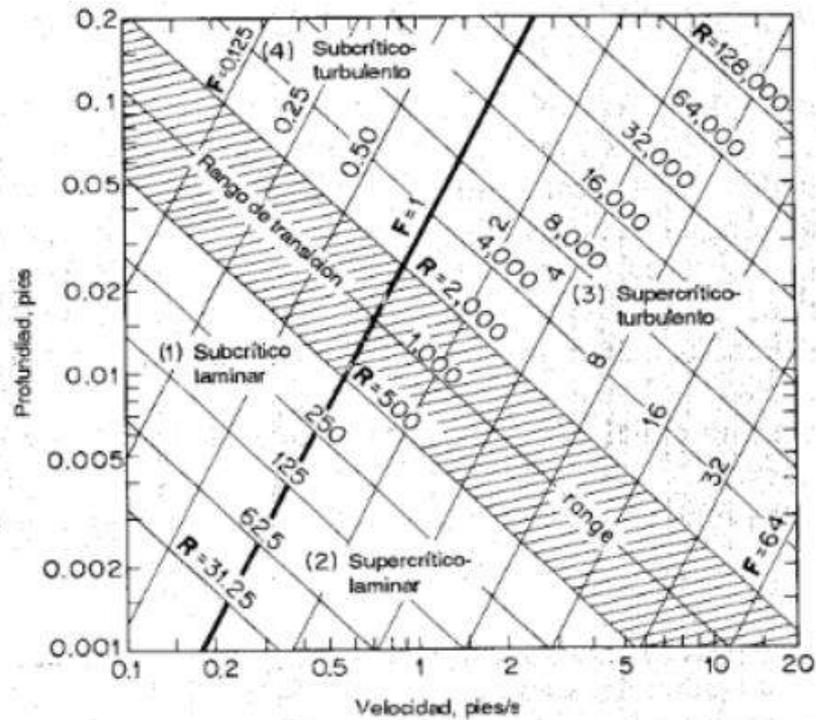


Figura 7. Profundidad, velocidad en cuatro regímenes de flujo en canales (22)

c) Energía específica

Según Chow (22) se refiere a la energía liberada por el flujo en cualquier sección transversal, así mismo, refiere que para un canal abierto con una pendiente mínima y $\alpha = 1$ (p. 41).

$$E = y + \frac{V^2}{2g} \quad (\text{Ec. 11.2})$$

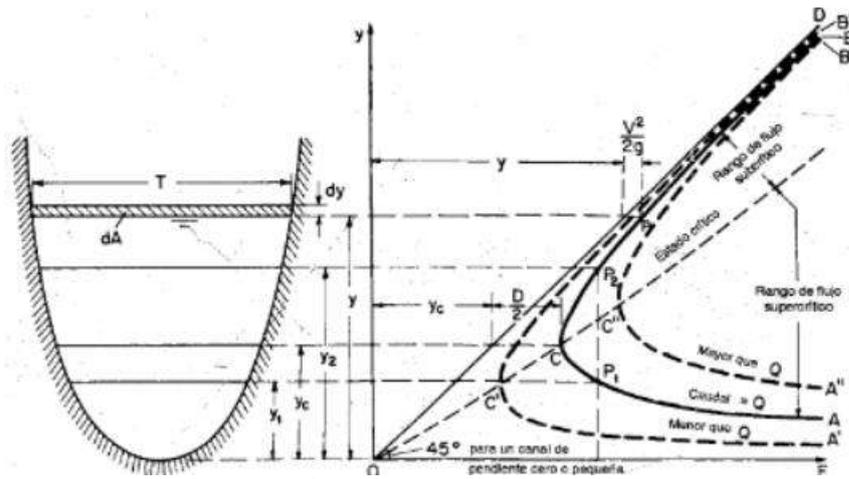


Figura 8. Curva de energía específica (22)

2.2.2.1. Propiedades

A. Velocidad

Según Chow (22) las velocidades en un canal no tienen una distribución uniforme debido a la fricción que se genera en las paredes laterales y a la presencia de un borde libre. Es usual que las máximas velocidades sucedan debajo de la superficie libre que varía entre 0.05 y 0.25 de profundidad, en la figura 9 se observa la distribución de velocidades en varias secciones de un canal rectangular.

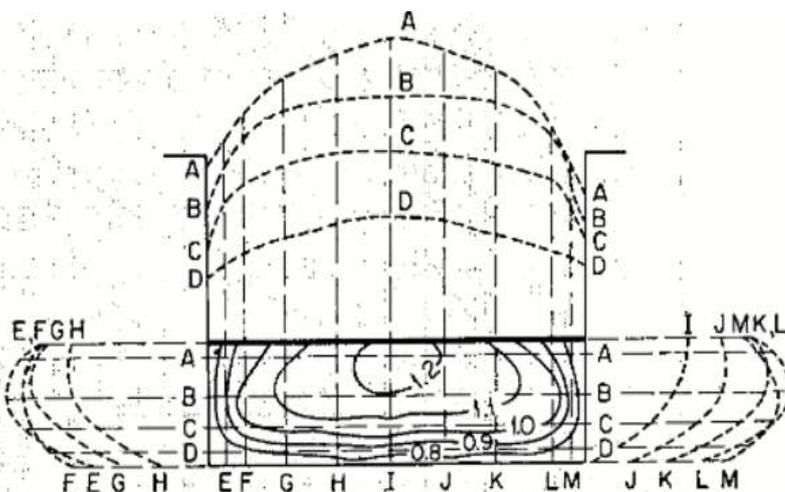


Figura 9. Distribución de velocidades en un canal rectangular (22)

La distribución de velocidades en un canal depende también de factores como: la forma de la sección transversal del canal, la rugosidad que se presenta dentro del canal y la existencia de curvas en tramos. Se tiene que, en un canal de corriente ancha, rápida y con poca profundidad o por otro lado en un canal liso, es usual que la velocidad máxima se encuentre en la superficie libre.

Las investigaciones en laboratorio para un flujo en un canal prismático recto son tridimensionales, que manifiesta un movimiento espiral, además se comprueba que las velocidades transversales son mínimas e insignificantes comparadas con las velocidades longitudinales (pp. 24, 25).

Para la investigación se usó el correntómetro como método de aforo.

$$V = a.n + b \quad (\text{Ec. 12.2})$$

V = velocidad del agua (m/s)

n = número de vueltas de la hélice (s)

a = paso real de la hélice (m)

b = velocidad de frotamiento (m/seg.s)

De acuerdo al RNE (2019) en la parte de Captación y Conducción de agua para consumo humano (OS.010), menciona que la velocidad de flujo en canales no debe producir depósitos ni erosiones, por tal motivo en ningún caso la velocidad será menor a 0.60 /s. (p. 6).

- **Curvas en el regimen subcrítico**

Flujo espiral: en una curva aparacen secundarias al plano de la seccion transversal, esto hace que se generen flujos de tipo

helicoidal o espiral en la curva, las secciones típicas que se forman en las curvas son los siguientes:

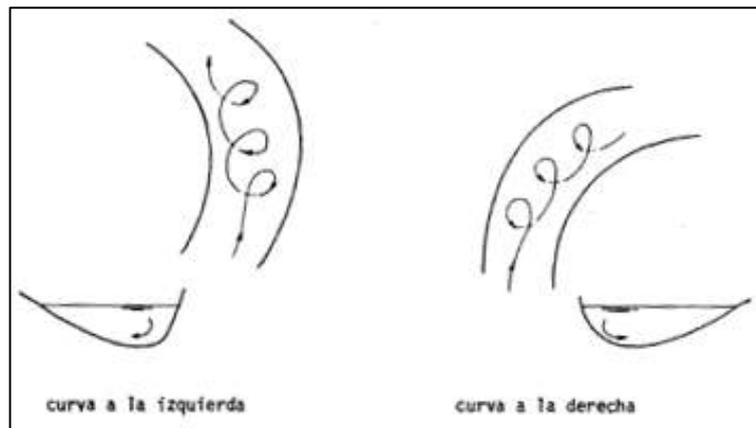


Figura 10. Sentido de flujo en curvas (22)

Método área velocidad: este método permite medir las velocidades en un punto específico de la masa del agua, mediante el uso de un correntómetro. Existen varios tipos de correntómetros: los de hélice grande y de hélice pequeña, la utilización de cada uno de estos instrumentos va a depender del caudal que desea medirse. Para su cálculo se desarrolla con la siguiente fórmula:

- Se divide el ancho superior en dos partes iguales.
- El correntómetro mide la velocidad a 3 profundidades verticales 0.20,0.60,0.80 de la profundidad vertical.

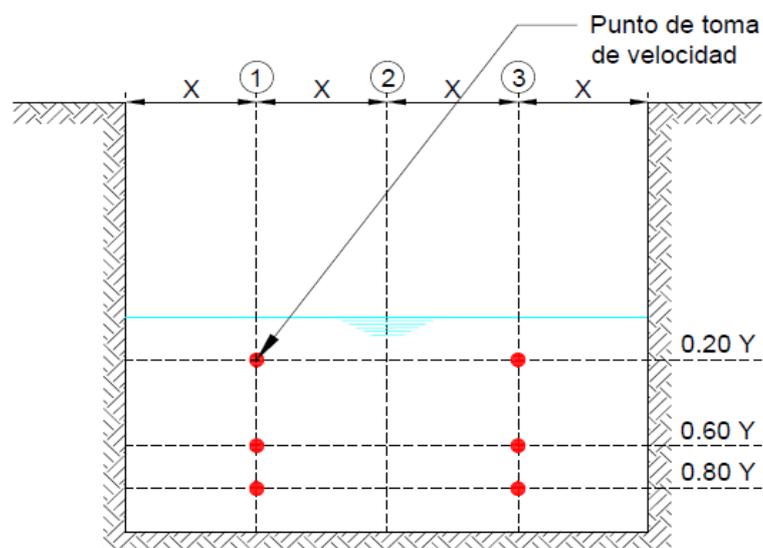


Figura 11. División de zonas para toma de velocidades

B. Tirante

Para French (6) es la distancia vertical desde la superficie hasta el punto más bajo del canal, que se determina mediante la siguiente formula:

$$y = \frac{d}{\cos\theta} \quad (\text{Ec. 13.2})$$

Donde θ representa el ángulo de la pendiente que forma la base del canal con una línea horizontal imaginaria, en caso el ángulo θ sea mínimo, se considera:

$$y = d \quad (\text{Ec. 14.2})$$

Solo cuando se tiene canales con pendientes pronunciadas se observa diferencias significativas entre y y d (p. 10).

C. Rugosidad

Según Villon (24) la rugosidad viene a ser todas las irregularidades que puede tener una superficie. En forma práctica, para el diseño de canales alojados en tierra o no revestidos los valores de coeficientes de rugosidad varían de 0.025 a 0.030, por otra parte, para canales revestidos de concreto se utilizan valores comprendidos entre 0.013 a 0.015. (p. 136). A continuación, se muestra una tabla que proporciona valores de rugosidad para una gran variedad de materiales que pueden ser empleados en las fórmulas de Kutter y Manning.

a) **Manning - metodo teórico:** para calcular la rugosidad mediante el metodo teórico se utiliza la ecuacion de Maninng.

$$Q = \frac{1}{n} \cdot AR^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 16.2})$$

$$n = \frac{RH^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}}{V} \quad (\text{Ec. 17.2})$$

Mediante la **tabla 2** se identifican los valores maximos y minimos para un canal revestido con diferentes características constructivas.

Tabla 2. Valores de n dados por Horton para ser usados en las fórmulas de Kutter y de Manning

Superficie	Condiciones de las paredes			
	Perfecta	Buena	Medianas	Malas
Tubería hierro forjado negro comercial	0.012	0.013	0.014	0.015
Tubería fierro forjado galvanizado comercial	0.013	0.014	0.015	0.017
Tubería de latón o vidrio	0.009	0.010	0.011	0.013
Tubería cero remachados en espiral	0.013	0.015	0.017	
Tubería de barro vitrificado	0.010	0.013	0.015	0.017
Tubos comunes de barro para drenaje	0.011	0.012	0.014	0.017
Tabique vidriado	0.011	0.012	0.013	0.015
Tabique con mortero de cemento; albañales de tabique	0.012	0.013	0.015	0.017
Superficies de cemento pulido	0.010	0.011	0.012	0.013
Superficies aplanadas con mortero de cemento	0.011	0.012	0.013	0.015
Tubería de concreto	0.012	0.013	0.015	0.016
Tubería de duela	0.010	0.011	0.012	0.013
Acueducto de tablón:				
Labrado	0.010	0.012	0.013	0.014
Sin labrar	0.011	0.013	0.014	0.015
Con astillas	0.012	0.015	0.016	
Canales revestidos con concreto	0.012	0.014	0.016	0.018
Superficie de mampostería con cemento	0.017	0.020	0.025	0.030
Superficie de mampostería en seco	0.025	0.030	0.033	0.035
Acueductos semicirculares metálicos, lisos	0.011	0.012	0.013	0.015
Acueductos semicirculares metálicos corrugados	0.0225	0.025	0.0275	0.030

Canales y zanjas:				
En tierra, alineados y uniformes	0.017	0.020	0.0225	0.025
En roca, lisos y uniformes	0.025	0.030	0.033	0.035
En roca, con salientes y sinuosos	0.035	0.040	0.045	
Sinuosos y de escurrimiento lento	0.0225	0.025	0.0275	0.030
Degradados en tierra	0.025	0.0275	0.030	0.033
Con lecho pedregoso y bordos de tierra enhierbados	0.025	0.030	0.035	0.040
Plantilla de tierra, taludes ásperos	0.028	0.030	0.033	0.035
Corrientes naturales:				
(1) Limpios, bordos rectos, llenos, sin hendeduras, ni charcos profundos	0.025	0.0275	0.030	0.033
(2) Igual al (1) pero con algo de hierba y piedra	0.030	0.033	0.035	0.040
(3) Sinuosos, algunos charcos y escollos, limpio	0.033	0.035	0.040	0.045
(4) Igual al (3) de poco tirante, con pendiente y sección menos eficiente	0.040	0.045	0.050	0.055
(5) Igual a (3) algo de hierba y piedras	0.035	0.040	0.045	0.050
(6) Igual al (4), secciones pedregosas	0.045	0.050	0.055	0.060
(7) Ríos con tramos lentos, cauces, enhierbados o con charcos profundos	0.050	0.060	0.070	0.080
(8) Playas muy enhierbadas	0.075	0.100	0.125	0.150

(*) Valores de uso común en proyectos

Nota: tomada de Cálculos hidrológicos e hidráulicos (24)

Mediante la **tabla 3** se identifican los valores máximos y mínimos para un canal de tierra para diferentes características topográficas.

Tabla 3. Coeficientes de rugosidad de Manning en canales de tierra

Descripción	Mínimo	Medio	Máximo
Canal recto			
Limpio y terminado recientemente	0.016	0.018	0.020
Limpio con uso	0.018	0.022	0.025
Con grava, sección uniforme y limpio	0.022	0.025	0.030
Con musgos cortos y pocas malezas	0.022	0.027	0.033
Canal con curvas			
Sin vegetación	0.023	0.024	0.030
Con musgos y pastos	0.025	0.030	0.033
Con pastos densos, malezas en canales profundos	0.030	0.035	0.040
Fondo de tierra y taludes de mampostería de piedra partida	0.028	0.030	0.035

Fondo pedregoso y taludes con pastos	0.025	0.035	0.040
Fondo de piedras rodadas y taludes limpios	0.030	0.040	0.050
Canales excavados con pala			
Sin vegetación	0.025	0.028	0.033
Pocos arbustos en los taludes	0.035	0.050	0.060
Canales excavados en roca			
Roca lisa y uniforme	0.025	0.035	0.040
Roca cortada irregularmente	0.035	0.040	0.050
Canales sin ningún mantenimiento			
Pastos densos de la altura del escurrimiento	0.050	0.080	0.120
Fondo limpio y taludes con arbustos	0.040	0.050	0.080
Arbustos densos y nivel alto	0.080	0.100	0.140

Nota: tomada de Cálculos hidrológicos e hidráulicos (24)

2.2.2.2. Eficiencia de conducción

La eficiencia de conducción permite evaluar la pérdida de agua del canal principal o de derivación en el tramo desde la bocatoma hasta que se empieza a distribuir el agua en los canales laterales L1, L2, L3, ..., Ln (figura 12). Es mayor cuanto mejor sea el estado del canal o cauce que conduce el agua. Esto quiere decir lo siguiente:

- De preferencia debería ser revestido esto para evitar las pérdidas por infiltración.
- No debería tener roturas en la base, ni en los taludes ni en los bordos.
- No debería tener mucho espejo de agua porque estaría expuesto a la evaporación y a pérdidas por rebalsamiento.
- Que no se generen hurtos de agua en el recorrido, para el caso de usuarios informales, carguío de agua en cisternas y abastecimiento permanente de uso pecuario y otros.
- Se deberían derivar los caudales mínimos recomendados técnicamente, para contar con una velocidad aceptable y no producir sedimentación (que reduce la capacidad del canal) o erosión (que deforma la sección que generaría infiltración).

La eficiencia de conducción (E_c) está dada por la relación entre la cantidad de agua que entra al canal o tramo de canal de derivación (V_e) y la cantidad de agua que sale del canal o tramo del canal (V_s) mediante la siguiente expresión:

$$E_c = \frac{V_s}{V_e} \quad (\text{Ec. 18.2})$$

$$E_c (\%) = \frac{V_s}{V_e} \times 100 \quad (\text{Ec. 19.2})$$

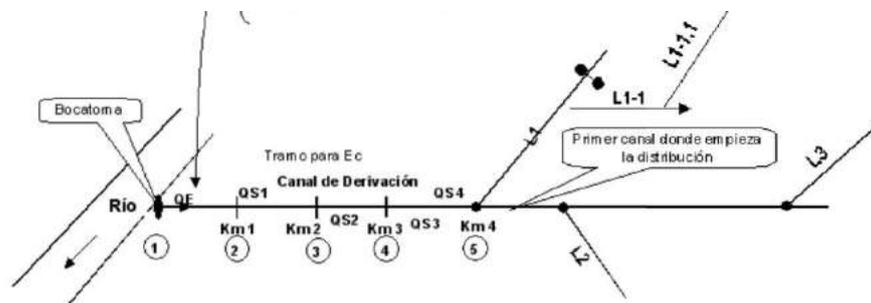


Figura 12. Representación de las pérdidas de conducción

A. Pérdidas por infiltración

Se dan en las paredes de los canales lo cual está muy relacionado al estado físico de los canales, además de todas las pérdidas por conducción, las debidas a la infiltración son las que cobran mayor importancia.

Los tipos de revestimiento no garantizan la impermeabilidad, existen algunas fórmulas empíricas para realizar el cálculo:

Método de Moritz

$$P_i = 0.0375C \cdot \left(\frac{Q}{V}\right)^{0.5} \quad (\text{Ec. 19.2})$$

Donde:

P_i = pérdidas por infiltración ($m^3/s/km$)

- C = coeficiente de pérdida de agua
 Q = caudal (m³/s)
 V = velocidad media (m/s)

Tabla 4. Constante C según el tipo de suelo o revestimiento

Tipo de suelo	C
Suelo limo arcilloso impermeable	0.08-0.13
Suelo limo arcilloso común	0.13-0.23
Suelo limo arcilloso arenoso	0.23-0.30
Suelo limo arenoso	0.30-0.49
Suelo limo arenoso suelto	0.49-0.61
Suelo arenoso con grava	0.61-0.76
Suelo de grava poroso	0.76-0.92
Suelos de grava dominante	0.92-1.83
Canales revestidos con concreto	0.1

Nota: tomada de Moritz (2008)

a. Pérdidas por evaporación

Tiene poca importancia, ya que el área evaporante está reducida. La superficie expuesta a la pérdida por evaporación está conformada por canales principales y laterales de riego y drenaje, que representan del 5 % al 10 % del área cultivada.

b. Desperdicios por fugas en las estructuras

Disminuir los desperdicios de agua es importante, por lo que se recomienda revisar periódicamente los sellos de las compuertas, ya que si se suman todas las pérdidas generadas por las fugas en esta estructura puede significar un porcentaje muy alto.

2.2.3. Modelo de simulación

Es la representación simplificada donde se imita el funcionamiento del sistema y se obtienen resultados predictivos, estos resultados se obtienen en forma de datos numéricos o gráficos que ayudarán a que todo el proceso se vea con mayor claridad. Gracias a los modelos se puede hacer una representación anticipada de la administración y uso de componentes y recursos, así como también se puede obviar algunos procesos que no son muy relevantes (25).

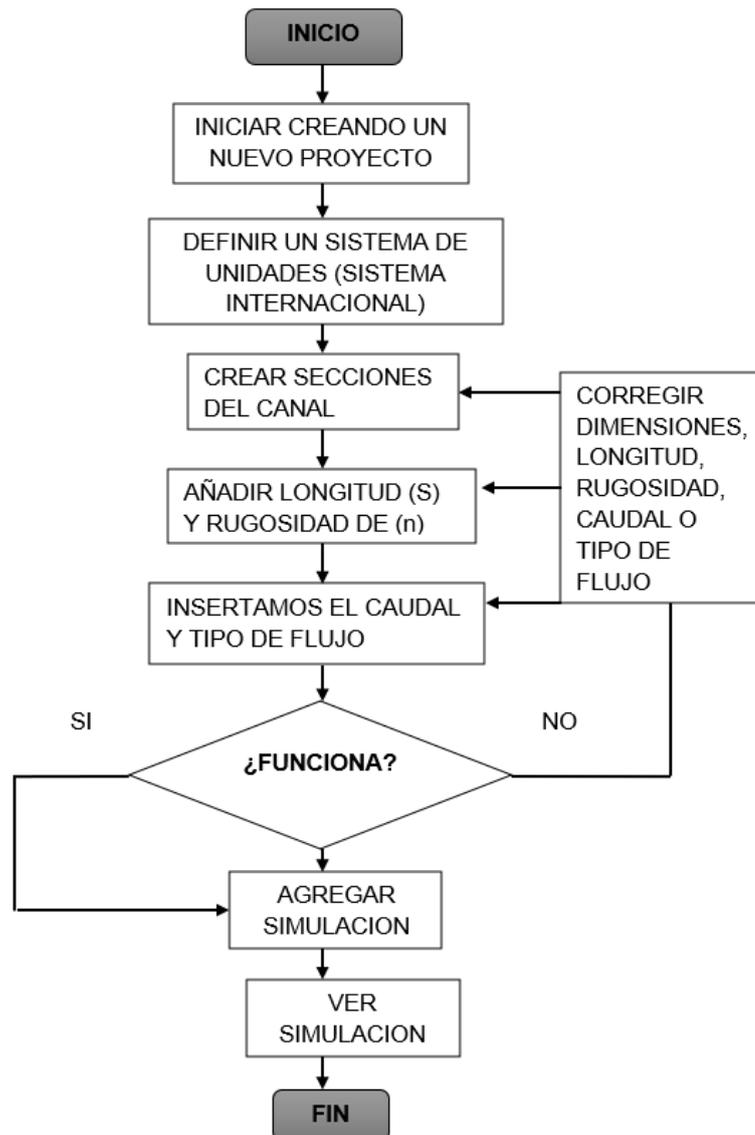


Figura 13. Flujograma de simulación del programa Hec Ras

2.3. Definición de términos básicos

Canal artificial: son aquellos canales donde interviene la mano del hombre y se define una sección transversal que sea eficiente y así como también tenga estabilidad de las paredes laterales y el fondo (26).

Canal natural: son aquellos que existen de manera natural en la tierra, los cuales cambian de tamaño que van de ser pequeños arroyos usualmente existentes en topografías montañosas y quebradas, hasta grandes. Los que transportan agua con una superficie libre que son las corrientes subterráneas también son denominados canales abiertos (7).

Estado de flujo: hace referencia a la consideración crítica cuando se considera resistencia de un flujo, los cuales son: 1) Flujo laminar, las fuerza que ejerce la viscosidad es mayor que las inerciales, es por lo que las fuerzas viscosas predominan en el flujo. 2) Flujo turbulento, las fuerzas inerciales son mayores que la fuerza que ejerce la viscosidad. 3) Flujo transicional, no es considerado como laminar ni turbulento (6).

Regímenes de flujo: se da al relacionar viscosidad con el efecto de la gravedad que genera los 4 regímenes de flujo: 1) subcrítico laminar, se da cuando el número de Froude "F" < 1 y el número de Reynolds "R" se encuentra en el intervalo laminar, 2) supercrítico laminar, el número de Froude "F" > 1 y el número de Reynolds "R" se encuentra en el intervalo laminar, 3) supercrítico turbulento, el número de Froude "F" > 1 y el número de Reynolds "R" se encuentra en el intervalo turbulento, 4) subcrítico turbulento, el número de Froude "F" < 1 y el número de Reynolds "R" se encuentra en el intervalo turbulento (22).

Remanso: o curva de remanso, se da cuando existe escurrimiento en las condiciones de flujo gradualmente variado, generado 3 zonas de remanso: zona 1, cuando la curva de remanso se encuentra por encima de la línea imaginaria del tirante y ; zona 2, cuando la curva de remanso se encuentra en la parte media del tirante y ; zona 3, que se asemeja a la zona 2 (24).

Suelo: es una capa delgada sobre la corteza terrestre, gracias a los suelos, los canales ya sean revestidos o no revestidos, pueden estabilizarse y así cumplir con su función de transportar el agua (27).

Tomas laterales: consiste en genera un vertedero lateral del canal de conducción para que derive un caudal hacia un terreno destinado, para que se realice un uso adecuado y eficiente del recurso disponible (28).

Velocidad máxima permisible: se refiere a la velocidad que de ser superada se produce erosión en los lados laterales del canal material transportado decanta, produciendo depósito en la base del canal, en canales de tierra la velocidad máxima permisible deberá ser de 0.85 m/s (7).

Velocidad mínima permisible: se refiere a la velocidad por debajo del cual el material transportado decanta, produciendo depósito en la base del canal, en canales naturales (formación de tierra) se recomienda una velocidad menor a 0.40 m/s (7).

Viscosidad: es la resistencia que tiene un fluido a fluir, es cuantitativa porque mide la velocidad de la deformación con que se aplica un esfuerzo cortante a un determinado fluido, por ejemplo, el movimiento es más difícil en el agua que el aire debido a que posee una viscosidad alta, 50 veces mayor (29).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. Método de la investigación

El método científico se basa en una serie de pasos ordenados que tiene por finalidad resolver problemas mediante técnicas o instrumentos que permitan su confiabilidad y validez (30) (p. 26).

Para la presente investigación se comenzó con la observación directa de la zona de estudio, seguidamente se registraron datos relacionados a velocidades, rugosidades, tirantes, pendiente, esto implicó el recorrido de todo el canal.

Por lo mencionado en la investigación se aplicó el método científico.

3.2. Tipo de investigación

En la investigación aplicada se emplea conocimientos teóricos ya existentes, con estos conocimientos se producen nuevos conocimientos, pero esta vez de manera práctica, rigurosa y sistematizada (31) (p. 6).

En la investigación se evaluó el comportamiento hidráulico, el cambio de rugosidad y tirante durante el trayecto del canal de riego Molino – sector Lulin, para abordar los problemas identificados se revisaron teorías acerca de velocidades de flujo en canales, zonas de singularidad y comportamiento hidráulico.

Bajo estas consideraciones la investigación corresponde a un tipo aplicado.

3.3. Nivel de investigación

Niño (30) menciona que la aplicación es el proceso que abarca más allá de una simple descripción. Se puede decir que es más avanzada, porque no es lo mismo evidenciar cómo es algo, recoger datos y descubrir los hechos que explicar el porqué. Es cuantitativa si se trata de explicar y relacionar causa-efecto, pero no se aleja de la parte cualitativa cuando se trata de procesos hermenéuticos, interpretación y análisis (p. 35).

Una investigación donde la explicación sea la base fundamental para el desarrollo, probablemente, requiere trabajar con la formulación de hipótesis y medición de cada variable planteada según el objetivo de investigación (p. 35).

Por lo expuesto, esta investigación corresponde a un nivel explicativo.

3.4. Diseño de la investigación

Hernandez et al. (32) mencionan que el diseño experimental tiene como finalidad realizar una serie de pruebas que inducirá a la manipulación de una de

las variables, esto con el fin de observar la incidencia que genera en la otra variable (p. 28).

Para la presente investigación se realizaron estudios acerca del comportamiento hidráulico en el canal y se recopilaron datos para luego ser procesados, es decir, se estudiaron variables que intervinieron en el comportamiento hidráulico del canal, así como la pendiente, velocidad, rugosidades, tirantes y entre otras variables que inciden indirectamente.

Por lo mencionado en la investigación se aplicó el diseño experimental.

3.5. Población, muestra y muestreo

3.5.1. Población

En la presente investigación se tomó como población al canal principal del distrito de Mito, para el cual se evaluó el diseño adecuado del canal en mención.

La población consistió en el canal de conducción troncal con 1,285.286 m, 2 canales secundarios canal común con 2,804.494 m y el canal Molino con 2,125.00 m.

3.5.2. Muestra

Para Behar (33) la muestra es un grupo pequeño que se encuentra dentro de la población. En conclusión, una muestra es un subconjunto de elemento definido para la investigación (p. 51).

La muestra para la investigación lo conformó el canal Molino - sector Lulin, 2,125.00 m, provincia de Concepción, región Junín.

3.5.3. Muestreo

Para Gómez (34) es un elemento mediante el cual el investigador selecciona mediante técnicas e instrumentos elementos representativos que permiten extraer datos de la población que será parte de la investigación (p. 34).

Para la investigación se aplicó el muestreo no probabilístico del tipo intencional por ser de interés.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnica

Behar (33) considera que la investigación no tiene sentido sin las técnicas de recopilación de datos. Las técnicas conducen a la respectiva verificación de los problemas que se plantearon, cualquier tipo de investigación podrá utilizar la técnica que mejor se adapte a su investigación, es por lo que cada técnica posee sus propias herramientas, instrumentos o medios que podrán ser empleados durante el proceso de la investigación (p. 55).

Para la recopilación de información se inició con una visita de campo, elección de puntos de control, levantamiento topográfico aforo de caudal con el uso de un correntómetro. Por consiguiente, para la investigación se llegó a utilizar la técnica de observación directa.

3.6.2. Instrumento de recolección de datos

Parella y otros (35) se refieren a cualquier elemento que el investigador usará para obtener información requerida. En cada uno de los elementos debe encontrarse una forma y contenido definido. En cuanto a la forma del instrumento se realiza tomando en cuenta el análisis empírico. El instrumento reduce toda la actividad anterior a su aplicación: resume el aporte del marco teórico al elegir datos que representa a los indicadores, por ende, selecciona datos de las variables (p. 125).

El instrumento de investigación que se utilizó fue una ficha de recolección de información.

3.6.2.1. Validez

Se trata del grado en el que un determinado instrumento mide a una variable, que es un poco más compleja, ya que debe

alcanzarse para todo instrumento de medición aplicado, es decir la validez es válida si se mide lo que se cree medir (32).

Tabla 5. Rango de confiabilidad

Rango de validez	Interpretación
0.53 a menos	Confiabilidad nula
0.54 a 0.59	Confiabilidad baja
0.60 a 0.65	Confiable
0.66 a 0.71	Muy confiable
0.72 a 0.99	Excelente confiabilidad
1	Confiabilidad perfecta

Nota: tomada de Herrera (1998)

Validez de contenido del instrumento de las variables: comportamiento hidráulico y zonas de singularidad.

N.º	Grado académico	Nombres y apellidos	CIP	Validez
1	Ing.	Miguel Ángel Machuca Pari	158050	1
2	Magíster	Giovene Pérez Campomanes	71700	0.83
3	Magíster	Roly Jaime Núñez Núñez	100377	0.67

Por lo tanto, para la presente investigación se cuenta con un valor para la validez de 0.83.

3.6.2.2. Confiabilidad

Se trata del grado de aplicación repetida de un instrumento de medición de un mismo individuo u objeto para producir el mismo resultado. Es decir, el mismo valor medido en un cierto tiempo debe ser igual o similar a otro en diferente tiempo de lo contrario no sería confiable (32).

Tabla 6. Interpretación de la magnitud del coeficiente de confiabilidad de un instrumento

Rangos	Magnitud
0.81 a 1.00	Muy alta
0.61 a 0.81	Alta
0.41 a 0.60	Moderada
0.21 a 0.40	Baja
0.01 a 0.20	Muy baja

Nota: tomada de Metodología de la Investigación Cuantitativa (35)

Como se tiene un valor para la validez de 0.83, se encuentra dentro del rango 0.81 a 1, significa una magnitud muy alta.

3.7. Método de análisis

Para el desarrollo de la tesis se utilizó como método de análisis la estadística descriptiva para el cálculo de frecuencias, parámetros de tendencia central y dispersión; mientras que para el contraste de hipótesis se empleó la estadística inferencial. Para el cálculo de las velocidades se empleó el correntómetro como instrumento principal, por otro lado, para el cálculo de los parámetros hidráulicos se utilizó el programa Hcanales, AutoCAD Civil 3D.

Para el caso de la simulación se empleó el software: Hec-Ras.

3.8. Aspecto éticos

En la presente investigación en cuanto a los aspectos éticos, cuida en primer lugar los conocimientos y aportes brindados por los autores, citándolos y referenciándolos correctamente, respecto a ello Diaz (36) se refiere a los derechos reservados del autor, el cual inicia cuando se materializa, en este contexto el estado peruano debe implementar mecanismos y leyes que ayuden a proteger tales derechos.

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Descripción de la zona de estudio

4.1.1. Ubicación

El canal se encuentra ubicado en el sector Lulin, en el distrito de Mito, provincia de Concepción, en el departamento de Junín (ver anexo 2). Las coordenadas UTM de la conducción del canal Molino comprende desde: toma 1 con longitud = 8,684,461.02, latitud = 460,529.30, altitud = 3,277.48; toma 2 con longitud = 8,684,342.71, latitud = 460,858.09, altitud = 3,275.50.

4.1.2. Características del objeto de estudio

El canal de riego Molino sector Lulin cuenta con un recorrido de 2125.00 metros, de la progresiva 0+000 a la progresiva 0+814 el canal se encuentra revestido en estado de deterioro con una sección transversal tipo rectangular de 0.7 metros de ancho y 0.60 metros de altura y a partir de la progresiva km 0+162.00 se tiene una sección rectangular de 0.85 m de ancho y 0.60 m de altura, que conduce un caudal de 170 l/s (el cual se va perdiendo por infiltración) destinado al riego de los productos (zanahoria, papa, alcachofa, maíz choclo, ajo, alfalfa), de la progresiva 0+814 a la progresiva 2+125.00 el canal se encuentra sin revestir de secciones transversales variables.

4.2. Estudios previos

4.2.1. Estudios de campo

4.2.1.1. Estudios topográficos

La finalidad del estudio topográfico se basa en proporcionar información necesaria referida a la data topográfica de los datos extraídos en el campo, trabajada y procesada en gabinete. Con los puntos de control extraído se realiza trabajos de verificación de cotas referidas a los trabajos a realizarse.

Para el levantamiento topográfico se usó una estación total de marca Leica con un alcance de 3000 m, precisión de 2 mm, 1 prisma y aparatos como medios de comunicación y se inició con la inspección de campo, reconocimiento del área de estudio con verificaciones del canal Molino, la estación total realizó los trabajos, realizó el registro y almacenamiento de datos, ángulos y distancias necesarias para ubicar la posición y cota de los puntos levantados. Mediante el trazo de un polígono se realizó el levantamiento de los detalles necesarios para la elaboración de planos donde se observan los siguientes detalles: la pendiente en todo el trayecto del canal es 2 %, la longitud total del canal es 2,125.00 m que consta del canal revestido y no revestido (ver anexo 4).

4.2.1.2. Aforo del caudal

Para el aforo del canal se utilizó el correntómetro de marca Global Water's FP 111 con las siguientes características: precisión 0.1 FPS, tipo de sensor hélice turbopropulsada protegida con captador magnético y apagado automático después de 5 minutos de inactividad. Para la recopilación de información se utilizó el formato que proporciona el Programa subsectorial de irrigaciones - Sierra (PSI). Para el aforo se tuvo en cuenta los siguientes criterios: el aforo se hizo en 2 horarios, tarde y mañana, durante 5 días debido a la variación del flujo de agua respecto al tiempo, el aforo se realizó antes y después de cada toma lateral y en las curvas seleccionadas (ver Anexo 4), para el registro de aforo con correntómetro en puntos de control.

El caudal aforado de cinco días mediante el método Área Velocidad fue de: caudal de ingreso = 170 l/s y caudal de salida = 62 l/s (valores promedio).

4.3. Análisis de la información

El análisis de la información se muestra en el orden de los objetivos (general y específico). Así mismo, se adjuntó un esquema hidráulico donde indica la ubicación de las tomas laterales las cuales son mencionadas más adelante, así como la zona de transición y el caudal circulante.

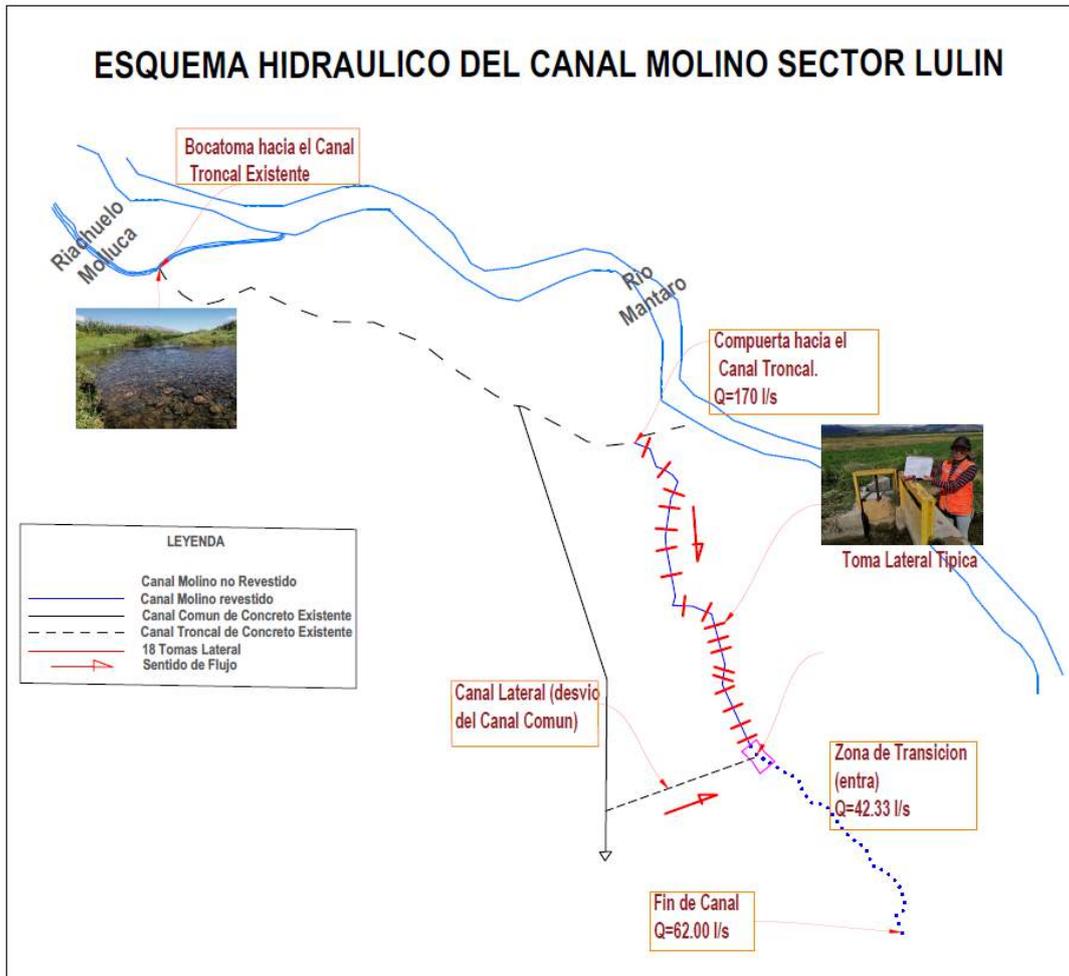


Figura 14. Esquema hidráulico

4.3.1. Determinación del comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad

Para determinar el comportamiento hidráulico del flujo de agua, se adjuntan los puntos de control más representativos para los 5 días de aforo, los cuales son: zona de singularidad (ZS 13) en el día 1, ZS 7 y ZS 23 en el día 2, ZS 33 en el día 3, ZS 32 y ZS 33 en el día 4 y ZS 38 en el día 5.

a) Registro de datos para el día 1 en zonas de singularidad

Tabla 7. Registro de datos ZS 13: toma lateral 5

REGISTRO PARA DATOS										
NOMBRE DE ZONA DE SINGULARIDAD (ZS)		: ZS 13 : TOMA LATERAL N°05								
PROGRESIVA		: 0+350 m								
FECHA		: 08/03/2021								
DIA DE AFORO:		: DIA 1 - LUNES								
ELABORADO POR		: LOAYZA SANCHEZ LINO YHOEL ; MEZA OSPINAL CRISTINA CARMEN								
DIA 1										
	ANTES DE LA TOMA	Y por dia		DIA 1						
		D1	Altura (m)	Velocidad D (m/s)	V(prom) (m/s)	Froude (F)	Altura (m)	Velocidad I (m/s)	V(prom) (m/s)	Froude (F)
		0.3	0.216	0.60			0.220	0.60		
		0.3	0.162	0.60	0.600	0.369	0.165	0.60	0.600	0.365
		0.3	0.054	0.60			0.055	0.60		
			0.216	0.60			0.220	0.60		
			0.162	0.70	0.633	0.389	0.165	0.70	0.633	0.386
			0.054	0.60			0.055	0.60		
		DIA 1								
	DESPUES DE LA TOMA	Y por dia		DIA 1						
		D1	Altura (m)	Velocidad D (m/s)	V(prom) io (m/s)	Froude (F)	Altura (m)	Velocidad I (m/s)	V(prom) io (m/s)	Froude (F)
		0.3	0.216	0.60			0.216	0.70		
		0.3	0.162	0.60	0.633	0.389	0.162	0.60	0.600	0.369
		0.3	0.054	0.70			0.054	0.50		
			0.216	0.60			0.216	0.60		
			0.162	0.70	0.633	0.389	0.162	0.60	0.600	0.369
			0.054	0.60			0.054	0.60		
		NUMERO DE FROUDE								
0.378										

En la tabla 7 se observan los datos obtenidos en la progresiva 0+350 m, que corresponde a la toma lateral 5. El canal en estudio tiene forma rectangular, por lo que para el estudio se dividió en 2 partes, margen derecha (D) y margen izquierda (I) en el sentido de flujo, el promedio de tirantes antes de la toma lateral es de 0.27 m en la margen derecha y 0.275 m en la margen izquierda, así mismo se registraron las velocidades promedio antes y después de la toma lateral para cada margen, por lo cual se obtuvo 0.62 m/s en la margen derecha e izquierda (antes de la toma lateral), 0.63 m/s en la margen derecha después de la toma lateral y 0.60 m/s en la margen izquierda (después de la toma lateral). Con los datos mencionados se calculó en número de Froude (F) promedio que es de 0.378, lo que corresponde a un flujo subcrítico ($F < 1$).

b) Registro de datos para el día 2 en zonas de singularidad

Tabla 8. Registro de datos ZS 7: toma lateral 2

REGISTRO PARA DATOS										
NOMBRE DE ZONA DE SINGULARIDAD (Z)		: ZS 7 : TOMA LATERAL N°02								
PROGRESIVA		: 0+145 m								
FECHA		: 09/03/2021								
DIA DE AFORO:		: DIA 2 - MARTES								
ELABORADO POR		: LOAYZA SANCHEZ LINO YHOEL ; MEZA OSPINAL CRISTINA CARMEN								
DIA 2										
	ANTES DE LA TOMA	Altura (m)	Velocidad D (m/s)	V(promedio) (m/s)	Froude (F)	Altura (m)	Velocidad I (m/s)	V(promedio) (m/s)	Froude (F)	
		0.296	0.80			0.296	0.80			
		0.222	0.80	0.767	0.402	0.222	0.80	0.800	0.420	
		0.074	0.70			0.074	0.80			
		0.288	0.60			0.288	0.80			
0.216	0.70	0.600	0.319	0.216	0.70	0.733	0.390			
0.072	0.50			0.072	0.70					
DIA 2										
	DESPUES DE LA TOMA	Altura (m)	Velocidad D (m/s)	V(promedio) (m/s)	Froude (F)	Altura (m)	Velocidad I (m/s)	V(promedio) (m/s)	Froude (F)	
		0.280	0.80			0.280	0.90			
		0.210	0.80	0.767	0.414	0.210	1.00	0.967	0.522	
		0.070	0.70			0.070	1.00			
		0.272	0.60			0.272	0.60			
0.204	0.70	0.667	0.365	0.204	0.70	0.633	0.347			
0.068	0.70			0.068	0.60					
NUMERO DE FROUDE										
0.397										

En la tabla 8 se observan los datos obtenidos en la progresiva 0+145 m, que corresponde a la toma lateral 2. El canal en estudio tiene forma rectangular, por lo que para el estudio se dividió en 2 partes, margen derecha (D) y margen izquierda (I) en el sentido de flujo, el promedio de tirantes antes de la toma lateral es de 0.36 m en la margen derecha y 0.36 m en la margen izquierda, así mismo se registraron las velocidades promedio antes y después de la toma lateral para cada margen, por lo cual se obtuvo 0.68 m/s en la margen derecha, 0.77 m/s en la margen izquierda (antes de la toma lateral), 0.72 m/s en la margen derecha y 0.80 m/s en el margen izquierda (después de la toma lateral). Con los datos mencionados se calculó el número de Froude (F) promedio que es de 0.397, lo que corresponde a un flujo subcrítico ($F < 1$).

Tabla 9. Registro de datos ZS 23: curva 12

REGISTRO PARA DATOS										
NOMBRE DE ZONA DE SINGULARIDAD (ZS) : ZS 23 : CURVA 12										
PROGRESIVA : 0+524 m										
FECHA : 09/03/2021										
DIA DE AFORO: : DIA 2-MARTES										
ELABORADO POR : LOAYZA SANCHEZ LINO YHOEL ; MEZA OSPINAL CRISTINA CARMEN										
DIA 2										
	ANTES DE LA TOMA	Altura (m)	Velocidad D (m/s)	V(promedio) (m/s)	Froude (F)	Altura (m)	Velocidad I (m/s)	V(promedio) (m/s)	Froude (F)	
		0.264	0.50			0.260	0.40			
		0.198	0.50	0.467	0.259	0.195	0.50	0.433	0.243	
		0.066	0.40			0.065	0.40			
		0.272	0.40			0.264	0.30			
		0.204	0.40	0.400	0.219	0.198	0.40	0.333	0.185	
		0.068	0.40			0.066	0.30			
		NUMERO DE FROUDE								
		0.227								

En la tabla 9 se observan los datos obtenidos en la progresiva 0+524 m, que corresponde a la curva 12. El canal en estudio tiene forma rectangular por lo que para el estudio se dividió en 2 partes, margen derecha (D) y margen izquierda (I) en el sentido de flujo, el promedio de tirantes en la margen derecha es de 0.34 m/s y 0.33 m en la margen izquierda, así mismo se registraron velocidades en ambos márgenes, 0.43 m/s en la margen derecha y 0.33 m/s en la margen izquierda. Con los datos mencionados se calculó el número de Froude (F) promedio que es de 0.227, lo que corresponde a un flujo subcrítico ($F < 1$).

c) Registro de datos para el día 3 en zona de singularidad

Tabla 10. Registro de datos ZS 33: tramo 1 canal no revestido

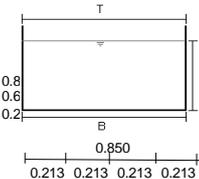
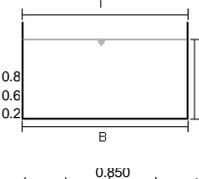
REGISTRO PARA DATOS								
NOMBRE DE ZONA DE SINGULARIDAD : ZS 33 : TRAMO 1 CANAL NO REVESTIDO								
PROGRESIVA : 0+840 m								
FECHA : 10/03/2021								
DIA DE AFORO: : DIA 3-MIERCOLES								
ELABORADO POR : LOAYZA SANCHEZ LINO YHOEL ; MEZA OSPINAL CRISTINA CARMEN								
DIA 3								
	Distancia de la orilla (m)	Profundidad (m/s)	% Profundidad	Prof. De medicion (m)	Velocidad (m/s)	V(promedio) (m/s)	Numero de Froude (F)	
	0.000	0.00	0%	0.000	0.0		0.000	
	0.350	0.48	60%	0.288	0.2	0.100	0.046	
	0.700	0.50	60%	0.300	0.2		0.045	
	1.050	0.47	60%	0.282	0.1		0.047	
	1.400	0.00	0%	0.000	0.0		0.000	
	F(promedio)							0.138
	0.000	0.00	0%	0.000	0.0		0.000	
	0.350	0.47	60%	0.282	0.2	0.100	0.047	
	0.700	0.51	60%	0.306	0.2		0.045	
1.050	0.48	60%	0.288	0.1		0.046		
1.400	0.00	0%	0.000	0.0		0.000		
F(promedio)							0.137	
NUMERO DE FROUDE (F)								
0.138								

En la tabla 10 se observan los datos obtenidos en la progresiva km 0+840 m, que corresponde al tramo 1 del canal no revestido, los estudios fueron realizados en la progresiva km 0+814. El canal en estudio

tiene forma rectangular, el promedio de tirantes es 0.57 m y el promedio de velocidades es de 0.1 m/s. Con los datos mencionados se calculó el número de Froude (F) promedio que es de 0.138, lo que corresponde a un flujo subcrítico ($F < 1$).

d) Registro de datos para el día 4 en zonas de singularidad

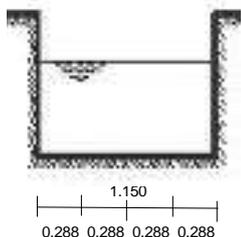
Tabla 11. Registro de datos ZS 32: toma lateral 18

REGISTRO PARA DATOS										
NOMBRE DE ZONA DE SINGULARIDAD (ZS)	: ZS 32 ; TOMA LATERAL N°18									
PROGRESIVA	: 0+760 m									
FECHA	: 11/03/2021									
DIA DE AFORO:	: DIA 4-JUEVES									
ELABORADO POR	: LOAYZA SANCHEZ LINO YHOEL ; MEZA OSPINAL CRISTINA CARMEN									
DIA 4										
 <p>Y por día D1 0.2 0.2 0.2 0.2</p>	ANTES DE LA TOMA	Altura (m)	Velocidad D (m/s)	V(promedio) (m/s)	Froude (F)	Altura (m)	Velocidad I (m/s)	V(promedio) (m/s)	Froude (F)	
		0.160	0.40			0.160	0.40			
		0.120	0.30	0.333	0.238	0.120	0.40	0.333	0.238	
		0.040	0.30			0.040	0.20			
		0.160	0.20			0.160	0.20			
		0.120	0.30	0.267	0.190	0.120	0.30	0.233	0.167	
		0.040	0.30			0.040	0.20			
	DIA 4									
	 <p>Y por día D1 0.2 0.2 0.2 0.2</p>	DESPUES DE LA TOMA	Altura (m)	Velocidad D (m/s)	V(promedio) (m/s)	Froude (F)	Altura (m)	Velocidad I (m/s)	V(promedio) (m/s)	Froude (F)
			0.160	0.40			0.160	0.40		
			0.120	0.40	0.333	0.238	0.120	0.40	0.333	0.238
			0.040	0.20			0.040	0.20		
		0.156	0.20			0.156	0.30			
		0.117	0.20	0.200	0.145	0.117	0.20	0.233	0.169	
		0.039	0.20			0.039	0.20			
NUMERO DE FROUDE										
0.203										

En la tabla 11 se observan los datos obtenidos en la progresiva 0+760 m, que corresponde a la toma lateral 18. El canal en estudio tiene forma rectangular, por lo que para el estudio se dividió en 2 partes, margen derecha (D) y margen izquierda (I) en el sentido de flujo, el promedio de tirantes antes de la toma lateral es de 0.20 m en la margen derecha y margen izquierda, así mismo se registraron las velocidades promedio antes y después de la toma lateral para cada margen, por lo cual se obtuvo 0.30 m/s en la margen derecha, 0.28 m/s en la margen izquierda (antes de la toma lateral), 0.27 m/s en la margen derecha y 0.28 m/s en la margen izquierda (después de la toma lateral). Con los datos mencionados se calculó el número de Froude (F) promedio que es de 0.203, lo que corresponde a un flujo subcrítico ($F < 1$).

Tabla 12. Registro de datos ZS 35 – tramo 2 canal no revestido

REGISTRO PARADATOS						
NOMBRE DE ZONA DE SINGULARIDAD (ZS)	: ZS 35: TRAMO 2 (0+870 - 1+400) CANAL NO REVESTIDO					
PROGRESIVA	: 1+200 m					
FECHA	: 11/03/2021					
DIA DE AFORO:	: DIA 4-JUEVES					
ELABORADO POR	: LOAYZA SANCHEZ LINO YHOEL ; MEZA OSPINAL CRISTINA CARMEN					
DIA 4						
Distancia de la orilla (m)	Profundidad (m/s)	% Profundidad	Prof. De medicion (m)	Velocidad (m/s)	V(promedio) (m/s)	Numero de Froude (F)
0.000	0.00	0%	0.000	0.0	0.140	0.000
0.288	0.37	60%	0.222	0.3		0.073
0.575	0.39	60%	0.234	0.2		0.072
0.863	0.41	60%	0.246	0.2		0.070
1.150	0.00	0%	0.000	0.0		0.000
F(promedio)						0.215
0.000	0.00	0%	0.000	0.0	0.140	0.000
0.288	0.36	60%	0.216	0.3		0.074
0.575	0.37	60%	0.222	0.2		0.073
0.863	0.35	60%	0.21	0.2		0.076
1.150	0.00	0%	0.000	0.0		0.000
F(promedio)						0.224
NUMERO DE FROUDE (F)						
0.219						

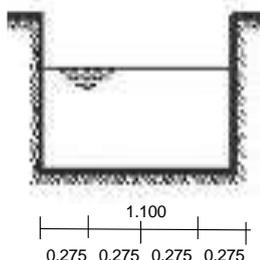


En la tabla 12 se observan los datos obtenidos en la progresiva km (0+870 -1+400), que corresponde al tramo 2 del canal no revestido, los estudios fueron realizados en la progresiva km 1+200. El canal en estudio tiene forma rectangular, el promedio de tirantes es de 0.38 m y el promedio de velocidades es de 0.23 m/s. Con los datos mencionados se calculó el número de Froude (F) promedio que es de 0.219, lo que corresponde a un flujo subcrítico ($F < 1$).

e) Registro de datos para el día 5 en zonas de singularidad

Tabla 13. Registro de datos ZS 38: tramo 5 canal no revestido

REGISTRO PARADATOS						
NOMBRE DE ZONA DE SINGULARARI	: ZS 38 : TRAMO 5 (1+900- 2+125) CANAL NO REVESTIDO					
PROGRESIVA	: 2+125 m					
FECHA	: 11/03/2021					
DIA DE AFORO:	: DIA 5-VIERNES					
ELABORADO POR	: LOAYZA SANCHEZ LINO YHOEL ; MEZA OSPINAL CRISTINA CARMEN					
DIA 5						
Distancia de la orilla (m)	Profundidad (m/s)	% Profundidad	Prof. De medicion (m)	Velocidad (m/s)	V(promedio) (m/s)	Numero de Froude (F)
0.000	0.00	0%	0.000	0.0	0.100	0.000
0.275	0.51	60%	0.306	0.2		0.045
0.550	0.58	60%	0.348	0.2		0.042
0.825	0.53	60%	0.318	0.1		0.044
1.100	0.00	0%	0.000	0.0		0.000
F(promedio)						0.130
0.000	0.00	0%	0.000	0.0	0.100	0.000
0.275	0.53	60%	0.318	0.2		0.044
0.550	0.60	60%	0.360	0.2		0.041
0.825	0.55	60%	0.33	0.1		0.043
1.100	0.00	0%	0.000	0.0		0.000
F(promedio)						0.128
NUMERO DE FROUDE (F)						
0.129						



En la tabla 13 se observan los datos obtenidos en la progresiva km (1+900 – 2+215), que corresponde al tramo 5 del canal no revestido,

los estudios fueron realizados en la progresiva km 2+125. El canal en estudio tiene forma rectangular, el promedio de tirantes es de 0.55 m y el promedio de velocidades es de 0.17 m/s. Con los datos mencionados se calculó el número de Froude (F) promedio que es de 0.129, lo que corresponde a un flujo subcrítico ($F < 1$).

4.3.2. Estimación de los valores que alcanzan las velocidades de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad

Para estimar los valores que alcanzan las velocidades de los flujos de agua en canales de riego se realizaron mediciones en puntos de control (zonas de singularidad) en la presente investigación se muestra el análisis en las zonas de singularidad más representativas en cada día de aforo. Los cuales son: ZS 13 en el día 1, ZS 7 y ZS 23 en el día 2, ZS 33 en el día 3, ZS 32 y ZS 35 y ZS 38 en el día 5.

a) Registro de datos para el día 1 en zonas de singularidad

Tabla 14. Registro de velocidades en ZS 13

REGISTRO PARA DATOS					
NOMBRE DE ZONA DE SINGULARIDAD (ZS) : ZS 13 : TOMA LATERAL N°05					
PROGRESIVA : 0+350 m					
FECHA : 08/03/2021					
DIA DE AFORO: : DIA 1 - LUNES					
ELABORADO POR : LOAYZA SANCHEZ LINO YHOEL MEZA OSPINAL CRISTINA CARMEN					
DIA 1					
	ANTES DE LA TOMA	Velocidad D (m/s)	V(promedio) m/s	Velocidad I (m/s)	V(promedio) m/s
		0.60		0.60	
		0.60	0.600	0.60	0.600
		0.60		0.60	
		0.60		0.60	
		0.70	0.633	0.70	0.633
		0.60		0.60	
		0.60		0.60	
DIA 1					
	DESPUES DE LA TOMA	Velocidad D (m/s)	V(promedio) m/s	Velocidad I (m/s)	V(promedio) m/s
		0.60		0.70	
		0.60	0.633	0.60	0.600
		0.70		0.50	
		0.60		0.60	
		0.70	0.633	0.60	0.600
		0.60		0.60	
		0.60		0.60	
Vmax(m/s)= 0.70 Vmin(m/s)= 0.50					

En la tabla 14 se observan los datos obtenidos en la progresiva km (0+350 m), que corresponde a la toma lateral 5. El canal en estudio tiene forma rectangular, por lo que para el estudio se dividió en 2 partes, margen derecha (D) y margen izquierda (I) en el sentido de flujo y los datos se tomaron antes y después de la toma lateral, el promedio de velocidades es de 0.62 m/s para la margen derecha e izquierda. Así mismo, se obtuvo las velocidades mínimas y máximas, las cuales fueron 0.50 m/s y 0.70 m/s respectivamente.

b) Registro de datos para el día 2 en zonas de singularidad

Tabla 15. Registro de velocidades en ZS 7

REGISTRO PARA DATOS			
NOMBRE DE ZONA DE SINGULARIDAD (ZS)	: ZS 7 : TOMA LATERAL N°02		
PROGRESIVA	: 0+145 m		
FECHA	: 09/03/2021		
DIA DE AFORO:	: DIA 2 - MARTES		
ELABORADO POR	: LOAYZA SANCHEZ LINO YHOEL MEZA OSPINAL CRISTINA CARMEN		

		DIA 2					
		Velocidad D (m/s)	V(promedio) m/s	Velocidad I (m/s)	V(promedio) m/s		
	ANTES DE LA TOMA	0.80	0.767	0.80	0.800		
		0.80		0.80			
		0.70		0.80			
				0.60	0.600	0.80	0.733
			0.70	0.70			
			0.50	0.70			

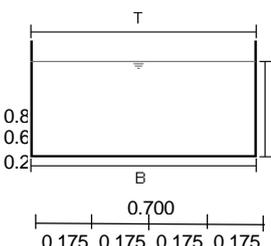
		DIA 2					
		Velocidad D (m/s)	V(promedio) m/s	Velocidad I (m/s)	V(promedio) m/s		
	DESPUES DE LA TOMA	0.80	0.767	0.90	0.967		
		0.80		1.00			
		0.70		1.00			
				0.60	0.667	0.60	0.633
			0.70	0.70			
			0.70	0.60			

Vmax(m/s)=	1.00
Vmin(m/s)=	0.50

En la tabla 16 se observan los datos obtenidos en la progresiva km (0+145 m), que corresponde a la toma lateral 2. El canal en estudio tiene forma rectangular, por lo que para el estudio se dividió en 2 partes, margen derecha (D) y margen izquierda (I) en el sentido de flujo y los datos se tomaron antes y después de la toma lateral, el promedio de

velocidades es de 0.73 m/s en la margen derecha y el promedio de velocidades es de 0.76 m/s en la margen izquierda. Así mismo, se obtuvo las velocidades mínimas y máximas las cuales fueron 0.50 m/s y 1.00 m/s respectivamente.

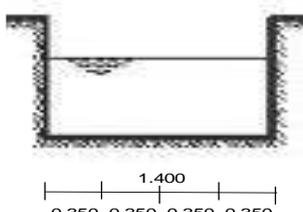
Tabla 16. Registro de velocidades en ZS 23

REGISTRO PARA DATOS					
NOMBRE DE ZONA DE SINGULARIDAD (ZS)	:	ZS 23 : CURVA 2			
PROGRESIVA	:	0+524 m			
FECHA	:	09/03/2021			
DIA DE AFORO:	:	DIA 2 - MARTES			
ELABORADO POR	:	LOAYZA SANCHEZ LINO YHOEL MEZA OSPINAL CRISTINA CARMEN			
DIA 2					
	ANTES DE LA TOMA	Velocidad D (m/s)	V(promedio) m/s	Velocidad I (m/s)	V(promedio) m/s
		0.50		0.40	
		0.50	0.467	0.50	0.433
		0.40		0.40	
		0.40		0.30	
		0.40	0.400	0.40	0.333
		0.40		0.30	
Vmax(m/s)=		0.50			
Vmin(m/s)=		0.30			

En la tabla 16 se observan los datos obtenidos en la progresiva km (0+524 m), que corresponde a la curva 2. El canal en estudio tiene forma rectangular, por lo que para el estudio se dividió en 2 partes, margen derecha (D) y margen izquierda (I) en el sentido de flujo, el promedio de velocidades es de 0.41 m/s. Así mismo, se obtuvo las velocidades mínimas y máximas, las cuales fueron 0.30 m/s y 0.50 m/s respectivamente.

c) Registro de datos para el día 3 en zonas de singularidad

Tabla 17. Registro de velocidades en ZS 33

REGISTRO PARA DATOS				
NOMBRE DE ZONA DE SINGULARIDAD (ZS)	:	ZS 33 : TRAMO 1 DEL CANAL NO REVESTIDO		
PROGRESIVA	:	0+840 m		
FECHA	:	10/03/2021		
DIA DE AFORO:	:	DIA 3 - MIERCOLES		
ELABORADO POR	:	LOAYZA SANCHEZ LINO YHOEL MEZA OSPINAL CRISTINA CARMEN		
DIA 3				
	2º HORARIO 1º HORARIO HORAF	Distancia de la orilla (m)	Velocidad (m/s)	V promedio (m/s)
		0.000	0.0	
		0.350	0.2	
		0.700	0.2	0.100
		1.050	0.1	
		1.400	0.0	
		0.350	0.2	
		0.700	0.2	0.125
		1.050	0.1	
		1.400	0.0	
Vmax(m/s)=		0.20		
Vmin(m/s)=		0.10		

En la tabla 17 se observan los datos obtenidos en la progresiva km (0+840 m), que corresponde al tramo 1 del canal no revestido. El canal en estudio tiene forma rectangular, el promedio de velocidades es de 0.10 m/s. Así mismo, se obtuvo las velocidades mínimas y máximas las cuales fueron 0.10 m/s y 0.20 m/s respectivamente.

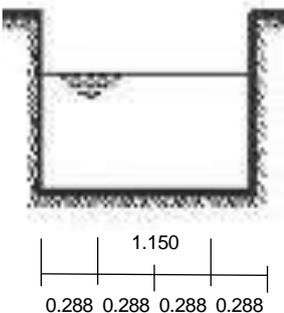
d) Registro de datos para el día 4 en zonas de singularidad

Tabla 18. Registro de velocidades en ZS 32

REGISTRO PARA DATOS					
NOMBRE DE ZONA DE SINGULARIDAD (ZS) : ZS 32 : TOMA LATERAL N°18					
PROGRESIVA : 0+760 m					
FECHA : 11/03/2021					
DIA DE AFORO: : DIA 4- JUEVES					
ELABORADO POR : LOAYZA SANCHEZ LINO YHOEL MEZA OSPINAL CRISTINA CARMEN					
DIA 4					
ANTES DE LA TOMA	Velocidad D (m/s)	V(promedio) m/s	Velocidad I (m/s)	V(promedio) m/s	
	0.40		0.40		
	0.30	0.333	0.40	0.333	
	0.30		0.20		
	0.20		0.20		
	0.30	0.267	0.30	0.233	
	0.30		0.20		
	DIA 4				
	DESPUES DE LA TOMA	Velocidad D (m/s)	V(promedio) m/s	Velocidad I (m/s)	V(promedio) m/s
		0.40		0.40	
0.40		0.333	0.40	0.333	
0.20			0.20		
0.20			0.30		
0.20		0.200	0.20	0.233	
0.20		0.20			
Vmax(m/s)=		0.40			
Vmin(m/s)=		0.20			

En la tabla 16 se observan los datos obtenidos en la progresiva km (0+760 m), que corresponde a la toma lateral 18. El canal en estudio tiene forma rectangular, por lo que para el estudio se dividió en 2 partes, margen derecha (D) y margen izquierda (I) en el sentido de flujo y los datos se tomaron antes y después de la toma lateral, el promedio de velocidades es de 0.29 m/s en la margen derecha y el promedio de velocidades es de 0.27 m/s en la margen izquierda. Así mismo, se obtuvo las velocidades mínimas y máximas, las cuales fueron 0.20 m/s y 0.40 m/s respectivamente.

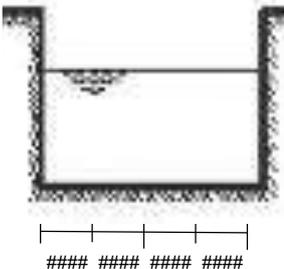
Tabla 19. Registro de velocidades en ZS 35

REGISTRO PARA DATOS					
NOMBRE DE ZONA DE SINGULARIDAD (ZS) :	ZS 35 : TRAMO 2 (0+870 - 1+400) CANAL NO REVESTIDO				
PROGRESIVA :	1+200 m				
FECHA :	11/03/2021				
DIA DE AFORO:	DIA 4 - JUEVES				
ELABORADO POR	LOAYZA SANCHEZ LINO YHOEL MEZA OSPINAL CRISTINA CARMEN				
	HORARIO	DIA 4			
		1° HORARIO	Distancia de la orilla (m)	Velocidad (m/s)	Vpromedio (m/s)
		0.000	0.0		
		0.288	0.3		
		0.575	0.2	0.140	
		0.863	0.2		
		1.150	0.0		
		0.000	0.0		
		0.288	0.3		
		0.575	0.2	0.140	
		0.863	0.2		
		1.150	0.0		
		Vmax(m/s)=		0.30	
		Vmin(m/s)=		0.20	

En la tabla 19 se observan los datos obtenidos en la progresiva km (0+870 m-1+400 m), que corresponde al tramo 2 del canal no revestido, con los estudios realizados en la progresiva km 1+200 m. El canal en estudio tiene forma rectangular, el promedio de velocidades es de 0.14 m/s. Así mismo, se obtuvo las velocidades mínimas y máximas, las cuales fueron 0.20 m/s y 0.30 m/s respectivamente.

e) Registro de datos para el día 5 en zonas de singularidad

Tabla 20. Registro de velocidades en ZS 38

REGISTRO PARA DATOS					
NOMBRE DE ZONA DE SINGULARIDAD (Z) :	ZS 38 : TRAMO 5 (1+900- 2+125) CANAL NO REVESTIDO				
PROGRESIVA :	2+125 m				
FECHA :	12/03/2021				
DIA DE AFORO:	DIA 5 - VIERNES				
ELABORADO POR	LOAYZA SANCHEZ LINO YHOEL MEZA OSPINAL CRISTINA CARMEN				
	HORARIO	DIA 5			
		1° HORARIO	Distancia de la orilla (m)	Velocidad (m/s)	Vpromedio (m/s)
		0.000	0.0		
		0.275	0.2		
		0.550	0.2	0.100	
		0.825	0.1		
		1.100	0.0		
		0.000	0.0		
		0.275	0.2		
		0.550	0.2	0.100	
		0.825	0.1		
		1.100	0.0		
		Vmax(m/s)=		0.20	
		Vmin(m/s)=		0.10	

En la tabla 20 se observan los datos obtenidos en la progresiva km (1+900 m-2+125 m), que corresponde al tramo 5 del canal no revestido, con los estudios realizados en la progresiva km 2+125 m. El canal en estudio tiene forma rectangular, el promedio de velocidades es de 0.10 m/s. Así mismo, se obtuvo las velocidades mínimas y máximas, las cuales fueron 0.10 m/s y 0.20 m/s respectivamente.

4.3.3. Cuantificación de los tirantes de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad

En los siguientes cuadros se muestran resultados de la variación de tirantes (Y) en zonas de singularidad para los 5 días de aforo en el canal revestido y no revestido. Así mismo, se realizó un modelamiento del canal Molino en el programa Hec-Ras.

Tabla 21. Registro de tirantes en el canal revestido

Tirantes en canal revestido												
Descripción	Progresiva	Tirante (Y)										Tirante (m)
		Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		
		D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	
ZS 1: Toma lateral 1	0+005	0.35	0.35	0.43	0.42	0.34	0.34	0.27	0.27	0.34	0.34	0.35
ZS 2: Curva 1	0+034	0.33	0.34	0.40	0.39	0.34	0.35	0.27	0.27	0.34	0.34	0.34
ZS 3: Curva 2	0+071.20	0.33	0.32	0.37	0.38	0.32	0.33	0.27	0.27	0.32	0.32	0.32
ZS 4: Curva 3	0+091	0.31	0.32	0.36	0.37	0.32	0.33	0.27	0.27	0.31	0.32	0.32
ZS 5: Curva 4	0+116	0.31	0.32	0.36	0.37	0.32	0.32	0.27	0.28	0.31	0.32	0.32
ZS 6: Curva 5	0+139	0.29	0.31	0.33	0.33	0.29	0.30	0.26	0.27	0.29	0.30	0.30
ZS 7: Toma lateral 2	0+145	0.29	0.29	0.36	0.36	0.29	0.29	0.26	0.26	0.29	0.29	0.30
ZS 8: Curva 6	0+162	0.29	0.28	0.34	0.33	0.30	0.29	0.26	0.25	0.30	0.29	0.29
ZS 9: Curva 7	0+175	0.29	0.30	0.34	0.33	0.30	0.30	0.26	0.25	0.30	0.31	0.30
ZS 10: Toma lateral 3	0+190	0.30	0.30	0.34	0.33	0.29	0.29	0.25	0.25	0.30	0.30	0.29
ZS 11: Toma lateral 4	0+230	0.30	0.31	0.33	0.33	0.30	0.30	0.23	0.23	0.30	0.30	0.29
ZS 12: Curva 8	0+291	0.30	0.29	0.34	0.32	0.29	0.29	0.22	0.21	0.29	0.29	0.29
ZS 13: Toma lateral 5	0+350	0.27	0.27	0.34	0.34	0.29	0.28	0.20	0.20	0.29	0.28	0.28
ZS 14: Toma lateral 6	0+380	0.30	0.30	0.34	0.34	0.30	0.30	0.20	0.20	0.32	0.32	0.29
ZS 15: Curva 9	0+414	0.27	0.28	0.34	0.34	0.28	0.29	0.20	0.20	0.28	0.28	0.28
ZS 16: Toma lateral 7	0+425	0.27	0.27	0.34	0.34	0.29	0.29	0.20	0.20	0.29	0.29	0.28
ZS 17: Curva 10	0+435	0.28	0.28	0.34	0.33	0.29	0.29	0.13	0.19	0.31	0.31	0.27
ZS 18: Toma lateral 8	0+445	0.29	0.28	0.34	0.34	0.30	0.30	0.19	0.19	0.29	0.29	0.28
ZS 19: Toma lateral 9	0+455	0.29	0.29	0.35	0.35	0.29	0.29	0.19	0.19	0.29	0.29	0.28
ZS 20: Curva 11	0+475	0.28	0.28	0.34	0.34	0.29	0.30	0.20	0.21	0.29	0.29	0.28
ZS 21: Toma lateral 10	0+490	0.28	0.28	0.34	0.34	0.29	0.29	0.19	0.19	0.30	0.30	0.28
ZS 22: Toma lateral 11	0+510	0.28	0.28	0.34	0.34	0.30	0.30	0.20	0.20	0.31	0.31	0.28
ZS 23: Curva 12	0+524	0.27	0.27	0.34	0.33	0.30	0.30	0.20	0.20	0.30	0.31	0.28
ZS 24: Toma lateral 12	0+540	0.27	0.27	0.34	0.34	0.34	0.34	0.19	0.19	0.33	0.33	0.29
ZS 25: Toma lateral 13	0+580	0.30	0.30	0.34	0.34	0.40	0.40	0.19	0.19	0.39	0.39	0.32
ZS 26: Toma lateral 14	0+620	0.31	0.31	0.33	0.33	0.40	0.40	0.19	0.19	0.39	0.39	0.32

ZS 27: Curva 13	0+647	0.31	0.31	0.33	0.33	0.41	0.41	0.19	0.19	0.39	0.39	0.32
ZS 28: Toma lateral 15	0+660	0.33	0.33	0.33	0.33	0.45	0.45	0.19	0.19	0.43	0.43	0.35
ZS 29: Toma lateral 16	0+675	0.35	0.35	0.33	0.33	0.47	0.48	0.19	0.19	0.45	0.45	0.36
ZS 30: Curva 14	0+696	0.35	0.35	0.31	0.30	0.50	0.49	0.20	0.20	0.47	0.47	0.36
ZS 31: Toma lateral 17	0+730	0.35	0.35	0.28	0.28	0.49	0.49	0.20	0.20	0.47	0.47	0.36
ZS 32: Toma lateral 18	0+760	0.36	0.44	0.27	0.27	0.51	0.50	0.20	0.20	0.49	0.49	0.37

Tabla 22 Registro de tirantes en el canal no revestido

Tirantes en canal no revestido												
Descripción	Prog.	Tirante										Tirante(m)
		Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		
		D	I	D	I	D	I	D	I	D	I	
ZS 33: Tramo 1	0+840	0.432		0.428		0.485		0.307		0.433		0.417
ZS 34: Zona de transición	0+865	0.315	0.315	0.315	0.315	0.32	0.321	0.215	0.215	0.324	0.325	0.298
ZS 35: Tramo 2 (0+870 - 1+400)	1+200	0.575		0.373		0.575		0.375		0.655		0.511
ZS 36: Tramo 3 (1+400 - 1+730)	1+550	0.497		0.342		0.527		0.36		0.647		0.474
ZS 37: Tramo 4 (1+730-1+900)	1+820	0.438		0.345		0.53		0.393		0.598		0.461
ZS 38: Tramo 5 (1+900- 2+125)	2+125	0.425		0.402		0.448		0.393		0.55		0.444

En la tabla 21 se muestra el análisis para los tirantes en la margen derecha (D) y la margen izquierda (I) para los 5 días de aforo (valores promedio de los 2 horarios de medición) en el canal revestido. Así mismo, en la tabla 22 se muestra el análisis de tirantes de los 5 días de aforo en el canal no revestido.

Para mostrar la variación de tirantes en las curvas se tomó como referencia a la curva 2 (ZS 3) y la curva 4 (ZS 5). Para la curva 2 se tiene las siguientes dimensiones: $b = 0.71$ m; $H = 0.60$ m; $\bar{Y}(MD) = 0.323$; $\bar{Y}(MI) = 0.321$ y para la curva 4 se tiene las siguientes dimensiones: $b = 0.70$ m; $H = 0.60$ m; $\bar{Y}(MD) = 0.31$; $\bar{Y}(MI) = 0.32$.

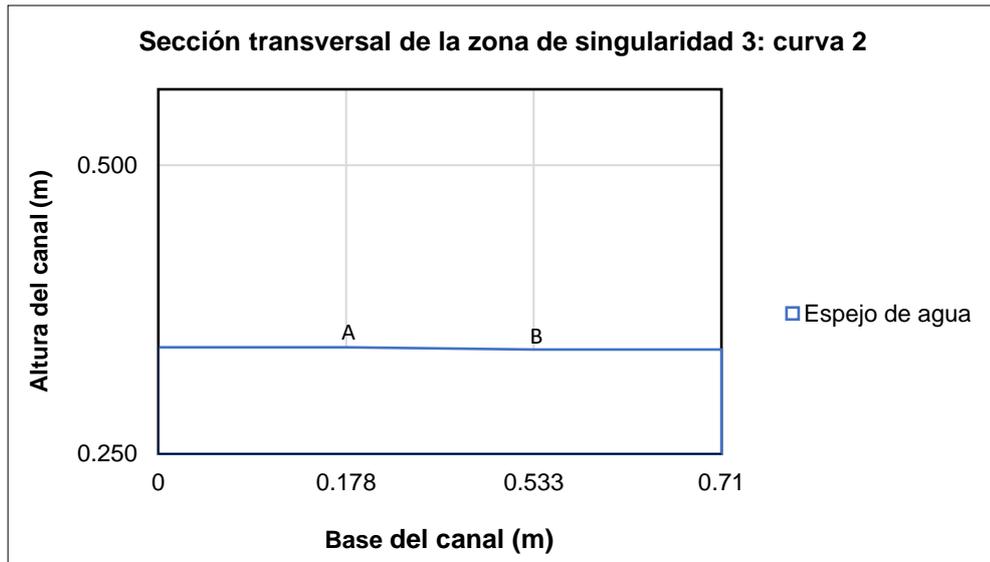


Figura 15. Sección transversal de la curva 2 (ZS 3)

Tabla 23. Datos de la curva 2

Datos de la curva 2		Sentido de curva
Radio de curvatura	= 4.61 m	
Longitud	= 4.09 m	

En la figura 15 se observa la variación de altura de tirantes (Y) entre la zona exterior e interior de la curva 2(ZS 3), el tirante de la margen tiene una altura promedio de 0.323 m (representado por el punto **A**) y el tirante de la margen izquierda tiene una altura promedio de 0.321 (representado por el punto **B**), se puede observar que el tirante exterior a la curva es mayor en 0.002 m al tirante interior.

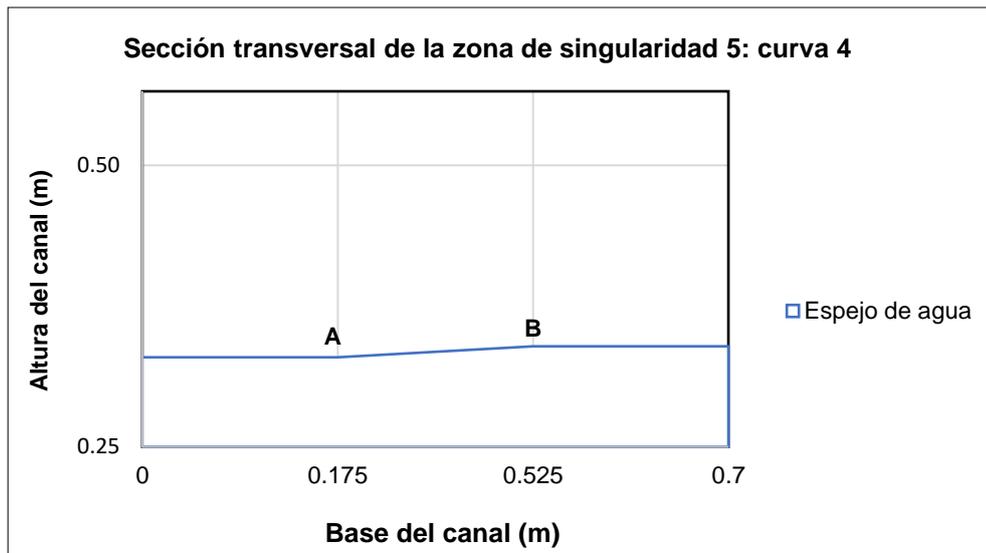


Figura 16. Sección transversal de la curva 4 (ZS 5)

Tabla 24. Datos de la curva 2

Datos de la curva 4		Sentido de curva
Radio de curvatura	= 10.00 m	
Longitud	= 3.26 m	

En la figura 16 se observa la variación de altura de tirantes (Y) entre la zona exterior e interior de la curva 5 (ZS 5), el tirante de la margen tiene una altura promedio de 0.31 m (representado por el punto **A**) y el tirante de la margen izquierda tiene una altura promedio de 0.32 (representado por el punto **B**), se puede observar que el tirante exterior a la curva es mayor en 0.01 m al tirante interior.

A continuación, se muestra el análisis de Hec Ras en zonas de singularidad.

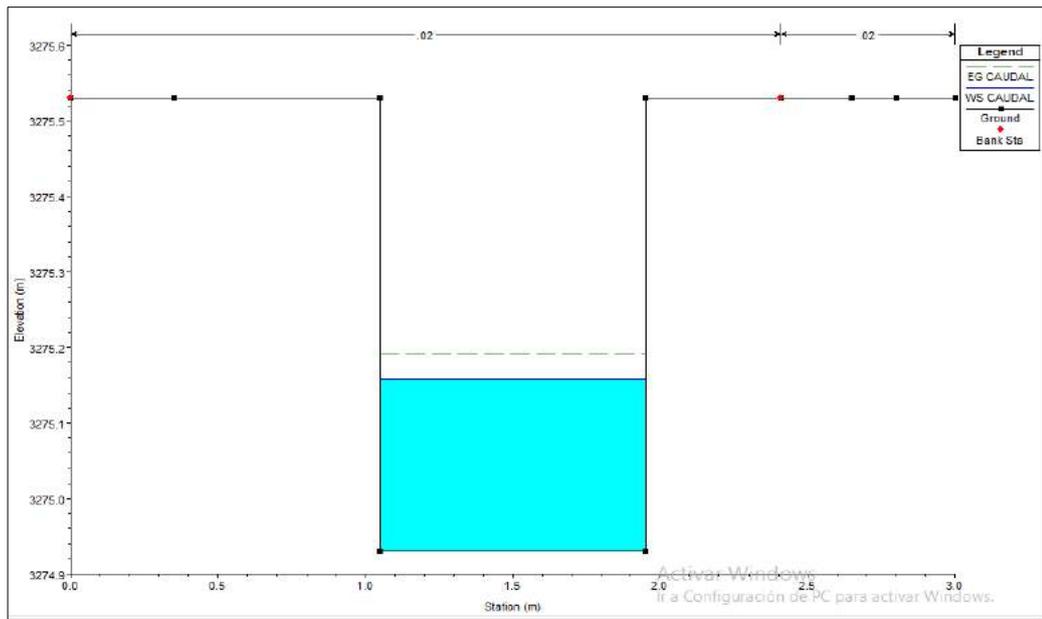


Figura 17. Sección transversal, toma lateral 1 (Hec-Ras)

En la figura 17 se muestra la sección transversal de la toma lateral 1 (ZS 01) ubicado en la progresiva km 0+005, el punto analizado fue la progresiva km 2+122.3 (en Hec Ras), se observa la línea de energía (línea verde) superior por 0.03 a la línea de espejo de agua (línea azul), además se observa la base del canal 0.70 m y el tirante de flujo 0.26 m.

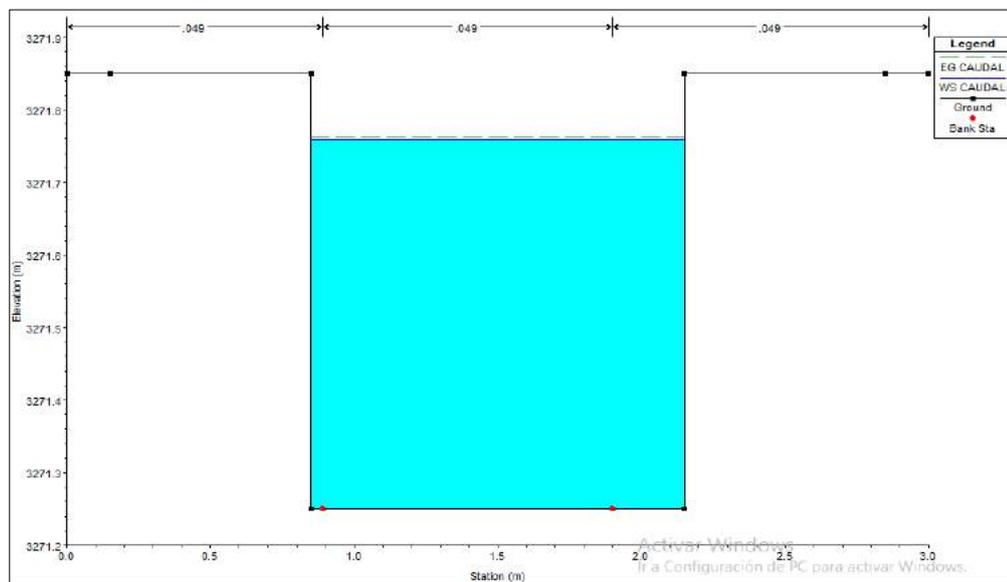


Figura 18. Sección transversal, tramo 2 (Hec-Ras)

En la figura 18 se muestra la sección transversal del tramo 2 (km 0+870 - km 1+400), el punto analizado fue la progresiva km 1+300 (en Hec Ras), se observa la línea de energía (línea verde) es superior por

0.01 al espejo de agua (línea azul), además se observa la base del canal con 1.05 m y el tirante de flujo 0.51 m.

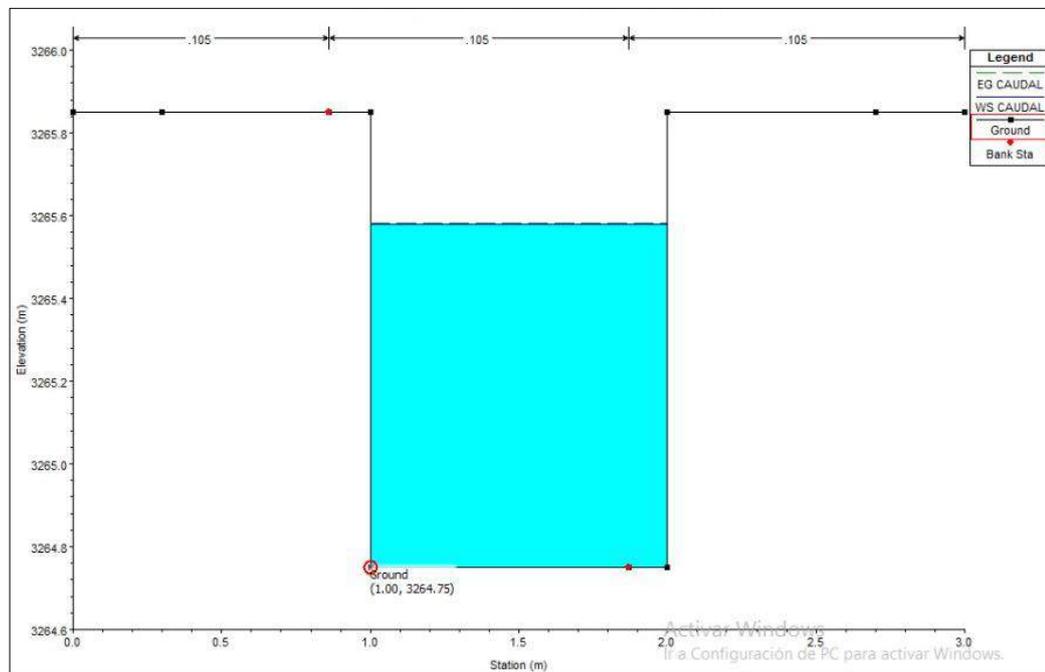


Figura 19. Sección transversal del tramo 5 con Hec Ras

En la figura 19 se muestra la sección transversal del tramo 5 (km 1 + 900 – km 2 + 125) el punto analizado fue la progresiva km 0+010 (en Hec Ras), se observa la línea de energía (línea verde) es igual al espejo de agua (línea azul), además se observa la base del canal con 1.00 m y el tirante de flujo 0.83 m.

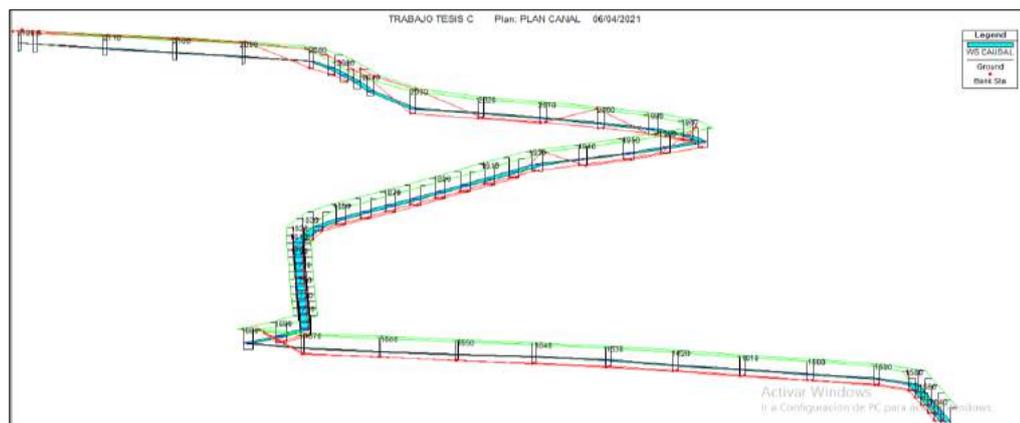


Figura 20. Variación de tirantes según el modelamiento de Hec - Ras

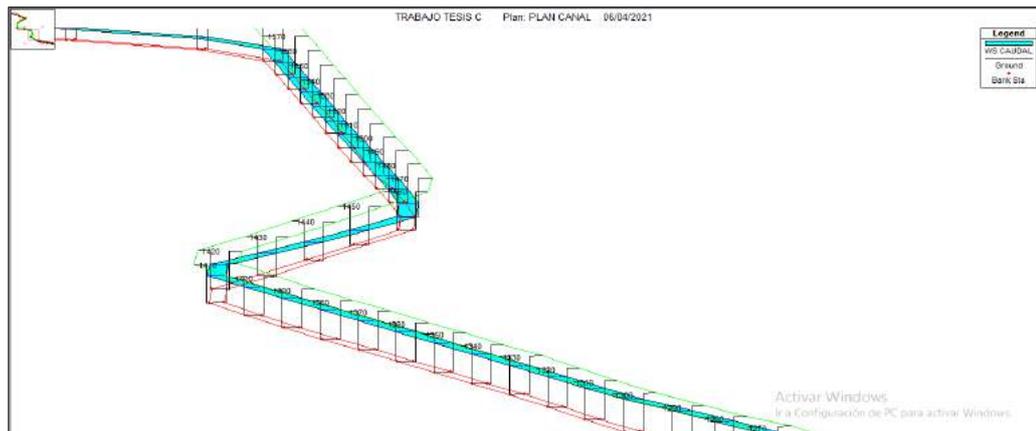


Figura 21. Variación de tirantes según el modelamiento de Hec – Ras

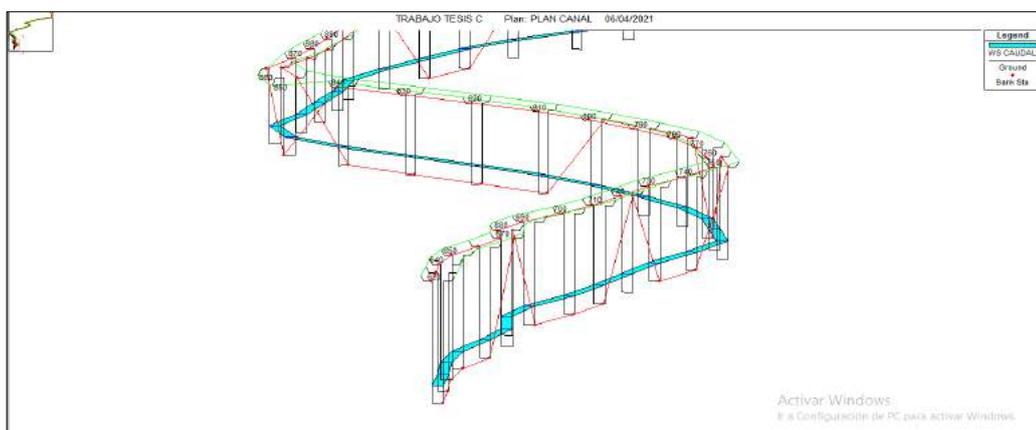


Figura 22. Variación de tirantes según el modelamiento de Hec – Ras

En la **figura 20** se observa el flujo de agua y el tirante resultado del modelamiento en el programa Hec-Ras desde la progresiva km 2 + 122.30 hasta km 1 + 540, en la figura 21 se observa el flujo de agua y tirante desde la progresiva km 1 + 570 hasta km 1 + 270 y en la figura 22 se observa el flujo en la progresiva km 0 + 890 hasta km 0 + 630.

4.3.4. Cálculo de los valores de las rugosidades de las paredes de los canales de riego en zonas de singularidad

Para el análisis de los valores de las rugosidades de las paredes de los canales de riego revestidos y no revestidos en zonas de singularidad se adjunta el registro de datos de la ZS 7, ZS 13, ZS 23, ZS 32, ZS 33, ZS 35, ZS 38 y ZS 5.

a) Registro de datos en la zona de singularidad 7

Tabla 25. Registro de datos en ZS 7

REGISTRO PARA DATOS																	
NOMBRE ZS	: ZS 7 : TOMA LATERAL N°02																
PROGRESIVA	: 0+145																
FECHA	: 08/03/2021																
DIA DE AFORO:	: DÍA 1																
ELABORADO POR	: LOAYZA LINO ; MEZA CRISTINA																
	Método Práctico (Manning)																
	<table border="0"> <tr> <td>V=</td> <td>0.73 m/s</td> <td rowspan="7">$n = \frac{RH^{\frac{2}{3}}XS^{\frac{1}{2}}}{V}$</td> </tr> <tr> <td>B=</td> <td>0.74 m</td> </tr> <tr> <td>y=</td> <td>0.296 m</td> </tr> <tr> <td>A=</td> <td>0.219 m²</td> </tr> <tr> <td>Pm=</td> <td>1.332 m</td> </tr> <tr> <td>RH=</td> <td>0.1644 m</td> </tr> <tr> <td>S=</td> <td>0.002</td> </tr> <tr> <td>n=</td> <td>0.018</td> </tr> </table>	V=	0.73 m/s	$n = \frac{RH^{\frac{2}{3}}XS^{\frac{1}{2}}}{V}$	B=	0.74 m	y=	0.296 m	A=	0.219 m ²	Pm=	1.332 m	RH=	0.1644 m	S=	0.002	n=
V=	0.73 m/s	$n = \frac{RH^{\frac{2}{3}}XS^{\frac{1}{2}}}{V}$															
B=	0.74 m																
y=	0.296 m																
A=	0.219 m ²																
Pm=	1.332 m																
RH=	0.1644 m																
S=	0.002																
n=	0.018																

En la tabla 25 para la zona de singularidad 7 lo que corresponde a la toma lateral 2 que se encuentra ubicada en la progresiva km 0 + 145. Se obtuvo los siguientes valores: aplicando el método práctico se obtuvo una rugosidad de 0.018. Sin embargo, se identificó el valor de $n = 0.016$ en la tabla 3, lo cual es evidencia de que las paredes del canal se encuentran en mal estado.

b) Registro de datos en la zona de singularidad 13

Tabla 26. Registro de datos en ZS 13

REGISTRO PARA DATOS																	
NOMBRE ZS	: ZS 13 : TOMA LATERAL N°05																
PROGRESIVA	: 0+350																
FECHA	: 08/03/2021																
DIA DE AFORO:	: DÍA 1																
ELABORADO POR	: LOAYZA LINO ; MEZA CRISTINA																
	Método Práctico (Manning)																
	<table border="0"> <tr> <td>V=</td> <td>0.58 m/s</td> <td rowspan="8">$n = \frac{RH^{\frac{2}{3}}XS^{\frac{1}{2}}}{V}$</td> </tr> <tr> <td>B=</td> <td>0.85 m</td> </tr> <tr> <td>y=</td> <td>0.277 m</td> </tr> <tr> <td>A=</td> <td>0.2355 m²</td> </tr> <tr> <td>Pm=</td> <td>1.404 m</td> </tr> <tr> <td>RH=</td> <td>0.1677 m</td> </tr> <tr> <td>S=</td> <td>0.002</td> </tr> <tr> <td>n=</td> <td>0.023</td> </tr> </table>	V=	0.58 m/s	$n = \frac{RH^{\frac{2}{3}}XS^{\frac{1}{2}}}{V}$	B=	0.85 m	y=	0.277 m	A=	0.2355 m ²	Pm=	1.404 m	RH=	0.1677 m	S=	0.002	n=
V=	0.58 m/s	$n = \frac{RH^{\frac{2}{3}}XS^{\frac{1}{2}}}{V}$															
B=	0.85 m																
y=	0.277 m																
A=	0.2355 m ²																
Pm=	1.404 m																
RH=	0.1677 m																
S=	0.002																
n=	0.023																

En la tabla 26 para la zona de singularidad 13 lo que corresponde a la toma lateral 5 que se encuentra ubicado en la progresiva km 0 + 350. Se obtuvo los siguientes valores: aplicando el método práctico se obtuvo una

rugosidad de 0.023. Sin embargo, se identificó el valor de $n = 0.016$ en la tabla 3, lo cual es evidencia de que las paredes del canal se encuentran en mal estado.

c) Registro de datos en la zona de singularidad 23

Tabla 27. Registro de datos en ZS 23

REGISTRO PARA DATOS		
NOMBRE ZS	: ZS 23 : CURVA 12	
PROGRESIVA	: 0+524	
FECHA	: 08/03/2021	
DIA DE AFORO:	: DÍA 1	
ELABORADO POR	: LOAYZA LINO ; MEZA CRISTINA	
Método Práctico (Manning)		
Método del Correntómetro	V= 0.45 m/s	$n = \frac{RH^{\frac{2}{3}} XS^{\frac{1}{2}}}{V}$
	B= 0.87 m	
	y= 0.28 m	
	A= 0.244 m ²	
	Pm= 1.43 m	
	RH= 0.170 m	
	S= 0.002	
n= 0.031		



En la tabla 27 para la zona de singularidad 23 lo que corresponde a la curva 12 que se encuentra ubicada en la progresiva km 0 + 524. Se obtuvo los siguientes valores: aplicando el método práctico se obtuvo una rugosidad de 0.031. Sin embargo, se identificó el valor de $n = 0.016$ en la tabla 3, lo cual es evidencia de que las paredes del canal se encuentran en mal estado.

d) Registro de datos en la zona de singularidad 32

Tabla 28. Registro de datos en ZS 32

REGISTRO PARA DATOS		
NOMBRE ZS	: ZS 32 : TOMA LATERAL N°18	
PROGRESIVA	: 0+760	
FECHA	: 08/03/2021	
DIA DE AFORO:	: DÍA 1	
ELABORADO POR	: LOAYZA LINO ; MEZA CRISTINA	
Método Práctico (Manning)		
Método del Correntómetro	V= 0.27 m/s	$n = \frac{RH^{\frac{2}{3}} XS^{\frac{1}{2}}}{V}$
	B= 0.85 m	
	y= 0.372 m	
	A= 0.3162 m ²	
	Pm= 1.594 m	
	RH= 0.1984 m	
	S= 0.002	
n= 0.056		



En la tabla 28 para la zona de singularidad 32 lo que corresponde a la curva 18 que se encuentra ubicada en la progresiva km 0 + 760. Se obtuvo los siguientes valores: aplicando el método práctico se obtuvo una rugosidad de 0.056. Sin embargo, se identificó el valor de $n = 0.016$ en la tabla 3, lo cual es evidencia de que las paredes del canal se encuentran en mal estado.

e) Registro de datos en la zona de singularidad 33

Tabla 29. Registro de datos en ZS 33

REGISTRO PARA DATOS		
NOMBRE ZS	: ZS 33 : TRAMO 1 (Sección natural)	
PROGRESIVA	: 0+840	
FECHA	: 08/03/2021	
DIA DE AFORO:	: DÍA 1	
ELABORADO POR	: LOAYZA LINO ; MEZA CRISTINA	
Método Práctico (Manning)		
Método del Correntómetro	V= 0.19 m/s	$n = \frac{RH^{\frac{2}{3}} XS^{\frac{1}{2}}}{V}$
	B= 1.5 m	
	y= 0.444 m	
	A= 0.666 m ²	
	Pm= 2.388 m	
	RH= 0.2789 m	
	S= 0.002	
n= 0.101		



En la tabla 29 para la zona de singularidad 33 lo que corresponde al tramo 01 del canal no revestido que se encuentra ubicado en la progresiva km 0 + 840. Se obtuvo los siguientes valores: aplicando el método práctico

se obtuvo una rugosidad de 0.101. Sin embargo, se identificó el valor de $n = 0.025$ en la tabla 3, lo cual es evidencia de que las paredes del canal se encuentran en mal estado.

f) Registro de datos en la zona de singularidad 35

Tabla 30. Registro de datos en ZS 35

REGISTRO PARA DATOS		
NOMBRE ZS	: ZS 35 : TRAMO 2 (Sección natural)	
PROGRESIVA	: 0+870 - 1+400	
FECHA	: 08/03/2021	
DIA DE AFORO:	: DÍA 1	
ELABORADO POR	: LOAYZA LINO ; MEZA CRISTINA	
Método Práctico (Manning)		
Método del Correntómetro	V= 0.22 m/s	$n = \frac{RH^{\frac{2}{3}} XS^{\frac{1}{2}}}{V}$
	B= 1.10 m	
	y= 0.499 m	
	A= 0.5489 m ²	
	Pm= 2.098 m	
	RH= 0.2616 m	
	S= 0.002	
n= 0.083		



En la tabla 30 para la zona de singularidad 32 lo que corresponde al tramo 2 del canal no revestido que se encuentra ubicado en la progresiva km 0 + 870 – 1 + 400. Se obtuvo los siguientes valores: aplicando el método práctico se obtuvo una rugosidad de 0.083. Sin embargo, se identificó el valor de $n = 0.025$ en la tabla 3, lo cual es evidencia de que las paredes del canal se encuentran en mal estado.

g) Registro de datos en la zona de singularidad 38

Tabla 31. Registro de datos en ZS 38

REGISTRO PARA DATOS		
NOMBRE ZS	: ZS 38 : TRAMO 5 (Sección natural)	
PROGRESIVA	: 1+900 - 2+125	
FECHA	: 08/03/2021	
DIA DE AFORO:	: DÍA 1	
ELABORADO POR	: LOAYZA LINO ; MEZA CRISTINA	
Método Práctico (Manning)		
Método del Correntómetro	V= 0.17 m/s	$n = \frac{RH^{\frac{2}{3}} XS^{\frac{1}{2}}}{V}$
	B= 1.1 m	
	y= 0.421 m	
	A= 0.4631 m ²	
	Pm= 1.942 m	
	RH= 0.2385 m	
	S= 0.002	
n= 0.101		



En la tabla 31 para la zona de singularidad 38 lo que corresponde al tramo 5 del canal no revestido que se encuentra ubicado en la progresiva km 1 + 900 – 2 + 125. Se obtuvo los siguientes valores: aplicando el método práctico se obtuvo una rugosidad de 0.101. Sin embargo, se identificó el valor de $n = 0.025$ en la tabla 3, lo cual es evidencia de que las paredes del canal se encuentran en mal estado.

h) Registro de datos en la zona de singularidad 5

Tabla 32. Registro de datos en ZS 5

REGISTRO PARA DATOS		
NOMBRE ZS	: ZS 5 : CURVA 4	
PROGRESIVA	: 0+116	
FECHA	: 08/03/2021	
DIA DE AFORO:	: DÍA 1	
ELABORADO POR	: LOAYZA LINO ; MEZA CRISTINA	
Método Práctico (Manning)		
Método del Correntómetro	V= 0.70 m/s	$n = \frac{RH^{\frac{2}{3}}XS^{\frac{1}{2}}}{V}$
	B= 0.71 m	
	y= 0.316 m	
	A= 0.2244 m ²	
	Pm= 1.342 m	
	RH= 0.1672 m	
	S= 0.002	
n= 0.019		



En la tabla 32 para la zona de singularidad 5 lo que corresponde a la curva 4 que se encuentra ubicado en la progresiva km 0 + 116. Se obtuvo los siguientes valores: aplicando el método práctico se obtuvo una rugosidad de 0.019. Sin embargo, se identificó el valor de $n = 0.016$ en la tabla 3, lo cual es evidencia de que las paredes del canal se encuentran en mal estado.

4.3.5. Plantear propuestas de solución en canales de riego en zonas de singularidad – canal Molino, Mito, Junín, 2021

Primera propuesta

n = rugosidad

b = base (m)

y = tirante (m)

A = área

PM = perímetro mojado

RH = radio hidráulico

S = pendiente

Tabla 33. Registro de datos en ZS 5

ZS	Tramo del canal revestido										
	PROG.	n	B	Y	A	Pm	RH	s	V	V de Aforo	Incremento de V.
ZS 1: toma lateral 1	0+005	0.014	0.7	0.345	0.241	1.39	0.173	0.002	0.992	0.693	30.11%
ZS 2: curva 1	0+034	0.014	0.7	0.337	0.236	1.373	0.172	0.002	0.988	0.69	30.16%
ZS 3: curva 2	0+071.20	0.014	0.72	0.322	0.232	1.364	0.17	0.002	0.98	0.681	30.47%
ZS 4: curva 3	0+091	0.014	0.7	0.316	0.221	1.332	0.166	0.002	0.965	0.71	26.42%
ZS 5: curva 4	0+116	0.014	0.71	0.316	0.224	1.342	0.167	0.002	0.969	0.7	27.76%
ZS 6: curva 5	0+139	0.014	0.7	0.297	0.208	1.294	0.161	0.002	0.945	0.728	22.93%
ZS 7: toma lateral 2	0+145	0.014	0.735	0.296	0.218	1.327	0.164	0.002	0.957	0.73	23.72%
ZS 8: curva 6	0+162	0.014	0.7	0.294	0.206	1.288	0.16	0.002	0.941	0.723	23.13%
ZS 9: curva 7	0+175	0.014	0.85	0.297	0.253	1.445	0.175	0.002	0.999	0.578	42.11%
ZS 10: toma lateral 3	0+190	0.014	0.85	0.294	0.25	1.438	0.174	0.002	0.996	0.582	41.60%
ZS 11: toma lateral 4	0+230	0.014	0.85	0.293	0.249	1.437	0.173	0.002	0.992	0.568	42.79%
ZS 12: curva 8	0+291	0.014	0.85	0.285	0.242	1.42	0.17	0.002	0.98	0.575	41.33%
ZS 13: toma lateral 5	0+350	0.014	0.85	0.277	0.235	1.403	0.167	0.002	0.969	0.584	39.71%
ZS 14: toma lateral 6	0+380	0.014	0.85	0.29	0.246	1.43	0.172	0.002	0.988	0.538	45.60%
ZS 15: curva 9	0+414	0.014	0.85	0.275	0.234	1.401	0.167	0.002	0.969	0.553	42.90%
ZS 16: toma lateral 7	0+425	0.014	0.85	0.277	0.236	1.404	0.168	0.002	0.973	0.528	45.70%
ZS 17: curva 10	0+435	0.014	0.85	0.273	0.232	1.396	0.166	0.002	0.965	0.525	45.60%
ZS 18: toma lateral 8	0+445	0.014	0.85	0.281	0.239	1.413	0.169	0.002	0.976	0.51	47.75%
ZS 19: toma lateral 9	0+455	0.014	0.85	0.281	0.239	1.412	0.169	0.002	0.976	0.498	49.03%
ZS 20: curva 11	0+475	0.014	0.85	0.28	0.238	1.411	0.169	0.002	0.976	0.49	49.77%
ZS 21: toma lateral 10	0+490	0.014	0.85	0.279	0.237	1.408	0.168	0.002	0.973	0.487	49.98%
ZS 22: toma lateral 11	0+510	0.014	0.85	0.284	0.242	1.419	0.171	0.002	0.984	0.465	52.74%

ZS 23: curva 12	0+524	0.014	0.87	0.28	0.244	1.43	0.171	0.002	0.984	0.453	53.93%
ZS 24: toma lateral 12	0+540	0.014	0.85	0.293	0.249	1.436	0.173	0.002	0.992	0.438	55.81%
ZS 25: toma lateral 13	0+580	0.014	0.85	0.324	0.275	1.498	0.184	0.002	1.033	0.387	62.57%
ZS 26: toma lateral 14	0+620	0.014	0.85	0.321	0.273	1.493	0.183	0.002	1.03	0.37	64.08%
ZS 27: curva 13	0+647	0.014	0.87	0.323	0.281	1.517	0.185	0.002	1.037	0.353	65.93%
ZS 28: toma lateral 15	0+660	0.014	0.85	0.346	0.294	1.543	0.191	0.002	1.059	0.33	68.84%
ZS 29: toma lateral 16	0+675	0.014	0.85	0.357	0.303	1.564	0.194	0.002	1.071	0.305	71.52%
ZS 30: curva 14	0+696	0.014	0.87	0.362	0.315	1.594	0.198	0.002	1.085	0.288	73.43%
ZS 31: toma lateral 17	0+730	0.014	0.85	0.357	0.304	1.564	0.194	0.002	1.071	0.291	72.84%
ZS 32: toma lateral 18	0+760	0.014	0.85	0.372	0.316	1.594	0.198	0.002	1.085	0.268	75.27%
<u>Tramo del canal natural</u>											
ZS 33: tramo 1	0+840	0.014	1.5	0.417	0.626	2.334	0.268	0.002	1.328	0.173	86.95%
ZS 34: zona de transición	0+865	0.014	1.2	0.298	0.357	1.796	0.199	0.002	1.089	0.368	66.18%
ZS 35: tramo 2 (0+870 - 1+400)	1+200	0.014	1.1	0.511	0.562	2.121	0.265	0.002	1.318	0.26	80.27%
ZS 36: tramo 3 (1+400 - 1+730)	1+550	0.014	0.95	0.474	0.451	1.899	0.237	0.002	1.223	0.267	78.20%
ZS 37: tramo 4 (1+730-1+900)	1+820	0.014	1	0.461	0.461	1.922	0.24	0.002	1.234	0.21	82.98%
ZS 38: tramo 5 (1+900- 2+125)	2+125	0.014	1.1	0.444	0.488	1.987	0.246	0.002	1.254	0.167	86.71%

Propuesta 2: inicialmente se analizó con una pendiente promedio de la existente, pero este método solo modifico las velocidades hasta la progresiva km 0 + 660, finalmente la segunda propuesta consiste en revestir todo el canal lo cual permite modificar las dimensiones del canal según el caudal existente (ver anexo 7).

Tabla 34. Registro de datos

Tramo del canal revestido												
ZS	PROG.	N	m³/s	B	Y	A	Pm	RH	s	V	V de aforo	Incremento de V.
ZS 1 : toma lateral 1	0+005	0.014	0.170	0.7	0.193	0.135	1.086	0.124	0.005	1.256	0.693	44.80%
ZS 2 : curva 1	0+034	0.014		0.7	0.193	0.135	1.086	0.124	0.005	1.256	0.690	45.06%
ZS 3 : curva 2	0+071.20	0.014		0.7	0.193	0.135	1.086	0.124	0.005	1.256	0.681	45.75%
ZS 4 : curva 3	0+091	0.014		0.7	0.193	0.135	1.086	0.124	0.005	1.256	0.710	43.47%
ZS 5 : curva 4	0+116	0.014		0.7	0.193	0.135	1.086	0.124	0.005	1.256	0.700	44.27%
ZS 6 : curva 5	0+139	0.014		0.7	0.193	0.135	1.086	0.124	0.005	1.256	0.728	42.01%
ZS 7: toma lateral 2	0+145	0.014	0.154	0.7	0.180	0.126	1.060	0.119	0.005	1.222	0.730	40.26%
ZS 8 : curva 6	0+162	0.014		0.7	0.180	0.126	1.060	0.119	0.005	1.222	0.723	40.81%
ZS 9 : curva 7	0+175	0.014		0.7	0.180	0.126	1.060	0.119	0.005	1.222	0.578	52.67%
ZS 10: toma lateral 3	0+190	0.014	0.147	0.7	0.174	0.122	1.049	0.116	0.005	1.201	0.582	51.57%
ZS 11: toma lateral 4	0+230	0.014	0.143	0.7	0.171	0.120	1.042	0.115	0.005	1.194	0.568	52.47%
ZS 12: curva 8	0+291	0.014		0.7	0.171	0.120	1.042	0.115	0.005	1.194	0.575	51.84%
ZS 13: toma lateral 5	0+350	0.014	0.138	0.7	0.167	0.117	1.034	0.113	0.005	1.181	0.584	50.54%
ZS 14: toma lateral 6	0+380	0.014	0.134	0.7	0.164	0.115	1.027	0.112	0.005	1.174	0.538	54.22%
ZS 15 : curva 9	0+414	0.014		0.7	0.164	0.115	1.027	0.112	0.005	1.174	0.553	52.87%
ZS 16: toma lateral 7	0+425	0.014	0.129	0.7	0.159	0.112	1.019	0.110	0.005	1.160	0.528	54.45%
ZS 17: curva 10	0+435	0.014		0.7	0.159	0.112	1.019	0.110	0.005	1.160	0.525	54.74%
ZS 18: toma lateral 8	0+445	0.014	0.124	0.7	0.155	0.109	1.010	0.108	0.005	1.145	0.510	55.46%
ZS 19: toma lateral 9	0+455	0.014	0.120	0.7	0.152	0.106	1.003	0.106	0.005	1.131	0.498	56.01%
ZS 20: curva 11	0+475	0.014		0.7	0.152	0.106	1.003	0.106	0.005	1.131	0.490	56.65%
ZS 21: toma lateral 10	0+490	0.014	0.117	0.7	0.149	0.104	0.998	0.104	0.005	1.117	0.487	56.43%
ZS 22: toma lateral 11	0+510	0.014	0.114	0.7	0.147	0.103	0.993	0.104	0.005	1.117	0.465	58.37%

ZS 23 : curva 12	0+524	0.014		0.7	0.147	0.103	0.993	0.104	0.005	1.117	0.453	59.42%
ZS 24: toma lateral 12	0+540	0.014	0.110	0.7	0.143	0.100	0.986	0.101	0.005	1.095	0.438	59.97%
ZS 25: toma lateral 13	0+580	0.014	0.107	0.7	0.140	0.098	0.981	0.100	0.005	1.088	0.387	64.46%
ZS 26: toma lateral 14	0+620	0.014	0.102	0.7	0.136	0.095	0.972	0.098	0.005	1.074	0.370	65.55%
ZS 27 : curva 13	0+647	0.014		0.7	0.136	0.095	0.972	0.098	0.005	1.074	0.353	67.10%
ZS 28: toma lateral 15	0+660	0.014	0.097	0.7	0.131	0.092	0.963	0.096	0.005	1.059	0.330	68.84%
ZS 29: toma lateral 16	0+675	0.014	0.092	0.7	0.127	0.089	0.953	0.093	0.005	1.037	0.305	70.59%
ZS 30: curva 14	0+696	0.014		0.7	0.127	0.089	0.953	0.093	0.005	1.037	0.288	72.20%
ZS 31: toma lateral 17	0+730	0.014	0.086	0.7	0.121	0.085	0.942	0.090	0.005	1.014	0.291	71.32%
ZS 32: toma lateral 18	0+760	0.014	0.083	0.7	0.117	0.082	0.935	0.088	0.005	0.999	0.268	73.14%
TRAMO DEL CANAL NO REVESTIDO												
ZS 33 : tramo 1	0+840.00	0.014		0.7	0.117	0.082	0.935	0.088	0.005	0.999	0.173	82.65%
ZS 34 : Zona de transición	0+865.00	0.014		0.7	0.117	0.082	0.935	0.088	0.005	0.999	0.368	63.13%
Toma lateral 1	1+078.00	0.014	0.132	0.7	0.162	0.113	1.024	0.11	0.005	1.16	0.368	
ZS 35 : tramo 2 (0+870 - 1+400)	1+200.00	0.014		0.7	0.162	0.113	1.024	0.11	0.005	1.16	0.368	68.25%
Toma lateral 2	1+279.00	0.014	0.113	0.7	0.146	0.102	0.991	0.103	0.005	1.11	0.368	
Toma lateral 3	1+464.55	0.014	0.113	0.7	0.146	0.102	0.991	0.103	0.005	1.11	0.368	
Toma lateral 4	1+545.65	0.014	0.113	0.7	0.146	0.102	0.991	0.103	0.005	1.11	0.368	
ZS 36: tramo 3 (1+400 - 1+730)	1+550.00	0.014		0.7	0.146	0.102	0.991	0.103	0.005	1.11	0.368	66.82%
Toma lateral 5	1+818.43	0.014	0.089	0.7	0.124	0.087	0.948	0.092	0.005	1.029	0.368	
ZS 37: tramo 4 (1+730-1+900)	1+820.00	0.014		0.7	0.124	0.087	0.948	0.092	0.005	1.029	0.368	64.20%
ZS 38 : tramo 5 (1+900- 2+125)	2+125.00	0.014		0.7	0.124	0.087	0.948	0.092	0.005	1.029	0.368	64.20%

4.4. Resultado de la investigación

Los resultados se muestran en el orden de los objetivos (general y específico).

4.4.1. Determinación del comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad

En los siguientes cuadros se muestra el resumen de resultados para el comportamiento hidráulico en el canal revestido y no revestido en cada zona de singularidad. Donde S representa la pendiente del canal en estudio.

Tabla 35. Número de Froude en el canal revestido

Análisis del comportamiento hidráulico en canal revestido						
Descripción	Prog.	S m/m	Y (m)	V (m/s)	Froude (F)	Régimen de flujo
ZS 1: toma lateral 1	0+005	0.002	0.345	0.693	0.377	Flujo subcrítico
ZS 2: curva 1	0+034	0.002	0.337	0.69	0.3797	Flujo subcrítico
ZS 3: curva 2	0+071. 20	0.002	0.322	0.681	0.3834	Flujo subcrítico
ZS 4: curva 3	0+091	0.002	0.316	0.710	0.4033	Flujo subcrítico
ZS 5: curva 4	0+116	0.002	0.316	0.700	0.3976	Flujo subcrítico
ZS 6: curva 5	0+139	0.002	0.297	0.728	0.4268	Flujo subcrítico
ZS 7: toma lateral 2	0+145	0.002	0.296	0.730	0.4283	Flujo subcrítico
ZS 8: curva 6	0+162	0.002	0.294	0.723	0.4261	Flujo subcrítico
ZS 9: curva 7	0+175	0.002	0.297	0.578	0.3387	Flujo subcrítico
ZS 10: toma lateral 3	0+190	0.002	0.294	0.582	0.3426	Flujo subcrítico
ZS 11: toma lateral 4	0+230	0.002	0.293	0.568	0.3345	Flujo subcrítico
ZS 12: curva 8	0+291	0.002	0.285	0.575	0.344	Flujo subcrítico
ZS 13: toma lateral 5	0+350	0.002	0.277	0.584	0.3547	Flujo subcrítico
ZS 14: toma lateral 6	0+380	0.002	0.290	0.538	0.3188	Flujo subcrítico
ZS 15: curva 9	0+414	0.002	0.275	0.553	0.3366	Flujo subcrítico
ZS 16: toma lateral 7	0+425	0.002	0.277	0.518	0.3144	Flujo subcrítico
ZS 17: curva 10	0+435	0.002	0.273	0.525	0.3209	Flujo subcrítico
ZS 18: toma lateral 8	0+445	0.002	0.281	0.510	0.307	Flujo subcrítico
ZS 19: toma lateral 9	0+455	0.002	0.281	0.498	0.2997	Flujo subcrítico
ZS 20: curva 11	0+475	0.002	0.280	0.49	0.2956	Flujo subcrítico
ZS 21: toma lateral 10	0+490	0.002	0.279	0.487	0.294	Flujo subcrítico
ZS 22: toma lateral 11	0+510	0.002	0.284	0.465	0.2784	Flujo subcrítico
ZS 23: curva 12	0+524	0.002	0.280	0.453	0.2735	Flujo subcrítico
ZS 24: toma lateral 12	0+540	0.002	0.293	0.438	0.2585	Flujo subcrítico
ZS 25: toma lateral 13	0+580	0.002	0.324	0.387	0.217	Flujo subcrítico

ZS 26: toma lateral 14	0+620	0.002	0.321	0.370	0.2084	Flujo subcrítico
ZS 27: curva 13	0+647	0.002	0.323	0.353	0.1984	Flujo subcrítico
ZS 28: toma lateral 15	0+660	0.002	0.346	0.330	0.179	Flujo subcrítico
ZS 29: toma lateral 16	0+675	0.002	0.357	0.305	0.163	Flujo subcrítico
ZS 30: curva 14	0+696	0.002	0.362	0.288	0.1531	Flujo subcrítico
ZS 31: toma lateral 17	0+730	0.002	0.357	0.291	0.1554	Flujo subcrítico
ZS 32: toma lateral 18	0+760	0.002	0.372	0.268	0.1404	Flujo subcrítico

En la tabla 35 se muestra los resultados del comportamiento hidráulico en las zonas de singularidad en el canal revestido, donde el tirante mínimo promedio fue de 0.273 m que se registró en la progresiva km 0+435 (ZS 17), el tirante máximo promedio fue de 0.372 m que se registró en la progresiva km 0+760 (ZS 32), la velocidad mínima promedio fue de 0.268 m/s que se registró en la progresiva km 0+760 (ZS 32) y la velocidad máxima promedio fue de 0.730 m/s que se registró en la progresiva km 0+145 (ZS 17). Finalmente, el número de Froude mínimo en los 5 días de aforo fue de 0.1404 en la progresiva km 0+760 (ZS 32) lo cual indica un flujo subcrítico ($F < 1$), el número de Froude máximo fue de 0.4283 en la progresiva km 0+145 (ZS 17) lo cual indica un flujo subcrítico ($F < 1$).

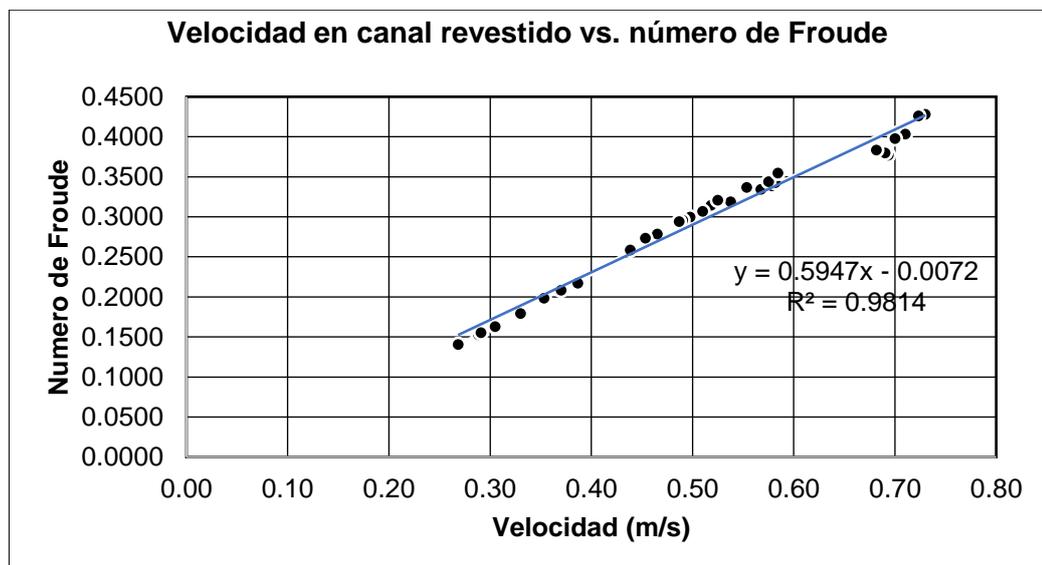


Figura 23. Velocidad - canal revestido vs número de Froude

La figura 23 muestra la relación entre velocidad en el canal revestido y el número de Froude, se observa una tendencia lineal, lo cual indica que el número de Froude incrementa respecto al incremento de

velocidades. Cuando se tiene una velocidad máxima de 0.73 m/s se observa el número de Froude máxima de 0.4283.

Tabla 36. Número de Froude en el canal no revestido

Análisis del comportamiento hidráulico en canal no revestido						
Descripción	Prog.	S (m/m)	Y (m)	V (m/s)	Froude (F)	Régimen de flujo
ZS 33: tramo 1	0+840	0.002	0.417	0.173	0.0857	Flujo subcrítico
ZS 34: zona de transición	0+865	0.002	0.298	0.368	0.2155	Flujo subcrítico
ZS 35: tramo 2 (0+870-1+400)	1+200	0.002	0.511	0.26	0.1162	Flujo subcrítico
ZS 36: tramo 3 (1+400-1+730)	1+550	0.002	0.474	0.267	0.1236	Flujo subcrítico
ZS 37: tramo 4 (1+730-1+900)	1+820	0.002	0.461	0.21	0.0987	Flujo subcrítico
ZS 38: tramo 5 (1+900-2+125)	2+125	0.002	0.444	0.167	0.0799	Flujo subcrítico

En la tabla 36 se muestra los resultados del comportamiento hidráulico en las zonas de singularidad en el canal no revestido, el tirante mínimo promedio fue de 0.298 m que se registró en la progresiva km 0+865 (ZS 34) y el tirante máximo promedio fue de 0.511 m que se registró en la progresiva km 1+200 (ZS 35). La velocidad mínima promedio fue de 0.167 m/s que se registró en la progresiva km 2+125 (ZS 38) y la velocidad máxima promedio fue de 0.368 m/s que se registró en la progresiva km 0+865 (SZ 34). Finalmente, el número de Froude mínimo en los 5 días de aforo fue de 0.079 en la progresiva km 2+125 (ZS 38), lo cual indica un flujo subcrítico ($F < 1$) y el número de Froude máximo fue de 0.2155 en la progresiva km 0+865 (ZS 34), lo cual indica un flujo subcrítico ($F < 1$).

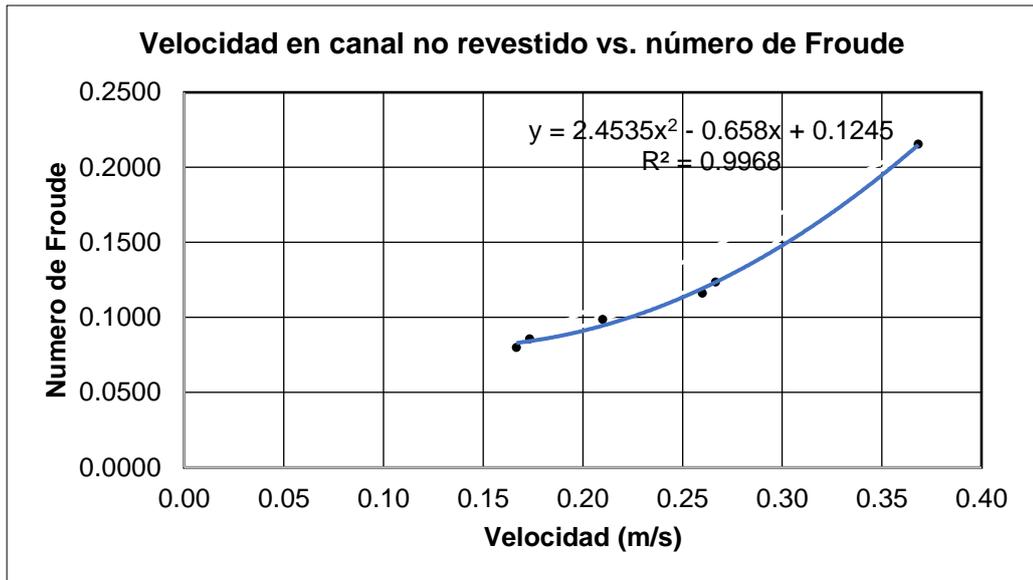


Figura 24. Velocidad – canal no revestido vs. número de Froude

La figura 24 muestra la relación entre velocidad en el canal no revestido y el número de Froude, se observa una tendencia polinómica de grado 2, lo cual indica que el número de Froude depende de la velocidad. Cuando se tiene una velocidad máxima de 0.368 m/s se observa el número de Froude máxima de 0.2155.

En el siguiente cuadro se muestran valores de caudales promedio de los 5 días de aforo, para lo cual se consideró “**entrada**” a los caudales tomados antes de la toma lateral y “**salida**” a la medida después de la toma lateral con el objetivo de hallar pérdidas, estos datos fueron tomados en el escenario de “**compuerta de toma lateral cerrada**”, así mismo se muestran las pérdidas que se generan en cada zona de singularidad.

Tabla 37. Valores del número de Froude en el canal no revestido

Promedio de caudales					
Descripción	Prog.	Ent. (m ³ /s)	Sal. (m ³ /s)	Pér. (m ³ /s)	% pérdida
ZS 1: toma lateral 1	0+005	0.170	0.138	0.004	2.650
ZS 2: curva 1	0+034	0.165		0.001	0.640
ZS 3: curva 2	0+071.20	0.163		0.001	0.660
ZS 4: curva 3	0+091	0.159		0.004	2.440
ZS 5: curva 4	0+116	0.158		0.001	0.640
ZS 6: curva 5	0+139	0.155		0.003	1.830
ZS 7: toma lateral 2	0+145	0.154	0.125	0.004	2.740
ZS 8: curva 6	0+162	0.148		0.005	3.480
ZS 9: curva 7	0+175	0.147		0.002	0.980
ZS 10: toma lateral 3	0+190	0.147	0.119	0.004	2.890
ZS 11: toma lateral 4	0+230	0.143	0.117	0.003	2.380
ZS 12: curva 8	0+291	0.139		0.004	3.120
ZS 13: toma lateral 5	0+350	0.138	0.112	0.003	2.730
ZS 14: toma lateral 6	0+380	0.134	0.109	0.003	2.730
ZS 15: curva 9	0+414	0.130		0.004	3.720
ZS 16: toma lateral 7	0+425	0.129	0.106	0.002	1.610
ZS 17: curva 10	0+435	0.125		0.004	3.440
ZS 18: toma lateral 8	0+445	0.124	0.101	0.003	2.710
ZS 19: toma lateral 9	0+455	0.120	0.099	0.001	1.080
ZS 20: curva 11	0+475	0.118		0.002	1.930
ZS 21: toma lateral 10	0+490	0.117	0.096	0.003	2.130
ZS 22: toma lateral 11	0+510	0.114	0.093	0.002	2.310
ZS 23: curva 12	0+524	0.111		0.003	3.110
ZS 24: toma lateral 12	0+540	0.110	0.089	0.003	2.610
ZS 25: toma lateral 13	0+580	0.107	0.086	0.003	3.030
ZS 26: toma lateral 14	0+620	0.102	0.082	0.003	2.860
ZS 27: curva 13	0+647	0.098		0.004	3.640
ZS 28: toma lateral 15	0+660	0.097	0.078	0.004	4.680
ZS 29: toma lateral 16	0+675	0.092	0.075	0.002	3.080
ZS 30: curva 14	0+696	0.088	0	0.004	5.030
ZS 31: toma lateral 17	0+730	0.086	0.07	0.002	2.730
ZS 32: toma lateral 18	0+760	0.083	0.067	0.003	3.740
ZS 33: tramo 1	0+840	0.077		0.006	8.030
ZS 34: zona de transición	0+865	0.132		-0.055	-42.320
ZS 35: tramo 2 (0+870 - 1+400)	1+200	0.113		0.019	17.790
ZS 36: tramo 3 (1+400 - 1+730)	1+550	0.089		0.024	27.050
ZS 37: tramo 4 (1+730-1+900)	1+820	0.074		0.015	20.770
ZS 38: tramo 5 (1+900- 2+125)	2+125	0.062		0.012	19.080

De la tabla 37 se tiene el valor del caudal de ingreso máximo (promedio de los 5 días de aforo) que fue de 0.170 m³/s o 170 l/s lo cual no sobrepasa la altura total del canal, además se observa que el caudal no es constante en todos los tramos debido a las pérdidas que se generan,

donde la pérdida máxima se da en la progresiva km 0+162 (ZS 8) fue de 3.48 l/s, por otra parte se observa un incremento de caudal de 42.32 l/s en la progresiva km 0+865 (ZS 34 - zona de transición). Así mismo, la pérdida máxima en el canal no revestido fue de 27.05 l/s esto debido a la infiltración, ver figura 14.

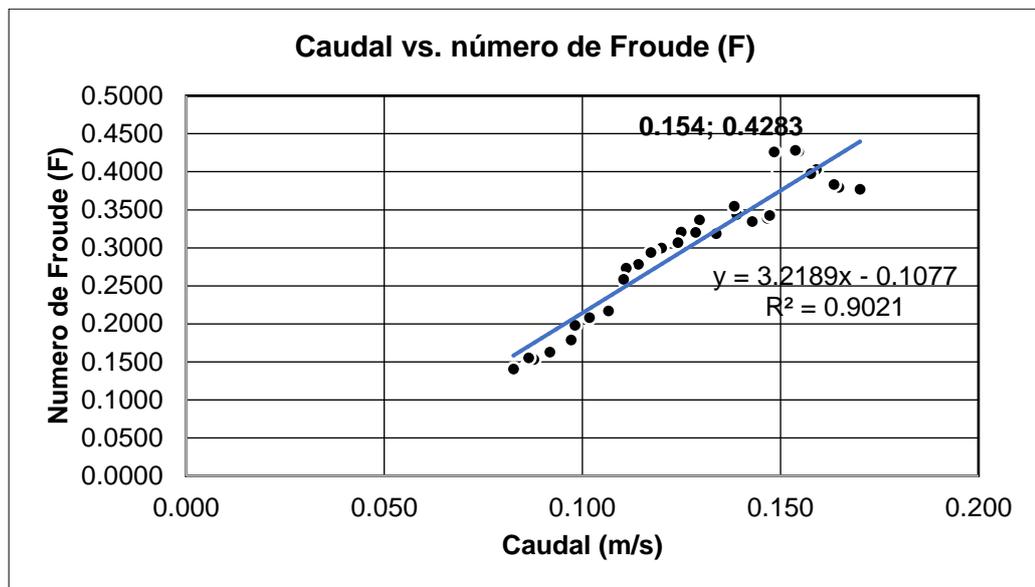


Figura 25. Velocidad – canal no revestido vs. número de Froude

En la figura 25 se observa que el número de Froude máximo 0.4283 se produce cuando el caudal es de 0.154 m³/s o 154 l/s. Además, se observa una tendencia lineal positiva.

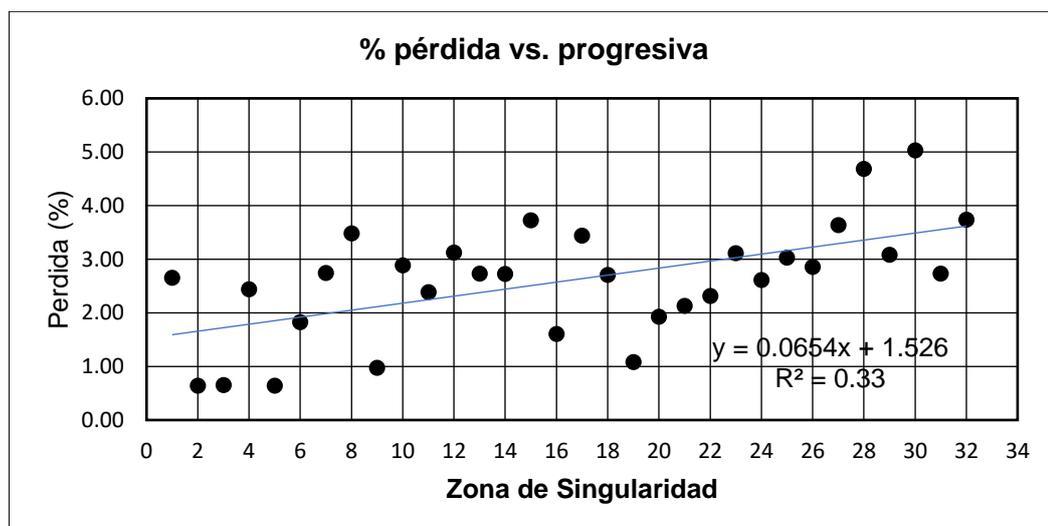


Figura 26. Pérdidas (%) vs. progresivas en canal revestido

En la figura 26 se observa la dispersion del % de pérdida de caudales en el canal revestido con tendencia lineal positiva.

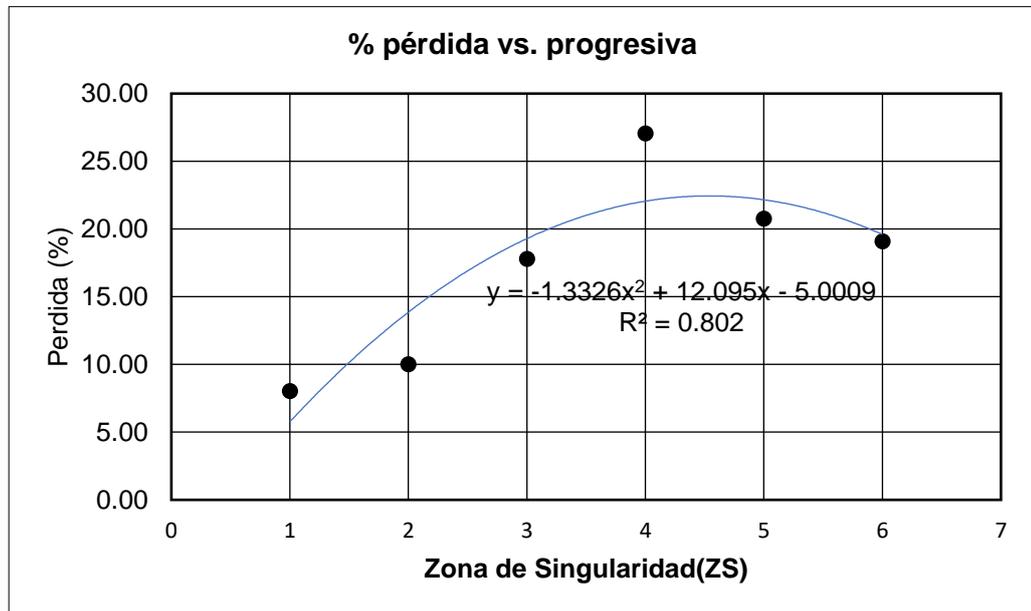


Figura 27. Pérdidas (%) vs. progresivas en canal no revestido

En la figura 27 se observa la dispersion del % de pérdida de caudales en el canal no revestido con tendencia polinómica de grado 2.

Análisis de la eficiencia de conducción y pérdidas

Tabla 38. Valores del número de Froude en el canal no revestido

ZS	Día 1				Día 2				Día 3				Día 4				Día 5			
	Q. ent. (m ³ /s)	Q. sal. (m ³ /s)	Pérdidas por infiltr.	Pér. (lt/s)	Q. ent. (m ³ /s)	Q. Sal. (m ³ /s)	Pérdidas por infiltr.	Pér. (m ³ /s)	Q. ent. (m ³ /s)	Q. sal. (m ³ /s)	Pérdidas por infiltr.	Pér. (m ³ /s)	Ent. (m ³ /s)	Sal. (m ³ /s)	Pérdidas por infiltr.	Pér. (m ³ /s)	Q. ent. (m ³ /s)	Q. sal. (m ³ /s)	Pérdidas por infiltr.	Pér. (m ³ /s)
ZS 1	0.165	0.155	0.005	0.0095	0.226	0.224		0.002	0.16	0.158		0.002	0.135	0.129	0.004	0.006	0.165	0.164		0.001
ZS 2	0.155			0.0002	0.220			0.003	0.158			0	0.129			0.001	0.162			0.002
ZS 3	0.155			0.0002	0.216			0.004	0.158			0	0.128			0.001	0.161			0.001
ZS 4	0.153			0.0016	0.201		0.005	0.015	0.155			0.002	0.127			0.001	0.159			0.003
ZS 5	0.153			0.0001	0.196		0.005	0.005	0.155			0	0.127			0	0.158			0.001
ZS 6	0.151			0.0025	0.187		0.005	0.009	0.154			0.001	0.126			0.001	0.157			0.001
ZS 7	0.15	0.148		0.0022	0.185	0.184		0.002	0.153	0.151		0.003	0.125	0.123		0.003	0.155	0.153		0.002
ZS 8	0.148			0	0.171		0.005	0.014	0.151			0.003	0.121		0.004	0.004	0.151			0.004
ZS 9	0.148			0.0002	0.167		0.005	0.005	0.149		0.005	0.001	0.121			0	0.149			0.002
ZS 10	0.147	0.145		0.0013	0.164	0.160		0.004	0.149	0.148		0.001	0.13	0.117	0.005	0.013	0.147	0.146		0.001
ZS 11	0.145	0.144		0.0007	0.160	0.157		0.004	0.148	0.147		0.001	0.116	0.107	0.004	0.009	0.146	0.145		0.001
ZS 12	0.143			0.0011	0.156			0.004	0.147		0.005	0.001	0.107		0.004	0.009	0.143			0.003
ZS 13	0.143	0.142		0.0013	0.155	0.151	0.005	0.005	0.146	0.146		0	0.106	0.096	0.004	0.01	0.141	0.141		0.001
ZS 14	0.139	0.138		0.0013	0.150	0.148		0.002	0.145	0.14		0.004	0.096	0.089	0.004	0.007	0.139	0.138		0.002
ZS 15	0.137			0.0004	0.148			0.003	0.14			0.004	0.088		0.004	0.008	0.135			0.004
ZS 16	0.135	0.135		0.0006	0.145	0.145		0	0.14	0.138		0.002	0.087	0.083	0.004	0.004	0.136	0.133		0.002
ZS 17	0.132			0.0021	0.145			0.001	0.135		0.005	0.005	0.08		0.004	0.007	0.132			0.003
ZS 18	0.132	0.131		0.0003	0.145	0.137	0.005	0.007	0.134	0.134		0	0.079	0.073	0.004	0.006	0.132	0.13		0.001
ZS 19	0.13	0.13		0.0002	0.136	0.133		0.004	0.131	0.131		0	0.072	0.071		0.001	0.13	0.129		0.001
ZS 20	0.13			0.0004	0.132			0.004	0.13			0.002	0.07			0.002	0.127			0.002
ZS 21	0.129	0.129		0.0002	0.132	0.123	0.005	0.009	0.128	0.126		0.002	0.071	0.07		0.002	0.126	0.126		0
ZS 22	0.128	0.128		0	0.123	0.118	0.005	0.005	0.126	0.123		0.005	0.069	0.066		0.004	0.125	0.124		0.001
ZS 23	0.128			0.0003	0.118		0.005	0.005	0.122			0.003	0.065			0.004	0.122			0.002
ZS 24	0.127	0.124		0.003	0.117	0.111	0.005	0.007	0.122	0.12		0.002	0.065	0.065		0.001	0.12	0.117		0.003

ZS 25	0.123	0.121		0.0023	0.110	0.101	0.005	0.009	0.119	0.119	0	0.065	0.062		0.003	0.115	0.115	0.001
ZS 26	0.119	0.115		0.0043	0.101	0.094	0.005	0.007	0.117	0.115	0.001	0.061	0.061		0	0.112	0.109	0.003
ZS 27	0.114			0.0007	0.093		0.005	0.008	0.115		0.002	0.06			0.001	0.109		0.003
ZS 28	0.113	0.104	0.0054	0.0084	0.093	0.087	0.005	0.006	0.112	0.111	0.001	0.06	0.055	0.004	0.005	0.109	0.107	0.001
ZS 29	0.103	0.1		0.0024	0.086	0.084		0.002	0.108	0.107	0.002	0.055	0.051	0.004	0.004	0.107	0.105	0.001
ZS 30	0.099			0.0012	0.084			0.003	0.104		0.005	0.051		0.004	0.004	0.102		0.005
ZS 31	0.098	0.094		0.0038	0.083	0.082		0.001	0.099	0.097	0.002	0.051	0.05		0.001	0.101	0.097	0.004
ZS 32	0.093	0.093		0.0001	0.080	0.076		0.004	0.095	0.09	0.005	0.05	0.046		0.003	0.095	0.094	0.002

Tabla 39. Resultados las eficiencias de conducción por cada día de aforo

DIA 1: Eficiencia de conducción = 53.14 %

DIA 2: Eficiencia de conducción = 35.50 %

DIA 3: Eficiencia de conducción = 59.40 %

DIA 4: Eficiencia de conducción = 36.60 %

DIA 5: Eficiencia de conducción = 57.85 %

En la tabla 38 se observan los resultados para el cálculo de pérdidas que existen en el canal Molino para los 5 días de aforo. Se observa que la pérdida que predomina es la pérdida por infiltración mediante el método de Moritz, pérdida por infiltración debido a las fisuras, pérdidas por fugas en las estructuras en las tomas laterales, además se analizó en una proporción mínima a las pérdidas por evaporación. La tabla 39 muestra los resultados de la eficiencia de conducción del canal en estudio para los 5 días de aforo, lo cual muestra que los valores son bajos.

Tabla 40. Análisis de pérdidas en las zonas de singularidad

ZS	Prog.	Observaciones
ZS 1: toma lateral 1	0+005	Se pierde en promedio 4.5 L por infiltración (Moritz) 1.90 L en promedio por fugas en las estructuras.
ZS 2: curva 1	0+034	Se pierde en promedio 1.55 L por infiltración (Moritz), en el día 3 de aforo no se hallaron pérdidas.
ZS 3: curva 2	0+071.20	Se pierde en promedio 1.55 L por infiltración (Moritz), en el día 3 de aforo no se hallaron pérdidas.
ZS 4: curva 3	0+091	Se pierde en promedio 2.52 L por infiltración (Moritz) y 10 L en promedio por fugas en las estructuras (día 2).
ZS 5: curva 4	0+116	Se pierde en promedio 2.03 L por infiltración (Moritz) y en los días 3 y 4 no se hallaron pérdidas.
ZS 6: curva 5	0+139	Se pierde en promedio 2.10 L por infiltración (Moritz) y 4 L por infiltración a causa de fisuras.
ZS 7: toma lateral 2	0+145	Se pierde en promedio 2.44 L por fugas en las estructuras.
ZS 8: curva 6	0+162	Se pierde en promedio 4 L por infiltración (Moritz) y 9 L por fugas en las estructuras (día 2).
ZS 9: curva 7	0+175	Se pierde en promedio 2.44 L por infiltración (Moritz) y 1 L por infiltración a causa de las fisuras
ZS 10: toma lateral 3	0+190	Se pierde en promedio 1.83 L por fugas en las estructuras, 5 L por infiltración (Moritz) y 8 L por infiltración a causa de las fisuras en el día 4 de aforo
ZS 11: toma lateral 4	0+230	Se pierde en promedio 1.68 L por fugas en las estructuras, 4 L por infiltración (Moritz) y 5 L por infiltración a causa de las fisuras en el día 4 de aforo.
ZS 12: curva 8	0+291	Se pierde en promedio 2.62 L por infiltración (Moritz) y 5 L por infiltración a causa de las fisuras (día 4).
ZS 13: toma lateral 5	0+350	Se pierde 4 L por infiltración (Moritz), 6 L por fugas en las estructuras a causa de las fisuras en el día 4 de aforo y 1.83 L en promedio por fugas en las estructuras.
ZS 14: toma lateral 6	0+380	Se pierde 4 L por infiltración (Moritz), 3 L por fugas en las estructuras a causa de las fisuras en el día 4 de aforo y 2.33 L en promedio por fugas en las estructuras
ZS 15: curva 9	0+414	Se pierde 3.08 L e promedio por infiltración (Moritz) y 4 L por infiltración a causa de las fisuras (día 4).
ZS 16: toma lateral 7	0+425	Se pierde 4 L por infiltración (Moritz) día 4 y 1.53 L en promedio por fugas en las estructuras.
ZS 17: curva 10	0+435	Se pierde 4.5 L en promedio por infiltración (Moritz) y 1.82 L en promedio por fugas en las estructuras.
ZS 18: toma lateral 8	0+445	Se pierde 4.5 L en promedio por infiltración (Moritz) y 1.06 L en promedio por fugas en las estructuras.
ZS 19: toma lateral 9	0+455	Se pierde 1.55 L en promedio por fugas en las estructuras y en el día 3 de aforo no se hallaron perdidas.
ZS 20: curva 11	0+475	Se pierde 2.08 L en promedio por infiltración a causa de las fisuras.
ZS 21: toma lateral 10	0+490	Se pierde 5 L por infiltración (Moritz) en el día 2 de aforo y 2.05 L en promedio por fugas en las estructuras.
ZS 22: toma lateral 11	0+510	Se pierde 5 L por infiltración (Moritz) en el día 2 de aforo y 2.33 L en promedio por fugas en las estructuras.
ZS 23: curva 12	0+524	Se pierde 5 L por infiltración (Moritz) en el día 2 de aforo y 2.33 L por infiltración a causa de las fisuras.
ZS 24: toma lateral 12	0+540	Se pierde 5 L por infiltración (Moritz) en el día 2 de aforo y 2.25 L en promedio por fugas en las estructuras.

ZS 25: toma lateral 13	0+580	Se pierde 5 L por infiltración (Moritz) en el día 2 de aforo y 2.83 L en promedio por fugas en las estructuras.
zs 26: toma lateral 14	0+620	Se pierde 5 L por infiltración (Moritz) en el día 2 de aforo y 2.58 L en promedio por fugas en las estructuras.
ZS 27: curva 13	0+647	Se pierde 5 L por infiltración (Moritz) y 1.94 L en promedio por infiltración debido a las fisuras.
ZS 28: toma lateral 15	0+660	Se pierde 4.8 L en promedio por infiltración (Moritz) y 1.75 L en promedio por fugas en las estructuras.
ZS 29: toma lateral 16	0+675	Se pierde 4 L por infiltración (Moritz) en el día 4 de aforo y 1.85 L en promedio por fugas en las estructuras.
ZS 30: curva 14	0+696	Se pierde 5 L por infiltración (Moritz) en el día 4 de aforo y 3.55 L en promedio por infiltración debido a las fisuras.
ZS 31: toma lateral 17	0+730	Se pierde 2.36 L en promedio por fugas en las estructuras.
ZS 32: toma lateral 18	0+760	Se pierde 2.82 L en promedio por fugas en las estructuras.

La tabla 40 muestra el análisis de cantidad de perdida por cada zona de singularidad.

4.4.2. Estimación de los valores que alcanzan las velocidades de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad

En las siguientes tablas se muestran las velocidades en cada zona de singularidad por los 5 días de aforo en el canal revestido y no revestido.

Tabla 41. Resumen para los valores de velocidad en zona de singularidad del canal revestido

Descripción	Prog.	Velocidades en canal revestido					
		Velocidades (m/s)					
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	V (promedio)
ZS 1: toma lateral 1	0+005	0.65	0.76	0.67	0.70	0.69	0.69
ZS 2: curva 1	0+034	0.64	0.79	0.66	0.68	0.68	0.69
ZS 3: curva 2	0+071.20	0.62	0.76	0.68	0.66	0.70	0.68
ZS 4: curva 3	0+091	0.69	0.77	0.69	0.68	0.73	0.71
ZS 5: curva 4	0+116	0.68	0.77	0.68	0.66	0.71	0.70
ZS 6: curva 5	0+139	0.73	0.74	0.74	0.68	0.76	0.73
ZS 7: toma lateral 2	0+145	0.72	0.74	0.75	0.68	0.77	0.73
ZS 8: curva 6	0+162	0.74	0.74	0.73	0.68	0.73	0.72
ZS 9: curva 7	0+175	0.59	0.58	0.58	0.55	0.58	0.58
ZS 10: toma lateral 3	0+190	0.58	0.57	0.60	0.58	0.58	0.58
ZS 11: toma lateral 4	0+230	0.56	0.56	0.57	0.58	0.58	0.57
ZS 12: curva 8	0+291	0.57	0.56	0.59	0.58	0.58	0.58
ZS 13: toma lateral 5	0+350	0.62	0.53	0.60	0.59	0.58	0.58
ZS 14: toma lateral 6	0+380	0.55	0.52	0.56	0.55	0.51	0.54

ZS 15: curva 9	0+414	0.59	0.51	0.58	0.52	0.57	0.55
ZS 16: toma lateral 7	0+425	0.58	0.44	0.56	0.46	0.54	0.52
ZS 17: curva 10	0+435	0.57	0.51	0.55	0.49	0.51	0.53
ZS 18: toma lateral 8	0+445	0.55	0.49	0.53	0.46	0.53	0.51
ZS 19: toma lateral 9	0+455	0.54	0.46	0.53	0.44	0.52	0.50
ZS 20: curva 11	0+475	0.54	0.46	0.52	0.42	0.52	0.49
ZS 21: toma lateral 10	0+490	0.55	0.44	0.51	0.43	0.50	0.49
ZS 22: toma lateral 11	0+510	0.53	0.42	0.50	0.40	0.48	0.47
ZS 23: curva 12	0+524	0.55	0.41	0.47	0.38	0.47	0.45
ZS 24: toma lateral 12	0+540	0.55	0.40	0.42	0.40	0.43	0.44
ZS 25: toma lateral 13	0+580	0.48	0.37	0.35	0.39	0.35	0.39
ZS 26: toma lateral 14	0+620	0.45	0.35	0.35	0.37	0.34	0.37
ZS 27: curva 13	0+647	0.43	0.33	0.33	0.37	0.33	0.35
ZS 28: toma lateral 15	0+660	0.39	0.32	0.29	0.36	0.30	0.33
ZS 29: toma lateral 16	0+675	0.35	0.30	0.27	0.33	0.28	0.31
ZS 30: curva 14	0+696	0.33	0.32	0.24	0.30	0.25	0.29
ZS 31: toma lateral 17	0+730	0.32	0.35	0.24	0.30	0.25	0.29
ZS 32: toma lateral 18	0+760	0.28	0.34	0.22	0.28	0.23	0.27

En la tabla 41 se muestran las velocidades promedio de las zonas de singularidad, donde la velocidad mínima promedio fue de 0.27 m/s que se da en la progresiva km 0+760 (ZS 32) y la velocidad máxima promedio fue de 0.73 m/s que se da en la progresiva km 0+145 (ZS 7). Blazquez (1987) en el Módulo: abastecimiento y saneamiento urbano, menciona que la velocidad mínima deberá ser superior o igual a 0.60 m/s para evitar sedimentación.

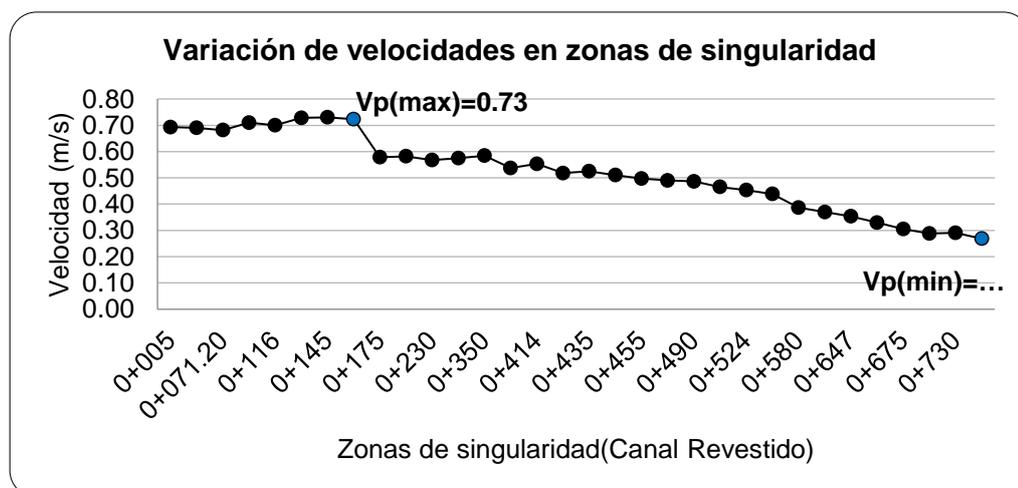


Figura 28. Variación de velocidades en canal revestido

De la figura 28 se identifican los valores de la velocidad mínima promedio y máximo promedio en el canal revestido, la velocidad mínima promedio se encuentra en la progresiva km 0+760 m con el valor de 0.27 m/s y la velocidad máxima promedio se ubica en la progresiva km 0+162 con el valor de 0.73 m/s. Se observa que a partir de la progresiva km 0+162 existe una velocidad menor a 0.60 m/s (velocidad límite de sedimentación), lo que evidencia existencia de depósitos o sedimentos, según Blazquez (1987) en el Módulo: abastecimiento y saneamiento urbano.

Tabla 42. Velocidad en zona de singularidad del canal no revestido
Velocidades en el canal no revestido

Descripción	Prog.	Velocidades (m/s)					V (prom)
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	
ZS 33: tramo 1	0+840	0.20	0.17	0.17	0.13	0.20	0.17
ZS 34: zona de transición	0+865	0.40	0.33	0.37	0.37	0.38	0.37
ZS 35: tramo 2 (0+870 - 1+400)	1+200	0.27	0.33	0.23	0.23	0.23	0.26
ZS 36: tramo 3 (1+400 - 1+730)	1+550	0.30	0.33	0.23	0.23	0.23	0.27
ZS 37: tramo 4 (1+730-1+900)	1+820	0.27	0.23	0.18	0.17	0.20	0.21
ZS 38: tramo 5 (1+900- 2+125)	2+125	0.20	0.17	0.17	0.10	0.17	0.17

En la tabla 42 se muestra las velocidades promedio de las zonas de singularidad, donde la velocidad mínima promedio fue de 0.17 m/s que se da en la progresiva km 0+840 (ZS 33) y km 2+125 (ZS 38) y la velocidad máxima promedio fue de 0.347 m/s que se da en la progresiva km 0+860 (zona de transición). Según Blazquez (1987) en el Módulo: abastecimiento y saneamiento urbano menciona que la velocidad mínima deberá ser superior o igual a 0.60 m/s para evitar sedimentación.

4.4.3. Cuantificación de los tirantes de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad

En los siguientes cuadros se observan los resultados para los tirantes promedio en los 5 días de aforo en la margen derecha (D) y margen izquierda(I).

Tabla 43. Tirantes en el canal revestido

Tirantes promedio en canal revestido						
Descripción	Prog.	Tirante promedio (m)				
		Margen		Tirante promedio		
		D	I	<i>in situ</i>	Hec Ras	
ZS 1: toma lateral 1	0+005	0.345	0.345	0.345	0.260	
ZS 2: curva 1	0+034	0.335	0.338	0.337	0.255	
ZS 3: curva 2	0+071.20	0.323	0.321	0.322	0.250	
ZS 4: curva 3	0+091	0.313	0.319	0.316	0.255	
ZS 5: curva 4	0+116	0.312	0.320	0.316	0.185	
ZS 6: curva 5	0+139	0.293	0.301	0.297	0.190	
ZS 7: toma lateral 2	0+145	0.296	0.296	0.296	0.190	
ZS 8: curva 6	0+162	0.298	0.290	0.294	0.200	
ZS 9: curva 7	0+175	0.297	0.298	0.297	0.205	
ZS 10: toma lateral 3	0+190	0.294	0.294	0.294	0.215	
ZS 11: toma lateral 4	0+230	0.293	0.294	0.293	0.205	
ZS 12: curva 8	0+291	0.289	0.281	0.285	0.200	
ZS 13: toma lateral 5	0+350	0.276	0.277	0.277	0.210	
ZS 14: toma lateral 6	0+380	0.290	0.289	0.290	0.195	
ZS 15: curva 9	0+414	0.274	0.277	0.275	0.210	
ZS 16: toma lateral 7	0+425	0.276	0.278	0.277	0.210	
ZS 17: curva 10	0+435	0.268	0.278	0.273	0.209	
ZS 18: toma lateral 8	0+445	0.281	0.281	0.281	0.215	
ZS 19: toma lateral 9	0+455	0.281	0.281	0.281	0.215	
ZS 20: curva 11	0+475	0.279	0.282	0.280	0.216	
ZS 21: toma lateral 10	0+490	0.279	0.279	0.279	0.220	
ZS 22: toma lateral 11	0+510	0.284	0.285	0.284	0.215	
ZS 23: curva 12	0+524	0.279	0.281	0.280	0.215	
ZS 24: toma lateral 12	0+540	0.293	0.293	0.293	0.215	
ZS 25: toma lateral 13	0+580	0.324	0.324	0.324	0.210	
ZS 26: toma lateral 14	0+620	0.321	0.321	0.321	0.235	
ZS 27: curva 13	0+647	0.323	0.324	0.323	0.235	
ZS 28: toma lateral 15	0+660	0.346	0.347	0.346	0.240	
ZS 29: toma lateral 16	0+675	0.357	0.357	0.357	0.270	
ZS 30: curva 14	0+696	0.365	0.358	0.362	0.375	
ZS 31: toma lateral 17	0+730	0.356	0.358	0.357	0.415	
ZS 32: toma lateral 18	0+760	0.366	0.379	0.372	0.475	

En la tabla 43 se observan resultados de los tirantes en el canal revestido en la margen derecha e izquierda, se realizó la comparación de tirantes en las curvas identificadas que son 14, en promedio se encontró que la altura exterior es superior en 0.065 m promedio al tirante interior de la curva. Estos valores son comparados con los valores extraídos de la modelación con Hec Ras.

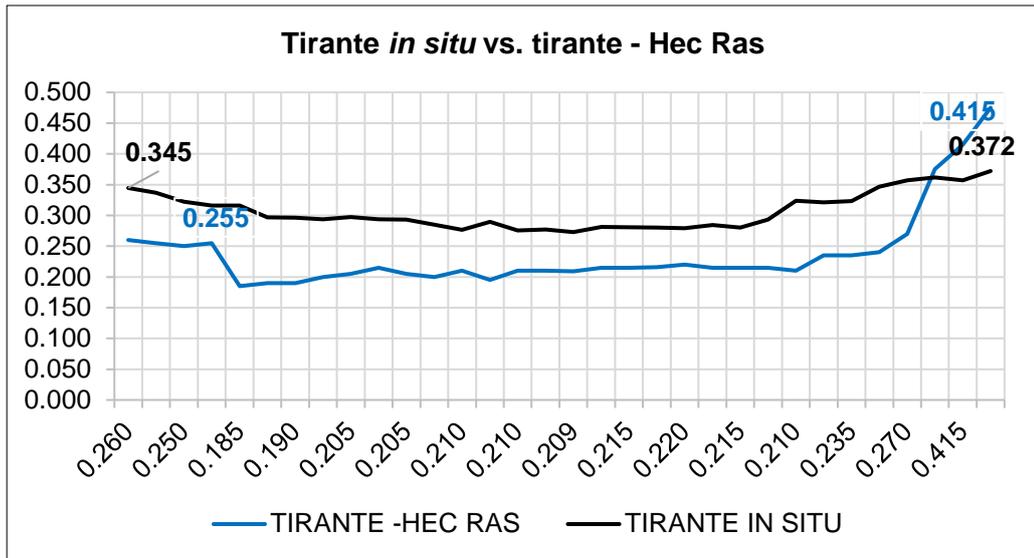


Figura 29. Tirante *in situ* vs. tirante (Hec Ras) en el canal revestido

En la figura 39 se observan los resultados de los tirantes *in situ* para el canal revestido, donde el máximo tirante es 0.372 m en la progresiva km 0+760 (ZS 32) y el tirante mínimo es 0.273 m en la progresiva km 0+435 (ZS 17), además se observan los resultados para los tirantes extraídos de Hec Ras, donde el tirante máximo es 0.355 m y el tirante mínimo es 0.147 m.

4.4.3.1. Análisis de casos

Grupo por corregir: tirante de canal revestido *in situ*.

Grupo confiable: tirante de canal revestido con Hec Ras.

Para lo cual se tiene la siguiente ecuación:

$$\bar{X}_1 = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^n X_i \quad (\text{Ec. 1.4})$$

$$S_1 = \left[\frac{1}{n_1 - 1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_1)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 2.4})$$

$$\bar{X}_2 = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^n X_i \quad (\text{Ec. 3.4})$$

$$S_2 = \left[\frac{1}{n_2 - 1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X}_2)^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 4.4})$$

Donde:

X_1 = información de análisis

$n_1; n_2$ = tamaño del grupo 1 y 2

$\bar{X}_1; \bar{X}_2$ = media del grupo 1 y 2

$S_1; S_2$ = desviación estándar del grupo 1 y 2

Primer grupo : $n_1 = 32$ $\bar{X}_1 = 0.304$ $S_1 = 0.0296$

Segundo grupo : $n_1 = 32$ $\bar{X}_2 = 0.227$ $S_2 = 0.0649$

A. Prueba de medias

Formulación de hipótesis:

Hipótesis nula

H_0 = no existen diferencias significativas (estadísticamente) entre los 2 grupos de tirantes.

$$u_1 = u_2$$

u_1 = representa el promedio de tirantes a corregir.

u_2 = **representa el promedio de tirantes confiable.**

Hipótesis alterna

H_a = sí existen diferencias significativas (estadísticamente) entre los 2 grupos de tirantes.

$$u_1 \neq u_2$$

Nivel de significancia

Se trabajó con un nivel de significancia del 5 % ($\alpha = 0.05$). Esto significa que existe una probabilidad de 95 % de aceptar la hipótesis nula.

Prueba estadística

Se asume una distribución normal a la distribución de los tirantes, por lo cual se elige la prueba “t” de Student.

Grado de libertad

$$GL = n_1 + n_2 - 2 \quad (\text{Ec. 5.4})$$

Para la investigación:

$$GL = 32 + 32 - 2 = 60$$

Con un nivel de significación de 5 % se ubica el valor de T_t (T de tabla) = 2, según tabla.

Si T_c (T calculado) $\geq T_t$, se rechaza H_0

Toma de decisión

$$S_p = \left[\frac{(n_1 - 1) \cdot S_1^2 + (n_2 - 1) \cdot S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 6.4})$$

$$S_d = S_p \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 7.4})$$

$$T_c = \frac{(\bar{X}_1 - \bar{X}_2) - (u_1 - u_2)}{S_d} \quad (\text{Ec. 8.4})$$

Donde:

S_d = desviación estándar ponderada

S_p = desviación estándar de los promedios

T_c : valor de T calculado

Resultados

S_p	:	0.05050
S_d	:	0.0126
T_c	:	0.6529

Como se observa $T_c < T_t$, por lo tanto, no existe salto en la media, por lo tanto estadísticamente $\bar{X}_1 = \bar{X}_2$.

B. Prueba de varianzas

Formulación de hipótesis

Hipótesis nula

H_0 = no existen diferencias significativas (estadísticamente) entre los 2 grupos de tirantes.

$$u_1 = u_2$$

u_1 = representa el promedio de tirantes a corregir

u_2 = representa el promedio de tirantes confiable

Hipótesis alterna

H_a = sí existen diferencias significativas (estadísticamente) entre los 2 grupos de tirantes.

$$u_1 \neq u_2$$

Nivel de significancia

Se trabajó con un nivel de significancia del 5 % ($\alpha = 0.05$). Esto significa que existe una probabilidad de 95 % de aceptar la hipótesis nula.

Prueba estadística

Se asume una distribución normal a la distribución de los tirantes, por lo cual se elige la prueba “t” de Student.

Grado de libertad

$$GLN = n_1 - 1 \quad (\text{Ec. 9.4})$$

$$GLD = n_2 - 1 \quad (\text{Ec. 10.4})$$

$$GDL = 32 - 1 = 31$$

Toma de decisión

Se realiza el cálculo de F_c (F calculado) para comparar con el valor de F_t (F de tabla) = 2.04

Ecuaciones para el calculo F_c .

$$F_c = \text{Si } S_1^2 > S_2^2 \quad \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (\text{Ec. 11.4})$$

$$F_c = \text{Si } S_2^2 > S_1^2 \quad \frac{S_2^2}{S_1^2} \quad (\text{Ec. 12.4})$$

Para el caso se tiene que $S_2 > S_1$, por lo tanto, $F_c = 0.207$. Como $F_c < F_t$ se concluye que $S_1 = S_2$. Finalmente, los valores son estadísticamente iguales, por lo que no se deben corregir los datos del grupo 1.

Tabla 44. Tirantes en el canal no revestido

Descripción	Prog.	Tirantes promedio en canal no revestido			
		D	I	<i>in situ</i>	Hec Ras
ZS 33: tramo 1		0+840	0.417	0.417	0.510
ZS 34: zona de transición		0+865	0.298	0.298	0.426
ZS 35: tramo 2 (0+870 - 1+400)		1+200	0.511	0.511	0.402
ZS 36: tramo 3 (1+400 - 1+730)		1+550	0.474	0.474	0.376
ZS 37: tramo 4 (1+730-1+900)		1+820	0.461	0.461	0.518
ZS 38: tramo 5 (1+900- 2+125)		2+125	0.444	0.444	0.536

En la tabla 44 se observan resultados de los tirantes en las zonas de singularidad en el canal no revestido, donde el tirante mínimo es de 0.298 m en la progresiva km 0+865 (ZS 34) y el tirante máximo es de 0.511 m que se encuentra en la progresiva km 1+200 (ZS 35), además se observan los resultados extraídos del programa Hec Ras con el tirante mínimo es de 0.554 m y el tirante máximo es de 0.948 m.

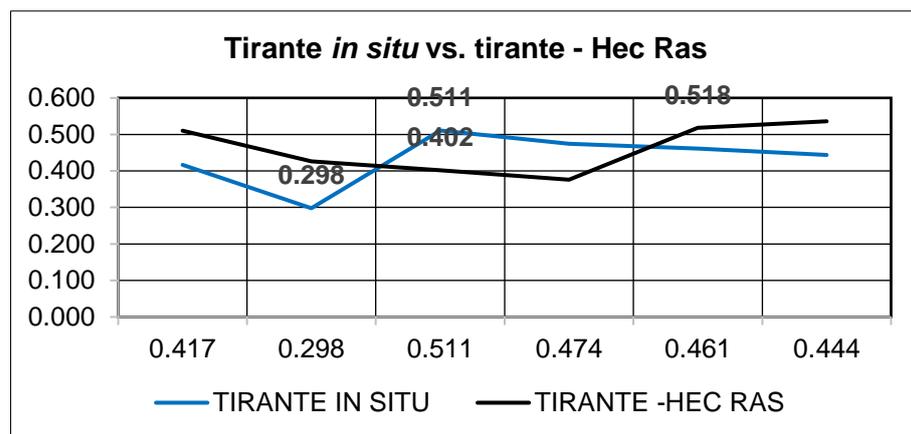


Figura 30. Tirante *in situ* vs. tirante (Hec Ras) en el canal no revestido

En la figura 30 se observan los resultados de los tirantes *in situ* para el canal no revestido, donde el tirante mínimo es de 0.298 m en la progresiva km 0+865 (ZS 34) y el máximo tirante es de 0.511 m en la progresiva km 1+200 (ZS 35), además se observan los resultados para los tirantes extraídos de Hec Ras, donde el tirante mínimo es 0.554 m y el tirante máximo es 0.948 m.

4.4.3.2. Análisis de casos

Grupo por corregir: tirante de canal no revestido *in situ*.

Grupo confiable: tirante de canal no revestido con Hec Ras.

Para lo cual existe la siguiente ecuación:

Primer grupo	:	$n_1 = 6$	$\bar{X}_1 = 0.421$	$S_1 = 0.0737$
Segundo grupo	:	$n_2 = 6$	$\bar{X}_2 = 0.423$	$S_2 = 0.0681$

A. Prueba de medias

Formulación de hipótesis

Hipótesis nula

H_0 = no existen diferencias significativas (estadísticamente) entre los 2 grupos de tirantes.

$$u_1 = u_2$$

u_1 = representa el promedio de tirantes a corregir

u_2 = representa el promedio de tirantes confiable

Hipótesis alterna

H_a = sí existen diferencias significativas (estadísticamente) entre los 2 grupos de tirantes.

$$u_1 \neq u_2$$

Nivel de significancia

Se trabajó con un nivel de significancia del 5 % ($\alpha = 0.05$). Esto significa que existe una probabilidad de 95 % de aceptar la hipótesis nula.

Prueba estadística

Se asume una distribución normal a la distribución de los tirantes por lo cual se elige la prueba "t" de Student.

Grado de libertad

$$GL = 6 + 6 - 2 = 10$$

Con un nivel de significación de 5 % se ubica el valor de T_t (T de tabla) = 2.23, según tabla.

Si T_c (T calculado) $\geq T_t$, se rechaza H_0

Toma de decisión

T_c : valor de T calculado

Resultados

S_p : 0.07096

S_d : 0.04097

T_c : -0.1058

Como se observa $T_c < T_t$, por lo tanto, no existe salto en la media y $\bar{X}_1 = \bar{X}_2$.

B. Prueba de varianzas

Formulación de hipótesis

Hipótesis nula

H_0 = no existen diferencias significativas (estadísticamente) entre los 2 grupos de tirantes.

$$u_1 = u_2$$

u_1 = representa el promedio de tirantes a corregir

u_2 = representa el promedio de tirantes confiable

Hipótesis alterna

H_a = sí existen diferencias significativas (estadísticamente) entre los 2 grupos de tirantes.

$$u_1 \neq u_2$$

Nivel de significancia

Se trabajó con un nivel de significancia del 5 % ($\alpha = 0.05$). Esto significa que existe una probabilidad de 95 % de aceptar la hipótesis nula.

Prueba estadística

Se asume una distribución normal a la distribución de los tirantes por lo cual se elige la prueba "t" de Student.

Grado de libertad

$$GLN = 6 - 1 = 5$$

$$GLD = 6 - 1 = 5$$

Toma de decisión

Se realiza el cálculo de F_c (F calculado) para comparar con el valor de F_t (F de tabla) = 2.02.

Para el caso se tiene que $S_2 > S_1$, por lo tanto $F_c = 1.17$. Como $F_c < F_t$ se concluye que $S_1 = S_2$. Finalmente, los valores son estadísticamente iguales, por lo que no se deben corregir los datos del grupo 1.

4.4.4. Cálculo de los valores de las rugosidades de las paredes de los canales de riego en zonas de singularidad

En los siguientes cuadros se tiene la variación de la rugosidad teórica y rugosidad práctica en cada zona de singularidad.

Tabla 45. Rugosidad teórica en el canal revestido

Rugosidad teórica y práctica en canal revestido			
Descripción	Prog.	S	Rugosidad teórica
ZS 1: toma lateral 1	0+005	0.002	0.020
ZS 2: curva 1	0+034	0.002	0.020
ZS 3: curva 2	0+071.20	0.002	0.020
ZS 4: curva 3	0+091	0.002	0.019
ZS 5: curva 4	0+116	0.002	0.019
ZS 6: curva 5	0+139	0.002	0.018
ZS 7: toma lateral 2	0+145	0.002	0.018
ZS 8: curva 6	0+162	0.002	0.018
ZS 9: curva 7	0+175	0.002	0.024
ZS 10: toma lateral 3	0+190	0.002	0.024
ZS 11: toma lateral 4	0+230	0.002	0.025
ZS 12: curva 8	0+291	0.002	0.024
ZS 13: toma lateral 5	0+350	0.002	0.023
ZS 14: toma lateral 6	0+380	0.002	0.026
ZS 15: curva 9	0+414	0.002	0.025
ZS 16: toma lateral 7	0+425	0.002	0.026
ZS 17: curva 10	0+435	0.002	0.026
ZS 18: toma lateral 8	0+445	0.002	0.037
ZS 19: toma lateral 9	0+455	0.002	0.027
ZS 20: curva 11	0+475	0.002	0.028
ZS 21: toma lateral 10	0+490	0.002	0.028
ZS 22: toma lateral 11	0+510	0.002	0.030
ZS 23: curva 12	0+524	0.002	0.030
ZS 24: toma lateral 12	0+540	0.002	0.032
ZS 25: toma lateral 13	0+580	0.002	0.037
ZS 26: toma lateral 14	0+620	0.002	0.039
ZS 27: curva 13	0+647	0.002	0.041
ZS 28: toma lateral 15	0+660	0.002	0.045
ZS 29: toma lateral 16	0+675	0.002	0.049
ZS 30: curva 14	0+696	0.002	0.053
ZS 31: toma lateral 17	0+730	0.002	0.052
ZS 32: toma lateral 18	0+760	0.002	0.057

En la tabla 45 se muestran los valores de rugosidad teórica en el canal revestido, donde la rugosidad teórica mínima es 0.018 y la rugosidad teórica máxima es 0.057. Según Villon (24) el valor de diseño para canales revestidos con concreto es 0.016 (ver tabla 3), en la investigación el 100 % de los valores calculados supera este valor máximo, debido a la presencia

de sedimentos en la base del canal, así como también la presencia de malezas, algas, entre otros.

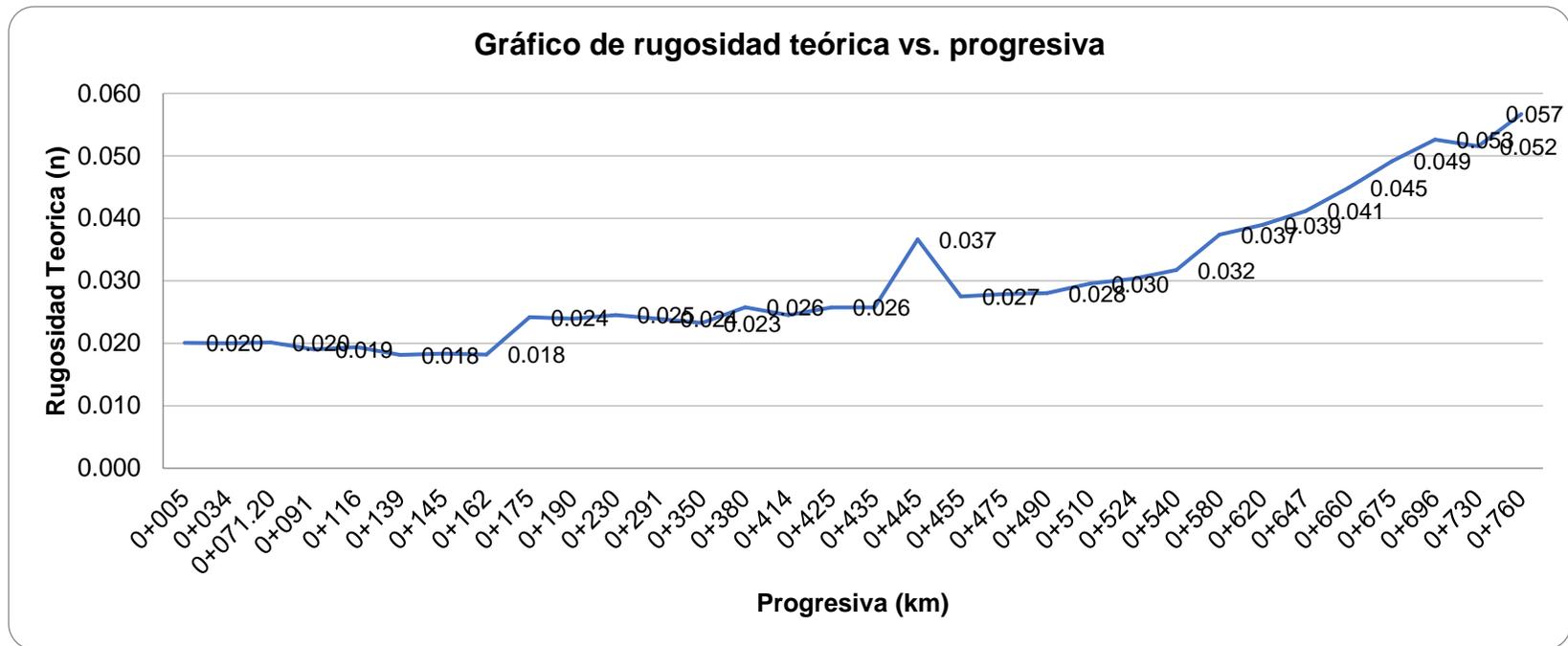


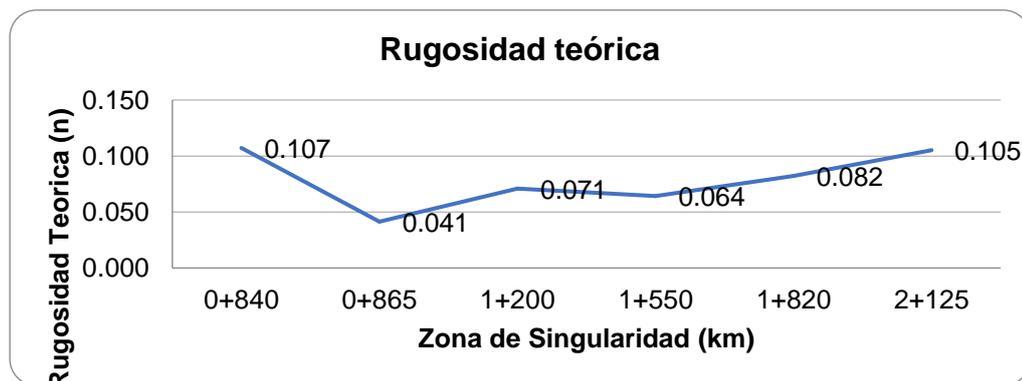
Figura 31. Gráfico de rugosidad teórica

En la figura 31 se muestran los valores de rugosidad teórica en cada zona de singularidad identificado con las respectivas progresivas. El valor mínimo calculado es de 0.018 y el máximo valor es 0.057 en la progresiva km 0+760.

Tabla 46. Rugosidad teórica en el canal no revestido

Rugosidad teórica en canal no revestidos			
Descripción	Prog.	Pendiente (S)	Rugosidad teórica
ZS 33: tramo 1	0+840	0.002	0.107
ZS 34: zona de transición	0+865	0.002	0.041
ZS 35: tramo 2 (0+870 - 1+400)	1+200	0.002	0.071
ZS 36: tramo 3 (1+400 - 1+730)	1+550	0.002	0.064
ZS 37: tramo 4 (1+730-1+900)	1+820	0.002	0.082
ZS 38: tramo 5 (1+900- 2+125)	2+125	0.002	0.105

En la tabla 46 se muestran los valores de rugosidad teórica en el canal no revestido, donde la rugosidad teórica mínima es 0.041 y la rugosidad teórica máxima es 0.107. Según Villón (24) el valor de diseño para canales revestidos con concreto es 0.0225 (ver tabla 3), en la investigación el 100 % del tramo del canal en estudio supera este valor.

**Figura 32. Gráfico de rugosidad teórica en canal no revestido**

En la figura 32 se muestran los valores de las rugosidades en campo para el canal no revestido. El valor mínimo con un valor $n = 0.041$ en la progresiva km 0+865 y el valor máximo $n = 0.107$ en la progresiva km 0+840.

4.4.5. Planteamiento de propuestas de solución en canales de riego en zonas de singularidad - canal Molino, Mito, Junín, 2021

Propuesta 1:

Se desarrolló en base a los objetivos anteriores que mostraron que las velocidades en las zonas de singularidad son menores a la $V_{mínima}$ permisible para evitar sedimentación, existen pérdidas por infiltración considerables y la eficiencia de conducción es baja, de esta forma se planteó la primera propuesta de solución, el cual consiste en revestir en canal Molino para obtener un valor de 0.014 para la rugosidad, con el cual las velocidades superan la $V_{mínima}$ de sedimentación y se evitarán las fisuras.

Tabla 47. Resultados con la primera propuesta en el tramo del canal revestido

Tramo del canal revestido						
ZS	Prog.	n	V	V	%	Observaciones
ZS 1: toma lateral 1	0+005	0.014	0.992	0.693	30.11	Se cuenta con una $V_{promedio}$ para los 5 días de aforo de 0.693 m/s el cual supera la $V_{mínima}$ con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.992 m/s. (Incrementa en 30.11 %)
ZS 2: curva 1	0+034	0.014	0.988	0.69	30.16	Se cuenta con una $V_{promedio}$ para los 5 días de aforo de 0.690 m/s el cual supera la $V_{mínima}$ con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.988 m/s. (Incrementa en 30.16 %)
ZS 3: curva 2	0+071	0.014	0.98	0.681	30.47	Se cuenta con una $V_{promedio}$ para los 5 días de aforo de 0.681 m/s el cual supera la $V_{mínima}$ con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.980 m/s. (Incrementa en 30.47 %)
ZS 4: curva 3	0+091	0.014	0.965	0.71	26.42	Se cuenta con una $V_{promedio}$ para los 5 días de aforo de 0.710 m/s el cual supera la $V_{mínima}$ con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.965 m/s. (Incrementa en 26.42 %)
ZS 5: curva 4	0+116	0.014	0.969	0.7	27.76	Se cuenta con una $V_{promedio}$ para los 5 días de aforo de 0.700 m/s el cual supera la $V_{mínima}$ con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.969 m/s. (Incrementa en 27.76 %)

ZS 6: curva 5	0+139	0.014	0.945	0.728	22.93	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.728 m/s el cual supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.945 m/s. (Incrementa en 22.93 %)
ZS 7: toma lateral 2	0+145	0.014	0.957	0.73	23.72	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.730 m/s el cual si supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.957 m/s. (Incrementa en 22.93 %)
ZS 8: curva 6	0+162	0.014	0.941	0.723	23.13	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.723 m/s el cual si supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.941 m/s. (Incrementa en 22.93 %)
ZS 9: curva 7	0+175	0.014	0.999	0.578	42.11	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.578 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.999 m/s. (Incrementa en 23.13 %)
ZS 10: toma lateral 3	0+190	0.014	0.996	0.582	41.60	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.582 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.996 m/s. (Incrementa en 41.60 %)
ZS 11: toma lateral 4	0+230	0.014	0.992	0.568	42.79	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.568 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.992 m/s. (Incrementa en 42.79 %)
ZS 12: curva 8	0+291	0.014	0.98	0.575	41.33	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.575 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.980 m/s. (Incrementa en 41.33 %)
ZS 13: toma lateral 5	0+350	0.014	0.969	0.584	39.71	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.584 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.969 m/s. (Incrementa en 39.71 %)
ZS 14: toma lateral 6	0+380	0.014	0.988	0.538	45.60	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.538 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.988 m/s. (Incrementa en 45.60 %)
ZS 15: curva 9	0+414	0.014	0.969	0.553	42.90	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.553 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.969 m/s. (Incrementa en 42.90 %)
ZS 16: toma lateral 7	0+425	0.014	0.973	0.528	45.70	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.528 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera la velocidad asciende a 0.973 m/s. (Incrementa en 45.70 %)
ZS 17: curva 10	0+435	0.014	0.965	0.525	45.60	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.525 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.965 m/s. (Incrementa en 45.60 %)

ZS 18: toma lateral 8	0+445	0.014	0.976	0.51	47.75	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.510 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera velocidad asciende a 0.976 m/s. (Incrementa en 47.75 %)
ZS 19: toma lateral 9	0+455	0.014	0.976	0.498	49.03	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.498 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.976 m/s (incremento en 49.03 %).
ZS 20: curva 11	0+475	0.014	0.976	0.49	49.77	Se cuenta con una velocidad promedio para los 5 días de aforo de 0.490 m/s el cual no supera la velocidad mínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.976 m/s (incremento en 49.77 %).
ZS 21: toma lateral 10	0+490	0.014	0.973	0.487	49.98	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.487 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.973 m/s (incremento en 49.98 %).
ZS 22: toma lateral 11	0+510	0.014	0.984	0.465	52.74	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.465 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.984 m/s (incremento en 52.74 %).
ZS 23: curva 12	0+524	0.014	0.984	0.453	53.93	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.453 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.984 m/s (incremento en 53.93 %).
ZS 24: toma lateral 12	0+540	0.014	0.992	0.438	55.81	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.438 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 0.992 m/s (incremento en 55.81 %).
ZS 25: toma lateral 13	0+580	0.014	1.033	0.387	62.57	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.387 m/s el cual no supera la velocidad mínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 1.033 m/s (incremento en 62.57 %).
ZS 26: toma lateral 14	0+620	0.014	1.03	0.37	64.08	Se cuenta con una velocidad promedio para los 5 días de aforo de 0.370 m/s el cual no supera la velocidad mínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 1.030 m/s (incremento en 64.08 %).
ZS 27: curva 13	0+647	0.014	1.037	0.353	65.93	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.353 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 1.037 m/s (incremento en 65.93 %).
ZS 28: toma lateral 15	0+660	0.014	1.059	0.33	68.84	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.330 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 1.059 m/s (incremento en 68.84 %).
ZS 29: toma lateral 16	0+675	0.014	1.071	0.305	71.52	Se cuenta con una velocidad promedio para los 5 días de aforo de 0.305 m/s el cual no supera la velocidad mínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 1.071 m/s (incremento en 61.52 %).

ZS 30: curva 14	0+696	0.014	1.085	0.288	73.43	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.288 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 1.085 m/s (incremento en 73.43 %).
ZS 31: toma lateral 17	0+730	0.014	1.071	0.291	72.84	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.291 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 1.071 m/s (incremento en 72.84 %).
ZS 32: toma lateral 18	0+760	0.014	1.085	0.268	75.27	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.268 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 1.085 m/s (incremento en 75.27 %).

La tabla 47 muestra el análisis completo de las velocidades de aforo y velocidad corregida mediante la primera propuesta por cada zona de singularidad en el tramo del canal revestido.



Figura 33. Velocidad de aforo vs. velocidad corregida (primera propuesta)

La figura 33 muestra el gráfico de la curva de velocidad de aforo promedio en los 5 días en comparación a la velocidad corregida mediante la primera propuesta de solución ($n = 0.014$).

Tabla 48. Resultados con la primera propuesta en el tramo del no canal revestido

ZS	Tramo del canal natural					Observaciones
	n	V	V	%		
ZS 33: tramo 1	0+840	0.014	1.328	0.173	86.95	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.173 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 1.328 m/s. (Incrementa en 86.95 %)
ZS 34: zona de transición	0+865	0.014	1.089	0.368	66.18	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.368 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 1.089 m/s. (Incrementa en 66.18 %)
ZS 35: tramo 2 (0+870 - 1+400)	1+200	0.014	1.318	0.26	80.27	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.260 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 1.318 m/s. (Incrementa en 80.27 %)
ZS 36: tramo 3 (1+400 - 1+730)	1+550	0.014	1.223	0.267	78.20	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.267 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 1.223 m/s. (Incrementa en 78.20 %)
ZS 37: tramo 4 (1+730-1+900)	1+820	0.014	1.234	0.21	82.98	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.210 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 1.234 m/s. (Incrementa en 82.98 %)
ZS 38: tramo 5 (1+900- 2+125)	2+125	0.014	1.254	0.167	86.71	Se cuenta con una Vpromedio para los 5 días de aforo de 0.167 m/s el cual no supera la Vmínima con el cual se puede evitar la sedimentación, mediante la primera propuesta la velocidad asciende a 1.254 m/s. (Incrementa en 86.71 %)

La tabla 48 muestra el análisis completo de las velocidades de aforo y velocidad corregida mediante la primera propuesta por cada zona de singularidad en el tramo del canal no revestido.

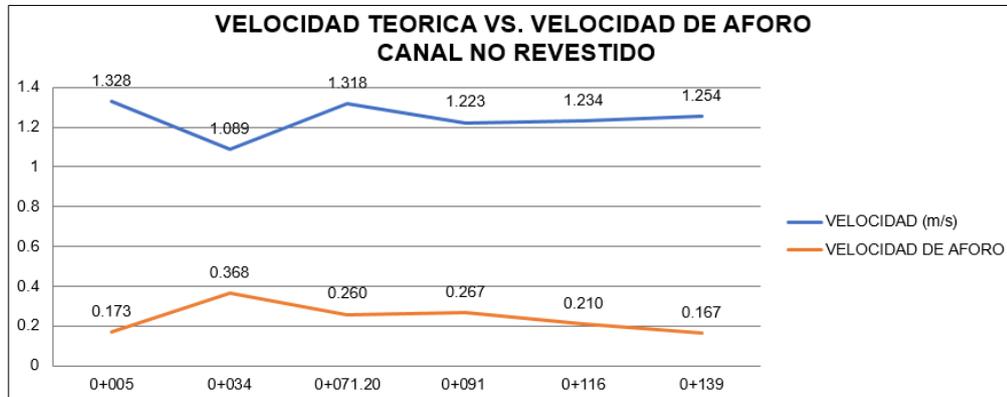


Figura 34. Velocidad de aforo vs. velocidad corregida (primera propuesta)

La figura 34 muestra el gráfico de la curva de velocidad de aforo promedio en los 5 días en comparación a la velocidad corregida mediante la primera propuesta de solución ($n = 0.014$).

Propuesta 2

Se muestran los resultados de la segunda propuesta:

La segunda propuesta permitió uniformizar la base y altura del canal, el tramo del canal revestido se diseñó con 0.70 m y, una altura de canal $H = 0.60$ m, un valor para la pendiente de 5/1000 (es un valor promedio del existente en campo) y para el tramo del canal no revestido se diseñó con una dimensión de solera $B = 0.85$ cm, altura de canal $H = 0.60$ cm, con un valor para la pendiente de 5/1000. Este método permite usar el valor para la rugosidad $n = 0.014$.

Q : caudal

Y : tirante

PM : perímetro mojado

RH : radio hidráulico

S : pendiente

Tabla 49. Resultados con la segunda propuesta en el tramo del canal revestido y no revestido

ZS	Tramo del canal revestido							Velocidad (m/s)	Velocidad de aforo	Incremento de velocidad
	Prog.	m ³ /s	Y	A	Pm	RH				
ZS 1: toma lateral 1	0+005	0.170	0.1930	0.135	1.086	0.124	1.256	0.693	44.80 %	
ZS 2: curva 1	0+034		0.1930	0.135	1.086	0.124	1.256	0.690	45.06 %	
ZS 3: curva 2	0+071.20		0.1930	0.135	1.086	0.124	1.256	0.681	45.75 %	
ZS 4: curva 3	0+091		0.1930	0.135	1.086	0.124	1.256	0.710	43.47 %	
ZS 5: curva 4	0+116		0.1930	0.135	1.086	0.124	1.256	0.700	44.27 %	
ZS 6: curva 5	0+139		0.1930	0.135	1.086	0.124	1.256	0.728	42.01 %	
ZS 7: toma lateral 2	0+145	0.154	0.1801	0.126	1.06	0.119	1.222	0.730	40.26 %	
ZS 8: curva 6	0+162		0.1801	0.126	1.06	0.119	1.222	0.723	40.81 %	
ZS 9: curva 7	0+175		0.1801	0.126	1.06	0.119	1.222	0.578	52.67 %	
ZS 10: toma lateral 3	0+190	0.147	0.1744	0.122	1.049	0.116	1.201	0.582	51.57 %	
ZS 11: toma lateral 4	0+230	0.143	0.1711	0.12	1.042	0.115	1.194	0.568	52.47 %	
ZS 12: curva 8	0+291		0.1711	0.12	1.042	0.115	1.194	0.575	51.84 %	
ZS 13: toma lateral 5	0+350	0.138	0.1670	0.117	1.034	0.113	1.181	0.584	50.54 %	
ZS 14: toma lateral 6	0+380	0.134	0.1636	0.115	1.027	0.112	1.174	0.538	54.22 %	
ZS 15: curva 9	0+414		0.1636	0.115	1.027	0.112	1.174	0.553	52.87 %	
ZS 16: toma lateral 7	0+425	0.129	0.1594	0.112	1.019	0.11	1.16	0.528	54.45 %	
ZS 17: curva 10	0+435		0.1594	0.112	1.019	0.11	1.16	0.525	54.74 %	
ZS 18: toma lateral 8	0+445	0.124	0.1551	0.109	1.01	0.108	1.145	0.510	55.46 %	
ZS 19: toma lateral 9	0+455	0.120	0.1517	0.106	1.003	0.106	1.131	0.498	56.01 %	
ZS 20: curva 11	0+475		0.1517	0.106	1.003	0.106	1.131	0.490	56.65 %	
ZS 21: toma lateral 10	0+490	0.117	0.1491	0.104	0.998	0.104	1.117	0.487	56.43 %	
ZS 22: toma lateral 11	0+510	0.114	0.1465	0.103	0.993	0.104	1.117	0.465	58.37 %	
ZS 23: curva 12	0+524		0.1465	0.103	0.993	0.104	1.117	0.453	59.42 %	
ZS 24: toma lateral 12	0+540	0.110	0.1430	0.1	0.986	0.101	1.095	0.438	59.97 %	
ZS 25: toma lateral 13	0+580	0.107	0.1403	0.098	0.981	0.1	1.088	0.387	64.46 %	
ZS 26: toma lateral 14	0+620	0.102	0.1359	0.095	0.972	0.098	1.074	0.370	65.55 %	

ZS 27: curva 13	0+647		0.1359	0.095	0.972	0.098	1.074	0.353	67.10 %
ZS 28: toma lateral 15	0+660	0.097	0.1313	0.092	0.963	0.096	1.059	0.330	68.84 %
ZS 29: toma lateral 16	0+675	0.092	0.1267	0.089	0.953	0.093	1.037	0.305	70.59 %
ZS 30: curva 14	0+696		0.1267	0.089	0.953	0.093	1.037	0.288	72.20 %
ZS 31: toma lateral 17	0+730	0.086	0.1211	0.085	0.942	0.09	1.014	0.291	71.32 %
ZS 32: toma lateral 18	0+760	0.083	0.1173	0.082	0.935	0.088	0.999	0.268	73.14 %
Tramo del canal no revestido									
ZS 33: tramo 1	0+840.00		0.1173	0.082	0.935	0.088	0.999	0.173	82.65 %
ZS 34: zona de transición	0+865.00		0.1173	0.082	0.935	0.088	0.999	0.368	63.13 %
TOMA lateral 1	1+078.00	0.132	0.1619	0.113	1.024	0.11	1.16	0.368	
ZS 35: tramo 2 (0+870 - 1+400)	1+200.00		0.1619	0.113	1.024	0.11	1.16	0.368	68.25 %
Toma lateral 2	1+279.00	0.113	0.1456	0.102	0.991	0.103	1.11	0.368	
Toma lateral 3	1+464.55	0.113	0.1456	0.102	0.991	0.103	1.11	0.368	
Toma lateral 4	1+545.65	0.113	0.1456	0.102	0.991	0.103	1.11	0.368	
ZS 36: tramo 3 (1+400 - 1+730)	1+550.00		0.1456	0.102	0.991	0.103	1.11	0.368	66.82 %
Toma lateral 5	1+818.43	0.089	0.1239	0.087	0.948	0.092	1.029	0.368	
ZS 37: tramo 4 (1+730-1+900)	1+820.00		0.1239	0.087	0.948	0.092	1.029	0.368	64.20 %
ZS 38: tramo 5 (1+900- 2+125)	2+125.00		0.1239	0.087	0.948	0.092	1.029	0.368	64.20 %

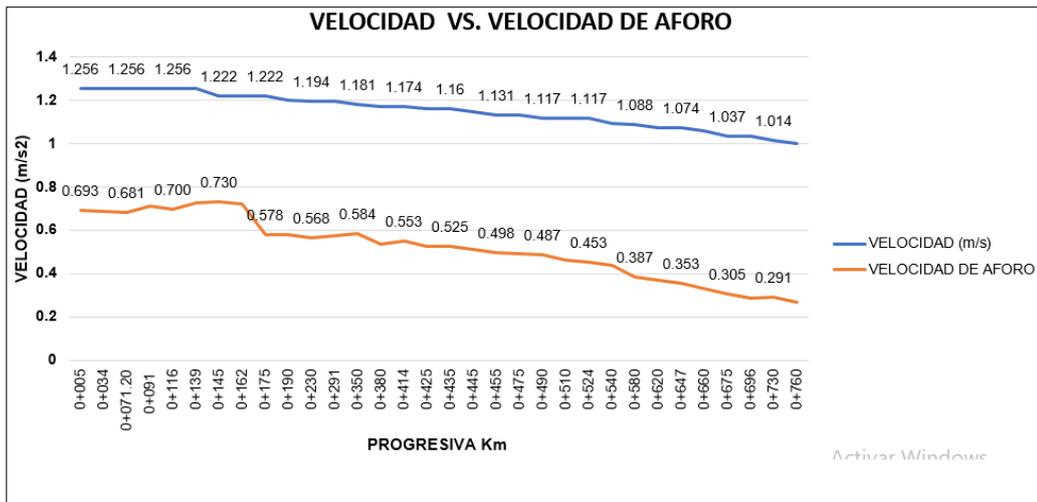


Figura 35. Velocidad de aforo vs. velocidad corregida (primera propuesta)

La figura 35 muestra el gráfico de la curva de velocidad de aforo promedio en el tramo del canal revestido, en los 5 días en comparación a la velocidad corregida mediante la segunda propuesta (ver anexo 8).

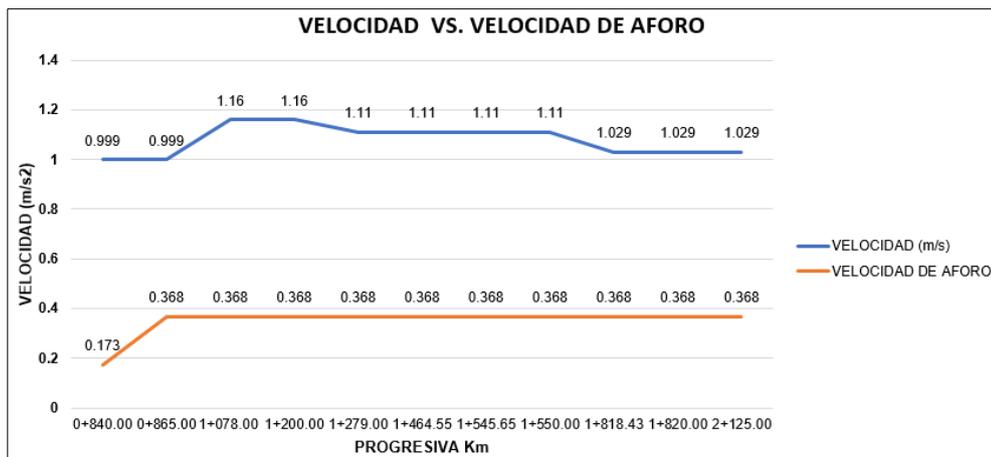


Figura 36. Velocidad de aforo vs. velocidad corregida (primera propuesta)

La figura 36 muestra el gráfico de la curva de velocidad de aforo promedio en el tramo del canal no revestido, en los 5 días en comparación a la velocidad corregida mediante la segunda propuesta (ver anexo 8).

4.5. Discusión de resultados

4.5.1. Discusión 1

El comportamiento hidráulico en las zonas de singularidad en el canal revestido, donde el tirante promedio varía progresivamente entre 0.273 m y 0.372 m, la velocidad promedio varía entre 0.268 m/s a

0.730 m/s y el número de Froude varía entre 0.4283 en la progresiva km 0+145 (ZS 17) y 0.1404 en la progresiva km 0+760 (ZS 32), lo cual indica un flujo subcrítico ($F < 1$). Para el canal no revestido se tiene una variación de tirantes de 0.298 m y 0.511 m, la velocidad promedio varía entre 0.167 m/s a 0.368 m/s y el número de Froude varía entre 0.079 y 0.216, lo cual indica un flujo subcrítico ($F < 1$).

Al respecto Sinche (8) citado como antecedente nacional que estudio el canal San Lorenzo – Jauja, con dimensiones: 0.66x0.70 m (progresiva 0+000 – 2+710); 0.78x0.78 m (progresiva 2+710 – 2+820) y 0.87x0.90 m (progresiva 2+820 – 3+066.90), así mismo la pendiente en la canal varía desde 0.0009 y 0.0074, existen 43 compuertas, 3 alcantarillas, 56 curvas horizontales y 10 tramos con diferente pendiente longitudinal. Se encontró como resultado que el tirante varía a lo largo del canal y sus valores están entre 0.17 m y 0.51 m (progresivamente). Además, el valor de la velocidad del flujo no es constante y está entre 0.74 m/s y 1.53 m/s. El tipo de flujo que predomina en el canal es subcrítico.

Como se observa en los resultados de los valores determinados para el objetivo general son similares a los resultados del antecedente nacional, por consiguiente el objetivo es alcanzado.

4.5.2. Discusión 2

La velocidad mínima promedio que se registró en el canal revestido fue de 0.27 m/s que se da en la progresiva km 0+760 (ZS 32) y velocidad máxima promedio fue de 0.73 m/s que se da en la progresiva km 0+145 (ZS 7), así mismo, la velocidad mínima que se registró en el canal no revestido fue de 0.17 m/s que se da en la progresiva km 0+125 (ZS 38) y la velocidad máxima promedio fue de 0.35 m/s que se da en la progresiva km 0+860 (zona de transición).

Al respecto Cruz (13) citado como antecedente nacional que estudió un canal rectangular en 7 lugares (tramos) con dimensiones 0.80 x 0.80 tirante de 0.35 m (lugar: Yanama) y una velocidad media de

0.759 m/s (lugar: Yanama). Se encontró como resultado que la velocidad mínima promedio en forma directa fue de 0.739 m/s y la velocidad máxima promedio fue de 1.310 m/s. Además, Blazquez (37), en el Módulo: abastecimiento y saneamiento urbano en el capítulo “Canales” menciona que en canales revestidos la velocidad mínima deberá ser igual o superior a 0.60 m/s con el objetivo de evitar sedimentación a lo largo del canal.

Como se puede observar, los valores determinados para el objetivo específico 1 son similares con los del antecedente, por consiguiente, el objetivo fue alcanzado.

4.5.3. Discusión 3

Los tirantes para el canal revestido *in situ* varían progresivamente entre 0.273 y 0.372 m; los tirantes extraídos del programa Hec Ras varían progresivamente entre 0.147 m y 0.355 m y los tirantes para el canal no revestido *in situ* varían progresivamente entre 0.298 m y 0.511 m, los tirantes extraídos del programa Hec Ras varían progresivamente entre 554 m y 0.948 m. Los tirantes en las curvas identificadas que son 14 curvas, en promedio se encontró que la altura exterior es superior en 0.065 m promedio al tirante interior de la curva.

Al respecto Sinche (8) citado como antecedente nacional encontró que el tirante de flujo varía progresivamente entre 0.17 y 0.51 cm y que varía de acuerdo a la rugosidad del canal y el caudal que circula, conforme avanza y por la existencia de compuertas distribuidas. Así mismo, Chereque (20) menciona que cuando existen curvas se da una sobreelevación de la superficie del agua en la pared exterior a la curva. Esto significa que el flujo se va pegando a la cara interior al inicio de la curva y en un cierto punto cruza la línea central donde se da lugar al nivel máximo en la cara exterior y el nivel mínimo en la cara interior al canal.

Como se puede observar, los valores y resultados determinados para el objetivo específico 2 son similares con los antecedentes, por consiguiente el objetivo fue alcanzado.

4.5.4. Discusión 4

La rugosidad teórica en el canal revestido varía entre 0.018 a 0.057. Para el tramo no revestido la rugosidad teórica varía 0.041 a 0.107. El 100 % del tramo del canal revestido supera el valor máximo de 0.016 y el 100 % del tramo del canal no revestido supera el valor de 0.0225.

Al respecto Salazar (15) citado como antecedente internacional consideró una pendiente uniforme de 0.1 % a lo largo del trayecto del flujo y se encontró que la rugosidad mínima teórica para el canal en estudio fue de 0.013 y la rugosidad máxima teórica fue de 0.026. Así mismo, Chow (22) citado como base teórica menciona que la rugosidad máxima para canales con fondo de grava con costado de hormigón con moldaje es 0.025 y para canales de tierra (no revestidos) sin ningún mantenimiento con fondo limpio y taludes con arbustos es 0.080.

Como se puede observar los valores determinados para el objetivo específico 3 son similares con los del antecedente, por consiguiente, el objetivo fue alcanzado.

4.5.5. Discusión 5

Mediante las dos propuestas planteadas en el objetivo específico 4 las velocidades varían entre 0.90 m/s y 1.30 m/s, lo cual es superior a la velocidad mínima admisible para evitar sedimentación.

Al respecto Asalde (14) citado como antecedente nacional encontró que las velocidades a lo largo del canal varían entre 0.42 m/s a 1.26 m/s y el tirante varía de 0.40 m a 0.80 m, con el cual llegó a la conclusión que en la mayoría del tramo del canal la velocidad es inferior a la velocidad mínima de 0.6 m/s.

Como se puede observar, los valores determinados para el objetivo específico 4 son similares con los del antecedente, por consiguiente, el objetivo fue alcanzado.

CONCLUSIONES

1. En las zonas de singularidad el comportamiento hidráulico del canal revestido, medido según el número de Froude varía entre 0.1404 en la progresiva km 0+760 (ZS 32) y 0.4283 en la progresiva km 0+145 (ZS 17), lo cual indica un flujo subcrítico ($F < 1$). Sin embargo, para el canal no revestido el comportamiento hidráulico del canal no revestido, medido según el número de Froude varía entre 0.079 y 0.216, lo cual indica un flujo subcrítico ($F < 1$).
2. Se identificaron pérdidas para el canal revestido y natural, el caudal de ingreso = $0.1702 \text{ m}^3/\text{s}$ y caudal de salida = $0.0618 \text{ m}^3/\text{s}$.
 - Pérdida por filtración (Moritz), relacionado con el estado físico, además que el revestimiento no necesariamente asegura la impermeabilidad. Y en el tramo no revestido se tuvo la mayor pérdida que es de 28 L en el día 3 de aforo.
 - Pérdida por filtración, debido a las fisuras existentes en varias zonas de los puntos de control.
 - Pérdida por fallas en las estructuras, debido a que las compuertas de las tomas laterales se encuentran en mal estado, lo que permite el paso del agua.
3. Se determinó la eficiencia de conducción en el canal revestido en los 5 días de aforo, lo que se puede observar en el siguiente cuadro.

Tabla 50. Rugosidad teórica en el canal no revestido

Día	Caudal de ingreso (m^3/s)	Caudal de salida (m^3/s)	Eficiencia de conducción (%)
1	0.165	0.093	56.56
2	0.226	0.076	35.50
3	0.160	0.090	59.40
4	0.135	0.046	36.60
5	0.165	0.094	57.84

Promedio de eficiencia de conducción en canal revestido = **49.18 %**, lo que indica que el canal tiene una eficiencia de conducción muy baja.

4. Se determinó la eficiencia de conducción en el canal no revestido en los 5 días de aforo, lo que se puede observar en el siguiente cuadro.

Tabla 51. Rugosidad teórica en el canal no revestido

Día	Caudal de ingreso (m ³ /s)	Caudal de salida (m ³ /s)	Eficiencia de conducción (%)
1	0.091	0.070	53.14
2	0.076	0.056	52.50
3	0.085	0.062	53.56
4	0.043	0.044	46.08
5	0.091	0.076	56.89

Promedio de eficiencia de conducción en canal no revestido = **52.43 %**, lo que indica que el canal tiene una eficiencia de conducción muy baja.

5. La velocidad mínima promedio que se registró en el canal revestido fue de 0.27 m/s que se da en la progresiva km 0+760 (ZS 32) y la velocidad máxima promedio fue de 0.73 m/s que se da en la progresiva km 0+145 (ZS 7), así mismo, la velocidad mínima promedio que se registró en el canal no revestido fue de 0.17 m/s que se da en la progresiva km 0+125 (ZS 38) y la velocidad máxima fue de 0.35 m/s que se da en la progresiva km 0+860 (zona de transición), Blazquez (37) en el Módulo: abastecimiento y saneamiento urbano en el capítulo de “Canales” menciona que la velocidad no debe ser menor a 0.60 m/s para evitar sedimentación en el caso de canales revestidos y para el caso de canales no revestidos menor a 0.30 m/s.
6. Los tirantes para el canal revestido *in situ* varían progresivamente entre 0.273 m y 0.372 m; los tirantes obtenidos realizando la simulación usando el Hec Ras varían progresivamente entre 0.147 m y 0.355 m y los tirantes para el canal no revestido *in situ* varían progresivamente entre 0.298 m y 0.511 m, los tirantes extraídos del programa Hec Ras varían progresivamente entre 0.554 m y 0.948 m. Los tirantes en las curvas identificadas que son 14 curvas, en promedio se encontró que la altura exterior es superior en 0.065 m promedio al tirante interior de la curva.
7. La rugosidad teórica en el canal revestido varía entre 0.018 a 0.057; para el tramo no revestido la rugosidad teórica varía 0.041 a 0.107; el 100 % del tramo

del canal revestido supera el valor máximo de 0.016 y el 100 % del tramo del canal no revestido supera el valor de 0.0225.

8. Se cuenta con 14 curvas dentro del tramo del canal revestido, se hallaron pérdidas considerables en todo el tramo del canal, pérdidas por infiltración (Moritz), pérdidas por fugas en las estructuras (en las tomas laterales) por encontrarse en mal estado y pérdidas por infiltración, debido a la existencia de fisuras y se analizó que en el 60 % del tramo del canal la velocidad no supera el valor de 0.60 m/s (velocidad mínima admisible para evitar sedimentación). Por ello, se plantearon 2 propuestas de solución (objetivo específico 4), la primera consiste en revestir todo el tramo del canal ($n = 0.014$) y la segunda propuesta consiste en revestir el canal, lo que permite modificar las dimensiones del canal y optimizar costos [$B = 0.70$ cm (hasta la progresiva km 0+760), $H = 0.60$ cm, $n = 0.014$, $s = 0.005$].

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda diseñar los canales de riego abierto revestidos y no revestidos con una velocidad mínima a 0.60 m, según Blazquez (37) para evitar sedimentación. Así mismo, para el aforo de caudales con correntómetro se recomienda realizar en la mañana y en la tarde debido a la variación de velocidades respecto al tiempo.
2. De tener el caso de un canal revestido y no revestido. Se recomienda realizar el análisis por separado, analizando la variación de altura de flujo de agua para cada caso.
3. Para realizar el cálculo de rugosidad en canales revestidos, se recomienda utilizar el método teórico, ya que va a depender de parámetros que son medibles en campo y para canales no revestidos con el método práctico.
4. Como se tiene un canal con eficiencia de conducción baja (canal revestido y no revestido) se plantea recomendaciones a partir de los valores encontrados para velocidad, tirante y rugosidad.
 - Infiltración (Moritz) relacionado con el cálculo de las rugosidades (canal revestido y no revestido) el valor promedio para la rugosidad 0.030 se podría disminuir, pero existiría la necesidad de mejorar el canal existente.
 - Infiltración (fisuras) relacionado a la velocidad, ya que el aumento de velocidad incrementa la cantidad de agua que ingresa por las fisuras (depende del tamaño de fisura).
 - El caso de rebalse no se presenta dentro de la investigación, de existir se podría controlar por la altura de las paredes del canal.
5. Se recomienda el respeto de los usuarios de los roles de riego, el horario y calendario de riego para cada sector.
6. Se recomienda informar a la entidad interesada sobre el problema que aqueja a la población y las dos propuestas de solución, para que sean analizadas.

LISTA DE REFERENCIAS

1. **Organizacion de las Unidas para la Alimentacion y la Agricultura.** Escasez de agua: Uno de los grandes retos de nuestro tiempo. [En línea] Organizacion de las Unidas para la Alimentacion y la Agricultura, 12 de Abril de 2017. [Citado el: 17 de Febrero de 2021.] <http://www.fao.org/zhc/detail-events/es/c/880888/>.
2. **Banco Central de Reserva del Perú.** *Informe Económico y Social, región Junín.* Huancayo : s.n., 2013.
3. **Instito Nacional de Estadística e Informática.** *Junín: Resultados Definitivos.* Lima : s.n., 2018.
4. **Direccion Regional Agraria de Junín.** Estadística Agraria. [En línea] Diciembre de 2017. [Citado el: 30 de enero de 2021.] https://www.agrojunin.gob.pe/?page_id=356.
5. **Direccion Regional de Agricultura Junín.** *Plan Estratégico Sectorial Regional Agrario 2009-2015.* Huancayo : s.n., 2008.
6. **FRENCH H., Richard.** *Hidráulica de Canales Abiertos.* México, D. F. : s.n., 1988. 0-07-022134-0.
7. **RODRÍGUEZ RUIZ, Pedro.** *Hidráulica II.* 2008.
8. **SINCHE CORDERO, David Levi.** Comportamiento Hidráulico de flujos en Canales Abiertos para ubicar fallas - Canal de San Lorenzo - Jauja, 2017. Huancayo : s.n., 2018.
9. **BORDA SUASACA, Walter.** Análisis y determinación de la velocidad de flujo y su influencia en el caudal por el cambio de la rugosidad del canal de concreto-Huaman Tapara-Nuñoa-Melgar-Puno. Juliaca-Perú : s.n., 2018.
10. **HANCCOCCALLO ACHIRCANA, Max Oswaldo.** *Análisis de la rugosidad en canal de concreto, para la evaluación de la variabilidad de la velocidad de flujo de diseño del proyecto de riego Jarroñan, sector Pautina, comunidad Querocollana, distrito de Coporaque-Espinar-Cuzco.* Juliaca : s.n., 2017.
11. **PAREDES ALVAREZ, Patricia Fiorela.** Diseño del mejoramiento del canal de riego Laguna Viva, caserío Yamobamba, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión - La Libertad. Trujillo-Peru : s.n., 2019.

12. **RODRIGUEZ PONCE, Charly Fernando.** Diseño de un canal de sección rectangular de concreto armado para riego y drenaje en taludes vulnerables, Conchamarca-2018. Huanuco -Peru : s.n., 2018.
13. **CRUZ FERNANDEZ, Marcelino.** Evaluación de la velocidad en un canal abierto mediante las ecuaciones de factor de fricción de Darcy-Weisbahr, Chezy y Manning-Ayacucho 2016. Ayacucho : s.n., 2016.
14. **ASALDE YUPTON, Jose Walter.** Diseño del canal de riego con máxima eficiencia. 2020.
15. **SALAZAR HIDALGO, Katherine Dayana.** *Estimación de pérdidas de caudal y coeficiente de rugosidad del tramo comprendido entre el óvalo 12 al 19 del canal de riego Ambato-Huachi-Pelileo, cantón Cevallos, provincia de Tungurahua.* Ambato-Ecuador : s.n., 2019.
16. **CASTELLANOS, Hermes, y otros.** Diseño y construcción de un canal hidráulico de pendiente. La Serena-Chile : Castellanos, 2017. Vol. 28 N°6. 0718-0764.
17. **MOTOCHE ASANZA, Yenner Rene.** Diseño de un canal de sección rectangular de 700 metro de longitud para un proyecto de riego. Machala : s.n., 2018.
18. **BRAVO CORANTE, Eduardo Andres.** Diseño y construcción de un canal hidráulico con vertedero lateral para el laboratorio de hidráulica. Santiago de Chile : s.n., 2016.
19. **DAVALOS VACA, Jeaneth Patricia y YEPES SIMBAÑA, Ivan Enrique.** Evaluación y mejoramiento del canal principal del sistema de riego Pisque de la comunidad Guachala, parroquia Cangahua. Quito : s.n., 2017.
20. **CHEREQUE MORAN, Wendor.** *Mecánica de Fluidos 2.* Lima-Peru : s.n., 1987.
21. **FRANZ, D D.** *Tabular Representation of Cross-Sectional Elements.* 1982. 1070-1081.
22. **CHOW, Ven Te.** *Hidráulica de canales abiertos.* California : s.n., 1994. 958-600-228-4.
23. **GALLARDO ARMIJOS, Pablo.** *Diseño de canales abiertos.* 2018. 978-84-949151-1-6.
24. **VILLON BEJAR, Máximo.** *Hidráulica de canales.* Lima : Villon, 2007. 99778-66-081-6.

25. **CANDELARIA MARTINEZ, Bernardino, y otros.** Aplicación de modelos de simulación en el estudio y planificación de la agricultura, una revisión. Merida : s.n., 2011.
26. **SPARROW ALAMO, Edagar Gustavo.** *Hidráulica Básica de Canales.* Nuevo Chimbote : s.n., 2008.
27. **CRESPO VILLALAZ, Carlos.** *Mecánica de Suelos y Cimentaciones.* Limusa : Limusa, 2004. 968-18-6489-1.
28. **Comisión Nacional del Agua.** *Obras de toma.* 2002.
29. **WHITE, Frank.** *Mecánica de fluidos.* Madrid: McGraw, 2004. 84-481-4076-1
30. **NIÑO ROJAS, Victor Miguel.** *Metodología de la Investigación.* s.l. : Ediciones de la U Colombia, 2011. 9789588675947.
31. **MURILLO TORRECILLA, Javier.** *Hacer de la educación un ámbito basado en evidencias científicas.* 2011. 1696-4713 .
32. **HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos y BAPTISTA LUCIO, Pilar.** *Metodología de la Investigación.* 2010. 978-1-4562-2396-0.
33. **BEHAR RIVERO, Daniel.** *Metodología de la Investigación.* s.l. : Shalom, 2008. 978-959-212-783-7.
34. **GOMEZ BASTAR, Sergio.** *Metodología de la Investigación.* México : s.n., 2012. N 978-607-733-149-0.
35. **PALELLA STRACUZZI, Santa y MARTINS PASTRANA, Feliberto.** *Metodología de la Investigación Cuantitativa.* Caracas : Fedupel, 2010. 980-273-445-4.
36. **DIAZ DUMONT, Jorge Rafael.** *Políticas públicas en propiedad intelectual escrita.* 2019. 1315-9984.
37. **BLAZQUEZ PRIETO, Francisco.** *Canales. Módulo: abastecimiento y saneamiento urbano.* 1987.

ANEXOS

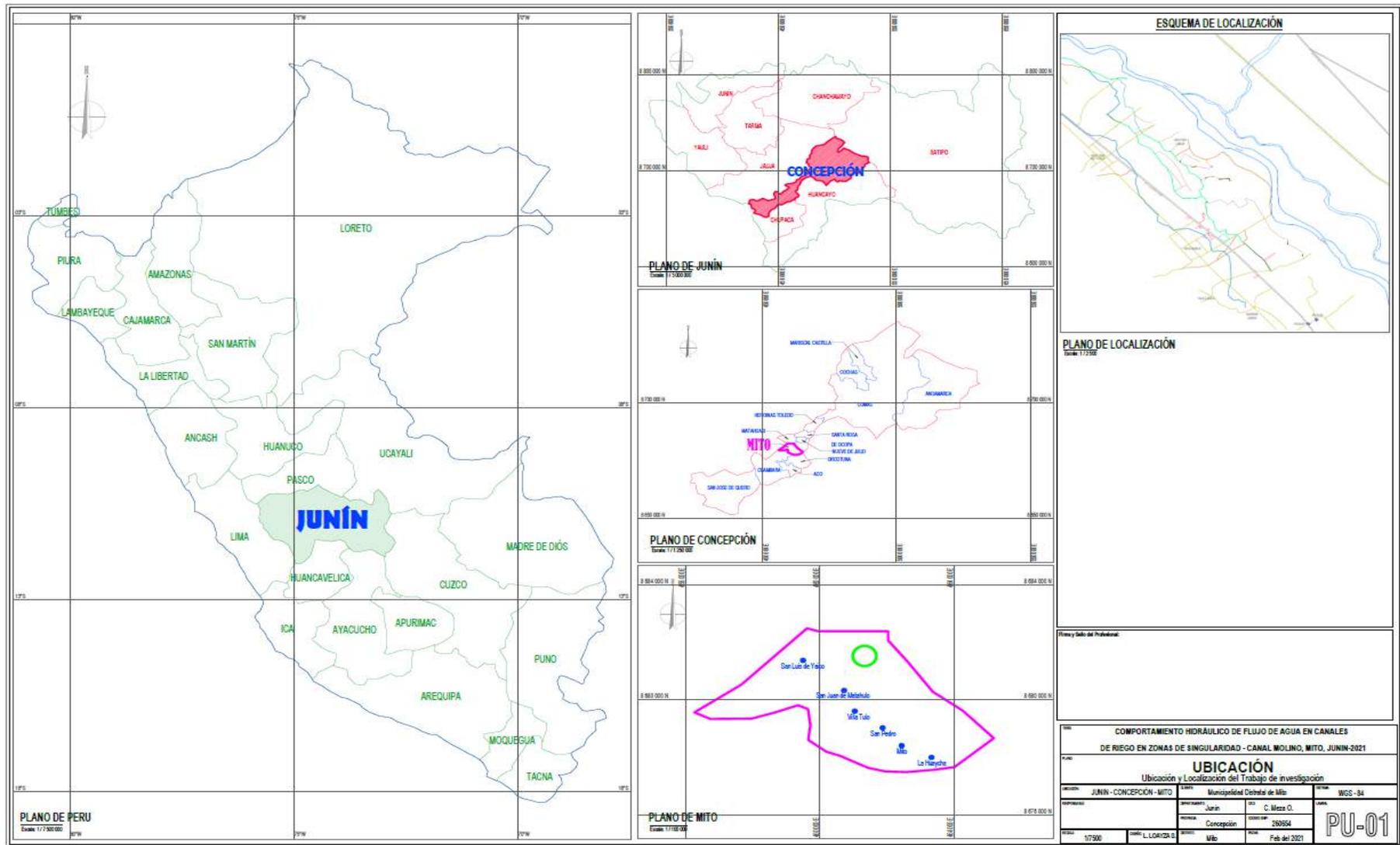
Anexo 1

Matriz de consistencia

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
<p>Problema general: ¿Cómo es el comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad – Canal Molino, Mito, Junín 2021?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL: Determinar el comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad – Canal Molino, Mito, Junín 2021</p>	<p>Hipótesis general El comportamiento hidráulico de flujo de agua en canales de riego en zonas de singularidad es supercrítico – Canal Molino, Mito, Junín 2021</p>			<p>I1: En suelo suelto I2: En suelo Franco I3: En suelo Arcilloso.</p>	<p>Método: Para Niño (2011) El método científico consiste en que es el conjunto de pasos en las cuales tiene un ordenamiento en la cual tiene como finalidad resolver diferentes problemas. (p.26)</p>
<p>Problemas específicos ¿Qué valores alcanzan las velocidades de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad – Canal Molino, Mito, Junín 2021?</p>	<p>Objetivos específicos Estimar los valores que alcanzan las velocidades de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad – Canal Molino, Mito, Junín 2021</p>	<p>Hipótesis específicas Las velocidades de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad alcanzan velocidades altas – Canal Molino, Mito, Junín 2021</p>	V1: Zonas de singularidad.	D1: Cambios de pendientes D2: Cambios de sección D3: Cambios de rugosidades	<p>I1: Rectangular I2: Trapezoidal I3: Variable</p>	<p>Tipo: Según Murillo (2008) La investigación aplicada es aquella investigación que emplea el conocimiento teórico existente y al mismo tiempo produce un nuevo conocimiento de manera práctica, rigurosa y sistematizada. (p.6)</p>
<p>¿Cuáles son los tirantes de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad – Canal Molino, Mito, Junín 2021?</p>	<p>Cuantificar los tirantes de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad – Canal Molino, Mito, Junín 2021</p>	<p>Los tirantes de los flujos de agua en canales de riego en zonas de singularidad son variables – Canal Molino, Mito, Junín 2021</p>	V2: Comportamiento hidráulico.		<p>I1: Velocidad mínima. I2: Velocidad media. I3: Velocidad máxima.</p>	<p>Nivel: Según Arias (2011) El nivel explicativo consiste en que el objetivo principal es buscar una relación un porque de lo que sucede o el porque de los hechos. (p.27)</p>
<p>¿Qué valores alcanzan las rugosidades de las paredes de los canales de riego en zonas de singularidad – Canal Molino, Mito, Junín 2021?</p>	<p>Calcular los valores de las rugosidades de las paredes de los canales de riego en zonas de singularidad – Canal Molino, Mito, Junín 2021</p>	<p>Las rugosidades de las paredes de los canales de riego en zonas de singularidad alcanzan valores medios – Canal Molino, Mito, Junín 2021</p>		D1: Velocidades D2: Tirantes D3: Rugosidades	<p>I1: Flujo subcrítico I2: Flujo crítico I3: Flujo supercrítico</p>	<p>Diseño: Para Hernández (2010) El diseño experimental se basa en una o varias pruebas que va a inducir a la manipulación de una de las variables (p.28)</p> <p>Población: Para Arias (2012) Es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes. (p.81). Canales del distrito de Mito.</p> <p>Muestreo: No probabilístico, estratificado. Sustentar con una cita.</p> <p>Muestra: Según Behar (2008) La muestra es en esencia un subgrupo de la población. (p.51) Canal Molino Sector Lulin 1311.29 m.</p> <p>Técnica e instrumento Según Abril (2014) Las técnicas constituyen un conjunto de mecanismos, medios o recursos que son utilizados para poder recolectar, conservar, analizar. (p.09) Se utilizará la técnica de observación directa, así mismo el instrumento a utilizar será ficha de recolección de información.</p>

Anexo 2

Plano de ubicación y localización



CUADRO DE COORDENADAS. Table with columns: N°Canales, Centro Norte, Centro Este, PC Norte, PC Este, PI Norte, PI Este. Rows 01-020.

CUADRO DE COORDENADAS. Table with columns: N°Canales, Centro Norte, Centro Este, PC Norte, PC Este, PI Norte, PI Este. Rows 021-040.

CUADRO DE COORDENADAS. Table with columns: N°Canales, Centro Norte, Centro Este, PC Norte, PC Este, PI Norte, PI Este. Rows 041-060.

CUADRO DE COORDENADAS. Table with columns: N°Canales, Centro Norte, Centro Este, PC Norte, PC Este, PI Norte, PI Este. Rows 061-080.

CUADRO DE COORDENADAS. Table with columns: N°Canales, Centro Norte, Centro Este, PC Norte, PC Este, PI Norte, PI Este. Rows 081-100.

CUADRO DE COORDENADAS. Table with columns: N°Canales, Centro Norte, Centro Este, PC Norte, PC Este, PI Norte, PI Este. Rows 101-120.

TOPOGRAFIA logo and technical drawing header with fields for 'PROYECTO', 'FECHA', 'Escala', 'Autor', 'Dibujante', 'Revisor', 'Fecha', 'Hoja N°'.

Anexo 5

Ficha de validación

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE FLUJO DE AGUA EN CANALES DE RIEGO EN ZONAS DE SINGULARIDAD – CANAL

AUTOR:						EXPERTO	
- Bach. Loayza Sanchez Linno Yhoel.							
- Bach. Meza Ospinal Cristina Carmen.							
I.-	INFORMACION GENERAL:						
UBICACION: MITO -CONCEPCION-JUNIN							
DISTRITO:		MITO	ALTITUD:		3335		
PROVINCIA:		CONCEPCION	LATITUD:		11° 56' 12" Sur		
REGION:		JUNIN	LONGITUD:		75° 20' 19" Oeste		
II.-	Cambios de pendientes					1	
Dimension 1 de la variable 1.							
Indicador 1:		Unidad	Indicador 2:		Unidad	Indicador 3:	Unidad
En suelo suelto		glb	En suelo franco		glb	En suelo	glb
III.-	Cambios de sección					1	
Dimension 2 de la variable 1.							
Indicador 1:		Unidad	Indicador 2:		Unidad	Indicador 3:	Unidad
Rectangular		m	Trapezoidal		m	Variable	m
IV.-	Cambios de rugosidades					0	
Dimension 3 de la variable 1.							
Indicador 1:		Unidad	Indicador 2:		Unidad	Indicador 3:	Unidad
Aspereza de la superficie		Curva			Vegetacion		
V.-	Velocidades					1	
Dimension 1 de la variable 2.							
Indicador 1:		Unidad	Indicador 2:		Unidad	Indicador 3:	Unidad
Velocidad		m/s	Velocidad media		m/s	Velocidad	m/s
VI.-	Tirantes					0	
Dimension 2 de la variable 2.							
Indicador 1:		Unidad	Indicador 2:		Unidad	Indicador 3:	Unidad
Flujo subcrítico		---	Flujo crítico		---	Flujo supercrítico	---
VII.-	Rugosidades					1	
Dimension 3 de la variable 2.							
Indicador 1:		Unidad	Indicador 2:		Unidad	Indicador 3:	Unidad
Canales alojados en tierra (0.025 a 0.030)		---	Canales revestidos de concreto (0.013 a 0.015)		---		---
APELLIDOS Y		NUÑEZ NUÑEZ ROLY JAIME					
PROFESION		ING. FORESTAL Y AMBIENTAL					
REGISTRO CIP No:		100377					
EMAIL:		ROLYJAIME@GMAIL.COM					
TELEFONO:		970013435					

* Según la tabla de calificación se colocara 1 si la dimencion e indicadores le parecere viable y 0 si no es viable en la columna EXPERTO. Asi mismo sesolicita la colocacion de datos requeridos en el cuadro anterior , con la firma y sello respectiva.

Tabla para calificacion	
Si	1
No	0

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE FLUJO DE AGUA EN CANALES DE RIEGO EN ZONAS DE SINGULARIDAD – CANAL

AUTOR:

- Bach. Loayza Sanchez Linno Yhoel.
- Bach. Meza Ospinal Cristina Carmen.

						EXPERTO
I.- INFORMACION GENERAL:						
UBICACION: MITO-CONCEPCION-JUNIN						
DISTRITO:	MITO	ALTITUD:	3335			
PROVINCIA:	CONCEPCION	LATITUD:	11° 56' 12" Sur			
REGION:	JUNIN	LONGITUD:	75° 20' 19" Oeste			
II.- Cambios de pendientes						1
Dimension 1 de la variable 1.						
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
En suelo suelto	glb	En suelo franco	glb	En suelo	glb	
III.- Cambios de seccion						1
Dimension 2 de la variable 1						
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
Rectangular	m	Trapezoidal	m	Variable	m	
IV.- Cambios de rugosidades						1
Dimension 3 de la variable 1.						
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
Aspereza de la superficie	Curva			Vegetacion		
V.- Velocidades						1
Dimension 1 de la variable 2.						
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
Velocidad	m/s	Velocidad media	m/s	Velocidad	m/s	
VI.- Tirantes						0
Dimension 2 de la variable 2.						
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
Flujo subcrítico	—	Flujo crítico	—	Flujo supercrítico	—	
VII.- Rugosidades						1
Dimension 3 de la variable 2.						
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
Canales alojados en tierra (0.025 a 0.030)	—	Canales revestidos de concreto (0.013 a 0.015)	—		—	
APELLIDOS Y						PEREZ CAMPOMANES, GIOVENE
PROFESION						INGENIERO MECANICO DE FLUIDOS
REGISTRO CIP No:						71700
EMAIL:						GIOVENE PEREZ C@GMAIL.COM
TELEFONO:						982644299

* Según la tabla de calificación se colocara 1 si la dimencion e indicadores le parecere viable y 0 si no es viable en la columna EXPERTO. Asi mismo sesolicita la colocacion de datos requeridos en el cuadro anterior , con la firma y sello respectiva.

Tabla para calificación	
SI	1
No	0

giovene Pérez

Ingeniero Especialista

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE FLUJO DE AGUA EN CANALES DE RIEGO EN ZONAS DE SINGULARIDAD – CANAL

AUTOR:

- Bach. Loayza Sanchez Linno Yhoel.
- Bach. Meza Ospinal Cristina Carmen.

						EXPERTO
I.- INFORMACION GENERAL:						
UBICACIÓN: MITO -CONCEPCION-JUNIN						
DISTRITO:	MITO	ALTITUD:	3335			
PROVINCIA:	CONCEPCION	LATITUD:	11° 56' 12" Sur			
REGION:	JUNIN	LONGITUD:	75° 20' 19" Oeste			
II.- Cambios de pendientes						1
Dimension 1 de la variable 1.						
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
En suelo suelto	glb	En suelo franco	glb	En suelo	glb	
III.- Cambios de sección						1
Dimension 2 de la variable 1.						
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
Rectangular	m	Trapezoidal	m	Variable	m	
IV.- Cambios de rugosidades						1
Dimension 3 de la variable 1.						
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
Aspereza de la superficie		Curva		Vegetacion		
V.- Velocidades						1
Dimension 1 de la variable 2.						
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
Velocidad	m/s	Velocidad media	m/s	Velocidad	m/s	
VI.- Tirantes						1
Dimension 2 de la variable 2.						
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
Flujo subcrítico	----	Flujo crítico	----	Flujo supercrítico	----	
VII.- Rugosidades						1
Dimension 3 de la variable 2.						
Indicador 1:	Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
Canales alojados en tierra (0.025 a 0.030)	----	Canales revestidos de concreto (0.013 a 0.015)	----		----	
APELLIDOS Y	MACHUCA PARI MIGUEL ANGELO					
PROFESION	INGENIERO CIVIL					
REGISTRO CIP No:	158050					
EMAIL:	miguel.machuca@unh.edu.pe					
TELEFONO:	978919295					

* Según la tabla de calificación se colocara 1 si la dimencion e indicadores le parecere viable y 0 si no es viable en la columna EXPERTO. Asi mismo sesolicita la colocacion de datos requeridos en el cuadro anterior , con la firma y sello respectiva.

Tabla para calificación	
Si	1
No	0


MACHUCA PARI Miguel Angel
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 158050

COMPORTAMIENTO HIDRÁULICO DE FLUJO DE AGUA EN CANALES DE RIEGO EN ZONAS DE SINGULARIDAD – CANAL

AUTOR:

- Bach. Loayza Sanchez Linno Yhoel,
- Bach. Meza Ospinal Cristina Carmen.

							EXPERTO
I.-	INFORMACION GENERAL:						1
UBICACIÓN: MITO -CONCEPCION-JUNIN							
DISTRITO: MITO		ALTITUD: 3335					
PROVINCIA: CONCEPCION		LATITUD: 11° 56' 12" Sur					
REGION: JUNIN		LONGITUD: 75° 20' 19" Oeste					
II.-	Cambios de pendientes						1
Dimension 1 de la variable 1.							
Indicador 1:		Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
En suelo suelto		glb	En suelo franco	glb	En suelo	glb	
III.-	Cambios de sección						1
Dimension 2 de la variable 1.							
Indicador 1:		Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
Rectangular		m	Trapezoidal	m	Variable	m	
IV.-	Cambios de rugosidades						0
Dimension 3 de la variable 1.							
Indicador 1:		Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
Aspereza de la superficie		Curva	Vegetacion				
V.-	Velocidades						0
Dimension 1 de la variable 2.							
Indicador 1:		Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
Velocidad		m/s	Velocidad media	m/s	Velocidad	m/s	
VI.-	Tirantes						1
Dimension 2 de la variable 2.							
Indicador 1:		Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
Flujo subcrítico		---	Flujo crítico	---	Flujo supercrítico	---	
VII.-	Rugosidades						0
Dimension 3 de la variable 2.							
Indicador 1:		Unidad	Indicador 2:	Unidad	Indicador 3:	Unidad	
Canales alojados en tierra (0.025 a 0.030)		---	Canales revestidos de concreto (0.013 a 0.015)	---		---	
APELLIDOS Y		NUÑEZ NUÑEZ ROLY JAIME					
PROFESION		ING FORESTAL Y AMBIENTAL					
REGISTRO CIP No:		100377					
EMAIL:		ROLVNEZ@CONTINENTAL.EDU.PE					
TELEFONO:		970013435					

* Según la tabla de calificación se colocara 1 si la dimencion e indicadores le parecere viable y 0 si no es viable en la columna EXPERTO. Asi mismo sesolicita la colocacion de datos requeridos en el cuadro anterior , con la firma y sello respectiva.

Tabla para calificación	
SI	1
No	0


ROLY JAIME NUÑEZ NUÑEZ
 ING. FORESTAL Y AMBIENTAL
 ING. EN GESTIÓN DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS
 REG. CIP N° 100377

Anexo 6

Resultados de HEC-RAS

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
EJE DE CANAL	2122.3	CAUDAL	0.17	3274.93	3275.16		3275.19	0.003404	0.83	0.21	0.90	0.55
EJE DE CANAL	2120	CAUDAL	0.17	3274.91	3275.15		3275.18	0.002888	0.78	0.22	0.90	0.51
EJE DE CANAL	2110	CAUDAL	0.17	3274.90	3275.10		3275.15	0.004809	0.93	0.18	0.90	0.66
EJE DE CANAL	2100	CAUDAL	0.17	3274.84	3275.07		3275.10	0.003535	0.84	0.20	0.90	0.57
EJE DE CANAL	2090	CAUDAL	0.17	3274.81	3275.02		3275.06	0.004138	0.89	0.19	0.90	0.61
EJE DE CANAL	2080	CAUDAL	0.17	3274.77	3274.98		3275.02	0.003951	0.41	0.19	0.90	0.29
EJE DE CANAL	2070	CAUDAL	0.17	3274.73	3274.94		3274.98	0.004150	0.96	0.19	0.90	0.68
EJE DE CANAL	2060	CAUDAL	0.17	3274.69	3274.90		3274.94	0.003627	0.92	0.19	0.90	0.64
EJE DE CANAL	2050	CAUDAL	0.17	3274.65	3274.87		3274.91	0.003928	0.87	0.20	0.90	0.60
EJE DE CANAL	2040	CAUDAL	0.17	3274.61	3274.76	3274.76	3274.84	0.010629	1.22	0.14	0.90	0.99
EJE DE CANAL	2030	CAUDAL	0.17	3274.22	3274.35	3274.34	3274.40	0.006407	1.02	0.17	1.30	0.89
EJE DE CANAL	2020	CAUDAL	0.17	3274.16	3274.31		3274.35	0.003889	0.93	0.20	1.30	0.77
EJE DE CANAL	2010	CAUDAL	0.17	3274.12	3274.27		3274.31	0.004024	0.94	0.20	1.30	0.78
EJE DE CANAL	2000	CAUDAL	0.17	3274.08	3274.23		3274.27	0.004857	0.93	0.19	1.30	0.78
EJE DE CANAL	1990	CAUDAL	0.17	3274.03	3274.18		3274.22	0.004031	0.94	0.20	1.30	0.78
EJE DE CANAL	1980	CAUDAL	0.17	3273.99	3274.15		3274.19	0.003272	0.92	0.20	1.30	0.74
EJE DE CANAL	1970	CAUDAL	0.17	3273.95	3274.13		3274.15	0.002577	0.74	0.23	1.30	0.56
EJE DE CANAL	1960	CAUDAL	0.17	3273.93	3274.09		3274.13	0.003206	0.91	0.20	1.30	0.74
EJE DE CANAL	1950	CAUDAL	0.17	3273.89	3274.06		3274.10	0.002286	0.83	0.23	1.30	0.63
EJE DE CANAL	1940	CAUDAL	0.17	3273.85	3274.04		3274.07	0.002959	0.75	0.25	1.30	0.55
EJE DE CANAL	1930	CAUDAL	0.17	3273.82	3274.01		3274.04	0.003440	0.72	0.25	1.30	0.53
EJE DE CANAL	1920	CAUDAL	0.17	3273.79	3273.97		3274.00	0.003571	0.79	0.23	1.30	0.60
EJE DE CANAL	1910	CAUDAL	0.17	3273.76	3273.93		3273.96	0.004547	0.85	0.22	1.30	0.67
EJE DE CANAL	1900	CAUDAL	0.17	3273.71	3273.89		3273.92	0.003698	0.80	0.23	1.30	0.61
EJE DE CANAL	1890	CAUDAL	0.17	3273.67	3273.85		3273.88	0.003854	0.79	0.23	1.30	0.60
EJE DE CANAL	1880	CAUDAL	0.17	3273.63	3273.81		3273.84	0.003648	0.78	0.24	1.30	0.58
EJE DE CANAL	1870	CAUDAL	0.17	3273.59	3273.78		3273.81	0.003189	0.75	0.25	1.30	0.55
EJE DE CANAL	1860	CAUDAL	0.17	3273.56	3273.75		3273.78	0.003384	0.76	0.24	1.30	0.56
EJE DE CANAL	1850	CAUDAL	0.17	3273.53	3273.71		3273.74	0.004188	0.81	0.23	1.30	0.62
EJE DE CANAL	1840	CAUDAL	0.17	3273.49	3273.64		3273.68	0.007027	0.95	0.20	1.30	0.78
EJE DE CANAL	1830	CAUDAL	0.17	3273.42	3273.58		3273.62	0.006342	0.92	0.20	1.30	0.75
EJE DE CANAL	1820	CAUDAL	0.17	3273.36	3273.51		3273.55	0.006026	0.93	0.20	1.30	0.76
EJE DE CANAL	1810	CAUDAL	0.17	3273.30	3273.47		3273.50	0.004642	0.86	0.22	1.30	0.67
EJE DE CANAL	1800	CAUDAL	0.17	3273.25	3273.43		3273.46	0.003961	0.82	0.23	1.30	0.63
EJE DE CANAL	1790	CAUDAL	0.17	3273.21	3273.39		3273.42	0.004014	0.82	0.23	1.30	0.63
EJE DE CANAL	1780	CAUDAL	0.17	3273.17	3273.34		3273.38	0.004053	0.82	0.23	1.30	0.63

Reach	River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Crit W.S.	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
			(m3/s)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m2)	(m)	
EJE DE CANAL	1780	CAUDAL	0.17	3273.17	3273.34		3273.38	0.004053	0.82	0.23	1.30	0.63
EJE DE CANAL	1770	CAUDAL	0.17	3273.13	3273.30		3273.33	0.004331	0.84	0.22	1.30	0.65
EJE DE CANAL	1760	CAUDAL	0.17	3273.09	3273.24		3273.28	0.006044	0.93	0.20	1.30	0.76
EJE DE CANAL	1750	CAUDAL	0.17	3273.03	3273.19		3273.23	0.005102	0.91	0.21	1.30	0.73
EJE DE CANAL	1740	CAUDAL	0.17	3272.98	3273.14		3273.18	0.004666	0.89	0.21	1.30	0.70
EJE DE CANAL	1730	CAUDAL	0.17	3272.93	3273.10		3273.14	0.003850	0.83	0.22	1.30	0.64
EJE DE CANAL	1720	CAUDAL	0.17	3272.89	3273.07		3273.10	0.003615	0.82	0.23	1.30	0.62
EJE DE CANAL	1710	CAUDAL	0.17	3272.85	3273.02		3273.06	0.005035	0.84	0.22	1.30	0.65
EJE DE CANAL	1700	CAUDAL	0.17	3272.80	3272.98		3273.01	0.004537	0.82	0.23	1.30	0.62
EJE DE CANAL	1690	CAUDAL	0.17	3272.75	3272.94		3272.97	0.003413	0.74	0.25	1.30	0.54
EJE DE CANAL	1680	CAUDAL	0.17	3272.70	3272.89		3272.91	0.004193	0.69	0.25	1.30	0.51
EJE DE CANAL	1670	CAUDAL	0.17	3272.64	3272.81		3272.84	0.004940	0.86	0.22	1.30	0.67
EJE DE CANAL	1660	CAUDAL	0.17	3272.59	3272.76		3272.79	0.005436	0.86	0.22	1.30	0.67
EJE DE CANAL	1650	CAUDAL	0.17	3272.53	3272.71		3272.74	0.004248	0.80	0.24	1.30	0.60
EJE DE CANAL	1640	CAUDAL	0.17	3272.48	3272.68		3272.71	0.002962	0.72	0.26	1.30	0.51
EJE DE CANAL	1630	CAUDAL	0.17	3272.44	3272.64		3272.66	0.006275	0.73	0.26	1.30	0.52
EJE DE CANAL	1620	CAUDAL	0.17	3272.40	3272.58		3272.61	0.004679	0.81	0.23	1.30	0.61
EJE DE CANAL	1610	CAUDAL	0.17	3272.35	3272.54		3272.57	0.004125	0.77	0.24	1.30	0.57
EJE DE CANAL	1600	CAUDAL	0.17	3272.31	3272.49		3272.52	0.004786	0.81	0.23	1.30	0.61
EJE DE CANAL	1590	CAUDAL	0.17	3272.26	3272.45		3272.48	0.004052	0.78	0.25	1.30	0.57
EJE DE CANAL	1580	CAUDAL	0.17	3272.22	3272.41		3272.43	0.004180	0.76	0.24	1.30	0.56
EJE DE CANAL	1570	CAUDAL	0.17	3272.18	3272.36		3272.39	0.005151	0.81	0.23	1.30	0.61
EJE DE CANAL	1560	CAUDAL	0.17	3272.13	3272.31		3272.34	0.004936	0.80	0.23	1.30	0.60
EJE DE CANAL	1550	CAUDAL	0.17	3272.08	3272.26		3272.29	0.004942	0.80	0.23	1.30	0.60
EJE DE CANAL	1540	CAUDAL	0.17	3272.03	3272.21		3272.24	0.005364	0.82	0.23	1.30	0.62
EJE DE CANAL	1530	CAUDAL	0.17	3271.97	3272.16		3272.18	0.005023	0.77	0.24	1.30	0.57
EJE DE CANAL	1520	CAUDAL	0.17	3271.91	3272.12		3272.14	0.003417	0.69	0.27	1.30	0.48
EJE DE CANAL	1510	CAUDAL	0.17	3271.87	3272.09		3272.11	0.003752	0.69	0.28	1.30	0.47
EJE DE CANAL	1500	CAUDAL	0.17	3271.83	3272.05		3272.07	0.003612	0.68	0.28	1.30	0.47
EJE DE CANAL	1490	CAUDAL	0.17	3271.80	3272.01		3272.03	0.004010	0.70	0.27	1.30	0.49
EJE DE CANAL	1480	CAUDAL	0.17	3271.76	3271.97		3271.99	0.004059	0.70	0.27	1.30	0.49
EJE DE CANAL	1470	CAUDAL	0.17	3271.72	3271.93		3271.95	0.004073	0.70	0.27	1.30	0.49
EJE DE CANAL	1460	CAUDAL	0.17	3271.68	3271.88		3271.91	0.004490	0.72	0.26	1.30	0.51
EJE DE CANAL	1450	CAUDAL	0.17	3271.62	3271.85		3271.87	0.003203	0.66	0.30	1.30	0.44
EJE DE CANAL	1440	CAUDAL	0.17	3271.55	3271.83		3271.84	0.001627	0.54	0.37	1.30	0.33
EJE DE CANAL	1430	CAUDAL	0.17	3271.48	3271.82		3271.83	0.000775	0.43	0.45	1.30	0.23

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
EJE DE CANAL	1430	CAUDAL	0.17	3271.48	3271.82		3271.83	0.000775	0.43	0.45	1.30	0.23
EJE DE CANAL	1420	CAUDAL	0.17	3271.43	3271.82		3271.83	0.000539	0.39	0.50	1.30	0.20
EJE DE CANAL	1410	CAUDAL	0.17	3271.39	3271.81		3271.82	0.000555	0.36	0.55	1.30	0.18
EJE DE CANAL	1400	CAUDAL	0.17	3271.36	3271.81		3271.81	0.000448	0.33	0.58	1.30	0.16
EJE DE CANAL	1390	CAUDAL	0.17	3271.34	3271.80		3271.81	0.000403	0.33	0.60	1.30	0.15
EJE DE CANAL	1380	CAUDAL	0.17	3271.33	3271.80		3271.81	0.000440	0.33	0.61	1.30	0.15
EJE DE CANAL	1370	CAUDAL	0.17	3271.34	3271.80		3271.80	0.000474	0.33	0.59	1.30	0.16
EJE DE CANAL	1360	CAUDAL	0.17	3271.33	3271.79		3271.80	0.000480	0.32	0.60	1.30	0.15
EJE DE CANAL	1350	CAUDAL	0.17	3271.33	3271.79		3271.79	0.000501	0.32	0.59	1.30	0.15
EJE DE CANAL	1340	CAUDAL	0.17	3271.32	3271.78		3271.79	0.000585	0.32	0.60	1.30	0.15
EJE DE CANAL	1330	CAUDAL	0.17	3271.32	3271.78		3271.78	0.000610	0.32	0.59	1.30	0.15
EJE DE CANAL	1320	CAUDAL	0.17	3271.30	3271.77		3271.77	0.000559	0.32	0.61	1.30	0.15
EJE DE CANAL	1310	CAUDAL	0.17	3271.27	3271.76		3271.77	0.000564	0.30	0.64	1.30	0.14
EJE DE CANAL	1300	CAUDAL	0.17	3271.25	3271.76		3271.76	0.000513	0.29	0.66	1.30	0.13
EJE DE CANAL	1290	CAUDAL	0.17	3271.22	3271.75		3271.76	0.000461	0.29	0.69	1.30	0.13
EJE DE CANAL	1280	CAUDAL	0.17	3271.22	3271.75		3271.75	0.000447	0.28	0.69	1.30	0.12
EJE DE CANAL	1270	CAUDAL	0.17	3271.24	3271.75		3271.75	0.000479	0.28	0.65	1.30	0.13
EJE DE CANAL	1260	CAUDAL	0.17	3271.24	3271.74		3271.74	0.001055	0.26	0.65	1.30	0.12
EJE DE CANAL	1250	CAUDAL	0.17	3271.24	3271.73		3271.73	0.001122	0.27	0.63	1.30	0.12
EJE DE CANAL	1240	CAUDAL	0.17	3271.23	3271.72		3271.72	0.000875	0.28	0.63	1.30	0.13
EJE DE CANAL	1230	CAUDAL	0.17	3271.23	3271.70		3271.71	0.002412	0.36	0.47	1.00	0.17
EJE DE CANAL	1220	CAUDAL	0.17	3271.23	3271.67		3271.68	0.002719	0.38	0.44	1.00	0.18
EJE DE CANAL	1210	CAUDAL	0.17	3271.21	3271.65		3271.66	0.002332	0.41	0.44	1.00	0.20
EJE DE CANAL	1200	CAUDAL	0.17	3271.18	3271.63		3271.63	0.002074	0.40	0.45	1.00	0.19
EJE DE CANAL	1190	CAUDAL	0.17	3271.15	3271.60		3271.61	0.002578	0.40	0.45	1.00	0.19
EJE DE CANAL	1180	CAUDAL	0.17	3271.11	3271.58		3271.58	0.002872	0.36	0.47	1.00	0.17
EJE DE CANAL	1170	CAUDAL	0.17	3271.08	3271.55		3271.56	0.002309	0.38	0.47	1.00	0.18
EJE DE CANAL	1160	CAUDAL	0.17	3271.05	3271.53		3271.54	0.002076	0.37	0.48	1.00	0.17
EJE DE CANAL	1150	CAUDAL	0.17	3271.02	3271.51		3271.51	0.002542	0.35	0.49	1.00	0.16
EJE DE CANAL	1140	CAUDAL	0.17	3270.99	3271.49		3271.49	0.001816	0.35	0.50	1.00	0.16
EJE DE CANAL	1130	CAUDAL	0.17	3270.96	3271.47		3271.47	0.002321	0.34	0.51	1.00	0.15
EJE DE CANAL	1120	CAUDAL	0.17	3270.93	3271.45		3271.45	0.001843	0.35	0.51	1.00	0.16
EJE DE CANAL	1110	CAUDAL	0.17	3270.90	3271.43		3271.43	0.002081	0.32	0.53	1.00	0.14
EJE DE CANAL	1100	CAUDAL	0.17	3270.87	3271.39		3271.40	0.007536	0.33	0.52	1.00	0.14
EJE DE CANAL	1090	CAUDAL	0.17	3270.84	3271.30		3271.31	0.010387	0.37	0.46	1.00	0.17
EJE DE CANAL	1080	CAUDAL	0.17	3270.81	3271.17		3271.18	0.016603	0.49	0.36	1.00	0.26

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
EJE DE CANAL	1080	CAUDAL	0.17	3270.81	3271.17		3271.18	0.016603	0.49	0.36	1.00	0.26
EJE DE CANAL	1070	CAUDAL	0.17	3270.78	3271.07		3271.09	0.005640	0.59	0.29	1.00	0.35
EJE DE CANAL	1060	CAUDAL	0.17	3270.72	3271.02		3271.04	0.004202	0.59	0.30	1.00	0.34
EJE DE CANAL	1050	CAUDAL	0.17	3270.67	3270.98		3271.00	0.004540	0.55	0.31	1.00	0.31
EJE DE CANAL	1040	CAUDAL	0.17	3270.63	3270.93		3270.95	0.004930	0.56	0.30	1.00	0.33
EJE DE CANAL	1030	CAUDAL	0.17	3270.57	3270.89		3270.90	0.004385	0.54	0.31	1.00	0.31
EJE DE CANAL	1020	CAUDAL	0.17	3270.53	3270.84		3270.86	0.004456	0.54	0.31	1.00	0.31
EJE DE CANAL	1010	CAUDAL	0.17	3270.48	3270.80		3270.81	0.004236	0.53	0.32	1.00	0.30
EJE DE CANAL	1000	CAUDAL	0.17	3270.44	3270.76		3270.77	0.004385	0.54	0.31	1.00	0.31
EJE DE CANAL	990	CAUDAL	0.17	3270.40	3270.71		3270.73	0.004627	0.55	0.31	1.00	0.32
EJE DE CANAL	980	CAUDAL	0.17	3270.35	3270.66		3270.68	0.004480	0.54	0.31	1.00	0.31
EJE DE CANAL	970	CAUDAL	0.17	3270.30	3270.62		3270.64	0.004106	0.53	0.32	1.00	0.30
EJE DE CANAL	960	CAUDAL	0.17	3270.24	3270.59		3270.60	0.003307	0.49	0.35	1.00	0.26
EJE DE CANAL	950	CAUDAL	0.17	3270.19	3270.56		3270.57	0.002853	0.46	0.37	1.00	0.24
EJE DE CANAL	940	CAUDAL	0.17	3270.14	3270.53		3270.54	0.002399	0.43	0.39	1.00	0.22
EJE DE CANAL	930	CAUDAL	0.17	3270.09	3270.50		3270.51	0.004771	0.42	0.41	1.00	0.21
EJE DE CANAL	920	CAUDAL	0.17	3270.04	3270.45		3270.46	0.004833	0.43	0.41	1.00	0.21
EJE DE CANAL	910	CAUDAL	0.17	3269.98	3270.40		3270.41	0.005943	0.41	0.42	1.00	0.20
EJE DE CANAL	900	CAUDAL	0.17	3269.93	3270.34		3270.35	0.006506	0.42	0.41	1.00	0.21
EJE DE CANAL	890	CAUDAL	0.17	3269.86	3270.27		3270.28	0.006191	0.41	0.41	1.00	0.20
EJE DE CANAL	880	CAUDAL	0.17	3269.80	3270.21		3270.22	0.006240	0.41	0.41	1.00	0.21
EJE DE CANAL	870	CAUDAL	0.17	3269.75	3270.15		3270.16	0.007060	0.43	0.39	1.00	0.22
EJE DE CANAL	860	CAUDAL	0.17	3269.69	3270.07		3270.08	0.007799	0.45	0.38	1.00	0.23
EJE DE CANAL	850	CAUDAL	0.17	3269.62	3270.00		3270.01	0.005857	0.46	0.38	1.00	0.23
EJE DE CANAL	840	CAUDAL	0.17	3269.56	3269.95		3269.96	0.005454	0.44	0.39	1.00	0.23
EJE DE CANAL	830	CAUDAL	0.17	3269.50	3269.89		3269.90	0.005630	0.45	0.39	1.00	0.23
EJE DE CANAL	820	CAUDAL	0.17	3269.44	3269.84		3269.85	0.005120	0.43	0.40	1.00	0.22
EJE DE CANAL	810	CAUDAL	0.17	3269.39	3269.78		3269.79	0.006140	0.46	0.39	1.00	0.24
EJE DE CANAL	800	CAUDAL	0.17	3269.32	3269.72		3269.73	0.006987	0.43	0.40	1.00	0.22
EJE DE CANAL	790	CAUDAL	0.17	3269.25	3269.65		3269.66	0.006958	0.43	0.40	1.00	0.22
EJE DE CANAL	780	CAUDAL	0.17	3269.18	3269.58		3269.59	0.006930	0.43	0.40	1.00	0.22
EJE DE CANAL	770	CAUDAL	0.17	3269.12	3269.52		3269.53	0.005248	0.44	0.40	1.00	0.22
EJE DE CANAL	760	CAUDAL	0.17	3269.04	3269.46		3269.47	0.005841	0.40	0.42	1.00	0.20
EJE DE CANAL	750	CAUDAL	0.17	3269.00	3269.40		3269.41	0.006887	0.43	0.40	1.00	0.22
EJE DE CANAL	740	CAUDAL	0.17	3268.95	3269.33		3269.34	0.006136	0.46	0.38	1.00	0.24
EJE DE CANAL	730	CAUDAL	0.17	3268.89	3269.27		3269.28	0.005613	0.45	0.39	1.00	0.23

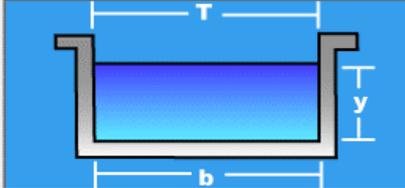
Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
EJE DE CANAL	730	CAUDAL	0.17	3268.89	3269.27		3269.28	0.005613	0.45	0.39	1.00	0.23
EJE DE CANAL	720	CAUDAL	0.17	3268.82	3269.21		3269.22	0.007285	0.44	0.39	1.00	0.22
EJE DE CANAL	710	CAUDAL	0.17	3268.75	3269.15		3269.16	0.005650	0.45	0.40	1.00	0.23
EJE DE CANAL	700	CAUDAL	0.17	3268.70	3269.09		3269.10	0.005715	0.45	0.39	1.00	0.23
EJE DE CANAL	690	CAUDAL	0.17	3268.63	3269.04		3269.05	0.004603	0.42	0.41	1.00	0.21
EJE DE CANAL	680	CAUDAL	0.17	3268.59	3268.98		3268.99	0.007149	0.43	0.39	1.00	0.22
EJE DE CANAL	670	CAUDAL	0.17	3268.52	3268.91		3268.92	0.007300	0.44	0.39	1.00	0.22
EJE DE CANAL	660	CAUDAL	0.17	3268.45	3268.84		3268.85	0.006221	0.46	0.39	1.00	0.24
EJE DE CANAL	650	CAUDAL	0.17	3268.40	3268.78		3268.79	0.006673	0.48	0.38	1.00	0.25
EJE DE CANAL	640	CAUDAL	0.17	3268.33	3268.71		3268.72	0.006611	0.47	0.38	1.00	0.25
EJE DE CANAL	630	CAUDAL	0.17	3268.27	3268.64		3268.65	0.006971	0.48	0.37	1.00	0.25
EJE DE CANAL	620	CAUDAL	0.17	3268.20	3268.57		3268.58	0.006923	0.48	0.37	1.00	0.25
EJE DE CANAL	610	CAUDAL	0.17	3268.13	3268.50		3268.51	0.008555	0.46	0.37	1.00	0.24
EJE DE CANAL	600	CAUDAL	0.17	3268.06	3268.41		3268.43	0.007852	0.50	0.35	1.00	0.27
EJE DE CANAL	590	CAUDAL	0.17	3268.00	3268.34		3268.35	0.007009	0.52	0.34	1.00	0.29
EJE DE CANAL	580	CAUDAL	0.17	3267.92	3268.27		3268.29	0.006105	0.50	0.35	1.00	0.27
EJE DE CANAL	570	CAUDAL	0.17	3267.85	3268.21		3268.22	0.005850	0.49	0.36	1.00	0.26
EJE DE CANAL	560	CAUDAL	0.17	3267.80	3268.15		3268.16	0.006691	0.51	0.35	1.00	0.28
EJE DE CANAL	550	CAUDAL	0.17	3267.73	3268.08		3268.09	0.007350	0.52	0.35	1.00	0.28
EJE DE CANAL	540	CAUDAL	0.17	3267.66	3268.01		3268.03	0.006098	0.49	0.35	1.00	0.27
EJE DE CANAL	530	CAUDAL	0.17	3267.60	3267.95		3267.96	0.006228	0.50	0.35	1.00	0.27
EJE DE CANAL	520	CAUDAL	0.17	3267.52	3267.89		3267.90	0.007014	0.46	0.37	1.00	0.25
EJE DE CANAL	510	CAUDAL	0.17	3267.46	3267.82		3267.83	0.005942	0.49	0.36	1.00	0.26
EJE DE CANAL	500	CAUDAL	0.17	3267.40	3267.75		3267.77	0.007833	0.48	0.35	1.00	0.26
EJE DE CANAL	490	CAUDAL	0.17	3267.33	3267.68		3267.69	0.006383	0.50	0.35	1.00	0.27
EJE DE CANAL	480	CAUDAL	0.17	3267.27	3267.61		3267.63	0.007134	0.52	0.34	1.00	0.28
EJE DE CANAL	470	CAUDAL	0.17	3267.20	3267.55		3267.56	0.006415	0.50	0.35	1.00	0.27
EJE DE CANAL	460	CAUDAL	0.17	3267.13	3267.48		3267.49	0.006555	0.51	0.35	1.00	0.27
EJE DE CANAL	450	CAUDAL	0.17	3267.06	3267.42		3267.43	0.006573	0.51	0.36	1.00	0.27
EJE DE CANAL	440	CAUDAL	0.17	3267.00	3267.35		3267.37	0.006120	0.50	0.35	1.00	0.27
EJE DE CANAL	430	CAUDAL	0.17	3266.93	3267.29		3267.31	0.005902	0.49	0.36	1.00	0.26
EJE DE CANAL	420	CAUDAL	0.17	3266.86	3267.23		3267.24	0.006678	0.46	0.37	1.00	0.24
EJE DE CANAL	410	CAUDAL	0.17	3266.80	3267.16		3267.17	0.007357	0.47	0.36	1.00	0.25
EJE DE CANAL	400	CAUDAL	0.17	3266.73	3267.09		3267.11	0.005945	0.49	0.36	1.00	0.26
EJE DE CANAL	390	CAUDAL	0.17	3266.67	3267.03		3267.05	0.006085	0.49	0.36	1.00	0.26
EJE DE CANAL	380	CAUDAL	0.17	3266.60	3266.97		3266.98	0.006708	0.46	0.37	1.00	0.24

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
EJE DE CANAL	360	CAUDAL	0.17	3266.48	3266.83		3266.85	0.007778	0.48	0.35	1.00	0.26
EJE DE CANAL	350	CAUDAL	0.17	3266.40	3266.77		3266.78	0.005316	0.47	0.37	1.00	0.25
EJE DE CANAL	340	CAUDAL	0.17	3266.32	3266.72		3266.73	0.004621	0.45	0.40	1.00	0.23
EJE DE CANAL	330	CAUDAL	0.17	3266.26	3266.68		3266.69	0.003529	0.41	0.42	1.00	0.20
EJE DE CANAL	320	CAUDAL	0.17	3266.20	3266.63		3266.64	0.007250	0.39	0.43	1.00	0.19
EJE DE CANAL	310	CAUDAL	0.17	3266.13	3266.56		3266.57	0.007443	0.40	0.43	1.00	0.19
EJE DE CANAL	300	CAUDAL	0.17	3266.06	3266.50		3266.50	0.005619	0.41	0.44	1.00	0.20
EJE DE CANAL	290	CAUDAL	0.17	3266.00	3266.44		3266.45	0.005053	0.39	0.44	1.00	0.19
EJE DE CANAL	280	CAUDAL	0.17	3265.95	3266.39		3266.40	0.005665	0.41	0.44	1.00	0.20
EJE DE CANAL	270	CAUDAL	0.17	3265.89	3266.34		3266.35	0.004723	0.38	0.45	1.00	0.18
EJE DE CANAL	260	CAUDAL	0.17	3265.82	3266.29		3266.29	0.005965	0.36	0.47	1.00	0.17
EJE DE CANAL	250	CAUDAL	0.17	3265.75	3266.23		3266.24	0.005537	0.35	0.48	1.00	0.16
EJE DE CANAL	240	CAUDAL	0.17	3265.70	3266.17		3266.18	0.005794	0.36	0.47	1.00	0.17
EJE DE CANAL	230	CAUDAL	0.17	3265.64	3266.12		3266.13	0.004695	0.38	0.48	1.00	0.18
EJE DE CANAL	220	CAUDAL	0.17	3265.59	3266.07		3266.08	0.005565	0.36	0.48	1.00	0.16
EJE DE CANAL	210	CAUDAL	0.17	3265.52	3266.02		3266.02	0.005053	0.34	0.50	1.00	0.16
EJE DE CANAL	200	CAUDAL	0.17	3265.46	3265.97		3265.97	0.004735	0.33	0.51	1.00	0.15
EJE DE CANAL	190	CAUDAL	0.17	3265.40	3265.92		3265.93	0.004366	0.32	0.52	1.00	0.14
EJE DE CANAL	180	CAUDAL	0.17	3265.32	3265.88		3265.89	0.003597	0.30	0.56	1.00	0.13
EJE DE CANAL	170	CAUDAL	0.17	3265.26	3265.86		3265.86	0.002060	0.29	0.60	1.00	0.12
EJE DE CANAL	160	CAUDAL	0.17	3265.20	3265.83		3265.84	0.002651	0.27	0.63	1.00	0.11
EJE DE CANAL	150	CAUDAL	0.17	3265.15	3265.81		3265.82	0.001787	0.27	0.66	1.00	0.11
EJE DE CANAL	140	CAUDAL	0.17	3265.13	3265.79		3265.80	0.001992	0.28	0.66	1.00	0.11
EJE DE CANAL	130	CAUDAL	0.17	3265.10	3265.78		3265.78	0.001589	0.26	0.68	1.00	0.10
EJE DE CANAL	120	CAUDAL	0.17	3265.08	3265.76		3265.76	0.001660	0.27	0.68	1.00	0.10
EJE DE CANAL	110	CAUDAL	0.17	3265.05	3265.74		3265.75	0.001617	0.26	0.69	1.00	0.10
EJE DE CANAL	100	CAUDAL	0.17	3265.02	3265.73		3265.73	0.001342	0.25	0.71	1.00	0.09
EJE DE CANAL	90	CAUDAL	0.17	3265.00	3265.71		3265.72	0.001957	0.24	0.71	1.00	0.09
EJE DE CANAL	80	CAUDAL	0.17	3264.97	3265.69		3265.70	0.001876	0.23	0.72	1.00	0.09
EJE DE CANAL	70	CAUDAL	0.17	3264.95	3265.68		3265.68	0.001880	0.23	0.72	1.00	0.09
EJE DE CANAL	60	CAUDAL	0.17	3264.92	3265.66		3265.66	0.001802	0.23	0.74	1.00	0.09
EJE DE CANAL	50	CAUDAL	0.17	3264.89	3265.64		3265.64	0.001725	0.23	0.75	1.00	0.08
EJE DE CANAL	40	CAUDAL	0.17	3264.86	3265.62		3265.63	0.001517	0.25	0.76	1.00	0.09
EJE DE CANAL	30	CAUDAL	0.17	3264.83	3265.61		3265.61	0.001220	0.24	0.78	1.00	0.09
EJE DE CANAL	20	CAUDAL	0.17	3264.80	3265.60		3265.60	0.001672	0.22	0.79	1.00	0.08
EJE DE CANAL	10	CAUDAL	0.17	3264.75	3265.58		3265.58	0.001705	0.22	0.83	1.00	0.08

Anexo 7

Resultados de “H canales”

Datos:	
Caudal (Q):	0.17 m ³ /s
Ancho de solera (b):	.70 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.005 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.1930 m	Perímetro (p):	1.0859 m
Area hidráulica (A):	0.1351 m ²	Radio hidráulico (R):	0.1244 m
Espejo de agua (T):	0.7000 m	Velocidad (v):	1.2586 m/s
Número de Froude (F):	0.9147	Energía específica (E):	0.2737 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Datos:	
Caudal (Q):	0.154 m ³ /s
Ancho de solera (b):	.70 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.005 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.1801 m	Perímetro (p):	1.0602 m
Area hidráulica (A):	0.1261 m ²	Radio hidráulico (R):	0.1189 m
Espejo de agua (T):	0.7000 m	Velocidad (v):	1.2214 m/s
Número de Froude (F):	0.9189	Energía específica (E):	0.2562 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

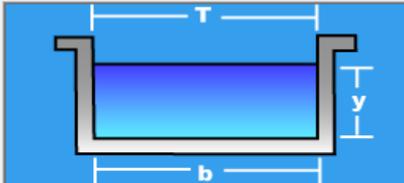
Datos:	
Caudal (Q):	0.147 m ³ /s
Ancho de solera (b):	.70 m
Talud (Z):	0
Rugosidad (n):	0.014
Pendiente (S):	0.005 m/m



Resultados:			
Tirante normal (y):	0.1744 m	Perímetro (p):	1.0488 m
Area hidráulica (A):	0.1221 m ²	Radio hidráulico (R):	0.1164 m
Espejo de agua (T):	0.7000 m	Velocidad (v):	1.2041 m/s
Número de Froude (F):	0.9206	Energía específica (E):	0.2483 m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	Subcrítico		

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.143"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m

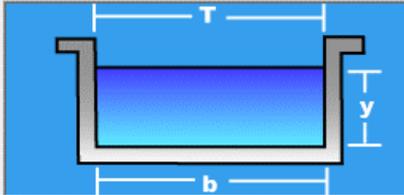


Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1711"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.0422"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1198"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1149"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.1939"/>	m/s*
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9215"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2438"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.138"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m

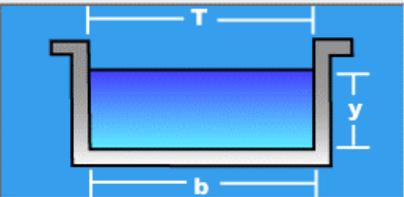


Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1670"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.0339"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1169"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1130"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.1808"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9226"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2380"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.134"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m

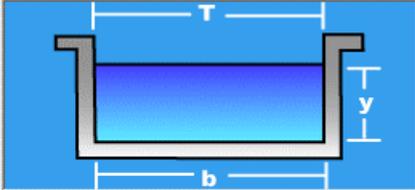


Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1636"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.0272"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1145"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1115"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.1700"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9235"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2334"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.129"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m

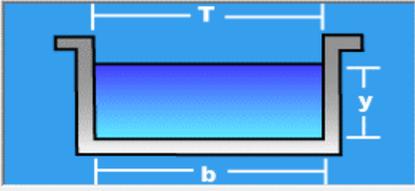


Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1594"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.0188"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1116"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1095"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.1562"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9246"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2275"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.124"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1551"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.0103"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1086"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1075"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.1418"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9256"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2216"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.120"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m

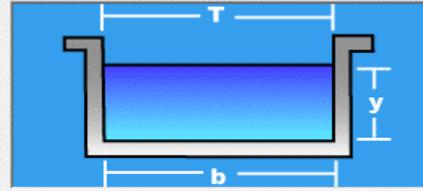


Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1517"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.0034"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1062"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1058"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.1300"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9263"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2168"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

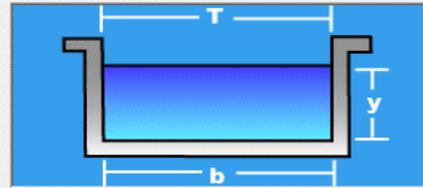
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.117"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m

**Resultados:**

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1491"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.9982"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1044"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1046"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.1210"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9269"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2132"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

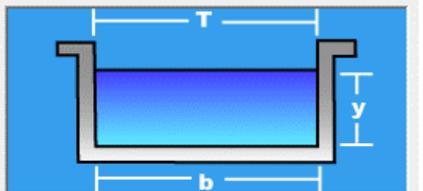
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.114"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m

**Resultados:**

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1465"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.9930"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1025"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1033"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.1117"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9274"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2095"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

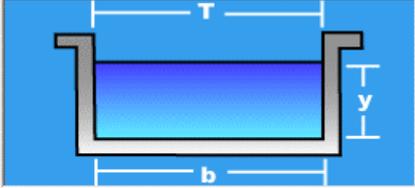
Caudal (Q):	<input type="text" value="0.110"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m

**Resultados:**

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1430"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.9860"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1001"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1015"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.0991"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9280"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2045"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.107"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m

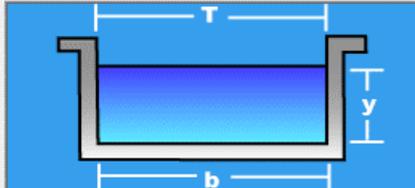


Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1403"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.9806"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0982"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1002"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.0893"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9285"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2008"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.102"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m

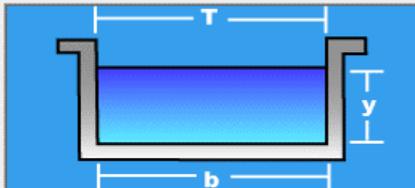


Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1359"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.9717"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0951"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0979"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.0726"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9291"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.1945"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.097"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m

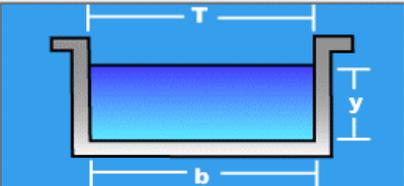


Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1313"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.9626"/>	m
Area hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0919"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0955"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.0552"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9297"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.1881"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.092"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1267"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.9535"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0887"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0930"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.0371"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9301"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.1815"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.086"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m

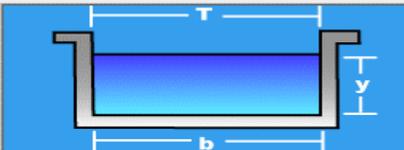


Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1211"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.9423"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0848"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0900"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.0142"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9304"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.1736"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.082"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m

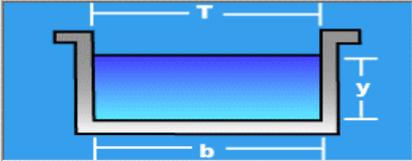


Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1173"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.9347"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0821"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0879"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="0.9983"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9305"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.1681"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.132"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m

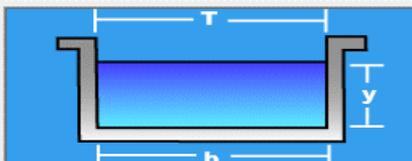


Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1619"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="1.0239"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1134"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1107"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.1645"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9240"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2310"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.113"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1456"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.9912"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.1019"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.1028"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.1086"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9276"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.2083"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Datos:

Caudal (Q):	<input type="text" value="0.089"/>	m ³ /s
Ancho de solera (b):	<input type="text" value=".70"/>	m
Talud (Z):	<input type="text" value="0"/>	
Rugosidad (n):	<input type="text" value="0.014"/>	
Pendiente (S):	<input type="text" value="0.005"/>	m/m



Resultados:

Tirante normal (y):	<input type="text" value="0.1239"/>	m	Perímetro (p):	<input type="text" value="0.9479"/>	m
Área hidráulica (A):	<input type="text" value="0.0868"/>	m ²	Radio hidráulico (R):	<input type="text" value="0.0915"/>	m
Espejo de agua (T):	<input type="text" value="0.7000"/>	m	Velocidad (v):	<input type="text" value="1.0258"/>	m/s
Número de Froude (F):	<input type="text" value="0.9303"/>		Energía específica (E):	<input type="text" value="0.1776"/>	m-Kg/Kg
Tipo de flujo:	<input type="text" value="Subcrítico"/>				

Anexo 8
Aforo de caudal



METROSYSTEMS S.R.L.

Certificado de Calibración

MS - 0508 - 2020

FM014-082-2020
Página : 1 de 2

Solicitante	SOLUCIÓN INTEGRAL EN MINERÍA Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L	<p>El resultados del presente certificado no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce, y es válido únicamente para el objeto calibrado y se refieren al momento y a las condiciones en que fueron ejecutadas las mediciones, le corresponde al solicitante definir la frecuencia de recalibración en función de uso, conservación y mantenimiento del instrumento de medición.</p> <p>La incertidumbre de medición ha sido determinada con un factor de cobertura k=2 para un nivel de confianza aproximado de 95 %.</p>
Dirección	Jr. Mármol 581 - Urbanización Mano Inca - San Juan de Lurigancho - Lima.	
Instrumento de medición:	CORRENTÓMETRO	
Marca	GLOBAL WATER	
Modelo	NO INDICA	
Serie	ARQ12501723	
Identificación	COR-06 (*)	
Procedencia	NO INDICA	
Intervalo de indicación	0,0 m/s a 6,1 m/s (**)	
Resolución	0,1 m/s	
Tipo	DIGITAL	
Fecha de Calibración	2020-09-29	
La calibración se efectuó en:	LABORATORIO DE METROSYSTEMS SRL <small>Av. Próceres de la Independencia Mz. A Lt. 20 Urb. Los Pinos - S.J.L. - Lima</small>	

Método de Calibración
Determinación del error por comparación indirecta, tomando como referencia la ISO 3455-2007

Patrón de Calibración
Se utilizó una cinta métrica con certificado de calibración MS-0287-2020 y cronómetro con certificado de calibración: 1052-2526715

Condiciones Ambientales

	Inicial	Final
Temperatura	20,9 °C	21,2 °C
Humedad Relativa	61 %	63 %



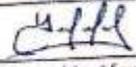
Fecha de emisión: **2020-09-29**

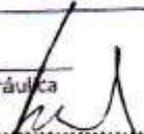


Ing. José Suárez Pino
CIP: 157418
METROSYSTEMS SRL

FM014-082-2020

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTOMETRO EN PUNTO DE CONTROL										
HORARIO: 11:20 am - 5:18 pm			COMISION DE USUARIOS		COMITE DE USUARIOS					
DIA: 02			CANAL PRINCIPAL Canal Jofino			LATERAL DE RIEGO 08/03/2021				
SUB LATERAL		N°		ALTURA DE MIRA		PICKA				
PUNTOS DE DIVISION	SONDEOS		CORRENTOMETRO		VELOCIDAD			SECCION		DESC. PARCIAL (m3/s)
	DIST. HORIZ.	PROF.	Prof. Obser.	Tiempo	En el punto	Media	Ancho	Prof. Media	Area	
Z522: TL-11 A	21.3cm	17.4cm			0.54m/s	0.24m/s	85cm	28.4cm	0.24m²	0.130
Z522: TL-11 D	21.3cm	16.8cm			0.53m/s	0.25m/s	85cm	27.8cm	0.226m²	0.129
Z523: C-12	21.8cm	16.7cm			0.51m/s	0.31m/s	87cm	29.1cm	0.252m²	0.128
Z524: TL-12 A	21.3cm	16.2cm			0.55m/s	0.25m/s	85cm	29.0cm	0.278m²	0.126
Z524: TL-12 D	21.2cm	16.7cm			0.50m/s	0.35m/s	85cm	28.2cm	0.271m²	0.124
Z525: TL-13 A	21.2cm	16.2cm			0.50m/s	0.30m/s	83cm	29.1cm	0.242m²	0.123
Z526: TL-13 D	21.3cm	16.7cm			0.50m/s	0.30m/s	85cm	28.5cm	0.242m²	0.121
Z526: TL-14 A	21.2cm	16.2cm			0.50m/s	0.30m/s	85cm	28.0cm	0.238m²	0.119
Z526: TL-14 D	21.2cm	16.2cm			0.48m/s	0.40m/s	85cm	28.3cm	0.241m²	0.115
Z527: C-13	21.8cm	18cm			0.48m/s	0.40m/s	87cm	27.5cm	0.239m²	0.114
Z528: TL-15 A	21.3cm	19.2cm			0.4m/s	0.4m/s	85cm	28.5cm	0.239m²	0.113
Z528: TL-15 D	21.3cm	19.8cm			0.40m/s	0.40m/s	85cm	30.5cm	0.259m²	0.104
Z529: TL-16 A	21.2cm	20.2cm			0.40m/s	0.40m/s	85cm	30.2cm	0.257m²	0.103
Z529: TL-16 D	21.3cm	20.2cm			0.38m/s	0.38m/s	85cm	31.0cm	0.264m²	0.100
Z530: C-14	21.8cm	21cm			0.38m/s	0.38m/s	87cm	30cm	0.261m²	0.099
Z531: TL-17 A	21.2cm	21cm			0.37m/s	0.32m/s	85cm	31.2cm	0.266m²	0.098
Z531: TL-17 D	21.3cm	21cm			0.35m/s	0.35m/s	85cm	32cm	0.272m²	0.095
Z532: TL-18 A	21.3cm	21.6cm			0.33m/s	0.33m/s	85cm	33cm	0.281m²	0.093
Z532: TL-18 D	21.3cm	21.6cm			0.32m/s	0.32m/s	85cm	32cm	0.264m²	0.093
Z533: TRAMO I	35cm	27cm			0.2m/s	0.2m/s	110cm	33cm	0.467m²	0.092
Z534: TRAMO I	30cm	19.2cm			0.5m/s	0.5m/s	120cm	25.5cm	0.306m²	0.153
Z535: TRAMO II	28cm	16cm			0.3m/s	0.3m/s	112cm	40.2cm	0.450m²	0.135
Z536: TRAMO III	23.8cm	30.5cm			0.26m/s	0.26m/s	95.2cm	45cm	0.428m²	0.111
Z537: TRAMO IV	25cm	31.2cm			0.25m/s	0.25m/s	100cm	43.2cm	0.432m²	0.108
Z538: TRAMO V	27.5cm	26.4cm			0.2m/s	0.2m/s	110cm	35.5cm	0.39m²	0.078
DESCARGA TOTAL m3/s										


 Responsable Aforo
 LORENA SANCHEZ JIMO Y.


 Especialista Hidráulica
 ING. LUIS HERRERA AGUIAR
 GERENTE GENERAL
 A&B CONSULTING GROUP PERÚ EIRL

ZS: Zona de Singularidad
 TL: Toma lateral
 C: Curva

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTOMETRO EN PUNTO DE CONTROL										
HORA DE REGISTRO: 11:00am - 5:30pm			CONDICION DE USUARIOS				CONDICION DE USUARIOS			
DIA: 5-02			CANAL PRINCIPAL Canal Jirino				LATERAL DE REGO			
SUB LATERAL: N°			ALTURA DE MIRA				FECHA: 09/03/2021			
PUNTO DE DIVISION	SONDEOS		CORRENTOMETRO		VELOCIDAD		SECCION			DESC. PARCIAL (m³/s)
	DES. HORIZ.	PROF.	Prof. Canal	Tempo	En el punto	Medio	Ancho	Profundidad	Area	
2522 TL-11 A.	21.2cm	20cm			0.45m/s	0.45m/s	21cm	22cm	0.72m²	0.172
2522 TL-11 D.	21.2cm	20cm			0.43m/s	0.43m/s	21cm	22.5cm	0.76m²	0.119
2523 C-12	21.8cm	20cm			0.42m/s	0.42m/s	21cm	22cm	0.72m²	0.114
2524 TL-12 A.	21.3cm	20cm			0.44m/s	0.44m/s	21cm	23cm	0.78m²	0.117
2524 TL-12 D.	21.2cm	20cm			0.43m/s	0.43m/s	21cm	23cm	0.78m²	0.112
2525 TL-13 A.	21.2cm	20cm			0.44m/s	0.44m/s	21cm	22.5cm	0.76m²	0.110
2525 TL-13 D.	21.2cm	20cm			0.36m/s	0.36m/s	21cm	24cm	0.79m²	0.101
2526 TL-14 A.	21.2cm	20cm			0.25m/s	0.25m/s	21cm	24cm	0.79m²	0.101
2526 TL-14 D.	21.2cm	20cm			0.25m/s	0.25m/s	21cm	24cm	0.79m²	0.095
2527 C-13	21.2cm	20cm			0.25m/s	0.25m/s	21cm	24cm	0.79m²	0.094
2528 TL-15 A.	21.8cm	20cm			0.35m/s	0.35m/s	21cm	24cm	0.79m²	0.094
2528 TL-15 D.	21.8cm	20cm			0.22m/s	0.22m/s	21cm	24.5cm	0.78m²	0.087
2529 TL-16 A.	21.2cm	20cm			0.22m/s	0.22m/s	21cm	24.5cm	0.78m²	0.086
2529 TL-16 D.	21.2cm	19cm			0.22m/s	0.22m/s	21cm	24cm	0.76m²	0.084
2530 C-14	21.2cm	19cm			0.22m/s	0.22m/s	21cm	24cm	0.76m²	0.084
2531 TL-17 A.	21.2cm	19cm			0.38m/s	0.38m/s	21cm	28cm	0.73m²	0.083
2531 TL-17 D.	21.2cm	16cm			0.22m/s	0.22m/s	21cm	28cm	0.73m²	0.083
2532 TL-18 A.	21.2cm	17cm			0.23m/s	0.23m/s	21cm	27cm	0.69m²	0.080
2532 TL-18 D.	21.2cm	16cm			0.23m/s	0.23m/s	21cm	27cm	0.69m²	0.076
2533 T-ANNO I	35cm	45cm			0.27m/s	0.27m/s	110cm	28cm	0.39m²	0.078
2534 T-ANNO II	30cm	41cm			0.44m/s	0.44m/s	120cm	26cm	0.28m²	0.177
2535 T-ANNO III	28cm	37cm			0.27m/s	0.27m/s	115cm	31cm	0.32m²	0.106
2536 T-ANNO IV	21.8cm	22cm			0.23m/s	0.23m/s	43cm	31cm	0.79m²	0.088
2537 T-ANNO V	27.5cm	20cm			0.27m/s	0.27m/s	110cm	31cm	0.32m²	0.068
2538 T-ANNO VI	27.5cm	26cm			0.25m/s	0.25m/s	110cm	35cm	0.35m²	0.058
DESCARGA TOTAL m³/s										

[Signature]
 Responsable Aforo
 Loniza SANCHEZ JIRO Y

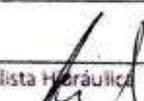
[Signature]
 Especialista Hidráulica
 ING. LUIS HERRERA AGUILAR
 GERENTE GENERAL
 A&B CONSULTING GROUP PERU ENI

26: Zona de Singularidad
 TL: Toma Lateral
 C: Curva

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTOMETRO EN PUNTO DE CONTROL										
HORARIO : 11:00 am - 5:30 pm			COMISION DE USUARIOS				COMITÉ DE USUARIOS			
DIA : 02			CANAL PRINCIPAL Canal Molino				LATERAL DE RIEGO			
SUB LATERAL		N°		ALTURA DE MIRA			FECHA 09/03/2021			
PUNTOS DE DIVISION	SONDEOS		CORRENTOMETRO		VELOCIDAD		SECCION			DESC. PARCIAL (m³/s)
	DIST. HORIZ.	PROF.	Profu. Obser.	Tiempo	En el punto	Media	Andro	Prof. Media	Area	
251: TL-01 A.	17.5cm	25.8cm			0.9m/s	0.9m/s	70cm	0.38cm	0.766m²	0.226
251: TL-01 D.	17.5cm	25cm			0.87m/s	0.87m/s	70cm	37cm	0.254m²	0.275
252: C-1	17.5cm	24cm			0.84m/s	0.84m/s	70cm	38cm	0.766m²	0.223
253: C-2	18cm	24cm			0.8m/s	0.8m/s	72cm	37.8cm	0.772m²	0.217
254: C-3	17.5cm	27cm			0.8m/s	0.8m/s	70cm	36cm	0.272m²	0.202
255: C-4	17.8cm	21cm			0.8m/s	0.8m/s	71.7cm	34.5cm	0.776m²	0.196
256: C-5	17.5cm	21cm			0.8m/s	0.8m/s	70cm	33.5cm	0.235m²	0.188
257: TL-02 A.	17.5cm	22cm			0.78m/s	0.78m/s	70cm	34cm	0.78m²	0.186
257: TL-02 D.	17.5cm	21cm			0.78m/s	0.78m/s	70cm	23.8cm	0.236m²	0.184
258: C-6	17.5cm	20cm			0.75m/s	0.75m/s	70cm	30cm	0.231m²	0.173
259: C-7	21.8cm	20cm			0.7m/s	0.7m/s	85cm	28cm	0.78m²	0.166
2510: TL-03 A.	21.3cm	20cm			0.65m/s	0.65m/s	85cm	30cm	0.255m²	0.165
2510: TL-03 D.	21.3cm	20cm			0.65m/s	0.65m/s	85cm	29.7cm	0.75m²	0.164
2511: TL-04 A.	21.3cm	20cm			0.65m/s	0.65m/s	85cm	29cm	0.242m²	0.160
2511: TL-04 D.	21.3cm	20cm			0.65m/s	0.65m/s	85cm	28.7cm	0.248m²	0.158
2512: C-8	21.3cm	20cm			0.60m/s	0.60m/s	85cm	30.5cm	0.289m²	0.155
2512: TL-05 A.	21.3cm	20cm			0.60m/s	0.60m/s	85cm	30.5cm	0.289m²	0.155
2513: TL-05 D.	21.3cm	20cm			0.60m/s	0.60m/s	85cm	30cm	0.255m²	0.152
2514: TL-06 A.	21.3cm	20cm			0.58m/s	0.58m/s	85cm	30.5cm	0.289m²	0.150
2514: TL-06 D.	21.3cm	20cm			0.58m/s	0.58m/s	85cm	30cm	0.255m²	0.148
2516: C-9	21.3cm	20cm			0.55m/s	0.55m/s	85cm	30cm	0.255m²	0.148
2516: TL-07 A.	21.3cm	20cm			0.55m/s	0.55m/s	85cm	31cm	0.264m²	0.145
2516: TL-07 D.	21.3cm	20cm			0.55m/s	0.55m/s	85cm	30.9cm	0.262m²	0.144
2517: C-10	21.3cm	20cm			0.55m/s	0.55m/s	85cm	30.9cm	0.262m²	0.144
2518: TL-08 A.	21.3cm	20cm			0.55m/s	0.55m/s	85cm	30.9cm	0.262m²	0.144
2518: TL-08 D.	21.3cm	20cm			0.55m/s	0.55m/s	85cm	29.5cm	0.251m²	0.137
2519: TL-09 A.	21.3cm	21cm			0.5m/s	0.5m/s	80cm	29.8cm	0.249m²	0.126
2519: TL-09 D.	21.3cm	20cm			0.5m/s	0.5m/s	80cm	31cm	0.264m²	0.131
2520: C-11	21.3cm	20cm			0.5m/s	0.5m/s	85cm	31cm	0.264m²	0.131
2521: TL-10 A.	21.3cm	20cm			0.5m/s	0.5m/s	85cm	31cm	0.264m²	0.131
2521: TL-10 D.	21.3cm	20cm			0.45m/s	0.45m/s	85cm	32cm	0.277m²	0.122

DESCARGA TOTAL m³/s


 Responsable Aforo
 LORRAINE SANCHEZ LINO Y.


 Especialista Hidráulica
 ING. LUIS HERRERA AGUILAR
 GERENTE GENERAL
 ABB CONSULTING GROUP PERÚ S.A.

25: Zona de Singularidad
 TL: Toma Lateral
 C: Curva

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTOMETRO EN PUNTO DE CONTROL

HORARIO : 11:05 am - 5:40 pm

COMISION DE USUARIOS

COMITÉ DE USUARIOS

DIA: 08

CANAL PRINCIPAL Canal Jolindo

LATERAL DE RIEGO

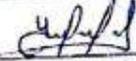
SUB LATERAL: N°

ALTURA DE MIRA

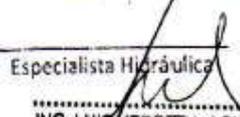
FECHA 10/03/2021

PUNTO DE DIVISION	SONDEOS		CORRENTOMETRO		VELOCIDAD		SECCION			DESC. PARCIAL
	DIST. HORIZ.	PROF.	Prof. Obs.	Tiempo	En el punto	Meda	Ancho	Prof. Media	Area	m ^{3/s}
2522: TL-11 A.	21.3cm	17.8cm			0.5m/s	0.5m/s	85cm	30cm	2.76m ²	0.129
2522: TL-11 D.	21.3cm	18cm			0.5m/s	0.5m/s	85cm	29cm	0.74m ²	0.123
2523: TL-12	21.8cm	18cm			0.5m/s	0.5m/s	87cm	28.2cm	0.74m ²	0.122
2524: TL-12 A.	21.3cm	20.4cm			0.5m/s	0.5m/s	85cm	29cm	0.24m ²	0.122
2524: TL-12 D.	21.3cm	20cm			0.45m/s	0.45m/s	85cm	31.5cm	0.28m ²	0.120
2525: TL-13 A.	21.3cm	24cm			0.45m/s	0.45m/s	85cm	31.3cm	0.26m ²	0.119
2525: TL-13 D.	21.3cm	24.2cm			0.45m/s	0.45m/s	85cm	31.3cm	0.26m ²	0.119
2526: TL-14 A.	21.3cm	14cm			0.43m/s	0.43m/s	85cm	32cm	0.27m ²	0.117
2526: TL-14 D.	21.3cm	23.2cm			0.43m/s	0.43m/s	85cm	31.5cm	0.26m ²	0.115
2527: C-13	21.8cm	24.2cm			0.4m/s	0.4m/s	87cm	33cm	0.28m ²	0.114
2528: TL-15 A.	21.3cm	26.5cm			0.3m/s	0.3m/s	85cm	32.5cm	0.318m ²	0.112
2528: TL-15 D.	21.3cm	27.6cm			0.3m/s	0.3m/s	85cm	37cm	0.314m ²	0.110
2529: TL-16 A.	21.3cm	28.8cm			0.35m/s	0.35m/s	85cm	36cm	0.306m ²	0.107
2529: TL-16 D.	21.3cm	28.8cm			0.35m/s	0.35m/s	85cm	36cm	0.306m ²	0.107
2530: C-14	21.3cm	30.6cm			0.28m/s	0.28m/s	85cm	43cm	0.36m ²	0.102
2531: TL-17 A.	21.3cm	29.3cm			0.3m/s	0.3m/s	85cm	39cm	0.271m ²	0.099
2531: TL-17 D.	21.3cm	29.4cm			0.3m/s	0.3m/s	85cm	38.5cm	0.272m ²	0.098
2532: TL-18 A.	21.3cm	30cm			0.2m/s	0.2m/s	85cm	55cm	0.482m ²	0.094
2532: TL-18 D.	21.3cm	30.2cm			0.2m/s	0.2m/s	85cm	52cm	0.45m ²	0.090
2533: TRAMO I	35cm	30cm			0.22m/s	0.22m/s	149cm	30cm	0.47m ²	0.084
2534: TRAMO	30cm	19.4cm			0.5m/s	0.5m/s	120cm	24cm	0.188m ²	0.144
2535: TRAMO II	28.8cm	36cm			0.2m/s	0.2m/s	115cm	34cm	0.391m ²	0.117
2536: TRAMO III	23.8cm	33cm			0.25m/s	0.25m/s	95cm	37cm	0.351m ²	0.088
2537: TRAMO IV	25cm	33cm			0.2m/s	0.2m/s	100cm	36cm	0.36m ²	0.092
2538: TRAMO V	27.5cm	28.2cm			0.2m/s	0.2m/s	110cm	30cm	0.32m ²	0.066

DESCARGA TOTAL m3/s


 Responsable Aforo
 LONZA SANCHEZ LINDY.

Z6: Zona de Singularidad
 TL: Toma lateral
 C: Curva

Especialista Hidráulica

 ING. LUIS HERRERA AGUILAR
 GERENTE GENERAL
 A&B CONSULTING GROUP PERÚ S.A.

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTOMETRO EN PUNTO DE CONTROL										
HORARIO : 11:05 am - 5:40 pm			COMISION DE USUARIOS			COMITE DE USUARIOS				
DIA : 03			CANAL PRINCIPAL Canal Molino			LATERAL DE RIEGO				
SUB LATERAL : N°			ALTURA DE MIRA			FECHA 10/03/2021				
PLANTOS DE DIVISION	SONDEOS		CORRENTOMETRO		VELOCIDAD		SECCION		DESC. PARCIAL	
	DIST. HORIZ.	PROF.	Prof. Obser.	Tiempo	En el punto	Meda	Ancho	Prof. Media	Area	(m³/s)
251: TL-01 A	17.5cm	20.2cm			0.7m/s	0.7m/s	70cm	34cm	0.238m²	0.166
251: TL-01 D	17.5cm	20.4cm			0.7m/s	0.7m/s	70cm	32cm	0.221m²	0.161
252: C-01	17.5cm	20.4cm			0.7m/s	0.7m/s	70cm	33cm	0.221m²	0.161
253: C-02	17.5cm	20.4cm			0.7m/s	0.7m/s	70cm	32cm	0.224m²	0.157
254: C-03	18cm	19.2cm			0.8m/s	0.8m/s	70cm	28cm	0.196m²	0.157
255: C-04	18cm	19.2cm			0.7m/s	0.7m/s	70cm	31cm	0.220m²	0.156
256: C-05	17.5cm	17.7cm			0.8m/s	0.8m/s	70cm	27cm	0.189m²	0.151
257: TL-02 A	17.5cm	18cm			0.8m/s	0.8m/s	70cm	27cm	0.189m²	0.151
257: TL-02 D	17.5cm	17.6cm			0.8m/s	0.8m/s	70cm	27cm	0.189m²	0.151
258: C-06	17.5cm	18cm			0.75m/s	0.75m/s	70cm	28.5cm	0.199m²	0.149
259: C-07	21.3cm	18cm			0.7m/s	0.7m/s	85cm	25cm	0.212m²	0.148
2510: TL-03 A	21.3cm	17.4cm			0.7m/s	0.7m/s	85cm	25cm	0.212m²	0.148
2510: TL-03 D	21.3cm	17.6cm			0.7m/s	0.7m/s	85cm	25cm	0.212m²	0.148
2511: TL-04 A	21.3cm	18.8cm			0.7m/s	0.7m/s	85cm	25cm	0.212m²	0.148
2511: TL-04 D	21.3cm	18.4cm			0.7m/s	0.7m/s	85cm	25cm	0.212m²	0.148
2512: C-08	21.3cm	17.6cm			0.65m/s	0.65m/s	85cm	26.5cm	0.225m²	0.146
2513: TL-05 A	21.3cm	17.4cm			0.65m/s	0.65m/s	85cm	26.5cm	0.225m²	0.146
2513: TL-05 D	21.3cm	17.3cm			0.65m/s	0.65m/s	85cm	26.5cm	0.225m²	0.146
2514: TL-06 A	21.3cm	17.9cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	28.5cm	0.242m²	0.145
2514: TL-06 D	21.3cm	17.9cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	28.5cm	0.242m²	0.142
2515: C-9	21.3cm	17.8cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	28cm	0.236m²	0.142
2516: TL-07 A	21.3cm	16.8cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	27.5cm	0.232m²	0.140
2516: TL-07 D	21.3cm	17cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	27.3cm	0.232m²	0.139
2517: C-10	21.3cm	17.4cm			0.58m/s	0.58m/s	85cm	27.5cm	0.234m²	0.136
2518: TL-08 A	21.3cm	17.6cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	26.5cm	0.225m²	0.135
2518: TL-08 D	21.3cm	17.8cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	26.5cm	0.225m²	0.135
2519: TL-09 A	21.3cm	17.4cm			0.55m/s	0.55m/s	85cm	28cm	0.238m²	0.131
2519: TL-09 D	21.3cm	17.9cm			0.55m/s	0.55m/s	85cm	28cm	0.238m²	0.131
2520: C-11	21.3cm	17.5cm			0.5m/s	0.5m/s	85cm	30.5cm	0.259m²	0.129
2521: TL-10 A	21.3cm	17.7cm			0.5m/s	0.5m/s	85cm	30.2cm	0.256m²	0.128
2521: TL-10 D	21.3cm	17.8cm			0.5m/s	0.5m/s	85cm	30cm	0.255m²	0.127

DESCARGA TOTAL m³/s

[Signature]

Responsable Aforo
LORRYA SANCHEZ LINO Y.

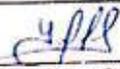
[Signature]
Especialista Hidráulica

ING. LUIS HERRERA AGUILAR
GERENTE GENERAL
A&B CONSULTING GROUP PERU EIR

25: Zona de Singladond
TL: Tomo Lateral
C: Curva

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTOMETRO EN PUNTO DE CONTROL										
HORARIO: 11:00am - 5:40pm			COMISION DE USUARIOS			COMITÉ DE USUARIOS				
DIA: 04			CANAL PRINCIPAL Canal Molino			LATERAL DE RIEGO				
SUB LATERAL N°			ALTURA DE MIRA			FECHA 11/03/2021				
PUNTO DE DIVISION	SONDEOS		CORRENTOMETRO		VELOCIDAD		SECCION		DESC. PARCIAL	
	DIST. HORZ.	PROF.	Prof. Obso.	Tiempo	E-a punto	Medida	Ancho	Prof. Medida	Area	m ³ /s
ZS1 TL-01 A	17.5cm	16.2cm			0.75m/s	0.7m/s	70cm	26cm	0.82m ²	0.136
ZS1 TL-01 D	17.5cm	16.2cm			0.75m/s	0.7m/s	70cm	24.5cm	0.72m ²	0.129
ZS2 C-1 A	17.5cm	16.4cm			0.75m/s	0.7m/s	70cm	27.5cm	0.81m ²	0.129
ZS3 C-2	17.5cm	16.4cm			0.7m/s	0.7m/s	72cm	25.5cm	0.81m ²	0.128
ZS4 C-3	17.5cm	16.2cm			0.7m/s	0.7m/s	72cm	25.5cm	0.81m ²	0.128
ZS5 C-4	17.5cm	16.2cm			0.7m/s	0.7m/s	70cm	25.5cm	0.81m ²	0.128
ZS6 C-5	17.5cm	16.6cm			0.7m/s	0.7m/s	70cm	25.5cm	0.81m ²	0.125
ZS7 TL-02 A	17.5cm	16.2cm			0.7m/s	0.7m/s	70cm	25.5cm	0.81m ²	0.125
ZS7 TL-02 D	17.5cm	16.6cm			0.7m/s	0.7m/s	70cm	25cm	0.81m ²	0.123
ZS8 C-6	17.5cm	16.6cm			0.7m/s	0.7m/s	70cm	25cm	0.81m ²	0.120
ZS9 C-7	17.5cm	16.6cm			0.7m/s	0.7m/s	70cm	24.5cm	0.81m ²	0.120
ZS10 TL-03 A	17.5cm	16.6cm			0.7m/s	0.7m/s	70cm	24.5cm	0.81m ²	0.120
ZS10 TL-03 D	0.713cm	15cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	23cm	0.89m ²	0.117
ZS11 TL-04 A	21.3cm	14.1cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	27.5cm	0.91m ²	0.115
ZS11 TL-04 D	21.3cm	13.2cm			0.5m/s	0.5m/s	85cm	25cm	0.71m ²	0.106
ZS12 C-8	21.3cm	14.2cm			0.5m/s	0.5m/s	85cm	25cm	0.77m ²	0.106
ZS13 TL-05 A	21.3cm	12.6cm			0.5m/s	0.5m/s	85cm	25cm	0.72m ²	0.106
ZS13 TL-05 D	21.3cm	12cm			0.5m/s	0.5m/s	85cm	23cm	0.66m ²	0.097
ZS14 TL-06 A	21.3cm	12cm			0.5m/s	0.5m/s	85cm	23cm	0.66m ²	0.097
ZS14 TL-06 D	21.3cm	12cm			0.5m/s	0.5m/s	85cm	21cm	0.58m ²	0.089
ZS15 C-9	21.3cm	12cm			0.45m/s	0.4m/s	85cm	23cm	0.66m ²	0.087
ZS16 TL-07 A	21.3cm	12cm			0.4m/s	0.45m/s	85cm	23cm	0.66m ²	0.089
ZS16 TL-07 D	21.3cm	11.7cm			0.4m/s	0.4m/s	85cm	23cm	0.66m ²	0.088
ZS17 C-10	21.3cm	12cm			0.4m/s	0.45m/s	85cm	21cm	0.66m ²	0.080
ZS19 TL-08 A	21.3cm	12cm			0.4m/s	0.4m/s	85cm	23cm	0.66m ²	0.078
ZS18 TL-08 D	21.3cm	11.4cm			0.4m/s	0.4m/s	85cm	21cm	0.66m ²	0.071
ZS19 TL-09 A	21.3cm	11.7cm			0.4m/s	0.4m/s	85cm	21cm	0.66m ²	0.071
ZS19 TL-09 D	21.3cm	11.3cm			0.4m/s	0.4m/s	85cm	21cm	0.66m ²	0.071
ZS20 C-11	21.3cm	11.4cm			0.4m/s	0.4m/s	85cm	21cm	0.66m ²	0.071
ZS21 TL-10 A	21.3cm	11.2cm			0.4m/s	0.4m/s	85cm	21cm	0.66m ²	0.071
ZS21 TL-10 D	21.3cm	11.8cm			0.4m/s	0.4m/s	85cm	21cm	0.66m ²	0.071

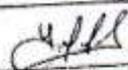
DESCARGA TOTAL m³/s


 Responsable Aforo
 LOAYZA CANALES LINO V.


 Especialista Hidráulica
 ING. LUIS HERRERA AGUILAR
 GERENTE GENERAL
 A&B CONSULTING GROUP PERÚ EIRL

ZS: Zona de Singularidad
 TL: Toma lateral
 C: Curva

REGISTRO DE AFORO CON CORRENTOMETRO EN PUNTO DE CONTROL											
HORARIO : 11:00am - 5:00pm			COMISION DE USUARIOS				COMITE DE USUARIOS				
DIA : 05			CANAL PRINCIPAL Canal Algod				LATERAL DE RIEGO				
SUB LATERAL : N°			ALTURA DE MIRA				FECHA: 12/03/2021				
PUNTOS DE DIVISION	SONDEOS		CORRENTOMETRO		VELOCIDAD		SECCION			DESC. PARCIAL (m3/s)	
	DIST. HORIZ.	PROF.	Prof. Obser.	Tiempo	En el punto	Meda	Ancho	Prof. Meda	Area		
ZS1:TL-01 A.	17.5cm	21cm			0.8m/s	0.8m/s	70cm	30cm	0.21m ²	0.168	
ZS1:TL-02 D.	17.5cm	20.4cm			0.75m/s	0.75m/s	70cm	31cm	0.21m ²	0.163	
ZS2:C-01	17.5cm	20.5cm			0.75m/s	0.75m/s	70cm	30.5cm	0.214m ²	0.160	
ZS3:C-02	18cm	19.2cm			0.75m/s	0.75m/s	70cm	30.5cm	0.214m ²	0.160	
ZS4:C-03	17.5cm	18cm			0.75m/s	0.75m/s	70cm	30cm	0.21m ²	0.158	
ZS5:C-04	17.5cm	18.6cm			0.75m/s	0.75m/s	70cm	30cm	0.21m ²	0.158	
ZS6:C-05	17.5cm	18cm			0.75m/s	0.75m/s	70cm	30cm	0.21m ²	0.158	
ZS7:TL-02 A.	17.5cm	17.6cm			0.9m/s	0.9m/s	70cm	24.5cm	0.191m ²	0.155	
ZS7:TL-02 D.	17.5cm	17.4cm			0.8m/s	0.8m/s	70cm	29cm	0.201m ²	0.152	
ZS8:C-06	17.5cm	17.4cm			0.8m/s	0.8m/s	70cm	27cm	0.20m ²	0.151	
ZS9:C-07	17.9cm	18cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	29.5cm	0.25m ²	0.150	
ZS10:TL-03 A.	21.3cm	18cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	29cm	0.25m ²	0.147	
ZS10:TL-03 D.	21.3cm	18cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	29cm	0.25m ²	0.147	
ZS11:TL-04 A.	21.3cm	18cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	29cm	0.25m ²	0.147	
ZS11:TL-04 D.	21.3cm	18cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	29cm	0.25m ²	0.147	
ZS12:C-08	21.3cm	17.6cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	28cm	0.238m ²	0.143	
ZS13:TL-05 A.	21.3cm	16.8cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	27.5cm	0.23m ²	0.140	
ZS13:TL-05 D.	21.3cm	16.8cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	27.5cm	0.23m ²	0.140	
ZS14:TL-06 A.	21.3cm	19.6cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	27.5cm	0.23m ²	0.139	
ZS14:TL-06 D.	21.3cm	19cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	27.5cm	0.23m ²	0.139	
ZS15:C-09	21.3cm	16.8cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	26.5cm	0.229m ²	0.135	
ZS16:TL-07 A.	21.3cm	17cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	26.5cm	0.214m ²	0.125	
ZS16:TL-07 D.	21.3cm	17.8cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	26cm	0.221m ²	0.133	
ZS17:C-10	21.3cm	17.8cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	26cm	0.221m ²	0.133	
ZS18:TL-08 A.	21.3cm	18cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	26cm	0.221m ²	0.133	
ZS18:TL-08 D.	21.3cm	17.4cm			0.6m/s	0.6m/s	85cm	25.5cm	0.217m ²	0.130	
ZS19:TL-09 A.	21.3cm	17.8cm			0.55m/s	0.55m/s	85cm	28cm	0.238m ²	0.130	
ZS19:TL-09 D.	21.3cm	17.9cm			0.55m/s	0.55m/s	85cm	29cm	0.249m ²	0.126	
ZS20:C-11	21.3cm	17.3cm			0.5m/s	0.5m/s	85cm	27cm	0.229m ²	0.126	
ZS21:TL-10 A.	21.3cm	17.8cm			0.55m/s	0.55m/s	85cm	27cm	0.229m ²	0.126	
ZS21:TL-10 D.	21.3cm	17.8cm			0.55m/s	0.55m/s	85cm	27cm	0.229m ²	0.126	
DESCARGA TOTAL m3/s											


 Responsable Aforo
 LORNA SANCHEZ LWO Y.

Especialista Hidráulica


 ING. LUIS HERRERA AGUILAR
 GERENTE GENERAL
 AAB CONSULTING GROUP PERU EIRL

ZS: Zona de Singularidad
 TL: Toma Lateral
 C: Curva

Anexo 9
Panel fotográfico



Figura 37. Zona de singularidad 1 se ubica en la progresiva km 0+005, con las coordenadas UTM 460866.023 E, 8684339.698N (11°54'04.5"S 75°21'33.7"W)



Figura 38. Zona de singularidad 3 se ubica en la progresiva km 0+071.20, con las coordenadas UTM 460913.429E, 8684285.933N (11°54'06.3"S 75°21'32.1"W)



Figura 39. Zona de singularidad 4 se ubica en la progresiva km 0+091, con las coordenadas UTM 460927.487E, 8684280.202N (11°54'06.5"S 75°21'31.7"W)



Figura 40. Zona de singularidad 5 se ubica en la progresiva km 0+116, con las coordenadas UTM 460943.951E, 8684270.704N (11°54'06.8"S 75°21'31.1"W)



Figura 41. Zona de singularidad 6 se ubica en la progresiva km 0+139, con las coordenadas UTM 460958.734E, 8684256.187N (11°54'07.3"S 75°21'30.6"W)



Figura 42. Zona de singularidad 6 se ubica en la progresiva km 0+145, con las coordenadas UTM 460962.232E, 8684251.354N (11°54'07.4"S 75°21'30.5"W)



Figura 43. Zona de singularidad 8 se ubica en la progresiva km 0+162, con las coordenadas UTM 460958.355E, 8684235.109N (11°54'07.9"S 75°21'30.7"W)



Figura 44. Zona de singularidad 9 se ubica en la progresiva km 0+175, con las coordenadas UTM 460953.764E, 8684222.961N (11°54'08.3"S 75°21'30.8"W)



Figura 45. Zona de singularidad 11 se ubica en la progresiva km 0+230, con las coordenadas UTM 460941.725E, 8684169.910N (11°54'10.1"S 75°21'31.2"W)



Figura 46. Zona de singularidad 12 se ubica en la progresiva km 0+291, con las coordenadas UTM 460935.746E, 8684109.377N (11°54'12.0"S 75°21'31.4"W)



Figura 47. Zona de singularidad 13 se ubica en la progresiva km 0+350, con las coordenadas UTM 460945.198E, 8684051.211N (11°54'13.9"S 75°21'31.1"W)



Figura 48. Zona de singularidad 14 se ubica en la progresiva km 0+380, con las coordenadas UTM 460950.651E, 8684021.710N (11°54'14.9"S 75°21'30.9"W)



Figura 49. Zona de singularidad 15 se ubica en la progresiva km 0+414, con las coordenadas UTM 460956.830E, 8683988.279N (11°54'16.0"S 75°21'30.7"W)



Figura 50. Zona de singularidad 16 se ubica en la progresiva km 0+425, con las coordenadas UTM 460957.176E, 8683977.406N (11°54'16.3"S 75°21'30.7"W)



Figura 51. Zona de singularidad 17 se ubica en la progresiva km 0+435, con las coordenadas UTM 460954.462E, 8683967.837N (11°54'16.6"S 75°21'30.8"W)



Figura 52. Zona de singularidad 18 se ubica en la progresiva km 0+445, con las coordenadas UTM 460957.141E, 8683959.649N (11°54'16.9"S 75°21'30.7"W)



Figura 53. Zona de singularidad 19 se ubica en la progresiva km 0+455, con las coordenadas UTM 460967.064E, 8683959.116N (11°54'16.9"S 75°21'30.4"W)



Figura 54. Zona de singularidad 20 se ubica en la progresiva km 0+475, con las coordenadas UTM 460987.041E, 8683958.140N (11°54'17.0"S 75°21'29.7"W)



Figura 55. Zona de singularidad 21 se ubica en la progresiva km 0+490, con las coordenadas UTM 461001.790E, 8683956.263N (11°54'17.0"S 75°21'29.2"W)



Figura 56. Zona de singularidad 22 se ubica en la progresiva km 0+510, con las coordenadas UTM 461020.306E, 8683948.703N (11°54'17.3"S 75°21'28.6"W)



Figura 57. Zona de singularidad 23 se ubica en la progresiva km 0+524, con las coordenadas UTM 461033.268E, 8683943.412N (11°54'17.4"S 75°21'28.2"W)



Figura 58. Zona de singularidad 24 se ubica en la progresiva km 0+540, con las coordenadas UTM 461044.242E, 8683933.458N (11°54'17.8"S 75°21'27.8"W)



Figura 59. Zona de singularidad 27 se ubica en la progresiva km 0+647, con las coordenadas UTM 461071.197E, 8683829.909N (11°54'21.1"S 75°21'26.9"W)



Figura 60. Zona de singularidad 28 se ubica en la progresiva km 0+660, con las coordenadas UTM 461073.032E, 8683817.208N (11°54'21.6"S 75°21'26.9"W)



Figura 61. Zona de singularidad 29 se ubica en la progresiva km 0+675, con las coordenadas UTM 461071.113E, 8683802.331N (11°54'22.0"S 75°21'26.9"W)



Figura 62. Zona de singularidad 34 se ubica en la progresiva km 0+865, con las coordenadas UTM 461134.330E, 8683627.000N (11°54'27.7"S 75°21'24.9"W)



Figura 63. Zona de singularidad 35 (tramo 2) se ubica en la progresiva km 1+200, con las coordenadas 461381.127E, 8683418.476N (11°54'34.5"S 75°21'16.7"W)



Figura 64. Zona de singularidad 35 (tramo 2) se ubica en la progresiva km 1+820, con las coordenadas 461803.411E, 8683002.902N (11°54'48.1"S 75°21'02.8"W)



Figura 65. Método de riego en la zona de estudio



Figura 66. Productos agrícolas malogrados



Figura 67. Tramo del canal revestido con concreto



Figura 68. Tramo del canal natural (formado en tierra)



Figura 69. Medición de secciones transversales del canal revestido



Figura 70. Entrevista a un agricultor del sector Lulin



Figura 71. Marcas elaboradas en cada progresiva para zona de singularidad



Figura 72. Estacionamiento del equipo en el primer punto



Figura 73. Segundo estacionamiento para el levantamiento topográfico



Figura 74. Ubicación de prisma en borde de canal



Figura 75. Colocación del prisma en puntos de la sección del canal



Figura 76. Aforo con el correntómetro en la zona de singularidad 1



Figura 77. Aforo con el correntómetro en la zona de singularidad 7



Figura 78. Aforo con el correntómetro en la zona de singularidad 13



Figura 79. Aforo con el correntómetro en la zona de singularidad 18



Figura 80. Cartel señalando la curva 10



Figura 81. Medición de velocidades en la curva 12



Figura 82. Registro de aforo mediante formato