

UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS – FILIAL CUSCO

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



TESIS:

**“MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DEFENSA RIBEREÑA EN
LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO LUCRE (KM 14+260 -
KM 14+492), DISTRITO DE LUCRE – PROVINCIA DE
QUISPICANCHI – REGIÓN CUSCO – 2017”**

AUTOR:

Bachiller: QUISPE HUAMÁN Juvenal Rildo

ASESORES:

Ing. ALEXANDER ORTEGA MURGUÍA.

ASESOR TÉCNICO

Dr. EDWARDS JESÚS AGUIRRE ESPINOZA

ASESOR METODOLÓGICO

CUSCO – PERÚ

2017

DEDICATORIA

A Dios por permitirme llegar a este punto muy importante de mi carrera y mi vida. A mis padres Guillermo y Olga que con su ejemplo, dedicación, afecto y palabras de aliento nunca bajaron los brazos para que yo tampoco lo haga aun cuando todo se complicaba, sé y soy consciente de que cualquier palabra queda muy corta para describirles lo magnifico que son como padres, este trabajo va dedicado a ustedes, los amo.

A mi Reyna y Princesa los grandes amores de mi vida Andy y Asdy, porque su afecto y su cariño son los detonantes de mi felicidad, de mi esfuerzo, de mis ganas de buscar lo mejor para ustedes, Andy esposa linda eres quien me llena por dentro de muchas fuerzas para conseguir el equilibrio que me permite dar lo máximo de mí. Asdy hijita linda a tu corta edad, me has enseñado y me sigues enseñando muchas cosas de esta vida te agradezco por ayudarme a encontrar el lado dulce y no amargo de la vida. Son mi motivación más grande para concluir con éxito este proyecto de tesis. Los amo ínfimamente Andynita y mi pequeña Asdy.

A mis hermanos y hermanas Edith, Yuri, Ambar y Keny, porque con ustedes he reído, he llorado, hemos compartido momentos inolvidables y no importa si nos separa la distancia hoy quiero que sepan que haría cualquier cosa por ustedes.

Juvenal Rildo Quispe Huamán.

AGRADECIMIENTO

A mis padres, Guillermo y Olga, quienes a lo largo de toda mi vida me han apoyado y motivado mi formación académica, su tenacidad y lucha interminable han hecho de ellos un gran ejemplo a seguir para mí y mis hermanos ya que sin ellos jamás hubiera podido conseguirlo este momento tan ansiado, gracias por todo su amor.

A mis hermanos y hermanas Edith, Yuri, Ambar y Keny, que con su amor, cariño y afecto me han enseñado a salir adelante. Gracias por su paciencia, gracias por preocuparse por mí en todo momento, gracias por compartir sus vidas, pero, sobre todo, gracias por estar en este momento tan importante en mi vida.

A mi esposa Andy gracias por tu paciencia, comprensión, amor y fuerza, porque siempre creíste en mí y nunca dejaste de animarme a seguir adelante, siempre estuviste a mi lado en momentos buenos y malos, mis palabras sé que no bastan para decirte cuanto te agradezco.

Al Ing. Alexander Ortega Murguía, mi asesor técnico de tesis, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad, sabiduría y conocimiento científico, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante todo el desarrollo de la tesis, mi gratitud es eterna Ingeniero.

Al Dr. Edwards Jesús Aguirre Espinoza, mi asesor metodológico de tesis, quien estuvo ahí para apoyarme y guiarme con su sabiduría.

A todos mis docentes de la facultad en especial al Ing. José Antonio Ccente Olarte, Ing. Ambrosio Mamani, Ing. Ebert Vara Licon, Ing. Alain Alanoca Aragón, Ing. German Mendoza Morales que influyeron en mi vida universitaria, con sus lecciones y experiencias en formarme como persona de bien y profesional preparado para los retos que me pone la vida, a todos y cada uno de ellos les dedico cada una de estas páginas de mi tesis.

PRESENTACIÓN

SEÑORES MIEMBROS DEL JURADO:

Dando cumplimiento al Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Alas Peruanas, es grato poner a vuestra consideración, el presente trabajo de aplicación titulado “MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO LUCRE (KM 14+260 - KM 14+492), DISTRITO DE LUCRE – PROVINCIA DE QUISPICANCHI – REGIÓN CUSCO – 2017”, con el propósito de obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil.

RESUMEN

El desarrollo del presente trabajo de tesis surge con el objetivo de dar seguridad y protección a las áreas de cultivo y viviendas emplazadas a lo largo de la margen izquierda del Río Lucre tramo 14+260 y 14+492, frente a las frecuentes avenidas del Río Lucre.

La situación de vulnerabilidad que se tiene en la margen izquierda del río Lucre (tramo 14+260 y 14+492), se ha convertido en los últimos años en un problema que aqueja año a año a los pobladores de dicha margen pues la aleatoriedad de los eventos máximos, hace que éstos vivan en una constante zozobra frente a las posibles inundaciones ,es así que los años 1981 y 2010, se ha tenido dos graves inundaciones que han generado la destrucción de viviendas, muerte de animales domésticos, destrucción de terrenos de cultivo, etc. Así mismo, es necesario indicar que aguas abajo del Km 14+492, en este margen, se tiene la Infraestructura Educativa 50480 y el Centro Artesanal Lucre, Almacén de la Municipalidad, etc. que corren el riesgo de ser inundadas y por lo tanto destruidas por los desbordes del río Lucre por un posible ingreso de agua entre las progresivas 14+260 y 14+492.

La metodología empleada en el presente trabajo se inicia con la recopilación de información pluviométrica máxima de 24 horas correspondientes a las estaciones Kayra, Ccatcca y Paruro, la cual fue evaluada mediante un análisis exploratorio de datos que permitió validarlo. Luego de este proceso se dio paso a la regionalización de precipitación máxima de 24 horas para la zona de estudio obteniéndose un registro de un total de 31 datos los cuales se ajustaron a diferentes distribuciones de probabilidad siendo, la distribución log normal de 2 parámetros la seleccionada para determinar periodos de retorno vs precipitaciones máximas de 24 horas; dicha información permitió obtener mediante la metodología de Bell las curvas IDT que es el insumo para obtener el hietograma de diseño que permitirá construir el hidrograma de crecida mediante el HEC HMS para la cuenca en estudio. Posteriormente tomando en cuenta el estudio topográfico se construyó el modelo

físico el encauzamiento con proyecto y sin proyecto para poder realizar el modelamiento hidráulico en el HEC RAS, con el muro predimensionado y verificar si soporta el caudal máximo.

Por tal motivo se pretende dar una propuesta de solución con el diseño de defensa ribereña del Río Lucre en el tramo Km 14+260 y 14+492, de acuerdo a los estudios básicos de ingeniería que se deben realizar y las metodologías existentes para estos diseños aplicando los diferentes programas en base a los conocimientos adquiridos en la universidad.

ABSTRACT

The development of the present work of thesis arises with the target to give safety and protection to the areas of cultivation and housings located along the left margin of the Rio Makes a profit I plan 14 260 and 14 492, opposite to the frequent avenues of the Rio Make a profit.

The situation of vulnerability that is had in the left margin of the river Makes a profit (I plan 14 260 and 14 492), it has turned into last years in a problem that bothers year by year the settlers of the above mentioned margin since the randomness of the maximum events, does that these live in a constant anxiety opposite to the possible floods, it is so the year 1981 and 2010, there have been had two serious floods that have generated the destruction of housings, death of domestic animals, destruction of areas of cultivation, etc. Likewise, it is necessary to indicate that stream wise from the Km 14 492, in this margin, has the Educational Infrastructure 50480 and the Handmade Center Makes a profit, Store of the Municipality, etc. that run the risk of being flooded and therefore destroyed by the overflowing of the river I Made a profit for a possible water revenue between the progressive 14 260 and 14 492.

The methodology used in the present work initiates with the information compilation fluviometric maxim of 24 hours corresponding to the stations Kayra, Ccatcca and Paruro, who was evaluated by means of an exploratory analysis of information that allowed to validate it. After this process it was passed to the regionalization of maximum precipitation of 24 hours for the study area there being obtained a record of a whole of 31 information which of auction to different probability distributions being, the distribution log normal of 2 parameters selected to determine comeback periods vs maximum precipitations of 24 hours; the above mentioned information allowed to obtain by means of Bell's methodology the curves IDT that it is the input to obtain the hietograma of design who will allow to construct the rise hierogram by means of the HEC HMS for the basin in study. Later taking into consideration the

topographic study the physical model constructed himself the encauzamiento with project and without project to be able to realize the hydraulic modelamiento in the HEC EVENNESS, with the wall premeasuring and verify if he supports the maximum wealth.

For such a motive a solution proposal one tries to meet on the design of riverside defense of the Rio Km Makes a profit in the stretch 14 260 and 14 492, in accordance with the basic studies of engineering that must be realized and the existing methodologies for these designs applying the different programs based on the knowledge acquired in the university.

INTRODUCCIÓN

Cumpliendo con las disposiciones reglamentarias pertinentes a los grados y títulos pongo a disposición el trabajo de investigación titulado: “MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO LUCRE (KM 14+260 - KM 14+492), DISTRITO DE LUCRE – PROVINCIA DE QUISPICANCHI – REGIÓN CUSCO – 2017”, tema que formula y desarrolla los criterios a nivel de ingeniería, del modelamiento hidrológico e hidráulico para diseñar la infraestructura de protección de la margen izquierda del rio Lucre tramo Km 14+260 y Km 14+492 del Distrito de Lucre, Provincia de Quispicanchi – Cusco, periodo 2017.

Para llegar a solucionar la problemática y en contraste con los objetivos planteados en el trabajo de investigación se ha desarrollado en los siguientes capítulos:

CAPÍTULO I: Comprende el PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, dentro del cual podemos encontrar la descripción de la realidad problemática, delimitación de la zona de estudio, formulación del problema, objetivos, justificación.

.

CAPITULO II: Se refiere al marco teórico, en el resalta los conceptos generales para diseñar un muro de contención, así como las normativas que lo regulan.

CAPITULO III: Se refiere a la METODOLOGÍA, en el resalta los conceptos de DISEÑO DE INVESTIGACIÓN, POBLACIÓN Y MUESTRA, RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA, TRABAJO DE CAMPO, TRABAJO DE GABINETE Y MÉTODOS, los cuales nos permiten un correcto procedimiento para desarrollar los estudios pertinentes.

CAPITULO IV: Este capítulo se refiere a los RESULTADOS obtenidos del estudio.

CAPITULO V: Se establece las Conclusiones y Recomendaciones propuestas a la presente investigación.

CAPITULO VI: ANEXOS, este capítulo comprende todo el procedimiento de cálculo del estudio hidrológico, diseño hidráulico y cálculo estructural, estudio de suelos, simulación con el HEC HMS y HEC RAS, costo y presupuesto, especificaciones técnicas, programación de obra, estudio de impacto ambiental y planos.

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO I.....	1
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA	1
1.2 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	5
1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	7
1.3.1 Problema General	7
1.3.2 Problema Específico.....	7
1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO.....	7
1.4.1 Objetivo General.....	7
1.4.2 Objetivo Específico	8
1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	8
1.5.1 Justificación	8
1.5.2 Originalidad	9
1.5.3 Pertinencia	9
1.5.4 Relevancia.....	10
1.5.5 Oportunidad.....	10
1.5.6 Factibilidad	11
CAPÍTULO II.....	12
2 MARCO TEÓRICO	12
2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN.....	12
2.2 BASES TEÓRICAS	16
2.2.1 Modelamiento Hidrológico	16
2.2.2 Modelamiento Hidráulico.	23
2.2.3 Defensa Ribereña.....	27
CAPÍTULO III.....	48
3 METODOLOGÍA.....	48
3.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	48
3.1.1 Tipo de investigación	48
3.1.2 Nivel de investigación	48
3.1.3 Método	48
3.1.4 Procesamiento de datos	49
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA.....	49
3.2.1 Población de estudio	49

3.2.2	Muestra de estudio	49
3.3	RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y BIBLIOGRÁFICA	49
3.3.1	Técnicas de recolección de datos	50
3.4	TRABAJO EN CAMPO	50
3.4.1	Reconocimiento de la zona de estudio.	50
3.4.2	Levantamiento topográfico.....	51
3.5	TRABAJO EN GABINETE	51
3.5.1	Criterios de Evaluación de la cuenca en estudio.....	51
3.6	MÉTODOS	55
3.6.1	Estudio Hidrológico.....	55
3.6.1.1	Parámetros morfométricos de una cuenca	56
3.6.1.2	Análisis exploratorio de datos.	67
3.6.1.3	Determinación de la precipitación media en el área de estudio (para precipitaciones máximas de 24 horas).	76
3.6.1.4	Ajuste de precipitaciones medias a distribuciones de probabilidad.	93
3.6.1.5	Creación de curvas IDF (intensidad, duración y frecuencia).	95
3.6.1.6	Creación de Hietograma de precipitación.	97
3.6.1.7	Creación de Hidrograma de crecida y caudal máximo.	98
3.6.2	DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL.....	100
3.6.3	Modelo físico – simulación hidráulica HEC RAS	103
CAPITULO IV		105
4	ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	105
CAPÍTULO V		114
5	Conclusiones y Recomendaciones	114
5.1	Conclusiones:	114
5.2	Recomendaciones:.....	116
5.3	BIBLIOGRAFÍA.....	117
CAPÍTULO VI		120
6	ANEXOS.....	120
6.1	ANEXO 1 - ESTUDIO HIDROLÓGICO	120
6.1.1	Parámetros morfológicos de la cuenca.	120
6.1.2	Análisis exploratorio de datos	131
6.1.3	Determinación de la precipitación media en el área de estudio (para precipitaciones máximas de 24 horas).....	229
6.1.4	Ajuste de precipitaciones medias a distribuciones de probabilidad.	258
6.1.5	Determinación de Curvas I-D-T (metodología de Bell).....	260

6.1.6	Determinación de Hietograma de precipitación T=50 años (método de bloques alternos)	266
6.1.7	Determinación de Hidrograma de crecida y caudal máximo HEC HMS	269
6.2	ANEXO 2 - DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL	283
6.2.1	Diseño hidráulico	283
6.2.1.1	Determinación de ancho estable	283
6.2.1.2	Cálculo de profundidad de socavación (hs)	286
6.2.2	ESTUDIO DE SUELOS	289
6.2.3	Diseño y cálculo estructural de muro de gravedad	315
6.2.4	Diseño de mezcla (Método de CAPECO)	317
6.3	ANEXO 3 - Simulación hidráulica HEC RAS.....	321
6.3.1	Simulación Hidráulica – Situación sin proyecto.....	321
6.3.2	Simulación Hidráulica – Situación con proyecto.....	335
6.4	ANEXO 4 - Costo y Presupuesto	347
6.4.1	Presupuesto	347
6.4.2	Análisis de precios unitarios	348
6.4.3	Relación de insumos	355
6.4.4	Presupuesto analítico	357
6.4.5	Fórmula polinómica	358
6.5	ANEXO 5 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	359
6.6	ANEXO 6 - Programación de obra.....	406
6.7	ANEXO 7 - Estudio de impacto ambiental.	407
6.8	ANEXO 8 - PLANOS	449
6.8.1	Ubicación.....	449
6.8.2	Planta – perfil.....	449
6.8.3	Sección típica – detalles de muro.	449

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N°1: Técnicas para el análisis exploratorio de datos	70
Cuadro N°2: Tipo de estructura vs Periodo de retorno (años).....	111
Cuadro N°3: Tipo de estructura vs Vida útil considerado n = años.....	112
Cuadro N°4: Datos para ploteo de rectángulo equivalente.....	122
Cuadro N°5: Datos para ploteo de curva hipsométrica y polígono de frecuencias	123
Cuadro N°6: Datos para ploteo de pendiente de cauce	126
Cuadro N°7: Procesamiento de datos para el cálculo de pendiente según Taylor y Schwartz.....	127
Cuadro N°8: Resumen de Pendiente de Cauce (Criterios Adoptados).....	127
Cuadro N°9: Registro de precipitación máxima en 24 horas (mm) estación pluviométrica de Kayra	131
Cuadro N°10: Cuadro de datos estación Kayra – ordenado en forma ascendente.....	133
Cuadro N°11: Distribución de Frecuencias – Estación Kayra.....	135
Cuadro N°12: Registro de precipitación máxima en 24 horas (mm) estación pluviométrica de Ccatcca.....	140
Cuadro N°13: Cuadro de datos de estación Ccatcca ordenado en forma ascendente ...	142
Cuadro N°14: Distribución de Frecuencias – Estación Ccatcca	144
Cuadro N°15: Registro de precipitación máxima en 24 horas (mm) estación pluviométrica de Paruro.....	148
Cuadro N°16: Cuadro de datos de estación Paruro ordenado en forma ascendente	149
Cuadro N°17: Distribución de Frecuencias – Estación Paruro	151
Cuadro N°18: Datos ordenados de precipitación de 24 horas – Estación Kayra	155
Cuadro N°19: Medida de Achatamiento – Estación Kayra	160
Cuadro N°20: Datos ordenados de precipitación de 24 horas – Estación Ccatcca.....	170
Cuadro N°21: Medida de Achatamiento – Estación Ccatcca.....	174
Cuadro N°22: Datos ordenados de precipitación de 24 horas – Estación Paruro.....	182
Cuadro N°23: Medida de Achatamiento – Estación Ccatcca.....	186
Cuadro N°24: Precipitación Enero – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)	193
Cuadro N°25: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Enero Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro).....	194
Cuadro N°26: Precipitación Febrero – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)	196
Cuadro N°27: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Febrero Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro).....	197
Cuadro N°28: Precipitación Marzo – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro).....	199
Cuadro N°29: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Marzo Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro)	200
Cuadro N°30: Precipitación Abril – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro).....	202
Cuadro N°31: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Abril Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro).....	203
Cuadro N°32: Precipitación Mayo – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)	205
Cuadro N°33: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Mayo Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro)	206
Cuadro N°34: Precipitación Junio – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)	208
Cuadro N°35: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Junio Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro).....	209
Cuadro N°36: Precipitación Julio – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro).....	211
Cuadro N°37: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Julio Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro).....	212

Cuadro N°38: Precipitación Agosto – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro).....	214
Cuadro N°39: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Agosto Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro).....	215
Cuadro N°40: Precipitación Septiembre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro).....	217
Cuadro N°41: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Septiembre Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro).....	218
Cuadro N°42: Precipitación Octubre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)	220
Cuadro N°43: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Octubre Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro)	221
Cuadro N°44: Precipitación Noviembre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro).....	223
Cuadro N°45: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Noviembre Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro).....	224
Cuadro N°46: Precipitación Diciembre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro).....	226
Cuadro N°47: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Diciembre Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro).....	227
Cuadro N°48: Datos para el cálculo de precipitación – método de Isoyetas - ARCGIS ..	229
Cuadro N°49: Modelo de cuadro de ingreso primer dato (Precipitación. 1964) - PROCESO EN ARCGIS.....	230
Cuadro N°50: Modelo de cuadro de ingreso último dato (Precipitación. 2011) - PROCESO EN ARCGIS.....	230
Cuadro N°51: Precipitaciones obtenidos del ArcGIS (curva inicial de precipitación, curva final de precipitación y área entre curvas - 1964).....	239
Cuadro N°52: Datos de precipitaciones y área entre isoyetas para el ingreso al HidroEsta 2 (1964)	239
Cuadro N°53: Precipitaciones Promedio de 24 horas para el área de estudio mediante el método de isoyetas.....	257
Cuadro N°54: Lluvias máximas para diferentes duraciones (mm).....	260
Cuadro N°55: Intensidades máximas para diferentes duraciones (mm/h)	261
Cuadro N°56: Regresión múltiple con 2 Variables independientes.....	261
Cuadro N°57: Duración - Periodo de Retorno	264
Cuadro N°58: Proceso de cálculo para Hietograma de Diseño T=50años	266
Cuadro N°59: Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II, $I_a = 0.2s$).....	269
Cuadro N°60: Datos para cálculo de CN ponderado	271
Cuadro N°61: Caudal de Diseño VS Coeficiente B	287
Cuadro N°62: Exponente para Suelos cohesivos y no cohesivos	288
Cuadro N°63: Resultados de Simulación Hidráulica – situación sin proyecto.....	331
Cuadro N°64: Resultados de Simulación Hidráulica – situación con proyecto	346

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico N°1: Curva hipsométrica, polígono de frecuencias y altitud media.....	124
Gráfico N°2: Pendiente del cauce principal	126
Gráfico N°3: Histograma de Frecuencias Absolutas – Estación Kayra	136
Gráfico N°4: Polígono de Frecuencias (fi) – Estación Kayra	136
Gráfico N°5: Ojiva Fi – Estación Kayra.....	137
Gráfico N°6: Histograma de Frecuencia Relativas – Estación Kayra.....	137
Gráfico N°7: Polígono de Frecuencias (fr) – Estación Kayra	138
Gráfico N°8: Ojiva Fr – Estación Kayra	138
Gráfico N°9: Función de Densidad Empírica – Estación Kayra	139
Gráfico N°10: Histograma de Frecuencias Absolutas – Estación Ccatcca	144
Gráfico N°11: Polígono de Frecuencias (fi) – Estación Ccatcca	145
Gráfico N°12: Ojiva Fi – Estación Ccatcca	145
Gráfico N°13: Histograma de Frecuencias Relativas – Estación Ccatcca	146
Gráfico N°14: Polígono de Frecuencias (fr) – Estación Ccatcca.....	146
Gráfico N°15: Ojiva Fr – Estación Ccatcca.....	147
Gráfico N°16: Función de Densidad Empírica – Estación Ccatcca.....	147
Gráfico N°17: Histograma de Frecuencias Absolutas – Estación Paruro.....	151
Gráfico N°18: Polígono de Frecuencias (fi) – Estación Paruro	152
Gráfico N°19: Ojiva Fi – Estación Paruro	152
Gráfico N°20: Histograma de Frecuencias Relativas – Estación Paruro.....	153
Gráfico N°21: Polígono de Frecuencias (fr) – Estación Paruro.....	153
Gráfico N°22: Ojiva Fr – Estación Paruro.....	154
Gráfico N°23: Función Densidad Empírica – Estación Paruro.....	154
Gráfico N°24: Diagrama caja bigote Enero – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro).....	195
Gráfico N°25: Diagrama caja bigote Febrero – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro).....	198
Gráfico N°26: Diagrama caja bigote Marzo – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)	201
Gráfico N°27: Diagrama caja bigote Abril – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro).....	204
Gráfico N°28: Diagrama caja bigote Mayo – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)	207
Gráfico N°29: Diagrama caja bigote Junio – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)	210
Gráfico N°30: Diagrama caja bigote Julio – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro).....	213
Gráfico N°31: Diagrama caja bigote Agosto – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro).....	216
Gráfico N°32: Diagrama caja bigote Septiembre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro).....	219
Gráfico N°33: Diagrama caja bigote Octubre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)	222
Gráfico N°34: Diagrama caja bigote Noviembre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro).....	225
Gráfico N°35: Diagrama caja bigote Diciembre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro) ..	228
Gráfico N°36: Intensidad – Duración – Periodo de Retorno	265
Gráfico N°37: Hietograma de Precipitación T=50años	267
Gráfico N°38: Hietograma de Precipitación T=100años	267
Gráfico N°39: Hietograma de Precipitación T=250años	268

ÍNDICE DE LÁMINA

Lámina N°1: Ubicación del Proyecto.....	6
Lámina N°2: Cuenca de Estudio – Lucre	129
Lámina N°3: Referencia de las Estaciones Pluviométrica	130
Lámina N°4: Isoyetas – Precipitación 1964.....	237
Lámina N°5: Isoyetas – Precipitación 2011	238
Lámina N°6: Uso de Suelos	270

ÍNDICE DE IMAGEN

Imagen N°1: Dique seco	31
Imagen N°2: Erosión de dique secos, con desprendimiento de enrocado de protección..	31
Imagen N°3: Terraplenes protegidos con rocas del propio río.....	32
Imagen N°4: Ejecución de enrocado de protección.....	33
Imagen N° 5: malla de abertura hexagonal unida por triple torsión	34
Imagen N°6: Gavión Tipo Caja.....	36
Imagen N°7: Gavión tipo colchón.....	37
Imagen N°8: Gavión tipo saco	37
Imagen N°9: Piedras a ser usadas para el relleno de los gaviones.....	40
Imagen N°10: Malla 8 x 10 cm. (ASTM A 975 97).....	41
Imagen N°11: Alambres utilizados para el cocido de los gaviones.....	42
Imagen N°12: Tipos de muros de contención.....	43
Imagen N°13: Muro de contención armado con geotextil.....	45
Imagen N°14: Fuerzas que actúan sobre un muro de contención.....	46
Imagen N°15: Cálculo de la diferencia cuadrada entre las ubicaciones asociadas	81
Imagen N°16: Ejemplo de gráfico de semivariograma empírico	82
Imagen N°17: Ejemplo de modelo esférico	84
Imagen N°18: Ejemplo de modelo exponencial.....	85
Imagen N°19: Ilustración de componentes de rango, meseta y nugget.....	86
Imagen N°20: Ilustración de modelo de semivarianza esférica	89
Imagen N°21: Ilustración de modelo de semivarianza circular	89
Imagen N°22: Ilustración de modelo de semivarianza exponencial.....	90
Imagen N°23: Ilustración de modelo de semivarianza gaussiana.....	90
Imagen N°24: Ilustración de modelo de semivarianza lineal	91
Imagen N°25: Zona de estudio cuenca Lucre	230
Imagen N°26: Procedimiento para cargar cuadro de coordenadas	231
Imagen N°27: Ventana de dialogo para cargar datos de las estaciones.....	232
Imagen N°28: Ventana con datos de las estaciones seleccionados por años	232
Imagen N°29: Cuadro de diálogo Add XY Data con parámetros correctamente seleccionados	233
Imagen N°30: Exportar la data a un archivo Shapefile	233
Imagen N°31: Atributos de los datos Shapefile de estaciones	234
Imagen N°32: Coordenadas de cada punto de estación exportado en archivo Shapefile	234
Imagen N°33: Ingreso de características de punto, precipitación mediante el método de Kriging	235
Imagen N°34: Obtención de mapa base de isoyetas.....	235
Imagen N°35: Introducción de mapa base para la generación de isoyetas	236
Imagen N°36: Cálculo de precipitación promedio – 1964 cuenca lucre.....	240
Imagen N°37: Cálculo de precipitación promedio – 1966 cuenca lucre.....	240
Imagen N°38: Cálculo de precipitación promedio – 1967 cuenca lucre.....	241
Imagen N°39: Cálculo de precipitación promedio – 1968 cuenca lucre.....	241
Imagen N°40: Cálculo de precipitación promedio – 1969 cuenca lucre.....	242
Imagen N°41: Cálculo de precipitación promedio – 1970 cuenca lucre.....	242
Imagen N°42: Cálculo de precipitación promedio – 1971 cuenca lucre.....	243
Imagen N°43: Cálculo de precipitación promedio – 1972 cuenca lucre.....	243
Imagen N°44: Cálculo de precipitación promedio – 1973 cuenca lucre.....	244
Imagen N°45: Cálculo de precipitación promedio – 1974 cuenca lucre.....	244

Imagen N°46: Cálculo de precipitación promedio – 1975 cuenca lucre	245
Imagen N°47: Cálculo de precipitación promedio – 1976 cuenca lucre	245
Imagen N°48: Cálculo de precipitación promedio – 1977 cuenca lucre	246
Imagen N°49: Cálculo de precipitación promedio – 1978 cuenca lucre	246
Imagen N°50: Cálculo de precipitación promedio – 1979 cuenca lucre	247
Imagen N°51: Cálculo de precipitación promedio – 1980 cuenca lucre	247
Imagen N°52: Cálculo de precipitación promedio – 1981 cuenca lucre	248
Imagen N°53: Cálculo de precipitación promedio – 1994 cuenca lucre	248
Imagen N°54: Cálculo de precipitación promedio – 1995 cuenca lucre	249
Imagen N°55: Cálculo de precipitación promedio – 1996 cuenca lucre	249
Imagen N°56: Cálculo de precipitación promedio – 1997 cuenca lucre	250
Imagen N°57: Cálculo de precipitación promedio – 1998 cuenca lucre	250
Imagen N°58: Cálculo de precipitación promedio – 1999 cuenca lucre	251
Imagen N°59: Cálculo de precipitación promedio – 2000 cuenca lucre	251
Imagen N°60: Cálculo de precipitación promedio – 2001 cuenca lucre	252
Imagen N°61: Cálculo de precipitación promedio – 2002 cuenca lucre	252
Imagen N°62: Cálculo de precipitación promedio – 2003 cuenca lucre	253
Imagen N°63: Cálculo de precipitación promedio – 2006 cuenca lucre	253
Imagen N°64: Cálculo de precipitación promedio – 2007 cuenca lucre	254
Imagen N°65: Cálculo de precipitación promedio – 2008 cuenca lucre	254
Imagen N°66: Cálculo de precipitación promedio – 2009 cuenca lucre	255
Imagen N°67: Cálculo de precipitación promedio – 2010 cuenca lucre	255
Imagen N°68: Cálculo de precipitación promedio – 2011 cuenca lucre	256
Imagen N°69: Ingreso de precipitaciones promedios - Hyfran.....	258
Imagen N°70: Resultados Ajustes Lognormal 2 variables - Hyfran	258
Imagen N°71: Gráfico de Ajuste Lognormal (Máxima Verosimilitud) - Hyfran.....	259
Imagen N°72: Adecuación Prueba Chicuadrado – Hyfran.....	259
Imagen N°73: Ajuste de datos de precipitación promedio – Distribución Log-Normal de 2 parámetros - Hidroesta	260
Imagen N° 74: Regresión múltiple con 2 variables independientes	262
Imagen N°75: Modelos de Cuenca - Cuenca lucre – sub cuenca lucre	273
Imagen N°76: Modelos de Cuenca - Cuenca lucre – sub cuenca lucre –	273
Imagen N°77: Modelos de Cuenca - Cuenca lucre – sub cuenca lucre – Transformar, ingreso tiempo de retardo	274
Imagen N°78: Modelos de Cuenca - Cuenca lucre – Salida	274
Imagen N°79: Modelos meteorológicos – Modelo Pluviógrafo – Modelos de Meteorología	275
Imagen N°80: Modelos meteorológicos – Modelo Pluviógrafo – Cuenca	275
Imagen N°81: Modelos meteorológicos – Modelo Pluviógrafo – Hietograma especificado para la sub cuenca	276
Imagen N°82: Datos de series de tiempo – Medidor de Precipitación – Pluviógrafo.....	276
Imagen N°83: Datos de series de tiempo – Medidor de Precipitación – Pluviógrafo – 20feb2017, 13:00 – 20feb2017, 14:10 – tiempo de duración de la tormenta	277
Imagen N°84: Datos de series de tiempo – Medidor de Precipitación – Pluviógrafo - 20feb2017, 13:00 – 20feb2017, 14:10 - Ventana de tiempo.....	277
Imagen N°85: Datos de series de tiempo – Medidor de Precipitación – Pluviógrafo - 20feb2017, 13:00 – 20feb2017, 14:10 – Tabla obtenido del hietograma	278
Imagen N°86: Datos de series de tiempo – Medidor de Precipitación – Pluviógrafo - 20feb2017, 13:00 – 20feb2017, 14:10 – Grafico de hietograma.....	278
Imagen N°87: Resultado global T=50años.....	279

Imagen N°88: Hidrograma de Crecida T=50años, Cuenca Lucre.....	279
Imagen N°89: Resumen de los resultados para subcuenca T=50años	280
Imagen N°90: Resultados de series de tiempo para subcuenca T=50años.....	280
Imagen N°91: Resultado global T=100años.....	281
Imagen N°92: Hidrograma de Crecida T=100años, Cuenca Lucre.....	281
Imagen N°93: Resultado global T=250años.....	282
Imagen N°94: Hidrograma de Crecida T=250años, Cuenca Lucre.....	282
Imagen N°95: Cálculo de Ancho estable recomendación práctica	283
Imagen N°96: Cálculo de Ancho estable método Petits	284
Imagen N°97: Cálculo de Ancho estable método Simons y Henderson	284
Imagen N°98: Cálculo de Ancho estable método Blench y Altunin.....	285
Imagen N°99: Cálculo de Ancho estable método Manning y Strickler	285
Imagen N°100: Inicio de ventana principal del HEC RAS.....	321
Imagen N°101: Ventana de creación de nuevo proyecto	321
Imagen N°102: Ventana de ingreso de datos de sección transversales – situación sin proyecto.....	322
Imagen N°103: Geometría y vista en planta – situación sin proyecto.....	322
Imagen N°104: Flujo permanente – caudal de prueba	323
Imagen N°105: Corrida - simulación	323
Imagen N°106: Secciones transversales de simulación hidráulica situación sin proyecto río lucre.....	324
Imagen N°107: Simulación Hidráulica 3D del tramo en estudio – situación sin proyecto	330
Imagen N°108: Ventana de ingreso de datos de sección transversales – situación con proyecto.....	335
Imagen N°109: Geometría y vista en planta – situación con proyecto.....	335
Imagen N°110: Secciones transversales de simulación hidráulica situación con proyecto río lucre.....	336
Imagen N°111: Simulación Hidráulica 3D del tramo en estudio – situación con proyecto	345

CAPÍTULO I

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

“Desde el comienzo del Neolítico, cuando comenzó la sedentarización y, por lo tanto, ocupación de zonas llanas costeras o en los valles fluviales, el hombre se ha encontrado con el reto de hacer frente a las inundaciones. En Egipto y Mesopotamia ya se construyeron importantes defensas fluviales como diques, canales para desviar las aguas y mejora de los cauces en los entornos urbanos. Las obras hidráulicas se desarrollaron también en Grecia y Roma, tanto para obtener agua para el consumo, como para evitar los riesgos que conllevaban los asentamientos en entornos vulnerables. En China la construcción de grandes motas en los ríos ya se hacía en el siglo XII de modo que se intentaba hacer frente a las avenidas monzónicas. También en España y en el norte de Italia destacan desde la Edad Media la construcción de motas y embalses que regulasen los ríos.

Actualmente las defensas contra las inundaciones son muy avanzadas en los países desarrollados. Los sistemas de prevención se basan en diques, barreras metálicas, embalses reguladores y mejora de la capacidad de desagüe de los cauces fluviales. También los sistemas de alerta ante situaciones peligrosas están muy desarrollados por medio de la predicción meteorológica, la observación de los aforos fluviales que determinan una alerta hidrológica y los sistemas de detección de maremotos”.¹

“Las inundaciones en el Perú son un problema recurrente cada año, debido a la estacionalidad de las precipitaciones en la región andina, la cual tiene una época seca y una época de lluvia bien diferenciada, esta última de diciembre a marzo, sumado a los años de presencia del fenómeno del niño hacen que los caudales de los ríos que bajan de la región andina a la costa

¹ <https://es.wikipedia.org/wiki/Inundaci%C3%B3n>

aumenten varias veces su magnitud, desbordándose y ocasionando daños en ciudades de la costa específicamente en la región norte del país, como: Tumbes, Piura, y Lambayeque. Algunas veces estas inundaciones han llegado a la ciudad de Lima con los desbordes de los ríos Chillón y Rímac.

En el caso de la región amazónica, por las características propias de su relieve, como una baja pendiente, la dinámica fluvial de los ríos tiene una tasa anual de migración mayores a 200m, ríos como el Ucayali y Marañón, estos suelen cambiar de cursos cada año recuperando llanuras de inundación anteriores, esto no es un problema cuando la presencia de población es nula, lo contrario ocurre cuando existen centros poblados ubicados cercanos al cauce, como es el caso de la ciudad de Pucallpa. Las inundaciones afectan igualmente en los meses de verano por las intensas lluvias, en departamento como Amazonas, Junín, Loreto y Ucayali.

En la vertiente del Titicaca, las inundaciones se presentan mayormente por los desbordes de los ríos Coata, Ramis, esto sumado a la falta de drenaje de las áreas urbanas y la topografía de la zona, hace que colapse el sistema de drenaje. Las ciudades más afectadas son Puno y Juliaca, igualmente en los meses de verano, lo cual coincide con la época de lluvia, acentuándose con la presencia del fenómeno del niño”.²

“La intendencia de Recursos Hídricos del Instituto Nacional de Recursos Naturales INRENA ahora Autoridad Nacional del Agua ANA. Cuenta con el Programa de Encauzamiento de Ríos y Protección de estructura de Captación PERPEC el cual viene impulsando la ejecución de los Planes de tratamiento de los cauces de los ríos, no obstante, la ejecución del mismo requiere de financiamiento, del cual generalmente carecemos”.³

² Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales.

³ <http://www.rimd.org/advf/documentos/4962879bcbe32.pdf>

“En los últimos años (2010) en la sierra sur del Perú, se presentó dos eventos meteorológicos simultáneos: Lluvias intensas que sobrepasaron el récord histórico en cortos periodos de tiempo (1 a 2 días) que generan inundaciones por el incremento del caudal de los ríos (por ejemplo, el río Vilcanota presenta una anomalía histórica del 16%). Las inundaciones generan destrucción de viviendas, puentes, interrupción de carreteras, podredumbre de las raíces de los cultivos, etc. Las intensas lluvias también han provocado la saturación del suelo ocasionando deslizamientos que provocan interrupción de las vías de las vías de comunicación. El segundo evento, totalmente atípico para la temporada son las precipitaciones sólidas que se mezclan con el suelo húmedo que ocasionan deslizamientos de lodo que cubren los cultivos y pastos naturales, afectando los medios de vida de las familias más pobres ubicadas sobre los 3,500 m.s.n.m.

El 15 de enero del año 2010 se produjo un derrumbe de un sector de los muros ciclópeos de Sacsayhuamán, a consecuencia de la inusitada intensidad de las lluvias de los días anteriores, con este hecho empezaban una serie de eventos anómalos que afectaron en un inicio 6 de las 13 provincias del Cusco; Anta, Calca, Cusco, Quispicanchi, Urubamba y La Convención, generando numerosos daños principalmente en áreas de cultivo y zonas urbanas en las partes bajas de las cuencas de los ríos Huatanay y Vilcanota. Al mes de marzo otros eventos similares se añadieron a la lista de desastres, resultando afectadas las trece provincias del departamento.

De acuerdo a la información provista por el Centro de Estudios y Prevención de Desastres PREDES, y datos del SENAMHI referidos en el Plan de Reconstrucción Cusco 2010 del Gobierno Regional, el pico de la anomalía hidrometeorológica se produjo durante los días 22, 23 y 24 de enero, cuando las lluvias se intensificaron y fueron continuas, superando los valores normales llegando a 130mm por día, cuando el valor anual promedio de precipitación es de 45mm, según los registros de la estación meteorológica de Urubamba.

En Estación Sicuani llovió 83 mm en 4 días, cuando debió llover en 10 días solamente 50 mm. En Estación Kayra, llovió 92 mm en 3 días, cuando debió llover en 10 días solamente 50 mm. En Estación Pisac, llovió 113 mm en 5 días, cuando debió llover en 10 días solamente 50 mm.

Esto ocasionó el desborde del río Vilcanota que alcanzó un caudal máximo de 280m³/segundo cuando su caudal promedio para el mes de febrero es de 196.68m³/segundo según los datos de la estación de aforo de Pisac, generando desbordes e inundaciones a partir del puente Pisac, en los distritos Lamay, Coya, Calca de la provincia de Calca.

El Gobierno Regional de Cusco ya a fines de enero del 2010, valoró en S/.800 millones las pérdidas económicas causadas en la región. La inversión total estimada en el Plan de Reconstrucción y Reactivación Económica Regional Post Desastre 2010 Región Cusco (PLARE 2010 Cusco) para los proyectos de reconstrucción es de S/. 198,718,855.77 millones de soles.

Los pobladores del área de influencia del proyecto, especialmente los que están ubicados en la parte baja de la margen izquierda del Río Lucre se encuentran vulnerables ante la probabilidad de perder sus propiedades y sus viviendas, por una inundación en época de las avenidas, dicho peligro latente viene desde los años anteriores donde la población de la margen izquierda del Río Lucre vienen sufriendo las potenciales consecuencias de una inundación del Río Lucre, donde las autoridades municipales no tomaron en cuenta dicha necesidad de esas poblaciones a pesar que sus autoridades locales y la población solicitaron en reiteradas ocasiones. Así mismo el riesgo de inundación afectaría también las infraestructuras del estado que se encuentran en el área de influencia tales como Vías, Posta de Salud, Áreas recreativas, Sistemas de agua y desagüe, etc".⁴

⁴ Diagnóstico sobre el impacto de los desastres en el sector agropecuario Cusco 2010 - Gonzalo Valderrama EscalanteLic. en Antropología

1.2 DELIMITACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

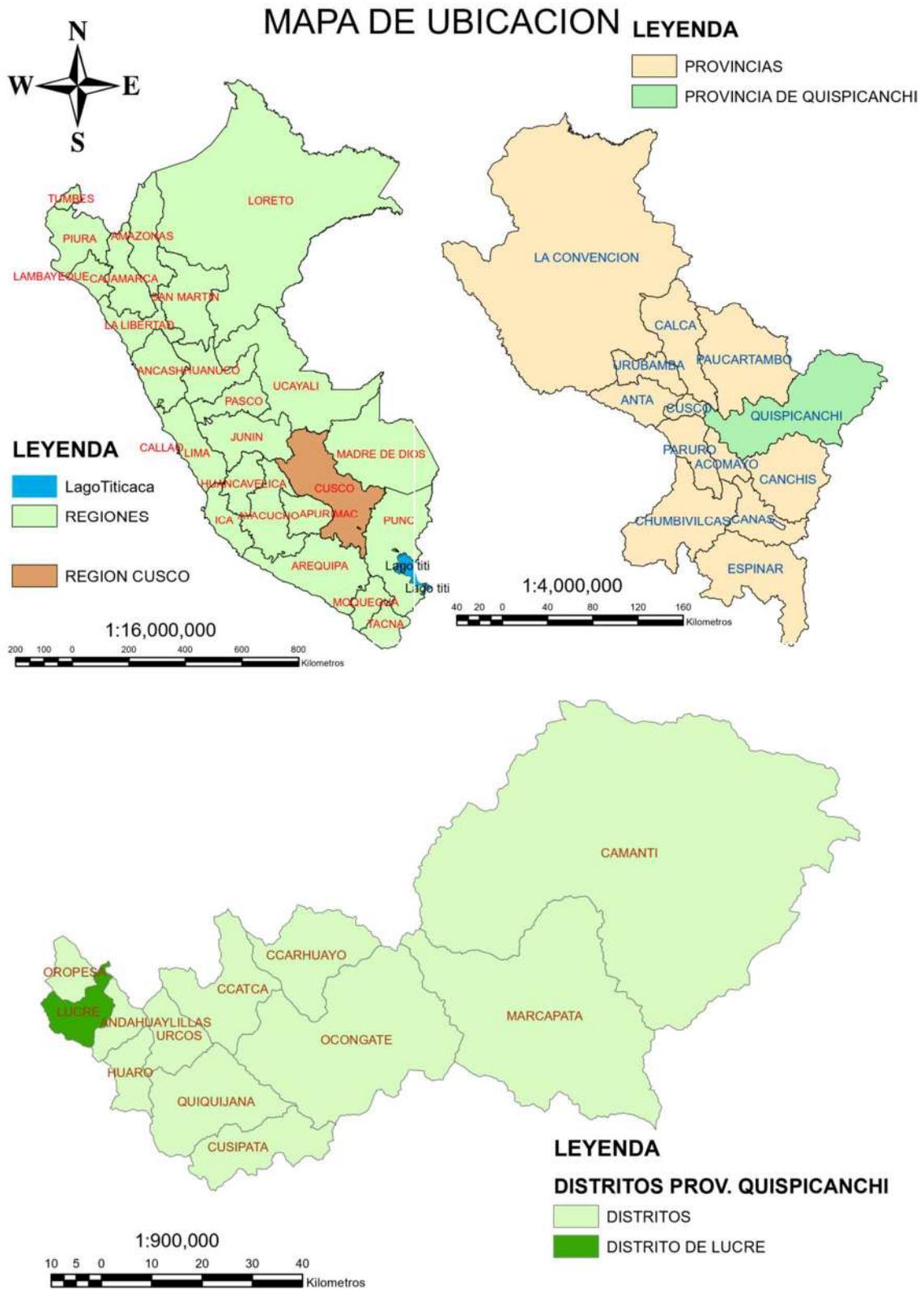
El presente proyecto está comprendido entre las coordenadas N y E siguientes:

Coordenadas: UTM Datum WGS84
Zona: 19 Sur
Inicio: N 8490981m. E 203942m.
Final: N 8491130m. E 204105m.
Altitud promedio: 3,116.0 m.s.n.m.

Su ubicación geográfica, es como sigue:

Departamento: Cusco
Provincia: Quispicanchi
Distrito: Lucre
Sector: Km 14+260 – Km 14+492

Lámina N°1: Ubicación del Proyecto



Fuente: Propia.

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.3.1 Problema General

¿Cuáles son los criterios a nivel de ingeniería para el modelamiento hidrológico e hidráulico para el diseño de la infraestructura de protección de la margen izquierda del río Lucre tramo Km 14+260 – Km 14+492 del Distrito de Lucre, Provincia de Quispicanchi – Cusco, periodo 2017?

1.3.2 Problema Específico

- ✓ ¿Cuál es la metodología del estudio hidrológico de la cuenca para el diseño de defensa ribereña en la margen izquierda del río Lucre tramo Km 14+260 – Km 14+492?
- ✓ ¿Cuál es el criterio pertinente de diseño hidráulico para la infraestructura de la margen izquierda del río Lucre tramo Km 14+260 – Km 14+492?
- ✓ ¿Cuál es el diseño y calculo estructural adoptado para la construcción de la defensa ribereña de la margen izquierda del río Lucre tramo Km 14+260 – Km 14+492?

1.4 OBJETIVOS DEL ESTUDIO

1.4.1 Objetivo General

Formular y desarrollar los criterios a nivel de ingeniería para el modelamiento hidrológico e hidráulico para el diseño de la infraestructura de protección de la margen izquierda del río Lucre tramo Km 14+260 y Km 14+492 del Distrito de Lucre, Provincia de Quispicanchi – Cusco, periodo 2017.

1.4.2 Objetivo Específico

- ✓ Establecer la metodología del estudio hidrológico de la cuenca para el diseño de defensa ribereña en la margen izquierda del río Lucre Km 14+260 y Km 14+492.
- ✓ Detallar el criterio pertinente de diseño hidráulico para la infraestructura de la margen izquierda del río Lucre tramo Km 14+260 y Km 14+492.
- ✓ Determinar el diseño y cálculo estructural adoptado para la construcción de la defensa ribereña de la margen izquierda del río Lucre tramo Km 14+260 y Km 14+492.

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

1.5.1 Justificación

El Distrito de Lucre ha sufrido inundaciones de intensidad baja en años anteriores, tal es el caso del fenómeno de El Niño ocurrido en el año 2010 donde los desastres causaron pérdidas económicas y de vidas humanas, así mismo en el año 2016 durante los meses de enero a marzo se ha presentado lluvias considerables, provocando algunos damnificados, daños físicos de viviendas, daños físicos de propiedades del Estado y pérdidas económicas. Por ello es necesaria la intervención urgente para evitar potenciales y graves daños a los pobladores de la Urbanización Santa Rosa quienes habitan en la parte baja de la margen izquierda del Río Lucre.

Debido a que la zona del proyecto es eminentemente lluviosa los cauces de todo los ríos se encuentran colmatados de sedimentos aluviónicos, bolonerías de piedras y abundante vegetación, donde producto de ello el cauce de los ríos se han formado una especie de pequeños montículos desviándose el curso del agua en varias partes y de igual modo casi en su totalidad los márgenes del río se encuentran socavadas y erosionadas por

efecto de las lluvias, por tanto el peligro de futuras inundaciones de las viviendas aledañas a los cauces es latente.

Actualmente los pobladores de la zona donde se ha identificado el problema central del presente proyecto viven con bastante miedo e inseguridad por una inundación o desembalse de la margen izquierda del Río Lucre que se encuentra en su periferia o parte alta de esta Urbanización, donde existe el peligro de inundación de las viviendas ubicadas en la parte baja de del río Lucre, es decir el riesgo a la vida de los pobladores y de sus viviendas es muy considerable debido a que el Distrito de Lucre es una zona lluviosa durante los meses de Noviembre a Abril.

1.5.2 Originalidad

El presente proyecto es original por cuanto no sé ha desarrollado ningún trabajo de modelamiento hidrológico e hidráulico de la cuenca del Río Lucre con fines de diseño de una defensa ribereña que pueda salvaguardar los bienes públicos y privados que se encuentran en la margen izquierda.

1.5.3 Pertinencia

Se aplica:

- ✓ Defensas ribereñas.
- ✓ Delimitación de fajas marginales.
- ✓ Presas.
- ✓ Bocatomas.

1.5.4 Relevancia

a. En lo teórico

Sirvió como base de información para ampliar los conocimientos en estudios hidrológicos e hidráulicos (parámetros geomorfológicos de una cuenca, hidrología estadística, precipitaciones, caudales máximos, diseño de muros de contención, entre otros)

b. En lo práctico

Permitió el planteamiento de la defensa ribereña en el tramo “14+260 y 14+492 / Margen Izquierda” (de Río Lucre) y evitar las pérdidas económicas de los pobladores del área de influencia, previniendo la inundación de las viviendas y propiedades privadas ubicadas en la margen izquierda del Río Lucre.

c. En lo metodológico

La investigación es un instrumento importante que permite mejorar las técnicas y ampliar los conocimientos e innovar, permitiendo a todas las ciencias y la ingeniería contribuir en el desarrollo de nuevas tecnologías para mejorar la calidad de los estudios (proyectos) y reducir los costos que esta genera.

1.5.5 Oportunidad

Es oportuno el presente estudio, porque permitió mejorar la alternativa a la alta vulnerabilidad de la infraestructura de la zona urbana, rural y de la población de la margen izquierda del río Lucre por una posible inundación.

1.5.6 Factibilidad

Es factible porque se tuvo la metodología que permiten realizar el diseño de muros de contención en base a de modelamiento hidrológico e hidráulico.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

a. En el mundo:

TESIS: “DESCRIPCIÓN DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS”; presentado por **ELIOSKA GALANTON M. y LICCETT ROMERO M.**, para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, en la **UNIVERSIDAD DE ORIENTE NÚCLEO DE ANZOÁTEGUI ESCUELA DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL – BARCELONA 2007.**

Cuyas conclusiones son:

- ✓ El muro de gavión, es uno del más apropiado, ya que es una obra construida con materiales flexibles, que cumplen con las exigencias establecidas, y puede adecuarse a deformaciones que puedan producirse una vez puesta en funcionamiento.
- ✓ En muchos casos las estructuras de defensas ribereñas son dimensionadas con una falla conceptual, ya que quedan expuestas a la acción de la velocidad del agua en su base, lo cual provoca socavamiento y erosión al pie de la obra. Una solución adoptada para evitar este problema es la plataforma de deformación, que es compuesta por gaviones tipo colchón, son elementos flexibles posicionados en frente de la estructura, que, al deformarse, acompañan la erosión del fondo, evitando así que este alcance la base de la estructura y la desestabilice.

- ✓ Las inundaciones registradas en el río Neverí, se debió a la gran pluviosidad de la cuenca trayendo como consecuencia un aumento anormal de niveles y el posterior colapso de los diques, lo que provocó el desbordamiento del caudal. Una solución para que no vuelva a suceder esta situación es mejorar los diques existentes y colocarlos a una distancia más alejada de los ríos, ya que estas zonas aluviales son aprovechadas para la agricultura y también que la distancia es compensada con la altura, siempre y cuando se puedan alejar y no afecten la planificación de la ciudad

b. En el Perú:

TESIS: “DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO CHICAMA TRAMO PUENTE PUNTA MORENO – PAMPAS DE JAGÜEY APLICANDO EL PROGRAMA RIVER”; presentado por los bachilleres Luther Marcelo Kerimbey Álvaro Aguilar y Luis Anselmo Henríquez Fasanando, para optar el Título profesional de Ingeniero Civil, en la **UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO, FACULTAD DE INGENIERÍA – 2014.**

Cuyas conclusiones son:

- ✓ **Topográficas.**
 - El alineamiento vertical viene dado básicamente en dirección descendente con pendientes bastante moderadas o bajas típicas de relieves de ríos costeros.
 - La monumentación de los BMs de control viene siendo bastante detallada para su fácil ubicación en el área del proyecto.

- La poligonal sobre la cual se trabajó viene a ser una poligonal abierta trazada básicamente en la margen y flanco izquierdo del río Chicama.
- ✓ **Suelos y canteras.**
- De acuerdo a los estudios realizados podemos concluir que los depósitos donde han de ser emplazadas las obras de contención diseñadas vienen a ser en su totalidad depósitos aluviales estables y buena potencia, acumulados por parte del río Chicama a lo largo de los diferentes cursos adoptados por este durante su tiempo de vida.
 - Los materiales componentes de los depósitos aluviales para el presente proyecto constan básicamente en bolones y gravas heterométricas redondeadas de diferentes tonalidades, alternados en algunos casos con limos componentes de suelos agrícolas productos del arranque y acciones erosivas de las aguas de río hacia las áreas de cultivo.
 - La calidad de los materiales presentes en las canteras viene garantizada por los ensayos de laboratorio practicados, así como por el uso dado a estos por otros proyectos similares como son.
 - Las canteras propuestas vienen siendo debidamente saneadas y aptas para las diferentes estructuras proyectadas en el presente estudio ya que no se encuentran en lugares protegidos por el INC, reservas o parques ecológicos por lo cual su uso no viene a ser restringido como se demuestra mediante el empleo de los mismos en otros proyectos.

✓ **HIDROLÓGICAS**

- En el desarrollo de del informe hidrológico se ha tomado en cuenta la información hidrométrica correspondiente a la estación de aforo denominado SALINAR – EL TAMBO. El periodo que se consideró para el análisis estadístico de datos es de 1971 – 2010.
- Se utilizó el Programa River para encontrar el caudal de diseño, empleando el Método Estadístico; una vez ingresados los datos, finalmente se tendrá el cálculo de caudales mediante los tres modelos probabilísticos. Del cual se concluye que Pearson III es el más apropiado según el Programa RIVER, el caudal es de 1,134.84 m³/Seg.
- Las Dimensiones del Dique según el programa son:
 - Ancho corona 4.00m
 - Altura de Dique 2.70m
 - Altura Enrocado 2.70m
 - Altura de Uña 1.00m
 - Ancho de Uña 1.50m
 - Altura Total 3.70m

✓ **AMBIENTALES.**

- Una vez concluidas las 3 etapas metodológicas de todo Estudio de Impacto Ambiental que son: Etapa Preliminar de Gabinete, Etapa de Campo y Etapa Final de Gabinete. Se concluyó que la defensa rivereña del río Chicama tramo Puente Punta Moreno – Pampas de Jagüey margen izquierda resulta ser ambientalmente viable, siempre que se cumplan las especificaciones técnicas y diseños contenidos en el expediente técnico y las prescripciones ambientales planteadas en el Plan de Manejo Ambiental, el cual forma parte del presente Estudio de Impacto Ambiental.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Modelamiento Hidrológico

“Entender el ciclo hidrológico implica entender la “respuesta” de la cuenca de manera continua en el tiempo y en el espacio, por este motivo la base de la modelación hidrológica es la modelación de cuencas.

Los modelos de cuenca son un reflejo de cómo entendemos el sistema cuenca y su respuesta. Su capacidad predictiva depende de cómo los construimos y cómo los aplicamos, y la calidad de las predicciones es generalmente consistente con la calidad de nuestra comprensión del sistema y del modelo que lo representa. Esto significa que no existe el modelo perfecto aplicable a todas las cuencas del planeta: cada cuenca tiene condiciones muy particulares de clima, geografía, geología, etc. que incrementan la importancia de un proceso por sobre otros y condicionan la estructura del modelo”.⁵

a. Hidrología

“La hidrología es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos”.⁶

b. Cuenca hidrológica

“La cuenca de drenaje de una corriente, es el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida, para cada punto de su recorrido”.⁷

⁵ Modelos Hidrológicos Juan Cabrera, Civ. Eng.

⁶Hidrología pág. 15- Máximo Villón Béjar

⁷Hidrología pág. 21- Máximo Villón Béjar

“La definición de cuenca hidrológica es más integral que la de cuenca hidrográfica. Las cuencas hidrológicas son unidades morfológicas integrales además de incluir todo el concepto de cuenca hidrográfica, abarcan en su contenido, toda la estructura hidrogeológica subterránea del acuífero como un todo”.⁸

c. Cuenca hidrográfica

“Unidad natural definida por la existencia de la divisoria de las aguas en un territorio dado. Las cuencas hidrográficas son unidades morfográficas superficiales. Sus límites quedan establecidos por la divisoria geográfica principal de las aguas de las precipitaciones; también conocido como “parteaguas”. El parteaguas, teóricamente, es una línea imaginaria que une los puntos de máximo valor de altura relativo entre dos laderas adyacentes, pero de exposición opuesta; desde la parte más alta de la cuenca hasta su punto de emisión, en la zona hipsométricamente más baja. Al interior de las cuencas se pueden delimitar sub cuencas o cuencas de orden inferior. Las divisorias que delimitan las sub cuencas se conocen como parteaguas secundarios”.⁹

d. Parámetros morfométricos de una cuenca hidrográfica

“Es el estudio cuantitativo de las características físicas de una cuenca hidrográfica, y se utiliza para analizar la red de drenaje, las pendientes y la forma de una cuenca a partir del cálculo de valores numéricos. Dentro de este contexto, es importante señalar que las mediciones deben ser realizadas sobre un mapa con suficiente información hidrográfica y topográfica”.¹⁰

⁸TEXTO BÁSICO DE HIDROLOGÍA pág. 28 - Ing. William R. Gámez Morales

⁹TEXTO BÁSICO DE HIDROLOGÍA pág. 28 - Ing. William R. Gámez Morales

¹⁰Hidrología – Alejandro Delgadillo Santander y Ada Moreno Barrios.

e. Precipitación

“Se define precipitación a toda forma de humedad, que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie terrestre. De acuerdo a esta definición, las lluvias, las granizadas, las garuas y las nevadas son formas distintas del mismo fenómeno de la precipitación. En Estados Unidos, la lluvia se identifica según su intensidad, en:

- ✓ Ligera, para tasas de caída de hasta 2.5 mm/h
- ✓ Moderada, desde 2.5 hasta 7.6 mm/h
- ✓ Fuerte, por encima de 7.6 mm/h”.¹¹

“La precipitación, es toda forma de humedad que, originándose en las nubes, llega hasta la superficie del suelo, de acuerdo a esta definición la precipitación puede ser en forma de:

- ✓ Lluvias.
- ✓ Granizadas.
- ✓ Garuas.
- ✓ Nevadas.

Desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primara del agua de la superficie terrestre, y sus mediciones y análisis, forman el punto de partida de los estudios concernientes al uso y control del agua”.¹²

f. Caudal

“Para llegar a conocer los recursos hidráulicos de una cuenca es necesario averiguar el caudal, diariamente, a la misma hora, y durante el mayor número posible de años. Así es como se llega a conocer el régimen de los ríos. Todos

¹¹Hidrología para estudiantes pág. 15 – Wendor Chereque Moran.

¹²Hidrología pág. 69 - Máximo Villón Béjar

los países cuidan de organizar este servicio, estableciendo estaciones de aforo y publicando los resultados. En el Perú esta labor la realiza principalmente Senamhi”.¹³

g. Caudales máximos

“Para diseñar:

- ✓ Las dimensiones de un cauce
- ✓ Sistemas de drenaje
 - ✚ Agrícola
 - ✚ Aeropuerto
 - ✚ Ciudad
 - ✚ Carretera
- ✓ Muros de encauzamiento para proteger ciudades y plantaciones
- ✓ Alcantarillas
- ✓ Vertedores de demasías
- ✓ Luz en puentes

Se debe calcular o estimar el caudal de diseño, que, para esos casos, son los caudales máximos.

La magnitud del caudal de diseño, es función directa del período de retorno que se le asigne, el que a su vez depende de la importancia de la obra y de la vida útil de ésta”.¹⁴

h. Caudal máximo o avenida de diseño

“La Avenida de Diseño es el caudal que se escoge, mediante diversas consideraciones, para dimensionar un proyecto (o una parte de él). Para su determinación se usa la información básica proporcionada por el estudio

¹³Hidrología para estudiantes pág. 99 – Wendor Chereque Moran.

¹⁴Hidrología pág. 241 - Máximo Villón Béjar

hidrológico (Estimación de Caudales) y se incorporan los conceptos correspondientes a riesgo, vulnerabilidad, importancia y costo de obra y muchos otros más, como por ejemplo el tipo de río y de estructura. En nuestro país, existe escasez de datos, por lo que juegan un papel muy importante la experiencia y el buen tino del ingeniero proyectista para escoger la Avenida de Diseño. Dentro de los criterios para la selección de los valores posibles están los relativos al máximo nivel alcanzado por el agua, la capacidad del encauzamiento, si fuese el caso las máximas socavaciones y muchas otras más.

La Avenida de Diseño debe escogerse de modo de garantizar la estabilidad del río y del puente y teniendo en cuenta la evaluación de los daños potenciales involucrados en una potencial falla.

Se debe tener en cuenta además que los tres últimos mega niños (1983, 1998 y 2017), tuvo como característica, desde el punto de vista hidrológico y en relación con la estabilidad de las estructuras, es la aparición de avenidas de larga duración, de varios días”.¹⁵

i. HEC HMS

“El Sistema de Modelado Hidrológico es una aplicación desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC-Hydrologic Engineering Center) del Cuerpo de Ingenieros del Ejército de los Estados Unidos (US Army Corps of Engineers).

Con el modelo HEC-HMS, se puede simular la respuesta que tendrá la cuenca de un río en su escurrimiento superficial, como producto de la precipitación, mediante la representación de la cuenca como un sistema interconectado de componentes hidrológicos e hidráulicos.

¹⁵ MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE pág. 65, 66 – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Cada componente modela un aspecto del proceso de escurrimiento por precipitaciones dentro de una parte de la cuenca comúnmente referida como una subcuenca. Un componente puede representar una identidad de escurrimiento superficial, un canal de flujo o embalse.

La representación de un componente requiere un conjunto de parámetros que especifiquen las características particulares del componente y las relaciones matemáticas que describen el proceso físico. El resultado del proceso del modelaje es el cálculo de los hidrógrafos del flujo en sitios elegidos de la cuenca del río.

El HEC-HMS, representa la versión para Windows de la versión HEC-1, desarrollada para D.O.S, en la cual se han mejorado los conceptos hidrológicos, los resultados e hidrogramas producidos se almacenan en una base de datos que pueden usarse directamente por el HEC-RAS en la elaboración de estudios de disponibilidad de agua, drenaje urbano, predicción del flujo, reducción de los daños de las avenidas, etc.”¹⁶

Para poder utilizar este programa se debe disponer de la siguiente información:

- ✓ Características de la precipitación, la intensidad se obtiene de las curvas I-D-F (Intensidad, duración, frecuencia), o puede ajustarse utilizando los procedimientos mencionados anteriormente. Es importante señalar que las precipitaciones parciales deben introducirse en intervalos fijos.

- ✓ Características de la cuenca (Área, forma, Longitud del cauce principal, centro de gravedad, pendiente media del terreno, cobertura vegetal, tipo de prácticas de pastoreo, tipos de precipitación, etc.).

¹⁶ MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE pág. 58, 59 – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Cuando se usa el HEC – HMS uno debe juntar los elementos que componen el sistema.

La cuenca se crea “seleccionando” los elementos de la columna izquierda, arrastrándolos al centro de la “zona de trabajo”. Los elementos se unen por medio de “tramos” (Reach, en la lista). Estos a su vez se adhieren a los elementos colocando sus extremos dentro de los mismos. Para poder editar los elementos, se presiona rápidamente dos veces sobre ellos hasta que aparezca la caja de diálogo en la que se deben incluir los datos respectivos. Los datos que se requieren para la cuenca, además del área (en km²) son tres.

- ✓ Función de infiltración y los parámetros correspondientes. La función de infiltración debe escogerse de la siguiente lista:
 - Servicio de Conservación de Suelos (SCS)
 - Green y Ampt
 - Inicial / Constante
 - Inicial / déficit.
 - No hay pérdida

- ✓ Función del hidrograma unitario y los parámetros correspondientes. La función del diagrama unitario debe ser escogerse de la siguiente lista:
 - Clark.
 - Snyder.
 - SCS.
 - Clark modificado.
 - Definido por el usuario.
 - Onda cinemática.

- ✓ Función de recesión de las avenidas y los parámetros y variables correspondientes.
 - Recesión.
 - Flujo constante mensual.
 - No hay flujo base”.¹⁷

2.2.2 Modelamiento Hidráulico.

“Los fenómenos hidráulicos, como expresión del mundo natural, son tan complejos que no es posible analizarlos y describirlos totalmente. Sólo podemos hacerlo parcialmente. Uno de los instrumentos más poderosos de que se dispone para tratar de conocer y comprender el comportamiento del agua en la Naturaleza y su interacción con las estructuras se encuentra en la investigación mediante los modelos matemáticos y los modelos físicos. Ambos se complementan.

El primer paso en el análisis es necesariamente el estudio del río. El río que está en la naturaleza es demasiado complejo para poderlo reproducir en un modelo matemático o físico. Tenemos que imaginar un río mucho más simplificado que el que existe realmente. En ningún modelo podríamos reproducir las variaciones instantáneas del caudal líquido y del caudal sólido, de la sección transversal, de la pendiente y de todas las características hidráulicas de un río. En consecuencia, nos fabricamos un río ideal, que es el que se estudia en un modelo, físico o matemático. Nuestras fórmulas no son para el río que existe en la naturaleza, sino para el río construido en nuestra mente. Para el segundo paso es necesario simplificar y esquematizar la obra proyectada. En el modelo no se considera, por ejemplo, los problemas de estabilidad estructural y de abrasión. Si bien es cierto que las simplificaciones son inevitables, debemos ser plenamente conscientes

¹⁷ MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE pág. 58, 59 – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

de ellas para poder interpretar los resultados obtenidos en cualquier modelo”.¹⁸

a. Canales

“Son canales en la cual el agua circula debido a la acción de su propio peso sin estar sometida a más presión que la atmosférica; es decir la superficie libre del líquido está en contacto con la atmósfera”.¹⁹

b. Canales naturales y canales artificiales

- “Canales naturales: Aquellos que no intervienen la mano del hombre, tales como los ríos y los arroyos que son cursos de agua formado por el desplazamiento del agua hacia niveles menores.
- Canales Artificiales: Aquellos donde interviene la mano del hombre y tendrá una sección transversal que se les haya dado en tanto se mantenga la estabilidad de las paredes catedrales y el fondo.”.²⁰

c. Elementos de un canal

- “Área Hidráulica (A): Es el área ocupada por el fluido en el canal y es normal al piso a fondo del mismo.
- Perímetro mojado (P): Es la suma de las longitudes del polígono de las paredes que moja el fluido.
- Radio Hidráulico (R): Es igual al área hidráulica dividido entre el perímetro mojado.

¹⁸ Modelos hidráulicos Arturo Rocha Felices

¹⁹ Hidráulica básica de canales pág. 2 - Ing. Edgar Sparrow Alamo

²⁰ Hidráulica básica de canales pág. 2 - Ing. Edgar Sparrow Alamo

- Tirante del flujo (a) o (y): Es la altura de la lámina del flujo que discurre sobre el canal.
- Ancho superficial superior (v) o (t): Es el ancho superior que corresponde a la lámina del fluido que está en contacto con la atmósfera, se le llama también espejo de agua.
- Pendiente del canal (s): Es la pendiente de inclinación que adopta un canal de acuerdo a la topografía del terreno; se define también como la pendiente de la rasante o piso del canal.
- Talud de canal (Z): Es la inclinación de las paredes de un canal.
- Fondo de canal (f): Es el ancho del fondo de la sección transversal.
- Borde libre (F): Es un elemento de seguridad del canal que evita que el agua se rebalse y ocasione daños al terreno que soporta el propio canal.

Previendo estas situaciones el borde libre debe ser siempre según recomienda los autores superior a los 30cm para los canales más pequeños y hasta 1.20m en canales de hasta $85\text{m}^3/\text{s}$.²¹

d. Socavación

- **Socavación General:** La socavación general, también conocida como socavación normal, consiste en una disminución generalizada del fondo por el aumento del arrastre de sedimentos debido al incremento de la capacidad de flujo (crecidas). La socavación del fondo se produce debido a un desequilibrio entre el aporte sólido que transporta el agua a una sección y el material removido.

²¹ Hidráulica básica de canales pág. 2,3 - Ing. Edgar Sparrow Alamo

- **La socavación local:** Se produce debido a la presencia de estrechamientos, curvas o estructuras en la corriente de un río, lo que provoca un aumento en la intensidad del flujo capaz de remover el material del lecho. Este tipo de socavación afecta a una zona limitada, caracterizada por una fuerte turbulencia con desarrollo de remolinos y vórtices inducidos por la obstrucción al paso del agua.

e. HEC RAS

“El software HEC RAS, además de permitir realizar la hidráulica en la zona de estudio donde se ubica la estructura también permite realizar la estimación de la profundidad de socavación. Sin embargo, se deja establecido que la obtención de la sección hidráulica del río donde se ubica la estructura y la estimación de la socavación en sus apoyos, especialmente en nuestro medio no se debe limitar al uso del HEC RAS y debe aplicarse en forma responsable luego de ser calibrado, donde el juicio y criterio ingenieril prevalecen”.²²

“Este software nos permitirá realizar unidimensionalmente un flujo permanente, un flujo no permanente, y cálculos del transporte de sedimentos”.²³

“El sistema es capaz de desarrollar cálculos para determinar el perfil de la superficie libre del agua en un flujo permanente, e incluye el flujo no permanente, transporte de sedimentos, y algunos cálculos del diseño hidráulico en el futuro”.²⁴

²² MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE pág. 103 – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

²³ APUNTES DEL CURSO "HEC-RAS" pág. 1 - MC Víctor Hugo Guerra Cobián

²⁴ APUNTES DEL CURSO "HEC-RAS" pág. 6 - MC Víctor Hugo Guerra Cobián

2.2.3 Defensa Ribereña

“La protección contra las inundaciones incluye, tanto los medios estructurales, como los no estructurales, que dan protección o reducen los riesgos de inundación.

Las medidas estructurales incluyen las represas y reservorios, modificaciones a los canales de los ríos por otros más amplios, defensas ribereñas, depresiones para desbordamiento, cauces de alivio, obras de drenaje y el mantenimiento y limpieza de los mismo para evitar que se obstruyan.

Las medidas no estructurales consisten en el control del uso de los terrenos aluviales mediante zonificación, los reglamentos para su uso, las ordenanzas sanitarias y de construcción, y la reglamentación del uso de la tierra de las cuencas hidrográficas para no ocupar los cauces y terrenos aluviales de ríos y ramblas con edificaciones o barreras.

Las defensas ribereñas son estructuras construidas para proteger de las crecidas de los ríos, las áreas aledañas a estos cursos de agua.

La forma y el material empleado en su construcción varía, fundamentalmente en función de:

Los materiales disponibles localmente.

El tipo de uso que se da a las áreas aledañas. Generalmente en áreas rurales se usan diques de tierra, mientras que en las áreas urbanas se utilizan diques de hormigón”.²⁵

²⁵Libro de Consulta para Evaluación Ambiental (Volumen I; II y III). Trabajos Técnicos del Departamento de Medio Ambiente del Banco Mundial

“Son estructuras construidas para proteger las áreas aledañas a los ríos, contra los procesos de erosión de sus márgenes producto de la excesiva velocidad del agua, que tiende arrastrar el material ribereño y la socavación que ejerce el río, debido al régimen de precipitaciones abundantes sobre todo en época de invierno, ya que son causantes de la desestabilización del talud inferior y de la plataforma de la carretera.

Estas obras se colocan en puntos localizados, especialmente para proteger algunas poblaciones y, singularmente, las vías de comunicación, estas pueden ser efectivas para el área particular que se va a defender, pero cambian el régimen natural del flujo y tienen efectos sobre áreas aledañas, los cuales deben ser analizados antes de construir las obras.

Para llevar a cabo un proyecto de defensas ribereña es fundamental contar con una serie de información preliminar o antecedentes que permitan diagnosticar el problema que se quiere solucionar; como: hidrológicos, topográficos y geomorfológicos. Así también se requerirá antecedentes sobre inundaciones anteriores, daños provocados, zonas afectadas, etc”.²⁶

- **“Antecedentes Hidrológicos:** Se debe contar con un estudio hidrológico del río, con el fin de determinar los caudales de diseño, que definirán el dimensionamiento apropiado de las obras. El estudio hidrológico tiene por objeto obtener el mejor ajuste, con los datos existentes a esa fecha a través las funciones de distribución más aceptadas que permitan conocer el margen de error disponible de cada uno con el objeto último de brindar una herramienta a los tomadores de decisión. Los estudios hidrológicos analizan alturas del pelo de agua y del caudal de paso son elementos básicos para la determinación de las dimensiones y sitio de traza más óptimos para diseñar defensas costeras en áreas de riesgo hídrico”.²⁷

²⁶UNASAM DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS Y OBRAS DE ARTE EN HIDRÁULICA - <http://documents.mx/documents/disenodegaviones-56891bc0b307e.html#> pág. 3

²⁷UNASAM DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS Y OBRAS DE ARTE EN HIDRÁULICA - <http://documents.mx/documents/disenodegaviones-56891bc0b307e.html#> pág. 3

- **“Antecedentes Topográficos y Geomorfológicos:** Para esto se requiere de estudios realizados de levantamiento Aero fotogramétrico y planos topográficos. El estudio geomorfológico caracteriza el suelo y determina su composición, granulometría y grado de compactación. Este estudio junto con el hidrológico, permitirá determinar los principales parámetros de escurrimiento, velocidad y niveles, para los diferentes caudales”.²⁸
- **“Áreas de Inundación:** Las verificaciones hidráulicas teóricas, permiten realizar el pronóstico de los ejes hidráulicos bajo diferentes condiciones de caudales. Se deberá delimitar las posibles áreas de inundación en el sector de interés, asociando los períodos de recurrencia de los eventos señalados en los análisis hidrológicos con las probabilidades de ocurrencia de éstos”.²⁹
- **“Diagnóstico:** Basado en los antecedentes recopilados en la etapa anterior, se deberá realizar un acabado diagnóstico de las condiciones actuales del cauce, describiendo el origen del problema que se desea solucionar”.³⁰
- **“Optimización de la Situación Actual:** Esta corresponde a pequeñas inversiones o trabajos que eventualmente podrían mejorar la situación actual o sin proyecto. En general, obras de limpieza y rectificación de cauces pueden constituir un mejoramiento de la situación actual”.³¹

²⁸UNASAM DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS Y OBRAS DE ARTE EN HIDRÁULICA - <http://documents.mx/documents/disenodegaviones-56891bc0b307e.html#> pág. 3

²⁹UNASAM DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS Y OBRAS DE ARTE EN HIDRÁULICA - <http://documents.mx/documents/disenodegaviones-56891bc0b307e.html#> pág. 4

³⁰UNASAM DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS Y OBRAS DE ARTE EN HIDRÁULICA - <http://documents.mx/documents/disenodegaviones-56891bc0b307e.html#> pág. 4

³¹UNASAM DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS Y OBRAS DE ARTE EN HIDRÁULICA - <http://documents.mx/documents/disenodegaviones-56891bc0b307e.html#> pág. 4

- **“Alternativas de Proyectos:** En función de los daños que se pretende evitar, se debe plantear la mayor cantidad de alternativas técnicas que den solución al problema. Se plantean soluciones para eliminar los puntos de estrechamiento de cauces, regularización de riberas para mejorar su rugosidad, ampliación general del lecho, construcción de defensas en sectores externos al cauce con el fin de limitar las zonas de inundación, canalización, revestimiento de cauces, dar un nuevo trazado al cauce.

Las Defensas Ribereñas son estructuras que se colocan en las márgenes de los ríos para evitar desbordamientos. Estas obras se pueden clasificar según el sitio donde se van a construir ya sean en zonas rurales o en zonas urbanas”.³²

a. Clasificación de los tipos de defensas.

Entre los tipos de obras de esta naturaleza se tienen:

- **Diques secos**

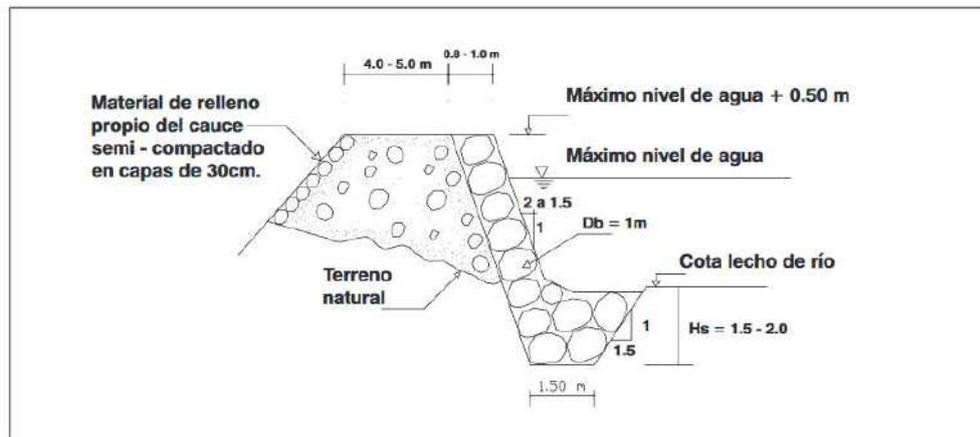
“Generalmente se utilizan en tramos rectos de los cauces de los ríos donde la erosión es menor por el impacto tangencial de las aguas, se ejecutan con material propio del río semi compactadas en capas de 30 cm.

Para un mejor funcionamiento se recomienda reforzar la cara expuesta a las aguas con rocas del mismo río, de ser suficiente en caso contrario de material de préstamo, debidamente colocadas con una retroexcavadora”.³³

³²UNASAM DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS Y OBRAS DE ARTE EN HIDRÁULICA - <http://documents.mx/documents/disenodegaviones-56891bc0b307e.html#> pág. 4

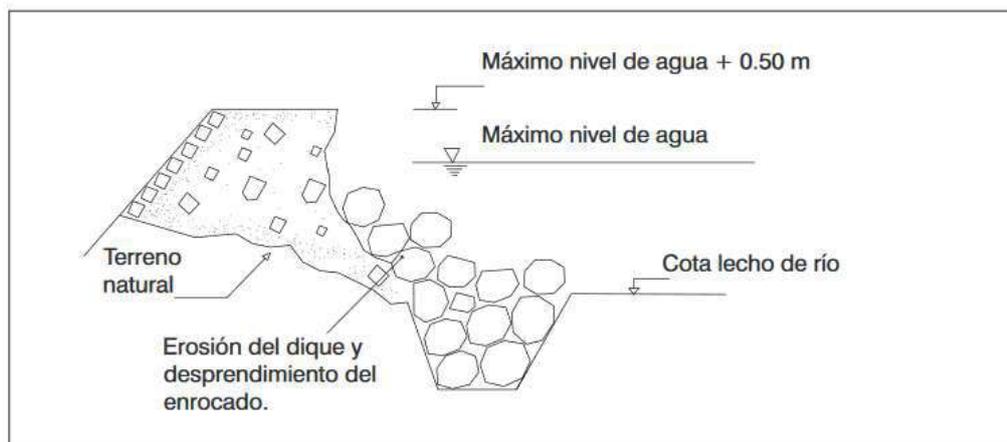
³³INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL CAPITULO V pág. 29 - <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1747/doc1747-3.pdf>

Imagen N°1: Dique seco



Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

Imagen N°2: Erosión de dique secos, con desprendimiento de enrocado de protección



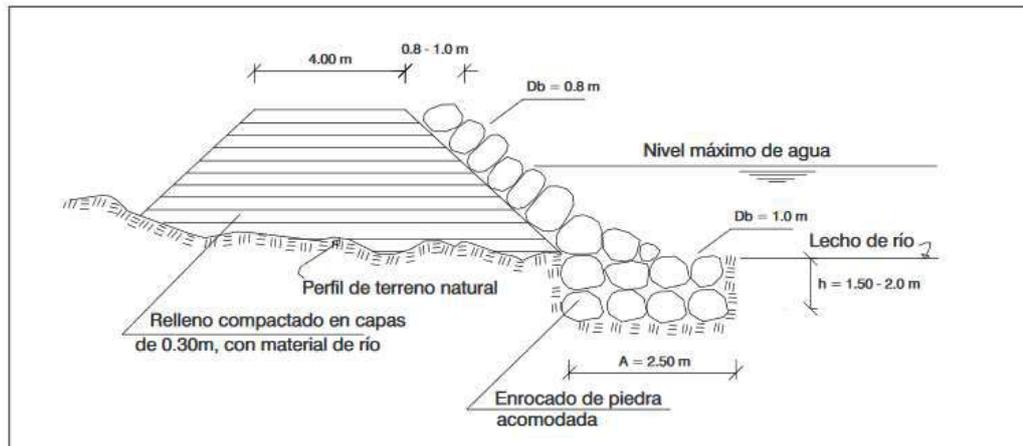
Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

- **Terraplenes protegidos con rocas del propio río**

“Generalmente se utilizan en tramos rectos de los cauces de los ríos donde la erosión es menor por el impacto tangencial de las aguas, se ejecutan con material de préstamo debidamente compactadas en capas de 30 cm.

Para un mejor funcionamiento se recomienda reforzar la cara expuesta a las aguas con rocas del propio río, de ser posible, debidamente colocadas”.³⁴

Imagen N°3: Terraplenes protegidos con rocas del propio río



Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

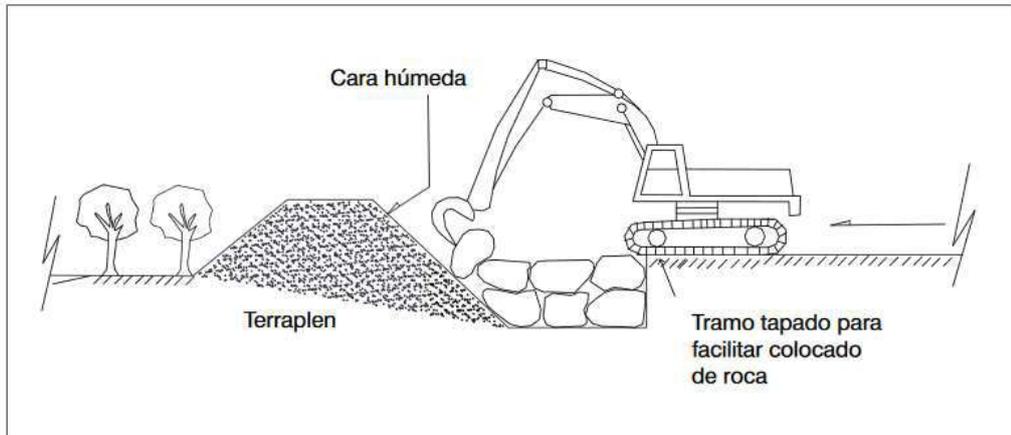
Ejecución de enrocado de protección

Procedimiento consistente en ejecutar una zanja con la retroexcavadora, donde se colocarán la piedra grande, las cuales servirá como base de cimentación al muro de protección, el cual descansará sobre el talud del dique expuesto a la acción de las aguas, continuando con las piedras medianas, colocadas con la cara plana hacia el exterior y tratando de dejar la menor área de vacíos, para una mayor resistencia a la erosión.³⁵

³⁴INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL CAPITULO V pág. 30 - <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1747/doc1747-3.pdf>

³⁵INSTITUTO NACIONAL DE DEFENSA CIVIL CAPITULO V pág. 30 - <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1747/doc1747-3.pdf>

Imagen N°4: Ejecución de enrocado de protección



Fuente: Instituto Nacional de Defensa Civil

- **Muros de gaviones:**

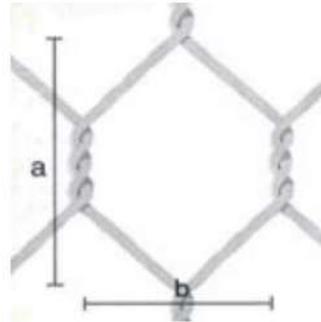
“Son paralelepípedos rectangulares contruidos a base de un tejido de alambre de acero, el cual lleva tratamientos especiales de protección como la galvanización y la plastificación.

Se colocan a pie de obra desarmados y luego es relleno de piedra de canto rodado o piedra chancada con determinado tamaño y peso específico, este material permite emplear sistemas constructivos sencillos, flexibles, versátiles, económicos y que puedan integrarse al paisaje circundante. Los muros en gaviones representan una solución extremadamente válida desde el punto de vista técnico para construir muros de contención en cualquier ambiente, clima y estación. Tales estructuras son eficientes, no necesitando mano de obra especializada o medios mecánicos particulares, a menudo las piedras para el relleno se encuentran en las cercanías. Tienen la ventaja de tolerar grandes deformaciones sin perder resistencia.

Esta disposición forma una malla de abertura hexagonal unida por triple torsión para formar un espacio rellenable de manera que cualquier rotura puntual del alambre no desteja la malla. El enrejado hace que las piedras

se deslicen entre la misma y el terreno, impidiendo una caída brusca, o simplemente que queden sujetas sin deslizarse.

Imagen N° 5: malla de abertura hexagonal unida por triple torsión



Fuente: UNASAM” FACULTAD DE ingeniería civil Curso: Materiales de Construcción - Defensas ribereñas con gaviones

Principales características de las estructuras de gavión:

- ✓ Flexibilidad.
- ✓ Permeabilidad.
- ✓ Versatilidad.
- ✓ Economía.
- ✓ Estética.

Los Muros de Gaviones tienen diferentes usos, entre ellos tenemos:

- ✓ **Muros de Contención:** Los muros de Gaviones están diseñados para mantener una diferencia en los niveles de suelo en sus dos lados constituyendo un grupo importante de elementos de soporte y protección cuando se localiza en lechos de ríos.

- ✓ **Conservación de Suelos:** La erosión hídrica acelerada es considerada sumamente perjudicial para los suelos, pues debido a este fenómeno, grandes superficies de suelos fértiles se pierden; ya que el material sólido que se desprende en las partes media y alta de la cuenca provoca el azolvamiento de la infraestructura hidráulica, eléctrica, agrícola y de comunicaciones que existe en la parte baja.

- ✓ **Control de Ríos:** En ríos, el gavión acelera el estado de equilibrio del cauce. Evita erosiones, transporte de materiales y derrumbamientos de márgenes, además el gavión controla crecientes protegiendo valles y poblaciones contra inundaciones.

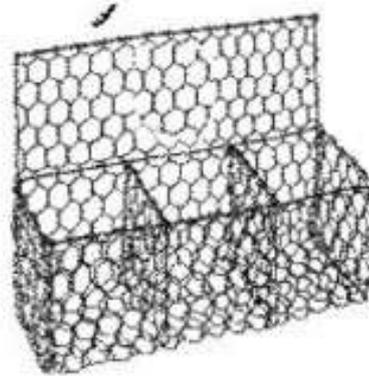
- ✓ **Protección de Alcantarillas:** Proporcionan una efectiva protección para alcantarillas de carreteras y ferrocarriles, ya que la rugosidad y flexibilidad de la estructura le permite disipar la fuerza del flujo de agua y proteger la salida de la alcantarilla contra la erosión.

- ✓ **Apoyo y Protección de Puentes:** En los estribos de puentes, se pueden utilizar gaviones tipo caja, tipo saco y tipo colchón combinados o individualmente, logrando gran resistencia a las cargas previstas.

Tipos de Gaviones:

- ✓ **Gavión Tipo Caja:** Son paralelepípedos regulares de dimensiones variadas, pero con alturas de 1.0m a 0.50m; conformados por una malla metálica tejida a doble torsión para ser rellenos en obra con piedras de dureza y peso apropiado.

Imagen N°6: Gavión Tipo Caja

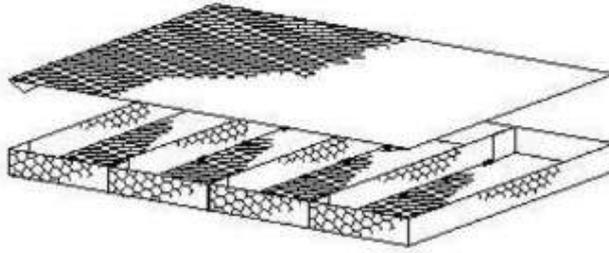


Fuente: UNASAM” FACULTAD DE ingeniería civil Curso: Materiales de Construcción - Defensas ribereñas con gaviones

- ✓ **Gavión Tipo Colchón:** Son aquellos cuya altura fluctúa entre 0,17m - 0,30m y de áreas variables. Son construidos en forma aplanada para ser utilizados como revestimiento anti erosivo, anti socavante para uso hidráulico y como base-zócalo (Mejorador de capacidad portante) en la conformación de muros y taludes.

Debido a que los colchones están generalmente ubicados en contacto con el agua, con sólidos que arrastran los ríos y sedimentos en general, estos deben tener características tales que les permitan resistir las exigencias físicas y mecánicas como son el impacto, la tracción y la abrasión.

Imagen N°7: Gavión tipo colchón

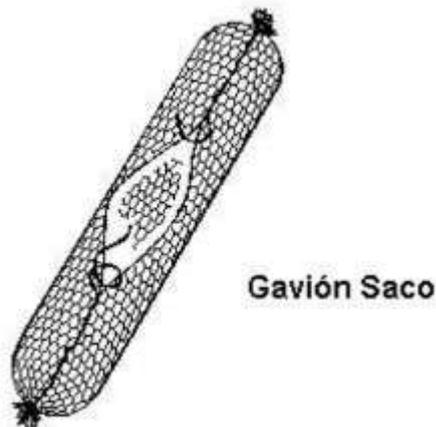


Colchón Reno

Fuente: UNASAM” FACULTAD DE ingeniería civil Curso: Materiales de Construcción - Defensas ribereñas con gaviones

- ✓ **Gavión Tipo Saco:** Son generalmente de forma cilíndrica siendo sus dimensiones variables ya que se conforman para obras de emergencia o de aplicación en lugares de difícil acceso. Se arman generalmente fuera de la obra y se deposita en su lugar mediante el uso de maquinaria de izaje. A través de los bordes libres se inserta en las mallas un alambre más grueso para reforzar las extremidades y permitir el ensamblaje del elemento.

Imagen N°8: Gavión tipo saco



Fuente: UNASAM” FACULTAD DE ingeniería civil Curso: Materiales de Construcción - Defensas ribereñas con gaviones

Diseño de Muro de Gaviones

A continuación, se señalan los datos que son necesarios para el análisis de la estabilidad de un muro de gaviones, así como los ensayos y procedimientos por medio de los cuales ellos se pueden obtener.

- ✓ **Pesos Unitarios:** Por ser estructuras de gravedad, su peso es de vital importancia. El asumir un peso unitario mayor que el verdadero nos lleva a factores de seguridad irreales; y por el contrario asumir pesos unitarios menores que los reales resulta en un sobredimensionado innecesario. Esta medición se puede realizar en sitio, a escala natural.
- ✓ **Parámetros de Fricción en las Rocas:** Dichos parámetros pueden ser tomados de la literatura o en el laboratorio mediante el uso de equipos de corte para muestras de gran tamaño.
- ✓ **Parámetros de Fricción en la Interface Roca-Suelo:** Se puede determinar utilizando equipos de corte directo a velocidad controlada y corte triaxial. Además de recabar la información básica sobre la sección y geometría de los muros, se deben investigar las propiedades físicas y mecánicas de los materiales tanto del suelo del relleno como del suelo de fundación haciendo uso de ensayos como granulometría, resistencia al corte triaxial, y humedad.
- ✓ **Descripción de los Ensayos:** La construcción de un muro de gaviones en donde la aplicación de la mecánica de suelo tiene más importancia, son aquellos en los cuales el comportamiento de los suelos está sujeto al efecto de cargas. De allí la importancia de investigar las condiciones de rotura del suelo y determinar aquellos parámetros que definen la resistencia a rotura del suelo sometidos a esfuerzos.

Las obras de defensa ribereña estarán sometidas a diferentes efectos en mayor o menor grado según se presenten las condiciones hidráulicas y la naturaleza del terreno de fundación. Estos efectos son:

- ✓ Deformabilidad y resistencia de la fundación.
- ✓ Posibilidad de la socavación de la base.
- ✓ Estabilidad.
- ✓ Efecto abrasivo por transporte de material de fondo.
- ✓ Empuje de tierras detrás de la estructura.

Por otra parte, las obras además de ser eficientes deben ser económicas, para lo cual se considera los siguientes factores:

- ✓ Disponibilidad y costo de materiales de construcción.
- ✓ Costo de construcción.
- ✓ Costo de mantenimiento.
- ✓ Durabilidad de las obras.
- ✓ Condiciones constructivas.

Materiales Empleados para los Muros de Gaviones

- ✓ **La Roca:** Las piedras a ser usadas para el relleno de los gaviones deberán tener suficientes resistencias para soportar sin romperse las solicitaciones a que estarán sometidas después de colocadas en la obra, pueden ser piedra de canto rodado o piedra chancada con determinado

tamaño y peso específico, se recomienda evitar la utilización de fragmentos de lutita, arcillolita o pizarra, al menos que cumplan con los parámetros de resistencia y durabilidad por lo general estas piedras para el relleno se encuentran en las cercanías. En cuanto al tamaño máximo de estas piedras, debe estar entre 0,1 y 0,3m. Los fragmentos más pequeños se deben colocar en la parte central del gavión y los fragmentos más grandes deben quedar dispuestos en contacto con la canasta.

Imagen N°9: Piedras a ser usadas para el relleno de los gaviones



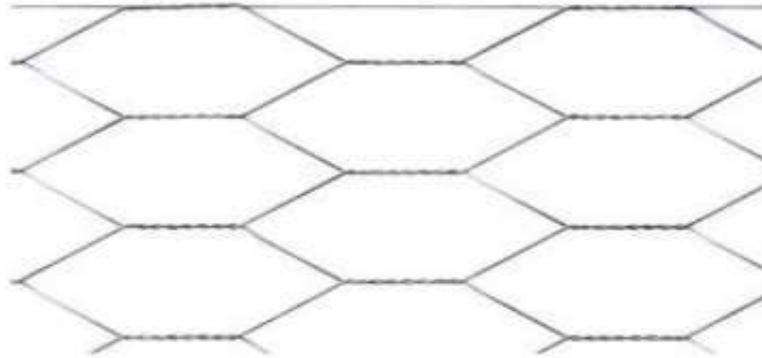
Fuente: UNASAM” FACULTAD DE ingeniería civil Curso: Materiales de Construcción - Defensas ribereñas con gaviones

- ✓ **Mallas:** Las mallas para la construcción de las canastas de gaviones pueden ser de alambre galvanizado, de plástico, o de polietileno de alta densidad, empleándose los siguientes tipos de mallas:

- ✓ **Malla Hexagonal de triple torsión.**

El tipo de malla es de 8 x 10 cm. (ASTM A 975 97).

Imagen N°10: Malla 8 x 10 cm. (ASTM A 975 97)



Fuente: UNASAM” FACULTAD DE ingeniería civil Curso: Materiales de Construcción - Defensas ribereñas con gaviones

- ✓ **Malla Hexagonal de doble torsión.**
- ✓ **Malla de Eslabonado simple.**
- ✓ **Malla Electrosoldada:** Se recomienda usar la malla de triple torsión, ya que permiten tolerar esfuerzos en varias direcciones sin producirse rotura, tendrán la forma de un hexágono alargado en el sentido de una de sus diagonales.
- ✓ **Alambre:** Los alambres utilizados para el cocido de los gaviones, los tirantes inferiores y las uniones entre unidades, deben ser del mismo diámetro y calidad que el alambre de la malla. El alambre utilizado en las aristas o bordes del gavión debe tener un diámetro mayor, se recomienda que éste sea un calibre inmediatamente superior al del alambre empleado en la malla”.³⁶

³⁶Universidad Nacional “Santiago Antúnez de Mayolo UNASAM” FACULTAD DE ingeniería civil Curso: Materiales de Construcción <http://documents.mx/documents/defensas-riberenas-con-gaviones.html#>

Imagen N°11: Alambres utilizados para el cocido de los gaviones



Fuente: UNASAM” FACULTAD DE ingeniería civil Curso: Materiales de Construcción - Defensas ribereñas con gaviones

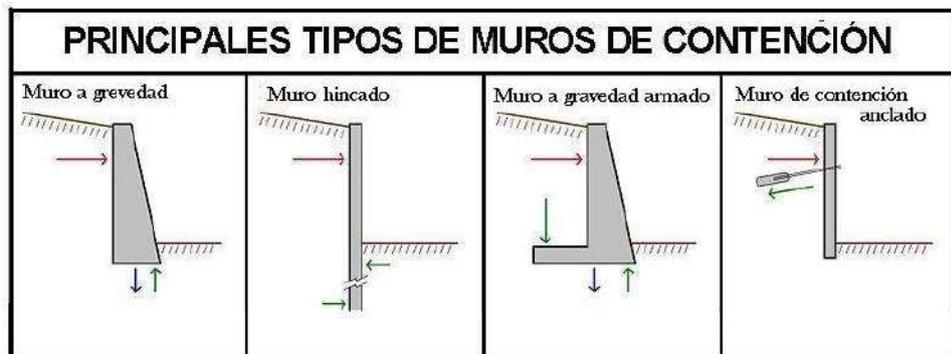
- **Muros de gravedad**

“Son aquellos cuyo peso contrarresta el empuje del terreno. Dadas sus grandes dimensiones, prácticamente no sufre esfuerzos flectores, por lo que no suele armarse. Los muros de gravedad a su vez pueden clasificarse en:

- ✓ Muros de hormigón en masa. Cuando es necesario, se arma el pie (punta y/o talón).
- ✓ Muros de mampostería seca. Se construyen mediante bloques de roca (tallados o no).
- ✓ Muros de escollera. Se construyen mediante bloques de roca de mayor tamaño que los de mampostería.
- ✓ Muros de gaviones. Son muros mucho más fiables y seguros que los de escollera ya que, con estos, se pueden realizar cálculos de estabilidad y, una vez montados, todo el muro funciona de forma monolítica.

- ✓ Muros prefabricados o de elementos prefabricados. Se pueden realizar mediante bloques de hormigón previamente fabricados.
- ✓ Muros aligerados. Aquellos en los que los bloques se aligeran (se hacen huecos) por diversos motivos (ahorro de material, reducción de peso...).
- ✓ Muros jardinera. Si los bloques huecos de un muro aligerado se disponen escalonadamente, y en ellos se introduce tierra y se siembra, se produce el muro jardinera, que resulta mucho más estético, y de menor impacto, ver rocalla.
- ✓ Muros secos. constituido por piedra de 8"@10" que van sobre puestos y amarrados entre sí, no lleva ningún tipo de mortero o concreto, conforme se va construyendo se va relleno con piedras de lugar o cascajo de 3/4" de diámetro en caso de que se utilice con drenar el agua.

Imagen N°12: Tipos de muros de contención



Fuente: Virtual – Muro de contención

- **Muros estructurales**

Son muros de hormigón fuertemente armados. Presentan ligeros movimientos de flexión y dado que el cuerpo trabaja como un voladizo vertical, su espesor requerido aumenta rápidamente con el incremento de la altura del muro. Presentan un saliente o talón sobre el que se apoya parte del terreno, de manera que muro y terreno trabajan en conjunto.

Siempre que sea posible, una extensión en el puntal o la punta con una dimensión entre un tercio y un cuarto del ancho de la base suministra una solución más económica.

Tipos distintos de muros estructurales son los muros "en L", "en T invertida".

En algunos casos, los límites de la propiedad u otras restricciones obligan a colocar el muro en el borde delantero de la losa base, es decir, a omitir el puntal. Es en estas ocasiones cuando se utilizan los muros en L.

Como se ha indicado, en ocasiones muros estructurales verticales de gran altura presentan excesivas flexiones. Para evitar este problema surge el 'muro con contrafuertes', en los que se colocan elementos estructurales (contrafuertes) en la parte interior del muro (donde se localizan las tierras). Suelen estar espaciados entre sí a distancias iguales o ligeramente mayores que la mitad de la altura del muro.

También existen muros con contrafuertes en la parte exterior del mismo. En ocasiones, para aligerar el contrafuerte, se colocan elementos con un tirante (cable metálico) para que trabaje a tracción. Surgen así los muros atirantados.³⁷

Concreto ciclópeo

“Es aquel que esta complementado con piedras desplazadoras de tamaño máximo de 10” cubriendo hasta el 30% como máximo del volumen total”.³⁸

³⁷ https://es.wikipedia.org/wiki/Muro_de_contenci%C3%B3n

³⁸Curso: Tecnología de los materiales Docente: Mg. Ing. Luis Parreño Tipian – UNIVERSIDAD ALAS PERUANAS.

Concreto armado

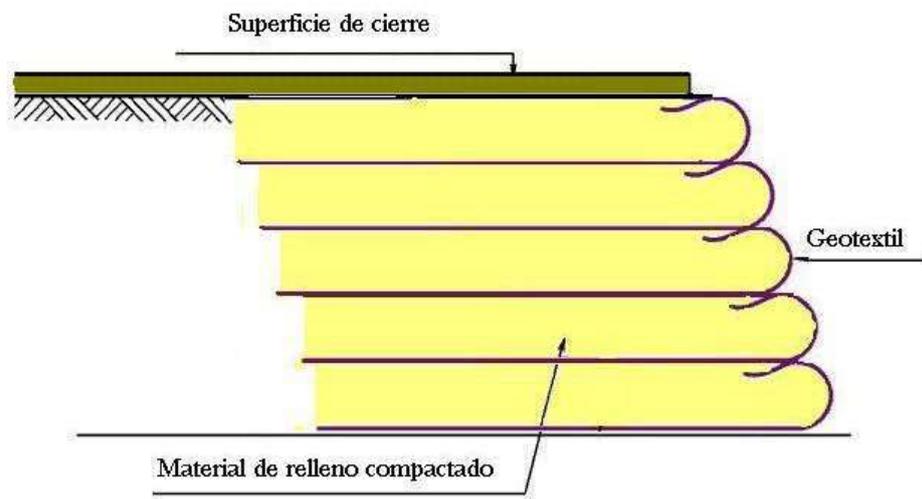
“Concreto estructural reforzado con no menos de la cantidad mínima de acero, prees forzado o no”.³⁹

- **Muros de tierra armada y de suelo reforzado**

Los muros de tierra armada son mazacotes de terreno (grava) en los que se introducen armaduras metálicas con el fin de resistir los movimientos.

Con ello se consigue que el material trabaje como un todo uno. La importancia de esta armadura consiste en brindarle cohesión al suelo, de modo de actuar disminuyendo el empuje de tierra que tiene que soportar el muro. La fase constructiva es muy importante, ya que se tiene que ir compactando por capas de pequeño espesor, para darle una mayor resistencia al suelo.

Imagen N°13: Muro de contención armado con geotextil.



Fuente: Virtual – Muro de contención

Se le suelen colocar escamas (planchas de piedra u hormigón), sin fin estructural alguno, sino para evitar que se produzcan desprendimientos.

³⁹REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E060

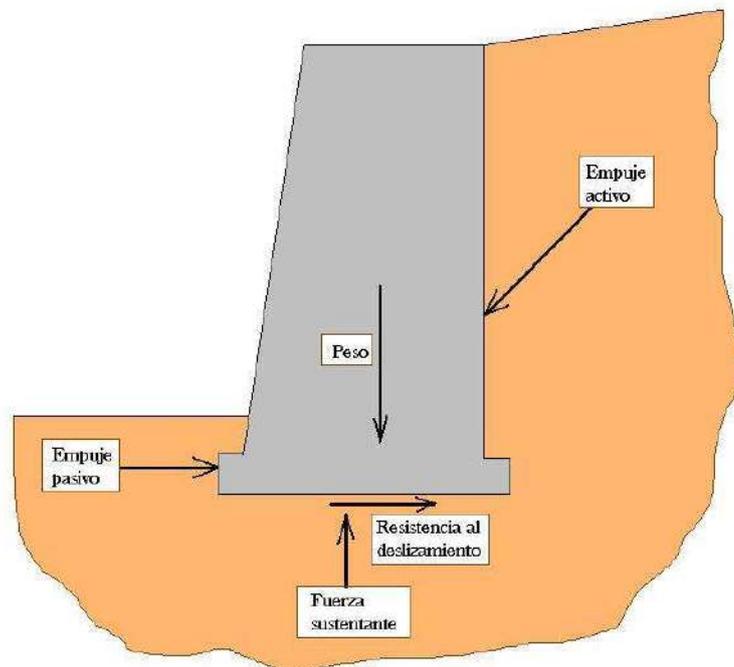
Los muros de tierra armada pueden rematarse también con bloques de hormigón huecos, rellenos de tierra, y sembrados, creando muros jardinera.

Un muro de suelo reforzado es un muro de tierra armada en que se sustituyen las armaduras metálicas, por geo malla. Es una solución más barata.

Análogamente a los muros de tierra armada, se pueden recubrir con escamas, o rematarlos con muros jardinera. Aunque existe otra alternativa, que consiste en colocar un geotextil sobre la ladera del muro, y cubrirlo de tierra y semillas. Surge así un muro vegetalizado.

Verificaciones típicas en el cálculo

Imagen N°14: Fuerzas que actúan sobre un muro de contención.



Fuente: Virtual – Muro de contención

Para el cálculo de un muro de contención de tierras es necesario tener en cuenta las fuerzas que actúan sobre él como son la presión lateral del suelo

o la sub presión y aquellas que provienen de éste como son el peso propio.
Con estos datos podemos verificar los siguientes parámetros:

- ✓ Verificación de deslizamiento: Se verifica que la componente horizontal del empuje de la tierra (F_h) no supere la fuerza de retención (F_r) debida a la fricción entre la cimentación y el suelo, proporcional al peso del muro. En algunos casos, puede incrementarse (F_r) con el empuje pasivo del suelo en la parte baja del muro. Normalmente se acepta como seguro un muro si se da la relación: $F_r/F_h > 1.3$ (esta relación se puede llamar también coeficiente de seguridad al deslizamiento).
- ✓ Verificación de volteo o vuelco: Se verifica que el momento de las fuerzas (M_v) que tienden a voltear el muro sea menor al momento que tienden a estabilizar el muro (M_e) en una relación de por lo menos 1.5. Es decir: $M_e/M_v > 1.5$ (coeficiente de seguridad al volteo).
- ✓ Verificación de la capacidad de sustentación: Se determina la carga total que actúa sobre la cimentación con el respectivo diagrama de las tensiones y se verifica que la carga transmitida al suelo (T_a) sea inferior a la capacidad portante (T_p), o en otras palabras que la máxima tensión producida por el muro sea inferior a la tensión admisible en el terreno. Es decir: $T_p/T_a > 1.0$ (coeficiente de seguridad a la sustentación).
- ✓ Verificación de la estabilidad global: Se verifica que el conjunto de la pendiente que se pretende contener con el muro tenga un coeficiente de seguridad global > 2 .⁴⁰

⁴⁰https://es.wikipedia.org/wiki/Muro_de_contenci%C3%B3n

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

3.1 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 Tipo de investigación

El tipo de investigación empleada es: aplicada o tecnológica.

“Investigación Aplicada o Tecnológica: Es la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos, en la mayoría de los casos, en provecho de la sociedad”.⁴¹

3.1.2 Nivel de investigación

El nivel de la Investigación es: explicativa y causal.

Investigación explicativa: Es aquella que tiene relación causal, no solo persigue describir o acercarse a un problema, sino que intenta encontrar las causas del mismo.

3.1.3 Método

Metodología causal: Para cualquier campo se aplica la investigación de las Ciencias Físico-Naturales. El objeto de estudio es externo al sujeto que lo investiga tratando de lograr la máxima objetividad. Intenta identificar leyes generales referidas a grupos de sujeto o hechos. Sus instrumentos suelen recoger datos cuantitativos los cuales también incluyen la medición sistemática, y se emplea el análisis estadístico como característica resaltante.

⁴¹UNIVERSIDAD NACIONAL DE EDUCACIÓN ENRIQUE GUZMÁN Y VALLE PROGRAMA DE TITULACIÓN 2012 - Dr. MARROQUÍN PEÑA ROBERTO

3.1.4 Procesamiento de datos

Se hizo uso de los siguientes software:

- ✓ Programas de ingeniería: Autocad civil 3D, ArcGis, MS Project, S10 presupuestos, Hec Hms, Hec Ras, Hidroesta, River, GoogleEarth.
- ✓ Microsoft Office: Excel, Word, power point.

Los cuales nos permitió generar tablas, figuras, cuadros, láminas, imágenes, etc., que son objeto de interpretación.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población de estudio

Defensa ribereña del Río Lucre margen izquierda.

3.2.2 Muestra de estudio

Tramo Km 14+260. – Km 14+492.

3.3 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y BIBLIOGRÁFICA

Se recopiló, estudio la información y bibliografía necesaria tanto para el trabajo en campo como para los trabajos en gabinete y laboratorio. La información y bibliografía adquirida sirvió como guía para el resto de actividades.

3.3.1 Técnicas de recolección de datos

En el desarrollo de la investigación se utilizó las siguientes técnicas:

- ✓ Análisis documental
Se analizó toda la documentación referente a las variables en estudio.

- ✓ Inspección
Se inspecciono la zona de estudio a detalle.

3.4 TRABAJO EN CAMPO

3.4.1 Reconocimiento de la zona de estudio.

Se realizarán visitas al lugar del proyecto para la recopilación de información las veces que sea necesario para una buena elaboración del proyecto de tesis.

El reconocimiento de la zona no es un simple aspecto recreativo, más bien es considerado fundamental ya que su propósito será:

- ✓ El de elegir lugares de muestreo, de manera que estos sean representativos.
- ✓ En el aspecto topográfico se describirá la altitud, orientación y pendiente de la zona del proyecto.

- ✓ En el aspecto geotécnico se identificarán los tipos de suelo, estratigrafía, así como los niveles freáticos del sector.

3.4.2 Levantamiento topográfico

Se realizará el levantamiento topográfico siguiendo los procedimientos y principios adecuados con el objeto de representar gráficamente la vía en estudio, con sus formas y detalles, tanto naturales como artificiales (planimetría y altimetría).

3.5 TRABAJO EN GABINETE

3.5.1 Criterios de Evaluación de la cuenca en estudio

Para el diseño del encauzamiento, ya sea con gaviones o estructura de concreto, se ha tenido en cuenta lo siguiente:

ESTUDIO HIDROLÓGICO

Parámetros morfológicos de la cuenca.

- ✓ Área de la cuenca.

- ✓ Perímetro de la cuenca.

- ✓ Forma de la cuenca.
 - Índice de compacidad o coeficiente de Gravelius.
 - Factor de forma adimensional de Horton.
 - Coeficiente de forma.
 - Relación de elongación.
 - Relación de circularidad.

- ✓ Pendiente de la cuenca.
 - Criterio de Alvord.
 - Criterio de rectángulo equivalente.

- ✓ Pendiente del cauce.
 - Método de la pendiente uniforme.
 - Método de la compensación de áreas.
 - Método de Taylor y Schwarz.
- ✓ Características de la red de drenaje.
 - Densidad de drenaje.
 - Extensión media del escurrimiento.

Análisis exploratorio de datos de precipitaciones máximas de 24 horas.

- ✓ Distribución de frecuencias.
- ✓ Valores de tendencia central.
- ✓ Boxplot.

Determinación de la precipitación media en el área de estudio (para precipitaciones máximas de 24 horas).

- ✓ Método de las Isoyetas.

Ajuste de precipitaciones medias a distribuciones de probabilidad.

- ✓ Ajuste a distribuciones Gumbel.
- ✓ Ajuste a distribuciones Log Gumbel.
- ✓ Ajuste a distribuciones Pearson.
- ✓ Ajuste a distribuciones Log Normal con 2 parámetros.
- ✓ Ajuste a distribuciones Log Normal con 3 parámetros.

Selección de distribuciones de probabilidad.

- ✓ Ajuste a distribuciones Log Normal con 2 parámetros.

Creación de curvas IDF (intensidad, duración y frecuencia).

- ✓ Metodología de Bell.

Creación de Hietograma de precipitación.

- ✓ Método de bloques alternos.

Determinación de Hidrograma de crecida y caudal máximo.

- ✓ HEC HMS.

DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL.

Diseño hidráulico.

- ✓ Caudal de Diseño (caudal máximo).
- ✓ Sección Estable o Amplitud de Cauce.
- ✓ Cálculo de la profundidad de socavación (hs).

Estudio geotécnico.

- ✓ Trabajos y ensayos geotécnicos de campo.
- ✓ Ensayos de Laboratorio.
- ✓ Trabajos de Gabinete.

- ✓ Clasificación de Suelos SUCS.
- ✓ Densidad Relativa.
- ✓ Cálculo de la Capacidad Portante.

Diseño y Cálculo Estructural

- ✓ Predimensionamiento.
- ✓ Análisis de estabilidad.
 - Por volteo.
 - Por deslizamiento.
- ✓ Verificación de capacidad portante.

SIMULACIÓN HIDRÁULICA HEC RAS

- ✓ Situación sin proyecto.
- ✓ Situación con proyecto.

Costo y Presupuestos

- ✓ Presupuesto de obra.
- ✓ Análisis de precios unitarios.

Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas estarán en función a las normas y guardarán el orden de partidas del presupuesto.

Programación de Obra

Una vez realizado el presupuesto se elaborará la programación respectiva.

Estudio de Impacto Ambiental

- ✓ Impacto ambiental.
- ✓ Evaluación y valoración de los impactos.
- ✓ Medidas correctoras.
- ✓ Programa de vigilancia ambiental.
- ✓ Recomendaciones.

Planos.

3.6 MÉTODOS

3.6.1 Estudio Hidrológico

Modelamiento hidrológico e hidráulico para la construcción de defensa ribereña

El modelamiento Hidrológico e Hidráulico es de vital importancia ya que mediante estos estudios y simulaciones físicas se puede plantear adecuadamente la construcción de una defensa ribereña el cual sirve para recuperar y proteger las zonas críticas, de igual manera mitigar efectos de las avenidas, protegiendo la margen del río.

Para el MODELAMIENTO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE DEFENSA RIBEREÑA se realizan los estudios previos que se describen a continuación:

3.6.1.1 Parámetros morfométricos de una cuenca

Factores geométricos

✓ Área de la cuenca

“Es la proyección del divortium acusarium (parteaguas) a un plano horizontal el cual define el tamaño y su cálculo será mediante planímetro u otros métodos”.⁴²

Para el caso del presente estudio se calculó el área mediante el software ArcGIS a través de sus herramientas de geoprocésamiento.

✓ Perímetro de la cuenca

“Es la longitud total del parteaguas proyectado a un plano horizontal, debido a su forma muy irregular su cálculo no es posible mediante fórmulas geométricas, pero se puede emplear otros métodos como el curvímetro”.⁴³

Para el caso del presente estudio se calculó el perímetro mediante el software ArcGIS a través de sus herramientas de geoprocésamiento.

⁴²Hidrología pág. 23 - Máximo Villón Béjar

⁴³Hidrología pág. 32 – 33 - Máximo Villón Béjar

✓ **Forma de la cuenca**

“Nos permite realizar estudios cuantitativos sobre particularidades de cada una de las cuencas, mediante ecuaciones matemáticas se pueden calcular y analizar el medio Físico y su respuesta hidrológica.

La forma de una cuenca influye sobre los escurrimientos o esorrentía, lo cual explica que cuencas de igual área, pero de diferente forma generan hidrogramas diferentes”.⁴⁴

- **Índice de compacidad o coeficiente de Gravelius (K_c)**

“Es la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de un círculo de área igual a la de la cuenca

$$K_c = \frac{P}{P_o} \quad \dots(1.0)$$

$$K_c = \frac{P}{2r\pi} \quad \dots(1.1)$$

$$A = r^2\pi \rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}} \quad \dots(1.2)$$

Sustituyendo (1.2) en (1.1), se tiene:

$$K_c = \frac{P}{2\pi\sqrt{\frac{A}{\pi}}} = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$$

$$K_c = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

⁴⁴TEXTO BÁSICO DE HIDROLOGÍA pág. 35 - Ing. William R. Gámez Morales

Donde:

P = Perímetro de la cuenca

A = Área de la cuenca

Este índice trata de expresar la influencia del perímetro y el área de la cuenca en la escorrentía, K_c será mayor o igual a la unidad, pero mientras más se aproxime a la unidad su forma se asemeje a la de un círculo, en este caso la cuenca tendrá mayores posibilidades de producir crecientes con mayores picos (caudales), lo cual quiere decir que entre más bajo sea K_c , mayor será la concentración de agua, por otra parte si K_c se aleja más del valor de la unidad significa un mayor alargamiento en la forma de la cuenca”.⁴⁵

- **Factor de forma adimensional de Horton**

“Es la relación entre el área de la cuenca y el cuadrado de la longitud de recorrido del cauce principal.

$$F = \frac{A}{L_r^2}$$

Dónde:

F = Factor de forma adimensional de Horton

A = Área de la cuenca.

L_r = Longitud de recorrido del cauce principal”.⁴⁶

- **Coficiente de forma (Kf)**

“Propuesto por Gravelius, es la relación entre el ancho medio de la cuenca y longitud de media de la cuenca.

⁴⁵Hidrología pág. 41 – 42 - Máximo Villón Béjar

⁴⁶Hidrología pág. 39 – 40 - Máximo Villón Béjar

$$K_f = \frac{B_m}{L_{mc}}$$

Dónde:

K_f = Coeficiente de forma

B_m = Ancho medio de la cuenca

L_{mc} = Longitud media de la cuenca".⁴⁷

- **Relación de elongación (Re)**

"Es la relación que establece el diámetro del círculo asociado (D) y la longitud media de la cuenca (L_{mc}), el cual se define en la siguiente expresión:

$$R_e = \frac{D}{L_{mc}}$$

$$R_e = 1.128 \frac{A^{0.5}}{L_{mc}}$$

Dónde:

R_e = Relación de Elongación.

D = Diámetro del círculo asociado.

L_{mc} = Longitud media de la cuenca

Donde la constante y el área se deducen de:⁴⁸

$$A = \pi r^2 = \pi \frac{D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt{4 \frac{A}{\pi}} = 2\sqrt{\frac{A}{\pi}} = 1.128\sqrt{A} = 1.128A^{0.5}$$

⁴⁷Hidrología pág. 39 - Máximo Villón Béjar

⁴⁸Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial pág. 38 - Agustín Felipe Breña Puyol y Marco Antonio Jacobo Villa

- **Relación de circularidad (R_{ci})**

“La relación de circularidad, (R_{ci}), es el cociente entre el área de la cuenca (A) y la del círculo asociado cuyo perímetro (P) es igual al de la cuenca:

$$R_{ci} = \frac{4\pi A}{P^2}$$

Dónde:

R_{ci} = Relación de circularidad

A = Área de la cuenca

P = Perímetro de la cuenca”.⁴⁹

- **Rectángulo equivalente**

“Simula la transformación geométrica de la cuenca real en una superficie rectangular de lados L y l del mismo perímetro de tal forma que las curvas de nivel se convierten en rectas paralelas a los lados menores del rectángulo (l).

Esta cuenca teórica tendrá el mismo Coeficiente de Gravelius y la misma distribución actitudinal de la cuenca original.

Se menciona las ecuaciones para el cálculo de los lados L y l

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right) \quad l = \frac{1.331\sqrt{86.340}}{1.12} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{1.331} \right)^2} \right)$$

Dónde:

L = Lado mayor del rectángulo equivalente.

l = Lado menor del rectángulo equivalente.

⁴⁹Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial pág. 37 - Agustín Felipe Breña Puyol y Marco Antonio Jacobo Villa

K = coeficiente de Gravelius.

A = Área de la cuenca”.⁵⁰

Factores de relieve

✓ Curva hipsométrica.

“La curva hipsométrica representa la altura en relación a la superficie de la cuenca, es una curva que representa en ordenadas, las elevaciones o altitudes de la cuenca que se ubica a partir de las superficies de la descarga o salida, en la abscisa los valores de la superficie drenada proyectada en km² o en porcentaje, obtenida hasta un determinado nivel, en términos simples, la curva hipsométrica indica el porcentaje de área de la cuenca o bien la superficie de la cuenca que existe por encima de cierta cota determinada.

Para el desarrollo de esta curva utilizaremos la siguiente ecuación:

$$H = \frac{\sum (c_i * a_i)}{A}$$

Dónde:

H = altura media de la cuenca.

c_i = cota media del área i entre dos curvas de nivel.

a_i = área i entre dos curvas de nivel.

A = área total de la cuenca”.⁵¹

✓ Polígono de frecuencias

“Es la representación gráfica de la relación existente entre la altitud y la relación porcentual a esa altitud con respecto al área total”.⁵²

⁵⁰Hidrología pág. 44 - Máximo Villón Béjar

⁵¹TEXTO BÁSICO DE HIDROLOGÍA pág. 39 - Ing. William R. Gámez Morales

⁵²Hidrología pág. 37 - Máximo Villón Béjar

De los dos parámetros anteriormente mencionados se definen:

 **Altura media de la cuenca**

“Es la ordenada media de la curva hipsométrica, en ella, el 50% del área de la cuenca, está situado por encima de esa altitud y el 50% está situado por debajo de ella”.⁵³

 **Altitud más frecuente**

“Es el máximo valor en porcentaje de la curva de frecuencia de altitudes”.⁵⁴

✓ **Pendiente de la cuenca**

“Es uno de los factores o parámetros muy importantes en el estudio de las cuencas, influye en el tiempo de concentración de las aguas en un determinado punto del cauce.

Existen diversos métodos de cálculo para determinar la pendiente de una cuenca entre las que mencionaremos los siguientes:

 Criterio de Alvord.

 Criterio del rectángulo equivalente”.⁵⁵

- **Criterio de Alvord**

“En este criterio se analiza la pendiente existente entre las líneas intermedias entre las curvas de nivel, que es equivalente al desnivel

⁵³Hidrología pág. 37 - Máximo Villón Béjar

⁵⁴Hidrología pág. 37 - Máximo Villón Béjar

⁵⁵Hidrología pág. 49, 50 - Máximo Villón Béjar

entre dichas curvas, obteniendo la pendiente de la cuenca al sacar el promedio pesado de la pendiente de cada faja en relación con su área de influencia.

$$S_{c1} = \frac{(D \times L_{cn})}{A}$$

Dónde:

S_{c1} = Pendiente de la cuenca.

D = Desnivel constante entre las curvas de nivel.

L_{cn} = Longitud total de las curvas de nivel dentro de la cuenca.

A = Área de la cuenca”.⁵⁶

- **Criterio del rectángulo equivalente**

“Este criterio toma como referencia la pendiente media del rectángulo equivalente lo cual se muestra en la siguiente expresión:

$$S_{c2} = \frac{D}{L}$$

Donde:

S_{c2} = Pendiente de la cuenca.

D = Desnivel total (cota en la parte más alta - cota en la estación de aforo).

L = Lado mayor del rectángulo equivalente”.⁵⁷

✓ **Factores relativos a la red de drenaje**

“Define la forma en que están conectados los ríos en una cuenca determinada, y como se comportan ante un evento de precipitación, para

⁵⁶TEXTO BÁSICO DE HIDROLOGÍA pág. 40 - Ing. William R. Gámez Morales

⁵⁷Hidrología pág. 53 - Máximo Villón Béjar

ello citan ciertos parámetros que tratan de cuantificar la influencia de la forma del drenaje en la escorrentía superficial directa”.⁵⁸

✓ **Pendiente del cauce**

“La pendiente del cauce principal se relaciona con las características del escurrimiento, en particular con la velocidad de propagación con la capacidad para el transporte de sedimentos, para la estimación de la pendiente del cauce se desarrollará diferentes métodos como siguen:⁵⁹

Método del pendiente uniforme

Este método define como la relación de la diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal entre la longitud del cauce más largo.

$$S_{p1} = \frac{H}{L_p}$$

Donde:

S_{p1} = Pendiente media del cauce principal.

H = diferencia de cotas entre los extremos del cauce principal.

L_p = Longitud del cauce más largo”.⁶⁰

Método de la compensación de áreas

“En este método se evaluará la pendiente de un cauce de una manera más real y los resultados serán más razonables, para calcularlo se traza la pendiente de una línea en el perfil longitudinal del cauce, que se apoya en el extremo del punto de estudio, tiene la particularidad de dividir el perfil del cauce en áreas iguales”.⁶¹

⁵⁸TEXTO BÁSICO DE HIDROLOGÍA pág. 44 - Ing. William R. Gámez Morales

⁵⁹Hidrología pág. 54 - Máximo Villón Béjar

⁶⁰Hidrología pág. 54 - Máximo Villón Béjar

⁶¹Hidrología pág. 55, 56 - Máximo Villón Béjar

Método de Taylor y Schwarz

“Este método considera que la longitud del río está formado por n tramos de igual y diferentes longitudes para plantea las siguientes ecuaciones:

Tramos de igual longitud:

$$S = \left(\frac{n}{\frac{1}{\sqrt{S_1}} + \frac{1}{\sqrt{S_2}} + \dots + \frac{1}{\sqrt{S_n}}} \right)^2$$

Donde:

n = número de tramos iguales en los cuales se divide el perfil.

S_1, S_2, \dots, S_n = pendiente de cada tramo.

S = pendiente media del cauce.

Tramos de diferentes longitudes:

$$S = \left(\frac{\sum_{i=1}^n L_i}{\sum_{i=1}^n \frac{L_i}{S_i^2}} \right)^2$$

Donde:

S = Pendiente media del cauce.

L_i = Longitud del tramo i .

S_i = Pendiente del tramo i ".⁶²

⁶²Hidrología pág. 55, 56 - Máximo Villón Béjar

✓ **Densidad de drenaje**

“Indica la capacidad que presenta una cuenca para evacuar las aguas que discurren por superficie, también podemos definirla como la relación de la sumatoria de la longitud total de los cauces dentro de una cuenca entre el área total de la cuenca.

$$D_d = \frac{\sum L_c}{A}$$

Dónde:

D_d = Densidad de drenaje.

L_c = Longitud de cauce.

A = Área de la cuenca”.⁶³

✓ **Extensión media del escurrimiento**

“Podemos definir como la distancia media que el agua tiene que recorrer hasta el punto más próximo de un curso cualquiera en la cuenca y por cual encauza, para lo cual utilizaremos la siguiente relación:

$$E_m = \frac{1}{4D_d}$$

Dónde:

E_m = Extensión media del escurrimiento.

D_d = Densidad de drenaje”.⁶⁴

⁶³Hidrología pág. 63, 64 - Máximo Villón Béjar

⁶⁴<https://es.scribd.com/doc/37731211/Cuenca-Hidrografica-5-clase-7>

3.6.1.2 Análisis exploratorio de datos.

“Surge de los trabajos realizados por Turkey (1977), desde entonces su uso se ha venido incrementado, ya que se ha comprobado que el examen previo de los datos es un paso necesario. Muchas veces las tareas implícitas en dicho examen pueden parecer insignificantes y sin consecuencias a primera vista, pero son una parte esencial de cualquier análisis estadístico. El uso directo de la data sin evaluar su estructura, consistencia, presencia de valores atípicos y relación entre variables, entre otros, constituye un enfoque de caja negra que incrementa el grado de incertidumbre sobre la validez de los resultados obtenidos.

Según la “Guía metodológica para la elaboración del mapa de zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas de América Latina y el Caribe” (CAZALAC y PH-UNESCO, s.f.), el análisis exploratorio de datos consiste en el análisis de los datos empleando una variedad de técnicas (en su mayoría graficas), para incrementar el entendimiento sobre ellos y visualizar las relaciones existentes entre las variables analizadas”.⁶⁵

Objetivos

“Entre los objetivos más relevantes del análisis exploratorio de datos están:

- ✓ Maximizar el entendimiento de los datos.
- ✓ Describir la estructura subyacente que poseen los datos (normalidad, multimodalidad, asimetría, curtosis, linealidad, homogeneidad entre grupos, homocedasticidad, etc.).
- ✓ Detectar las variables importantes.

⁶⁵Tesis “ESTUDIO DE BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL DE LAS CUENCAS DEL ANYA Y DEL MCHIQUE, DEPARTAMENTO DE JUNÍN - PERÚ”, pág. 4

- ✓ Detectar valores atípicos y anomalías.
- ✓ Comprobar los supuestos implícitos en los análisis.
- ✓ Determinar los ajustes óptimos de los factores.
- ✓ Proporcionar al analista, información relevante en cuanto al modelo que mejor ajusta los datos, una lista de valores atípicos, sentido de certeza en las conclusiones, estimaciones de los parámetros, grado de incertidumbre sobre las estimaciones, lista de los variables importantes, conclusiones sobre la significancia estadística de variables individuales”.⁶⁶

Etapas

“Para realizar el análisis exploratorio de datos, Salvador Figueras y Gallardo (2003) recomiendan seguir las siguientes etapas:

- ✓ Preparar los datos para hacerlos accesibles a cualquier técnica estadística.
- ✓ Realizar un examen gráfico de la naturaleza de las variables individuales a analizar y un análisis descriptivo numérico que permita cuantificar algunos aspectos gráficos de los datos.
- ✓ Realizara un examen gráfico de relaciones entre las variables analizadas y un análisis descriptivo numérico que cuantifique el grado de interrelación existente entre ellas.

⁶⁶Tesis “ESTUDIO DE BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL DE LAS CUENCAS DEL ANYA Y DEL MCHIQUE DEPARTAMENTO DE JUNÍN - PERÚ”, pág. 4

- ✓ Evaluar, si fuera necesario, algunos supuestos básicos subyacentes a muchas técnicas estadísticas como, por ejemplo, la normalidad, linealidad y homocedasticidad.
- ✓ Identificar los posibles valores atípicos y evaluar el impacto potencial que puedan tener en los análisis estadísticos posteriores.
- ✓ Evaluar, si fuera necesario, el impacto potencial que puedan tener los datos faltantes sobre la representatividad de los datos analizados”.⁶⁷

Preparación de datos.

“El primer paso es hacer accesible los datos a cualquier técnica estadística, para ello se incorporarán de acuerdo a las opciones disponibles del programa estadístico utilizado, se efectúa la entrada de datos y su codificación (Salvador Figueras y Gallardo, 2003). Una vez organizado los datos, se procede a las siguientes etapas. Los pasos (a) y (b) tienen implícito análisis estadísticos y de datos que se pueden agrupar en dos clases:

- ✓ **Cuantitativo o numérico;** constituye una gran colección de herramientas estadísticas que generalmente son referidas como técnicas gráficas, donde se incluye: gráficos de dispersión, histogramas, probabilidades, residuales, caja y bloques.
- ✓ **Gráfico;** se refiere al conjunto de procedimientos estadísticos que producen un resultado numérico o tabular, son muy importantes y constituyen la corriente principal en términos de análisis clásico. Ejemplo: las pruebas de hipótesis, el análisis de varianza, las estimaciones puntuales y los intervalos de confianza, la regresión de mínimos cuadrados”.⁶⁸

⁶⁷Tesis “ESTUDIO DE BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL DE LAS CUENCAS DEL ANYA Y DEL MCHIQUE, DEPARTAMENTO DE JUNÍN - PERÚ”, pág. 5

⁶⁸Tesis “ESTUDIO DE BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL DE LAS CUENCAS DEL ANYA Y DEL MCHIQUE, DEPARTAMENTO DE JUNÍN - PERÚ”, pág. 5 - 6

En la práctica, se utiliza una mezcla de ambos tipos de análisis, que depende de la escala de medida de la variable analizada tal como se muestra en la tabla.

Cuadro N°1: Técnicas para el análisis exploratorio de datos

Escala de medida	Representaciones gráficas	Medidas de tendencia central	Medidas de dispersión
Nominal	Diagrama de barras	Moda	-
	Diagrama de líneas		
	Diagrama de sectores		
Ordinal	Box plot	Mediana	Rango intercuartil
Intervalo	Histogramas	Media	Desviación típica
	Polígono de frecuencias		
Razón	-	Media geométrica	Coefficiente de variación

Fuente: ESTUDIO DE BALANCE HÍDRICO SUPERFICIAL DE LAS CUENCAS DEL ANYA Y DEL MCHIQUE, DEPARTAMENTO DE JUNÍN - PERÚ

Distribución de frecuencias

“La distribución de frecuencia es una disposición tabular de datos estadísticos, ordenados ascendente o descendentemente, de acuerdo a la frecuencia de cada dato”.⁶⁹

En hidrología se trabaja con informaciones hidrometeorológicas; estas informaciones pueden consistir de datos de precipitación, caudales, temperatura, evaporación, etc.

⁶⁹ ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA pág. 8 - Prof. Simón Cabrera

Procedimiento de cálculo

A continuación, se indica un procedimiento práctico, para el cálculo de las frecuencias y frecuencias acumuladas, la misma que se usa para el cálculo de la distribución de probabilidades empíricas de datos agrupados en intervalos de clase.

Procedimiento:

- Ordenar la muestra en forma creciente o decreciente, para el caso nuestro se ordenó de forma creciente.

$X_{\min}, X_2, X_3, \dots, X_{\max}.$

- Calcular el rango R de la muestra.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

- Seleccionar el número de intervalos de clase NC, según máximo Villón el intervalo de clase puede estar entre 6 y 25, para nuestro caso utilizaremos la ecuación de Sturges.

$$K = 1.33 \ln(N) + 1$$

- Se calcula la amplitud de cada intervalo de clase según la ecuación:

$$\Delta X = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K - 1}$$

- Calculamos los límites de intervalo de clase, el cual obtendremos sumando la amplitud al límite de clase anterior, para el caso de nuestros datos se calculó utilizando el Microsoft Excel.

- Se procede a calcular las marcas de clase de cada uno de los intervalos, mediante la siguiente relación:

$$MC = \frac{LI + LS}{2}$$

- Cálculo de frecuencia absoluta: es igual al número de observaciones, que caen dentro de cada intervalo detenido por sus límites de clase respectivos, en tal sentido para calcular la frecuencia absoluta de nuestros datos utilizamos en software Microsoft Excel con la fórmula =frecuencia ()
- Cálculo de frecuencia relativa, mediante el uso de software Microsoft Excel, y matemáticamente se representa:

$$fr = \frac{fab}{n}$$

- Frecuencia absoluta acumulada procesado en el Microsoft Excel
- Frecuencia relativa acumulada procesado en el Microsoft Excel
- Se procede al cálculo de la densidad empírica, mediante la siguiente relación:

$$fr = \frac{fab}{k * \Delta x}$$

Medidas de tendencia central

Media aritmética

“Dada la muestra compuesta de **n** datos, x_1, x_2, \dots, x_n , la media se define como la suma algebraica de ellas, dividida entre el número de datos”.⁷⁰

⁷⁰ HidroEsta 2: manual de usuario pág. 58 – Máximo Villón Béjar

Media aritmética de datos no agrupados.

Matemáticamente se define mediante la siguiente relación:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i}{n}$$

Donde:

x = valor media muestral

xi = valor i-enésimo de la muestra

n = número de datos de la muestra

Mediana

Es aquel dato que divide en dos partes iguales a un conjunto de datos y se determina mediante las siguientes relaciones.

$$\text{Med} = X_{(n+1)/2} \quad \dots \text{para } n \text{ impar.}$$

$$\text{Med} = \frac{X_{n/2} + X_{n/2+1}}{2} \quad \dots \text{para } n \text{ par.}$$

Moda

La moda es la medida de tendencia central que se define como aquel valor nominal que tiene la frecuencia mayor.

para obtener el valor de la moda de nuestros datos, empleamos el software Microsoft Excel mediante la fórmula = MODA. UNO ().

Medidas de dispersión

“Nos proporcionan información adicional que nos permite juzgar la confiabilidad de nuestra medida de tendencia central. Si los datos están muy dispersos la posición central es menos representativa de los datos, como un

todo, que cuando estos se agrupan más estrechamente alrededor de la media.

Nos permiten comparar varias muestras con promedios parecidos”.⁷¹

Rango

Es la diferencia del valor máximo de los datos y el valor mínimo de los datos.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

Varianza

“La varianza muestral S^2 , se obtiene dividiendo la suma de los cuadrados de las observaciones de los datos con respecto a la media, entre el número total de datos menos uno es decir”.⁷²

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n X_i - n\bar{X} \right)^2$$

Desviación estándar

“Se define como la raíz cuadrada positiva de la varianza, es decir”.⁷³

$$S = \sqrt{S^2}$$

Coefficiente de variación

Es una medida relativa de dispersión, es la relación entre la desviación estándar y la media.

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}}$$

⁷¹ Liliana Marconi, Adriana D’Amelio pág. 9

⁷² HidroEsta 2: manual de usuario pág. 59 – Máximo Villón Béjar

⁷³ HidroEsta 2: manual de usuario pág. 62 – Máximo Villón Béjar

Medida de simetría y asimetría

Sesgo

El sesgo es el estadístico que mide la simetría y asimetría.

$$C_s = \frac{n^2 M_3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

Medida de achatamiento

“El grado de achatamiento se mide con el estadístico denominado coeficiente de curtosis”.⁷⁴

Curtosis

Se define mediante la siguiente ecuación:

$$C_k = \frac{n^3 M_4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

Boxplot

Diagrama de caja y bigotes

“Un diagrama de caja es un resumen gráfico de los datos con base en el resumen de cinco números.

La clave para elaborar un diagrama de cajas está en calcular Q1, Q3 y la mediana o Q2.

También hay que calcular el RIC= Q3- Q1”.⁷⁵

⁷⁴ HidroEsta 2: manual de usuario pág. 66 – Máximo Villón Béjar

⁷⁵ Liliana Marconi, Adriana D’Amelio pág. 15

Para el presente trabajo de investigación se elaboraron los diagramas caja bigote con los datos de precipitación de 24 horas de las tres estaciones pluviométricas (Kayra, Ccatcca y Paruro), para los doce meses del año, ver anexos.

3.6.1.3 Determinación de la precipitación media en el área de estudio (para precipitaciones máximas de 24 horas).

Generación de isoyetas con ArcGIS

Isoyetas

La isoyeta es una isolinea, que, en un plano espacial dado, presenta la misma precipitación en una unidad específica de tiempo, que por lo general pueden ser meses o años.

Insumos

Puntos (estaciones pluviométricas), con coordenadas X, Y y Z uniformemente distribuidos en toda la zona de estudio.

Z representa la variable de análisis, precipitación de lluvia.

Soporte informático

- Microsoft Excel.
- Arcgis.

El procedimiento consiste en:

- Del registro de precipitaciones máximas de 24 horas (mm), de las tres estaciones pluviométricas seleccionadas (Kayra, Ccatcca, Paruro), elaborar un cuadro resumen con datos completos para las tres

estaciones y analizando muy detalladamente los años versus las precipitaciones máximas. **Ver anexo (cuadro n° 48)**

- Elaborar cuadros para cada año seleccionado, con datos de coordenadas (x, y, z), donde z es la precipitación. **Ver anexo (cuadro n° 49 y n° 50)**
- Abrimos el ArcMap y cargamos la zona de estudio que es un vector polígono (mapa de la cuenca lucre), el cual ya está georreferenciado. **Ver anexo (imagen n° 25)**
- Cargamos las coordenadas X, Y y Z, desde el archivo file > Add Data > Add XY Data, se abre el cuadro de diálogo Add XY Data. **Ver anexo (imagen n° 26, 27, 28, 29)**
- Se genera puntos de importación de las estaciones, los cuales tendremos que convertir en archivo Shapefile, desde data de puntos creados > Data > Export Data. **Ver anexo (imagen n° 30)**
- Verificar los atributos de los datos característicos del archivo Shapefile. **Ver anexo (imagen n° 31, 32)**
- Se procede a generar un mapa base desde ArcToolbox > 3D Analyst Tools > Raster Interpolation > Kriging, se abre una ventana de diálogo e ingresar archivo Shapefile (precipitación 1964) y precipitación. **Ver anexo (imagen n° 33).**
- Obtención de mapa base de isoyetas. **Ver anexo (imagen n° 34)**
- Generar isoyetas desde el comando ArcToolbox > 3D Analyst Tools > Raster Surface > Contour, se abre una ventana de diálogo, e ingresar el raster de mapa base, archivo de salida y el intervalo entre curvas. **Ver anexo (imagen n° 35)**

- Obtención de isoyetas de precipitación. **Ver anexo (lámina 4, 5)**

“Kriging es un procedimiento geoestadístico avanzado que genera una superficie estimada a partir de un conjunto de puntos dispersados con valores z. A diferencia de otros métodos de interpolación en el conjunto de herramientas de Interpolación, utilizar la herramienta Kriging en forma efectiva implica una investigación interactiva del comportamiento espacial del fenómeno representado por los valores z antes de seleccionar el mejor método de estimación para generar la superficie de salida.

¿Qué es kriging?

Las herramientas de interpolación IDW (Distancia inversa ponderada) y Spline son consideradas métodos de interpolación determinísticos porque están basados directamente en los valores medidos circundantes o en fórmulas matemáticas especificadas que determinan la suavidad de la superficie resultante. Hay una segunda familia de métodos de interpolación que consta de métodos geoestadísticos, como kriging, que está basado en modelos estadísticos que incluyen la autocorrelación, es decir, las relaciones estadísticas entre los puntos medidos. Gracias a esto, las técnicas de estadística geográfica no solo tienen la capacidad de producir una superficie de predicción, sino que también proporcionan alguna medida de certeza o precisión de las predicciones.

Kriging presupone que la distancia o la dirección entre los puntos de muestra reflejan una correlación espacial que puede utilizarse para explicar la variación en la superficie. La herramienta Kriging ajusta una función matemática a una cantidad especificada de puntos o a todos los puntos dentro de un radio específico para determinar el valor de salida para cada ubicación. Kriging es un proceso que tiene varios pasos, entre los que se incluyen, el análisis estadístico exploratorio de los datos, el modelado de variogramas, la creación de la superficie y (opcionalmente) la exploración de

la superficie de varianza. Este método es más adecuado cuando se sabe que hay una influencia direccional o de la distancia correlacionada espacialmente en los datos. Se utiliza a menudo en la ciencia del suelo y la geología.

La fórmula de kriging

El método kriging es similar al de IDW en que pondera los valores medidos circundantes para calcular una predicción de una ubicación sin mediciones. La fórmula general para ambos interpoladores se forma como una suma ponderada de los datos:

$$\hat{Z}(s_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(s_i)$$

donde:

$Z(s_i)$ = el valor medido en la ubicación i

λ_i = una ponderación desconocida para el valor medido en la ubicación i

s_0 = la ubicación de la predicción

N = la cantidad de valores medidos

En IDW, la ponderación, λ_i , depende exclusivamente de la distancia a la ubicación de la predicción. Sin embargo, con el método kriging, las ponderaciones están basadas no solo en la distancia entre los puntos medidos y la ubicación de la predicción, sino también en la disposición espacial general de los puntos medidos. Para utilizar la disposición espacial en las ponderaciones, la correlación espacial debe estar cuantificada. Por lo tanto, en un kriging ordinario, la ponderación, λ_i , depende de un modelo ajustado a los puntos medidos, la distancia a la ubicación de la predicción y las relaciones espaciales entre los valores medidos alrededor de la ubicación

de la predicción. En las siguientes secciones se describe cómo se utiliza la fórmula general de kriging para crear un mapa de la superficie de predicción y un mapa de la precisión de las predicciones.

Crear un mapa de la superficie de predicción con el método kriging

Para llevar a cabo una predicción con el método de interpolación de kriging, es necesario realizar dos tareas:

- Descubrir las reglas de dependencia.
- Realizar las predicciones.

A fin de completar estas dos tareas, kriging atraviesa un proceso de dos pasos:

- 1.- Crea los variogramas y las funciones de covarianza para calcular los valores de dependencia estadística (denominada autocorrelación espacial) que dependen del modelo de autocorrelación (ajustar un modelo).
- 2.- Prevé los valores desconocidos (hacer una predicción).

Se dice que en este método los datos se utilizan dos veces, debido a estas dos tareas bien distintivas: la primera vez, para calcular la autocorrelación espacial de los datos, y la segunda, para hacer las predicciones.

Variografía

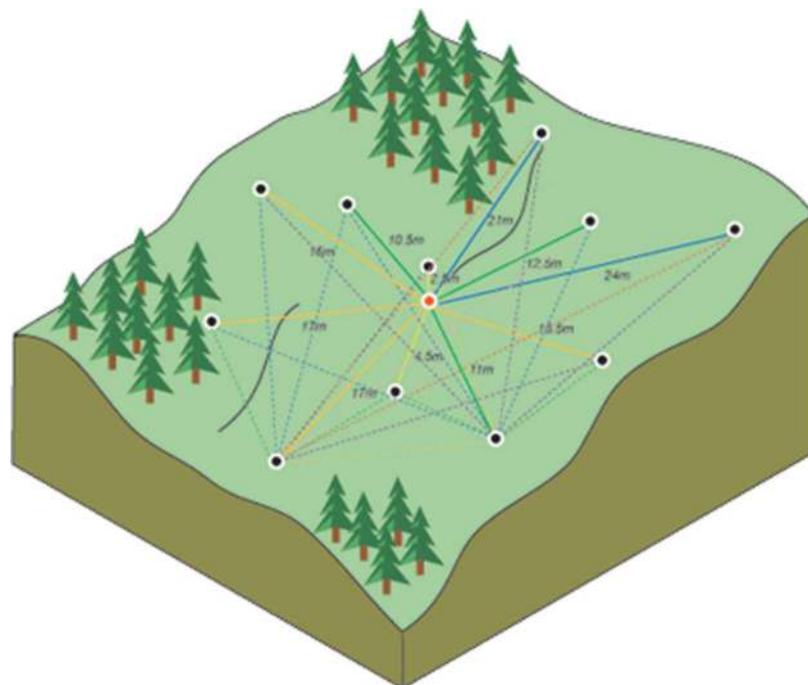
El ajuste de un modelo, o modelado espacial, también se conoce como análisis estructural o variografía. En el modelado espacial de la estructura de los puntos medidos, se comienza con un gráfico del semivariograma empírico, calculado con la siguiente ecuación para todos los pares de ubicaciones separados por la distancia h :

$$\text{Semivariograma}(\text{distancia}_h) = 0.5 * \text{promedio}((\text{valor}_i - \text{valor}_j)^2)$$

La fórmula implica calcular la diferencia cuadrada entre los valores de las ubicaciones asociadas.

En la imagen a continuación se muestra la asociación de un punto (en color rojo) con todas las demás ubicaciones medidas. Este proceso continúa con cada punto medido.

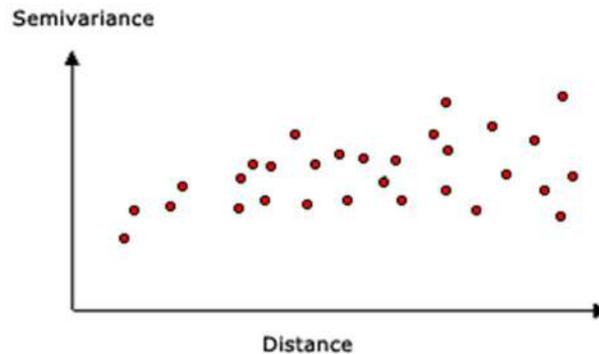
Imagen N°15: Cálculo de la diferencia cuadrada entre las ubicaciones asociadas



Fuente: Virtual – Como funciona método de Kriging, ArcGIS PRO

A menudo, cada par de ubicaciones tiene una distancia única y suele haber varios pares de puntos. La diagramación de todos los pares rápidamente se vuelve imposible de administrar. En lugar de diagramar cada par, los pares se agrupan en bins de intervalo. Por ejemplo, calcule la semivarianza promedio de todos los pares de puntos que están a más de 40 metros de distancia, pero a menos de 50 metros. El semivariograma empírico es un gráfico de los valores de semivariograma promediados en el eje Y, y la distancia (o intervalo) en el eje X (consulte el diagrama a continuación).

Imagen N°16: Ejemplo de gráfico de semivariograma empírico



Fuente: Virtual – Como funciona método de Kriging, ArcGIS PRO

La autocorrelación espacial cuantifica un principio básico de geografía: es más probable que las cosas que están más cerca sean más parecidas que las que están más alejadas. Entonces, los pares de ubicaciones que están más cerca (extremo izquierdo del eje X de la nube de semivariograma) deberían tener valores más similares (parte inferior en el eje Y de la nube de semivariograma). A medida que los pares de ubicaciones estén más separados entre sí (hacia la derecha en el eje X de la nube de semivariograma), deberían ser más distintos y tener una diferencia cuadrada más grande (hacia arriba en el eje Y de la nube de semivariograma).

Ajustar un modelo al semivariograma empírico

El siguiente paso es ajustar un modelo a los puntos que forman el semivariograma empírico. El moldeado del semivariograma es un paso clave entre la descripción espacial y la predicción espacial. La aplicación principal de kriging es la predicción de los valores de atributo en las ubicaciones que no fueron muestreadas. El semivariograma empírico proporciona información sobre la autocorrelación espacial de los datasets. Sin embargo, no suministra información para todas las direcciones y distancias posibles. Por esta razón, y para asegurar que las predicciones de kriging tengan varianzas de kriging positivas, es necesario ajustar un modelo (es decir, una función o curva continua) al semivariograma empírico. En resumen, esto es

similar al análisis de regresión, en el que se ajusta una línea o curva continua a los puntos de datos.

Para ajustar un modelo al semivariograma empírico, seleccione una función que sirva como modelo, por ejemplo, un tipo esférico que se eleve y nivele las distancias más grandes que sobrepasan un determinado rango (vea el ejemplo del modelo esférico más abajo). Existen desviaciones de los puntos en el semivariograma empírico con respecto al modelo; algunos están por encima de la curva del modelo y algunos están por debajo. Sin embargo, si suma la distancia de cada punto por encima de la línea y la distancia de cada punto por debajo, los dos valores deberían ser similares. Existen varios modelos de semivariograma para elegir.

Modelos de semivariograma

La herramienta Kriging proporciona las siguientes funciones para elegir el modelado del semivariograma empírico:

- Circular
- Esférica
- Exponencial
- Gaussiana
- Lineal

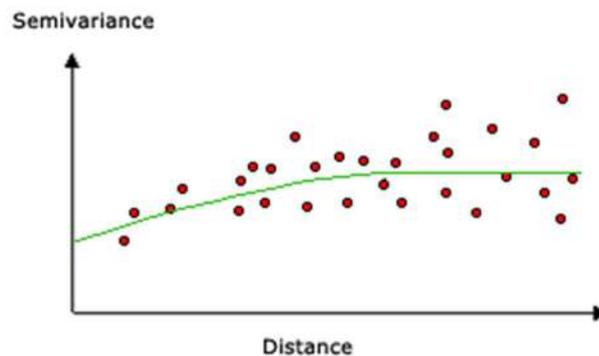
El modelo seleccionado influye en la predicción de los valores desconocidos, en particular cuando la forma de la curva cercana al origen difiere significativamente. Cuanto más pronunciada sea la curva cercana al origen, más influirán los vecinos más cercanos en la predicción. Como resultado, la superficie de salida será menos suave. Cada modelo está diseñado para ajustarse a diferentes tipos de fenómenos de forma más precisa.

En los siguientes diagramas se muestran dos modelos comunes y se identifican las diferencias de las funciones:

Un ejemplo del modelo esférico

En este modelo se muestra una disminución progresiva de la autocorrelación espacial (así como un aumento en la semivarianza) hasta cierta distancia, después de la cual la autocorrelación es cero. El modelo esférico es uno de los que más se utilizan.

Imagen N°17: Ejemplo de modelo esférico

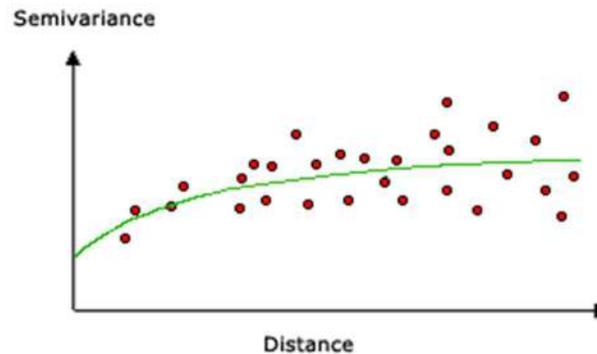


Fuente: Virtual – Como funciona método de Kriging, ArcGIS PRO

Un ejemplo del modelo exponencial

Este modelo se aplica cuando la autocorrelación espacial disminuye exponencialmente cuando aumenta la distancia. En este caso, la autocorrelación desaparece por completo solo a una distancia infinita. El modelo exponencial también es un modelo comúnmente utilizado. La elección de qué modelo se va a utilizar está basada en la autocorrelación espacial de los datos y en el conocimiento previo del fenómeno.

Imagen N°18: Ejemplo de modelo exponencial



Fuente: Virtual – Como funciona método de Kriging, ArcGIS PRO

A continuación, se ilustran más modelos matemáticos.

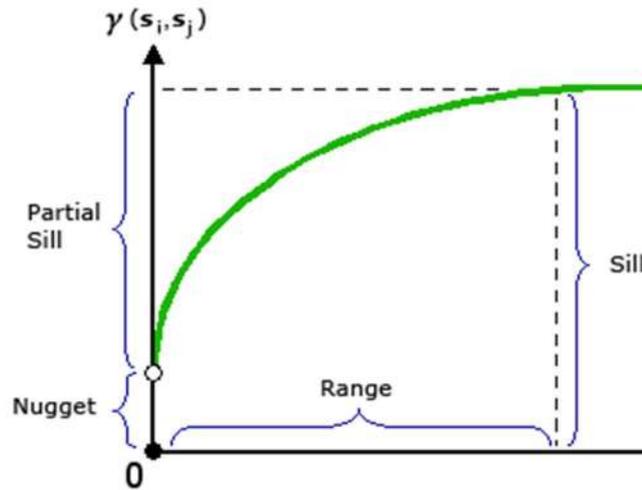
Comprender un semivariograma: rango, meseta y nugget

Como se indicó previamente, el semivariograma muestra la autocorrelación espacial de los puntos de muestra medidos. Tal como lo expresa un principio básico de la geografía (las cosas más cercanas son más parecidas), los puntos medidos que están cerca por lo general tendrán una diferencia cuadrada menor que la de aquellos que están más distanciados. Una vez diagramados todos los pares de ubicaciones después de haber sido colocados en un bin, se ajusta un modelo para estas ubicaciones. El rango, la meseta y el nugget se utilizan, generalmente, para describir estos modelos.

Rango y meseta

Al observar el modelo de un semivariograma, notará que, a una determinada distancia, el modelo se nivela. La distancia a la que el modelo comienza a aplanarse se denomina rango. Las ubicaciones de muestra separadas por distancias más cortas que el rango están auto correlacionadas espacialmente, mientras que las ubicaciones que están más alejadas que el rango, no lo están.

Imagen N°19: Ilustración de componentes de rango, meseta y nugget



Fuente: Virtual – Como funciona método de Kriging, ArcGIS PRO

El valor en el cual el modelo de semivariograma alcanza el rango (el valor en el eje Y) se denomina meseta. Una meseta parcial es la meseta menos el nugget. El nugget se describe en la siguiente sección.

Nugget

En teoría, a una distancia de separación cero (por ej. intervalo = 0), el valor del semivariograma es 0. No obstante, a una distancia de separación infinitamente inferior, el semivariograma a menudo muestra un efecto nugget, que es un valor mayor que 0. Si el modelo de semivariograma intercepta el eje Y en 2, entonces el nugget es 2.

El efecto nugget puede atribuirse a errores de medición o a fuentes espaciales de variación a distancias que son menores que el intervalo de muestreo (o a ambas cosas). Los errores de medición ocurren debido al error inherente a los dispositivos de medición. Los fenómenos naturales pueden variar espacialmente en un rango de escalas. La variación a microescalas más pequeñas que las distancias de muestreo aparecerán como parte del efecto nugget. Antes de recopilar datos, es importante lograr comprender las escalas de variación espacial en las que está interesado.

Realizar una predicción

Cuando haya descubierto la dependencia o autocorrelación en sus datos (consulte la sección Variografía más arriba) y haya finalizado con el primer uso de los datos (usar la información espacial de los datos para calcular las distancias y modelar la autocorrelación espacial) puede realizar una predicción utilizando el modelo ajustado. Después de esto, se aparta el semivariograma empírico.

Ahora puede utilizar los datos para realizar predicciones. Al igual que la interpolación de IDW, kriging forma ponderaciones a partir de los valores medidos circundantes para prever ubicaciones sin mediciones. Asimismo, los valores medidos que estén más cerca de las ubicaciones sin mediciones tienen la mayor influencia. Sin embargo, las ponderaciones de kriging para los puntos medidos circundantes son más sofisticadas que las del método IDW. Este último utiliza un algoritmo simple basado en la distancia, mientras que las ponderaciones de kriging provienen de un semivariograma que se desarrolló observando la naturaleza espacial de los datos. Para crear una superficie continua del fenómeno, se realizan predicciones para cada ubicación, o centro de celda, en el área de estudio basadas en el semivariograma y la disposición espacial de los valores medidos que son cercanos.

Los métodos kriging

Existen dos métodos kriging: ordinario y universal.

El kriging ordinario es el más general y más utilizado de los métodos kriging y es el predeterminado. Presupone que el valor medio constante es desconocido. Esa es una presuposición razonable a menos que haya una razón científica para rechazarla.

El kriging universal presupone que hay una tendencia de invalidación en los datos, por ejemplo, un viento prevaleciente, y puede modelarse a través de la función determinística polinómica. Esta función polinómica se resta de los puntos medidos originalmente y la autocorrelación se modela a partir de los errores aleatorios. Una vez que el modelo se ajusta a los errores aleatorios y antes de realizar una predicción, se vuelve a sumar la función polinómica a las predicciones para obtener resultados significativos. El kriging universal solo se debe utilizar si se conoce una tendencia en los datos y se puede dar una justificación científica para describirla.

Gráficos de semivariograma

Kriging es un procedimiento complejo que requiere de un mayor conocimiento sobre las estadísticas espaciales que lo que se puede abarcar en este tema. Antes de utilizar este método, debe comprender profundamente sus principios básicos y evaluar la adecuación de sus datos para realizar un modelo con esta técnica. Si no comprende bien este procedimiento, se recomienda que repase algunas de las referencias enumeradas al pie de este tema.

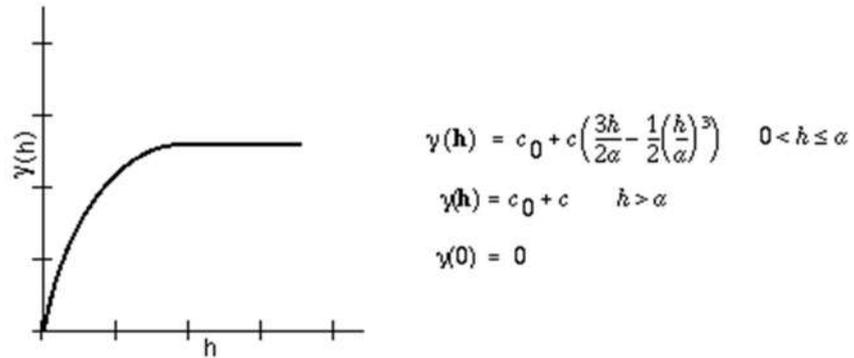
Kriging se basa en una teoría de variables regionalizadas que presupone que la variación espacial en el fenómeno representado por los valores z es estadísticamente homogénea a lo largo de toda la superficie (por ej., se puede observar el mismo patrón de variación en todas las ubicaciones sobre la superficie). Esta hipótesis de homogeneidad espacial es fundamental para la teoría de variables regionalizadas.

Modelos matemáticos

A continuación, se presentan las formas generales y las ecuaciones de los modelos matemáticos utilizados para describir la semivarianza.

Imagen N°20: Ilustración de modelo de semivarianza esférica

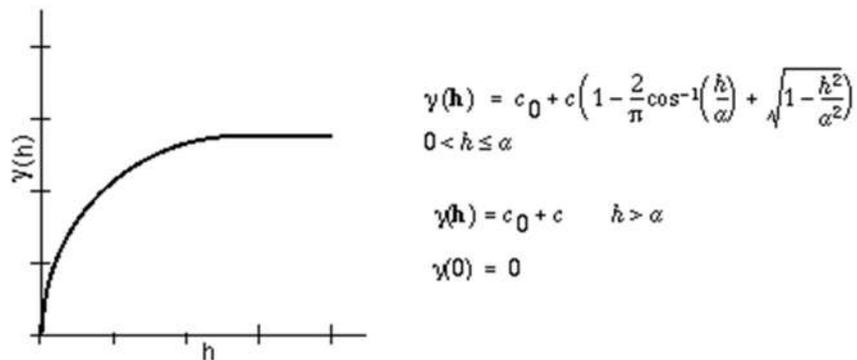
SPHERICAL



Fuente: Virtual – Como funciona método de Kriging, ArcGIS PRO

Imagen N°21: Ilustración de modelo de semivarianza circular

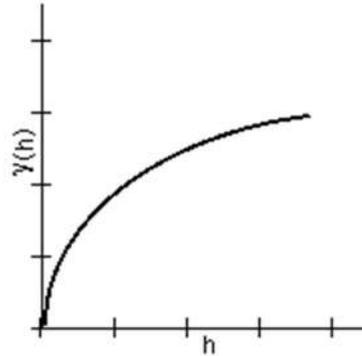
CIRCULAR



Fuente: Virtual – Como funciona método de Kriging, ArcGIS PRO

Imagen N°22: Ilustración de modelo de semivarianza exponencial

EXPONENTIAL



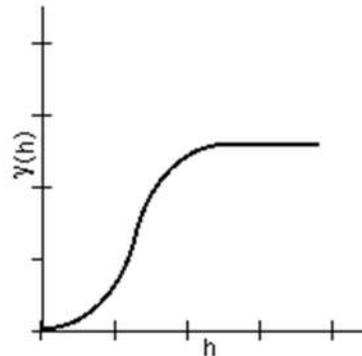
$$\gamma(\mathbf{h}) = c_0 + c \left(1 - \exp\left(\frac{-h}{r}\right) \right) \quad h > 0$$

$$\gamma(0) = 0$$

Fuente: Virtual – Como funciona método de Kriging, ArcGIS PRO

Imagen N°23: Ilustración de modelo de semivarianza gaussiana

GAUSSIAN



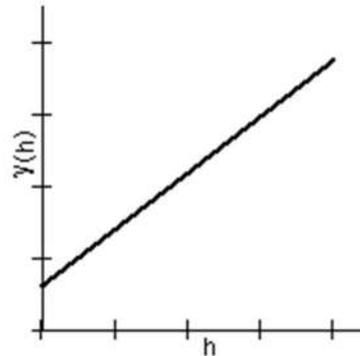
$$\gamma(\mathbf{h}) = c_0 + c \left(1 - \exp\left(\frac{-h^2}{r^2}\right) \right) \quad h > 0$$

$$\gamma(0) = 0$$

Fuente: Virtual – Como funciona método de Kriging, ArcGIS PRO

Imagen N°24: Ilustración de modelo de semivarianza lineal

LINEAR



$$\gamma(h) = c_0 + c \left(\frac{h}{\alpha} \right) \quad 0 < h \leq \alpha$$

$$\gamma(h) = c_0 + c \quad h > \alpha$$

$$\gamma(0) = 0$$

Fuente: Virtual – Como funciona método de Kriging, ArcGIS PRO⁷⁶

Cálculo de precipitación promedio con el HidroEsta 2

HidroEsta 2

“Los estudios hidrológicos requieren del análisis de cuantiosa información hidrometeorológica; esta información puede consistir de datos de precipitación, caudal, temperatura, evaporación, etc.

Los datos recopilados, solo representan una información en bruto, pero si éstos se organizan y analizan en forma adecuada, proporcionan al hidrólogo una herramienta de gran utilidad, que le permite tomar decisiones en el diseño de estructuras hidráulicas.

HidroEsta, es una herramienta que facilita y simplifica los cálculos laboriosos, y el proceso del análisis de la abundante información que se deben realizar en los estudios hidrológicos”.⁷⁷

⁷⁶https://pro.arcgis.com/es/pro-app/tool-reference/3d-analyst/how-kriging-works.htm#ESRI_SECTION1_E112B7FAED26453D8DA4B9AEC3E4E9BF

⁷⁷Hidroesta 2 Manual del Usuario pág. 15 – Máximo Villón Béjar

Este software permite:

- “El cálculo de los parámetros estadísticos, para datos agrupados y no agrupados, tanto con los momentos tradicionales como con momentos lineales.
- Cálculos de regresión lineal, no lineal, simple y múltiple, así como regresión polinomial.
- Evaluar si una serie de datos se ajustan a una serie de distribuciones: normal, log-normal de 2 y 3 parámetros, gamma de 2 y 3 parámetros, log-Pearson tipo III, Gumbel y log-Gumbel, tanto con momentos ordinarios, como con momentos lineales. Si la serie de datos se ajusta a una distribución, permite calcular por ejemplo caudales o precipitaciones de diseño, con un período de retorno dado o con una determinada probabilidad de ocurrencia.
- Calcular a partir de la curva de variación estacional o la curva de duración, eventos de diseño con determinada probabilidad de ocurrencia.
- Realizar el análisis de una tormenta y calcular intensidades máximas, a partir de datos de pluviogramas, así como la intensidad máxima de diseño para una duración y periodo de retorno dado, a partir del registro de intensidades máximas. También permite el cálculo de la precipitación promedio por los métodos promedio aritmético, polígono de Thiessen e isoyetas.
- Los cálculos de aforos realizados con molinetes o correntómetros.
- El cálculo de caudales máximos, con métodos empíricos (racional y Mac Math) y estadísticos (Gumbel y Nash).

- Cálculos de la evapotranspiración con los métodos de Thorthwaite, Blaney-Criddle, Penman, Hargreaves y cálculo del balance hídrico”.⁷⁸

Precipitación promedio

El procedimiento consiste en:

- Preparación de datos de precipitación obtenidos en el arcgis. **Ver anexo (cuadro n° 51, 52)**
- Los datos de precipitación obtenidas en el arcgis serán preparados para todos los años seleccionados.
- Iniciar HidroEsta 2 > precipitación > isoyetas, e introducir los datos seleccionados y calcular. **Ver anexos (imagen n° 36 al 68)**
- Obtención de precipitación promedio para cada año seleccionado. **Ver anexo (cuadro n° 53)**

3.6.1.4 Ajuste de precipitaciones medias a distribuciones de probabilidad.

Distribución Log Normal 2 parámetros.

“La función de distribución de probabilidad es:

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{\left(\frac{-(x-\bar{X})^2}{2S^2}\right)} dx$$

Donde X y S son los parámetros de la distribución.

⁷⁸Hidroesta 2 Manual del Usuario pág. 15, 16 – Máximo Villón Béjar

Si la variable x de la ecuación de distribución normal se reemplaza por una función $y=f(x)$, tal que $y=\log(x)$, la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominada log – normal, $N(Y, S_y)$. Los valores originales de la variable aleatoria x , deben ser transformados a $y = \log x$, de tal manera que:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n \log x_i / n$$

Donde Y es la media de los datos de la muestra transformada.

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}$$

Donde S_y es la desviación estándar de los datos de la muestra transformada.

Asimismo; se tiene las siguientes relaciones:

$$C_s = \frac{a}{S_y^3}$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^3$$

Donde C_s es el coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada. (Monsalve, 1999)⁷⁹.

Para el presente estudio se realizó el cálculo mediante el programa HidroEsta 2 y procedimiento es como sigue.

- Iniciar el programa HidroEsta 2 > Distribuciones > LogNormal 2 Parámetros, e introducir las precipitaciones promedios obtenidos mediante el método de isoyetas. **Ver anexo (imagen nº 73)**

⁷⁹ MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE pág. 26 - 27 – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

3.6.1.5 Creación de curvas IDF (intensidad, duración y frecuencia).

“Las curvas intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno.

Para determinar estas curvas IDF se necesita contar con registros pluviográficos de lluvia en el lugar de interés y seleccionar la lluvia más intensa de diferentes duraciones en cada año, con el fin de realizar un estudio de frecuencia con cada una de las series así formadas. Es decir, se deben examinar los hietogramas de cada una de las tormentas ocurridas en un año y de estos hietogramas elegir la lluvia correspondiente a la hora más lluviosa, a las dos horas más lluviosas, a las tres horas y así sucesivamente. Con los valores seleccionados se forman series anuales para cada una de las duraciones elegidas. Estas series anuales están formadas eligiendo, en cada año del registro, el mayor valor observado correspondiente a cada duración, obteniéndose un valor para cada año y cada duración”.⁸⁰

El Modelo General de Frederich Bell (1969)

“El modelo de Frederich Bell permite calcular la lluvia máxima asociada a un periodo de retorno y una duración de tormenta, usando como valor índice la lluvia de una hora de duración y 10 años de periodo de retorno.

La expresión es la siguiente:

$$P_t^T = (0.21 \log_e T + 0.52) (0.54t^{0.25}) P_{60}^{10}$$

donde:

t : Duración en minutos.

⁸⁰ MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE pág. 33, Ministerio de Transportes y Comunicaciones

T : Periodo de retorno en años.

P_t^T : Precipitación caída en t minutos con periodo de retorno de T años.

P_{60}^{10} : Precipitación caída en 60 minutos con periodo de retorno de 10 años.

Relación válida para duraciones de lluvia (t) comprendidas entre 5 y 120 minutos y periodos de retorno entre 2 y 100 años.

El valor de P_{60}^{10} , puede ser calculado a partir del modelo de Yance Tueros, que estima la intensidad máxima horaria a partir de la precipitación máxima en 24 horas.

$$I = aP_{24}^b$$

donde:

I : Intensidad máxima, en mm/h.

a, b : Parámetros del modelo.

P_{24} : Precipitación máxima en 24 horas.

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se calculan indirectamente, mediante la misma relación exponencial integradora de las tres variables involucradas, vista en la sección previa, esto es:

donde, como ya se señaló, K, m y n se obtienen mediante regresión múltiple.⁸¹

Ver anexo (ítem 6.1.5)

⁸¹ XVII CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA CIVIL 2009

3.6.1.6 Creación de Hietograma de precipitación.

Hietograma de diseño.

“En ocasiones no es suficiente el dato de que (por ejemplo) la precipitación máxima para las 5 horas más lluviosas es de 100 mm. Es posible que necesitemos conocer la evolución de esos 100 mm. a lo largo de esas 5 horas.

Los métodos hidrológicos más modernos requieren no sólo del valor de lluvia o intensidad de diseño, sino de una distribución temporal (tormenta), es decir el método estudia la distribución en el tiempo, de las tormentas observadas. Una de las maneras de obtenerlo es a partir de las curvas IDF, dentro de ellas el Método del Bloque Alterno, es una manera sencilla. (alternating block method, Chow et al)⁸².

Método del Bloque Alterno

“El método del bloque alternativo es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando una curva-duración-frecuencia. El hietograma de diseño producido por este método especifica la profundidad de precipitación en n intervalos de tiempo sucesivos de duración Δt , sobre una duración total de $T_d = n \cdot \Delta t$.

Después de seleccionar el periodo de retorno de diseño, la intensidad es leída en una curva IDF para cada una de las duraciones Δt , $2\Delta t$, $3\Delta t$, $4\Delta t$, y la profundidad de precipitación correspondiente se encuentra al multiplicar la intensidad y la duración. Tomando diferencias entre valores sucesivos de profundidad de precipitación, se encuentra la cantidad de precipitación que debe añadirse por cada unidad adicional de tiempo Δt .

⁸²MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE pág. 40 – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Estos incrementos o bloques se reordenan en una secuencia temporal de modo que la intensidad máxima ocurra en el centro de la duración requerida T_d y que los demás bloques queden en orden descendente alternativamente hacia la derecha y hacia la izquierda del bloque central para formar el hietograma de diseño”.⁸³

Ver anexo (ítem 6.1.6)

3.6.1.7 Creación de Hidrograma de crecida y caudal máximo.

Hidrograma de crecida unitario

“El hidrograma es un gráfico que muestra la variación en el tiempo de alguna información hidrológica; siendo el hidrograma unitario de una cuenca, el hidrograma de escorrentía directa que se produciría en la salida de la cuenca si sobre ella se produjera una precipitación neta unidad de una duración determinada (por ejemplo, 1 mm. durante 1 hora).

El hidrograma unitario es el método lineal propuesto por Sherman en 1932, como un hidrograma típico para la cuenca. Se denomina unitario puesto que, el volumen de escorrentía bajo el hidrograma se ajusta generalmente a 1 cm (ó 1 pulg).

El hidrograma unitario se puede considerar como un impulso unitario en un sistema lineal. Por lo tanto, es aplicable el principio de superposición; 2 cm de escorrentía producirán un hidrograma con todas las ordenadas dos veces más grandes que aquellas del hidrograma unitario, es decir, la suma de dos hidrogramas unitarios”.⁸⁴

⁸³MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE pág. 41 – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

⁸⁴ MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE pág. 52, 53 – Ministerio de Transportes y Comunicaciones

Para la metodología empleada del estudio se calcula el uso de suelos, mediante el programa ArcGIS creando un mapa de uso de suelos, donde resaltan el cálculo de los siguientes parámetros:

- Cálculo de CN ponderada.
- Cálculo de abstracciones iniciales I_a .
- Cálculo de tiempo de concentración t_c .
- Cálculo de tiempo de retardo t_r .

Sistema de Modelamiento Hidrológico (HMS-Hydrologic Modeling System)

El procedimiento para el modelo físico es la siguiente

Preparación de datos

Mediante el programa Arc Gis delimitar áreas de diferentes usos de suelo y realizar el cálculo de CN ponderada, cálculo de abstracciones iniciales I_a , cálculo de tiempo de concentración t_c , cálculo de tiempo de retardo t_r .

Crear el proyecto

Iniciar HEC HMS > file > New Project > Name > Description > direccionar donde se quiere guardar el Proyecto, importante verificar el sistema métrico.

Definir el modelo de cuenca

Basin Models > View > Draw Gridlines.

Del archivo donde se tiene la información de la cuenca en el Arc Gis, copiar ciertos archivos como el polígono de la cuenca con sus extensiones shp, dbf y shx, del rio extensiones shp, dbf y shx.

Los archivos copiados pegar a la carpeta creada en el HEC HMS

En el escritorio de trabajo haciendo clip derecho seleccionar Background Layers > Add > ir a la carpeta creada con la data del Gis y sus extensiones > seleccionar el polígono con extensión shp > select, agregar rio mediante el mismo procedimiento.

Ingresar sub cuenca

Subbasin creation tool > Snik creation tool > conectar siempre con situación aguas abajo.

Datos de series de tiempo (Time series data)

Precipitation gages > pluviógrafo > llenar datos.

El desarrollo del cálculo se puede visualizar en los **anexos (imagen 75 al 94)**

3.6.2 DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL.

Diseño hidráulico.

Caudal de diseño: caudal máximo determinado en el ítem anterior.

Sección estable o amplitud de cauce: es la sección geoméricamente estable en condiciones normales, calcularemos mediante el programa river y se evaluara los diferentes métodos antes de tomar en cuenta una de ellas.

Ver anexo (ítem 6.2.1.1)

Profundidad de socavación: se entiende por socavación el descenso del fondo de un río que se produce al presentarse una creciente y es debida al aumento de la capacidad de arrastre del material solido que en ese momento

adquiere la corriente, en virtud a su mayor velocidad. **Ver anexo (ítem 6.2.1.2)**

Estudio geotécnico

El estudio de suelos permite dar a conocer las características físicas y mecánicas del suelo, es decir la estratigrafía en las capas de profundidad, es así como podemos plantear la cimentación más acorde para nuestra defensa ribereña y el peso que va a soportar dicho suelo. **Ver anexo (ítem 6.2.2)**

Diseño y cálculo estructural

Diseño de muro de retención de gravedad:

“Los muros de retención de gravedad se construyen con concreto simple o con mampostería. Dependen de su propio peso y de cualquier suelo que descansa sobre la mampostería para su estabilidad. Este tipo de construcción no es económico para muros altos.

En muchos casos, una pequeña cantidad de acero se usa para la construcción de muros de gravedad, minimizando así el tamaño de las secciones del muro, denominados generalmente ***muros de semigravedad***.

Para diseñar apropiadamente los muros de retención, un ingeniero debe conocer los parámetros básicos del suelo, es decir, *el peso específico o volumétrico, el ángulo de fricción interna y la cohesión* del suelo retenido detrás del muro y del suelo debajo de la losa de la base”.⁸⁵

Dimensionamiento de muros de retención

⁸⁵ Principios de ingeniería de cimentaciones pág. 387 – Braja M. Das

“Al diseñar muros de retención, un ingeniero debe suponer alguna de las dimensiones, lo que se llama proporcionamiento o dimensionamiento, que permite al ingeniero revisar las secciones de prueba por estabilidad. Si las revisiones por estabilidad dan resultados no deseados, las secciones se cambian y vuelven a revisarse.

Cálculo de Empuje Lateral del Suelo:

Los taludes verticales o casi verticales de suelo son soportados por muros de retención, tablaestacas en voladizo vertical, ataguías de tablaestacas, cortes apuntalados y otras estructuras similares.

El adecuado diseño de esas estructuras requiere a estimación de la presión lateral de la tierra, que es una función de varios factores, tales como:

- Tipo y magnitud del movimiento de los muros.
- Parámetros de resistencia cortante del suelo.
- Peso específico del suelo.
- Condiciones de drenaje en el relleno.

Tipos de presión en función al relleno:

- Cuando el muro está restringido contra el movimiento, la presión lateral de la tierra sobre el muro en cualquier profundidad se llama ***presión de la tierra en reposo.***
- Cuando el muro se inclina respecto al suelo retenido, con suficiente inclinación del muro, fallara a una cuña triangular de suelo detrás del

muro. La presión lateral para esta condición se llama **presión activa de la tierra**.

- Cuando el muro es empujado hacia el suelo retenido, con suficiente movimiento del muro, fallará a una cuña del suelo. La presión lateral para esta condición se llama **presión pasiva de la tierra**.⁸⁶

Para verificar el procedimiento de cálculo **ver anexo (ítem 6.2.3)**

Cálculo de las características geométricas del muro de contención.

Ver anexo (ítem 6.2.3 - 3)

Revisiones de la estabilidad del muro.

- Por volteo
- Por deslizamiento

Esta sección describe el procedimiento para revisar el volteo y el deslizamiento, así como la falla por capacidad de carga. **Ver anexo (ítem 6.2.3)**

3.6.3 Modelo físico – simulación hidráulica HEC RAS

El procedimiento para el modelo físico es la siguiente

Preparación de datos

Mediante el programa AutoCAD civil 3d, generar las secciones transversales y extraer valor de coordenadas de todo el vértice de la sección.

⁸⁶ Principios de ingeniería de cimentaciones pág. 334 – Braja M. Das

Crear el proyecto

Iniciar HEC RAS > file > New Project, direccionar donde se quiere guardar el Proyecto.

Crear geometría del cauce

Geometric Data > River Reach > Cross Section > Cross Section Data > options > Add a new Cross Section.

Crear e introducir flujo Permanente.

Steady Flow Data > Enter/Edit Number of Profiles > Reach Boundary Conditions > Normal Depth > Apply Data > File > Save Flow Data

Generar corrida

Steady Flow Analysis > Flow Regime > Mixed > Compute.

Ver anexo (ítem 6.3)

CAPITULO IV

4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Parametros Morfologicos de la cuenca

Area

Area de la cuenca: A= 86.340 km²

Se determino mediante el programa ArcGIS y se considera cuenca pequeña debido a que el área es menor a 250 km².

Perimetro

Perimetro de la cuenca: P= 43.864 km

Debido a la forma irregular de la cuenca el cálculo del perímetro no se puede realizar por formulas geométricas, sin embargo, existen diferentes métodos, en este caso se calculó delimitando la cuenca mediante el programa ArcGIS.

Forma de la cuenca

Indice de compacidad o coeficiente de Gravelius (K_c)

Coeficiente de Gravelius K_c= 1.331

Definido por la relación entre el perímetro P de la cuenca y el perímetro de un circulo que contiene la misma área a la de una cuenca hidrográfica. Este coeficiente de Gravelius que es mayor a uno nos indica, que la cuenca tiene tendencia a producir creciente de avenidas, el coeficiente oscila entre 1.26 a 1.50 la cual indica que tiene forma de oval redonda a oval oblonga.

Factor de forma adimensional de Horton (F)

Longitud de recorrido del cauce principal: L_r= 14.492 km
Factor de forma adimensional de Horton: F= 0.411

El factor de forma hallado para la cuenca es de 0.411, nos indica que la cuenca que tiene forma alargada a la entrega de sus aguas y ancha en la parte alta de la cuenca, tiene bastante capacidad receptora de precipitaciones, por la que es una cuenca con bastante retención.

Coeficiente de forma (K_f)

Longitud media de la cuenca: L_{mc}= 8.605 km
Ancho medio de la cuenca: B_m= 10.033 km
Coeficiente de forma: K_f= 1.166

Relacion de elongacion (R_e)

Relacion de elongacion: $R_e = 1.218$

Es una cuenca plana con porciones de área accidentada.

Relacion de circularidad (R_{ci})

Relacion de circularidad: $R_{ci} = 0.564$

Rectangulo Equivalente

Lado mayor del rectangulo equivalente: $L = 17.014 \text{ km}$

Lado menor del rectangulo equivalente: $I = 5.075 \text{ km}$

De acuerdo con análisis realizados (Summerfield, 1991) en diversas cuencas han determinado que si:

$R_{ci} = 1.0$, la cuenca es circular

$R_{ci} = 0.785$, la cuenca es cuadrada

Pendiente de la Cuenca

Criterio de Alvord

Desnivel constante entre las curvas de nivel: $D = 0.050 \text{ km}$

Longitud total de las curvas de nivel dentro de la cuenca: $L_{cn} = 804.483 \text{ km}$

Pendiente de la cuenca: $S_{c1} = 0.466 \text{ km/km}$

Criterio de rectangulo equivalente

Desnivel total (cota en la parte mas alta - cota en la estacion de aforo):

$D = 1.380 \text{ km}$

Pendiente de la cuenca: $S_{c2} = 0.081 \text{ km/km}$

Se determino mediante estos dos criterios (criterio de Alvord y rectángulo equivalente), la pendiente de la cuenca según el criterio de Alvord se asemeja a la configuración topográfica de la cuenca.

Pendiente del cauce

Metodo de la pendiente uniforme

Cota del punto mas alto del cauce:	Cota1=	4141.000 m
Cota del punto mas bajo del cauce:	Cota2=	3095.000 m
Diferencia de cotas entre los extremos:	H=	1.046 km
Longitud del cauce mas largo:	L_p =	14.492 km
Pendiente media del cauce principal:	S_{p1} =	0.072 km/km

Metodo de la compensacion de areas

Pendiente media del cauce principal:	S_{p2} =	0.072 m/m
--------------------------------------	------------	-----------

Metodo de Taylor y Schwarz

Pendiente media del cauce principal:	S_{p3} =	0.058 m/m
--------------------------------------	------------	-----------

Pendiente media del cauce principal:	S_p=	0.067 km/km
---------------------------------------------	--------------------------	--------------------

Se determino mediante 3 métodos de las cuales se tiene el promedio de pendiente media del cauce principal el cual nos indica que es una pendiente entre suave y accidentado medio.

Características de la red de drenaje

Densidad de drenaje

Sumatoria de las longitudes de los cauces:	ΣL_c =	95.283 km
Densidad de drenaje:	D_d =	1.104 km/km ²

Extension media del escurrimiento

Extension media del escurrimiento:	E_m =	0.227 km
------------------------------------	---------	----------

Analisis exploratorio de Datos

Distribucion de frecuencias

Se puede observar una clara asimetria en la distribucion, esto debido a la escala de trabajo mensual en que se realizo el analisis, predominan los valores cero correspondientes a los meses que nose produce precipitacion (ver anexos)

Medidas de tendencia central - Estacion Kayra

Media aritmetica

Media aritmetica de datos no agrupados

valor media muestral	$x =$	11.750
valor i-nesimo de la muestra	$x_i =$	8742.300
numero de datos de la muestra	$n =$	744.000

Mediana

$$\text{Med} = 9.950$$

Moda

$$\text{Mo} = 0.000$$

Medidas de dispersion

Rango

Valor minimo de los datos:	$X_{\min} =$	0.00
Valor maximo de los datos:	$X_{\max} =$	51.60
Rango	$R =$	51.60

Varianza

Varianza muestral:	$S^2 =$	105.951
	$\sum(x_i - x)^2 =$	78721.240

Desviacion estandar

Desviacion estandar:	$S =$	10.293
----------------------	-------	--------

Coficiente de variacion

Coficiente de variacion:	$C_v =$	0.876
--------------------------	---------	-------

Medida de simetria y asimetria

Sesgo

Sesgo:	$C_s =$	0.957
--------	---------	-------

$$M_3 = 1038.95$$

$$S = 10.293$$

$$x = 11.750$$

Medida de achatamiento

Curtosis

Curtosis:	$C_k =$	3.6013
-----------	---------	--------

$$M_4 = 40101.2$$

$$S = 10.293$$

$$x = 11.750$$

$$(x_i - x)^2 = 78721.240$$

$$(x_i - x)^3 = 772979.528$$

$$(x_i - x)^4 = 29835260.354$$

Medidas de tendencia central - Estacion Ccatcca

Media aritmetica

Media aritmetica de datos no agrupados

valor media muestral	$x =$	11.911
valor i-nesimo de la muestra	$x_i =$	6527.300
numero de datos de la muestra	$n =$	548.000

Mediana

$$\text{Med} = 10.300$$

Moda

$$\text{Mo} = 0.000$$

Medidas de dispersion

Rango

Valor minimo de los datos:	$X_{\min} =$	0.00
Valor maximo de los datos:	$X_{\max} =$	68.30
Rango	$R =$	68.30

Varianza

Varianza muestral:	$S^2 =$	93.221
	$\sum(x_i - x)^2 =$	50992.078

Desviacion estandar

Desviacion estandar:	$S =$	9.655
----------------------	-------	-------

Coficiente de variacion

Coficiente de variacion:	$C_v =$	0.811
--------------------------	---------	-------

Medida de simetria y asimetria

Sesgo

Sesgo:	$C_s =$	1.047
--------	---------	-------

$$M_3 = 937.3$$

$$S = 9.655$$

$$x = 11.911$$

Medida de achatamiento

Curtosis

Curtosis:	$C_k =$	4.8985
-----------	---------	--------

$$M_4 = 42104.5$$

$$S = 9.655$$

$$x = 11.911$$

$$(x_i - x)^2 = 50992.078$$

$$(x_i - x)^3 = 513657.926$$

$$(x_i - x)^4 = 23073239.396$$

Medidas de tendencia central - Estacion Paruro

Media aritmetica

Media aritmetica de datos no agrupados

valor media muestral	$x =$	13.440
valor i-nesimo de la muestra	$x_i =$	6263.000
numero de datos de la muestra	$n =$	466.000

Mediana

Med = 12.300

Moda

Mo = 0.000

Medidas de dispersion

Rango

Valor minimo de los datos:	$X_{\min} =$	0.00
Valor maximo de los datos:	$X_{\max} =$	48.800
Rango	$R =$	48.800

Varianza

Varianza muestral:	$S^2 =$	124.094
	$\sum(x_i - x)^2 =$	57703.858

Desviacion estandar

Desviacion estandar:	$S =$	11.140
----------------------	-------	--------

Coefficiente de variacion

Coefficiente de variacion:	$C_v =$	0.829
----------------------------	---------	-------

Medida de simetria y asimetria

Sesgo

Sesgo:	$C_s =$	0.556
--------	---------	-------

$M_3 =$ 763.9

$S =$ 11.140

$x =$ 13.440

Medida de achatamiento

Curtosis

Curtosis:	$C_k =$	2.5176
	$M_4 =$	38272.0
	$S =$	11.140
	$x =$	13.440

$(x_i - x)^2 =$ 57703.858

$(x_i - x)^3 =$ 355995.723

$(x_i - x)^4 =$ 17834744.787

Box Plots

No se encontraron valores atipicos, tal como se muestra en los anexos.

Determinación de la precipitación media en el área de estudio (para precipitaciones máximas de 24 horas).

Metodo de la Isoyetas (ver anexo - cuadro N° 45)

Selección de distribuciones de probabilidad.

Distribucion Log Normal 2 parametros, es la que mas se ajusta a los datos (ver anexos)

Creación de curvas IDT (intensidad, duración y periodo de retorno).

Metodología de Bell, para un periodo de retorno de 50 años (ver anexo - grafico N° 36)

Creación de Hietograma de precipitación T=50, 100 y 250 años.

Método de bloques alternos (ver anexo - grafico N° 37, 38, 39)

Determinación de Hidrograma de crecida y caudal máximo.

Caudal maximo para un periodo de 50 años

$$Q_{\max} = 19.1000 \text{ m}^3/\text{s}$$

Ver anexos

El MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE del MTC, recomienda para estructuras hidráulicas la siguiente tabla:

Cuadro N°2: Tipo de estructura vs Periodo de retorno (años)

Tipo de estructura	Periodo de retorno (años)
Puente sobre carretera importante	50 – 100
Puente sobre carretera menos importante o alcantarillas sobre carretera importante	25
Alcantarillas sobre camino secundario	5 – 10
Drenaje lateral de los pavimentos donde puede tolerarse encharcamiento con lluvia de corta duración	1 – 2
Drenaje de aeropuertos	5
Drenaje urbano	2 – 10
Drenaje agrícola	5 – 10
Muros de encauzamiento	2 – 50

Fuente: MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE del MTC

Cuadro N°3: Tipo de estructura vs Vida útil considerado n = años

Tipo de estructura	Vida Útil considerado n = años
Puentes y Defensas Ribereñas	40
Alcantarillas de quebradas importantes	25
Alcantarillas de quebradas menores	15
Drenaje de plataforma y Sub-drenes	15

Fuente: MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE del MTC

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Riesgo = 55.43%, es decir; se tiene una probabilidad del 55.43% de que la obra falle durante su vida útil de 40 años.

DISEÑO HIDRAULICO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL

Diseño hidráulico

Caudal maximo	$Q_{max} =$	19.1000 m ³ /s
Sección Estable o Amplitud de Cauce	$B =$	9.1100 m
Calculo de la profundidad de socavación	$Hs =$	0.3200 m

Estudio geotécnico.

Clasificación de Suelos SUCS	Grava mal Graduada con limo, con arena GP GM	
Densidad Natural	$Y_{nat} =$	1.6100 tn/m ³
Densidad Relativa	$Dr (\%) =$	23.9100
Angulo de Friccion interna	$\emptyset =$	34.2000
Capacidad Portante	$q_{uit} =$	3.5400 kg/cm ²

Diseño y Cálculo Estructural Predimensionamiento

$H =$	3.20 m
$C =$	0.40 m
$B =$	1.60 m
$P =$	0.40 m
$x1 =$	0.10 m
$x2 =$	0.30 m
$x3 =$	0.40 m
$T =$	0.50 m

Análisis de estabilidad.

Por volteo.	FS =	2.8300
Por deslizamiento.	FS =	1.9200
Por asentamiento.		1.05 < 3.54

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES:

Primero: Los criterios de ingeniería para el desarrollo del presente trabajo de investigación son producto del estudio y análisis de: información hidrometeorológica suministrada por el SENAMHI, información digital del terreno (obtenida a partir de cartas nacionales y levantamiento topográfico). Así mismo de la utilización de modelos hidrológicos e hidráulicos que permitieron realizar un pre dimensionamiento de estructuras de encausamiento en la margen izquierda del río lucre entre los kilómetros 14 + 260,00 y 14 + 492,00.

Segundo: El nivel de conocimiento del estudio topográfico concluye en la elaboración de un modelo digital de terreno (MDT) para la simulación hidráulica, planos de ubicación, planta y detalle del muro estructural.

Desarrollado el estudio de mecánica de suelos In Situ y posteriormente en gabinete, se pudo establecer los parámetros de diseño del muro de encauzamiento, siendo la capacidad portante el más importante.

Tercero: El estudio hidrológico de la cuenca se realizó en base a la información pluviométrica de estaciones vecinas y mediante un procedimiento secuencial se pudo construir el hidrograma de crecidas para el tramo en estudio tomando el caudal pico para el diseño del muro de encauzamiento.

Cuarto: El criterio pertinente de diseño hidráulico para la infraestructura se realizó tomando como base la información generada en el estudio hidrológico y se procedió a simular dos escenarios (sin proyecto y con

proyecto), obteniéndose en ambos casos los tirantes máximos y superficies de inundación, que son controlados por el muro de encauzamiento.

Quinto: El diseño y cálculo estructural adoptado se realizó utilizando los criterios al volteo, al desplazamiento y por asentamiento, tomando en consideración el tirante máximo.

5.2 RECOMENDACIONES:

Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Lucre para:

- Dar a conocer los resultados del presente estudio a los pobladores y autoridades de la zona de estudio, a través de la Universidad Alas Peruanas a fin de incentivar la elaboración de proyectos de encauzamiento del Rio Lucre.
- Realizar un monitoreo del caudal del rio a paso de tiempo diario, con la implementación de un limnómetro previamente calibrado.
- La utilización de software si bien es cierto es de bastante ayuda, es necesario contrastarlo con un procedimiento manual en algunos casos para poder validar los resultados obtenidos.
- Utilizar de manera habitual modelos como el HEC-RAS y HEC-HMS, en la estudio hidrológico e hidráulico de cuencas con diferentes propósitos (defensas ribereñas, bocatomas, presas entre otras).

5.3 BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA FÍSICA

Villón Béjar, M. (2002). *Cálculos hidrológicos e hidráulicos en cuencas Hidrográficas, CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza)*.

Chereque Moran W. (1989). *Hidrología Para Estudiantes de Ingeniería Civil (2ª Ed.)*. Lima, Perú: CONCYTEC.

Villón Béjar M. (2002). *Hidrología (1ª Ed.)*. Cartago, Costa Rica: Taller de Publicaciones del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Villón Béjar M. (2002). *Hidrología (2ª Ed.)*. Lima, Perú: Editorial Villón.

Gámez Morales, W. R. (2009). *Texto Básico de Hidrología (1ª Ed.)*. Managua, Nicaragua: Editorial Editronic S.A.

Breña Puyol A. F; Jacobo Villa M. A. (2006). *Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial (4ª Ed.)*. Ciudad de México, México.

Llauca Soto H. O. (2014) *Tesis "Estudio de Balance Hídrico Superficial de las Cuencas del Anya y del Mchique, Departamento de Junín - Perú"*. Lima, Perú.

Villón Béjar M. (2012). *HidroEsta 2 Cálculos Hidrológicos, Manual del Usuario (1ª Ed.)*. Lima, Perú: Editorial Villón.

Braja M. Das (2001). *Principios de ingeniería de cimentaciones (4ª Ed.)*. California State, USA: Editorial International Thomson Editores, S.A.

Terán R. (1998). *Diseño y Construcción de Defensas Ribereñas*. Lima, Perú.

Rocha Felices A. (1998). *Introducción a la Hidráulica Fluvial (1° Ed.)*. Lima, Perú:
Universidad Nacional de Ingeniería.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2008). *Manual de Hidrología,
Hidráulica y Drenaje*. Lima, Perú.

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES NORMA E060 (2009).

Banco Mundial Trabajo Técnico (1991). *Libro de Consulta para Evaluación
Ambiental (Volumen I; II y III)*. Washington, D.C. EE.UU.

BIBLIOGRAFÍA VIRTUAL

UNASAM. (2013). *Diseño de Defensas Ribereñas y Obras de Arte EN Hidráulica -*
<http://documents.mx/documents/disenodegaviones-56891bc0b307e.html#>

Parreño Tipian L. *Curso: Tecnología de los materiales*. UNIVERSIDAD ALAS
PERUANAS. <https://es.scribd.com/doc/220319650/Concreto-ciclopeo>

Delgadillo Santander A; Moreno Barrios A. *Hidrología* <http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/adamoreno/HIDRO/MORFOMETR%CDA%20DE%20CUENCAS.pdf>

Instituto Nacional de Defensa Civil. *Capítulo V* <http://bvpad.indeci.gob.pe/doc/pdf/esp/doc1747/doc1747-3.pdf>

Universidad Nacional "Santiago Antúnez de Mayolo UNASAM" Facultad de ingeniería civil. *Curso: Materiales de Construcción* <http://documents.mx/documents/defensas-riberenas-con-gaviones.html#>

https://es.wikipedia.org/wiki/Muro_de_contenci%C3%B3n

<https://es.scribd.com/doc/37731211/Cuenca-Hidrografica-5-clase-7>

Cabrera S. (2008). *Estadística Descriptiva* <https://www.yyy.files.wordpress.com/2008/08/estadisticageneralteoria.pdf>

Marconi L; D'Amelio A. [https://www.academia.edu/10749870/Medidas_de Tendencia Central y de Variabilidad Contenidos](https://www.academia.edu/10749870/Medidas_de_Tendencia_Central_y_de_Variabilidad_Contenidos)

Manuel E. García-Naranjo B. (2011). *XVII Congreso Nacional de Ingeniería Civil Estimación de Caudales Máximos en Cuencas sin Información* <https://es.scribd.com/presentation/323071950/estimacindecaudalesmximos-111016191123-phpapp01>

Guerra Cobián V. H. *Apuntes del Curso "HECRAS"* <http://cdigital.dgb.uanl.mx/la/1020147235/1020147235.PDF>

https://pro.arcgis.com/es/proapp/toolreference/3danalyst/howkrigingworks.htm#ESRI_SECTION1_E112B7FAED26453D8DA4B9AEC3E4E9BF

CAPÍTULO VI

6 ANEXOS

6.1 ANEXO 1 - ESTUDIO HIDROLÓGICO

6.1.1 Parámetros morfológicos de la cuenca.

1. Datos de la Cuenca

2. Area

Area de la cuenca:

$$A = 86340066.467 \text{ m}^2$$

Area de la cuenca:

$$A = 86.340 \text{ km}^2$$

3. Perimetro

Perimetro de la cuenca:

$$P = 43864.176 \text{ m}$$

Perimetro de la cuenca:

$$P = 43.864 \text{ km}$$

4. Forma de la cuenca

4.1 Índice de compacidad o coeficiente de Gravelius (K_c)

$$K_c = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

$$K_c = 0.282 \frac{43.864}{\sqrt{86.340}}$$

Coeficiente de Gravelius

$$K_c = 1.331$$

4.2 Factor de forma adimensional de Horton (F)

Longitud de recorrido del cauce principal: $L_r = 14492.106$ m
 $L_r = 14.492$ km

$$F = \frac{A}{L_r^2}$$

$$F = \frac{86.340}{14.492^2}$$

Factor de forma adimensional de Horton: $F = 0.411$

4.3 Coeficiente de forma (K_f)

Longitud media de la cuenca: $L_{mc} = 8605.350$ m
 $L_{mc} = 8.605$ km

$$B_m = \frac{A}{L_{mc}}$$

$$B_m = \frac{86.340}{8.605}$$

Ancho medio de la cuenca: $B_m = 10.033$ km

$$K_f = \frac{B_m}{L_{mc}}$$

$$K_f = \frac{10.033}{8.605}$$

Coeficiente de forma: $K_f = 1.166$

4.4 Relacion de elongacion (R_e)

$$R_e = 1.128 \frac{A^{0.5}}{L_{mc}}$$

$$R_e = 1.128 \frac{86.340^{0.5}}{8.605}$$

Relacion de elongacion: $R_e = 1.218$

4.5 Relacion de circularidad (R_{ci})

$$R_{ci} = \frac{4\pi A}{P^2}$$

$$R_{ci} = \frac{4\pi 86.340}{43.864^2}$$

$R_{ci} = 0.564$

Rectangulo Equivalente

Lado mayor del rectangulo equivalente: $L = 17.014 \text{ km}$

$$L = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$$

$$L = \frac{1.331\sqrt{86.340}}{1.12} \left(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{1.331} \right)^2} \right)$$

Lado menor del rectangulo equivalente: $I = 5.075 \text{ km}$

$$I = \frac{K\sqrt{A}}{1.12} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K} \right)^2} \right)$$

$$I = \frac{1.331\sqrt{86.340}}{1.12} \left(1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{1.331} \right)^2} \right)$$

Cuadro N°4: Datos para ploteo de rectángulo equivalente

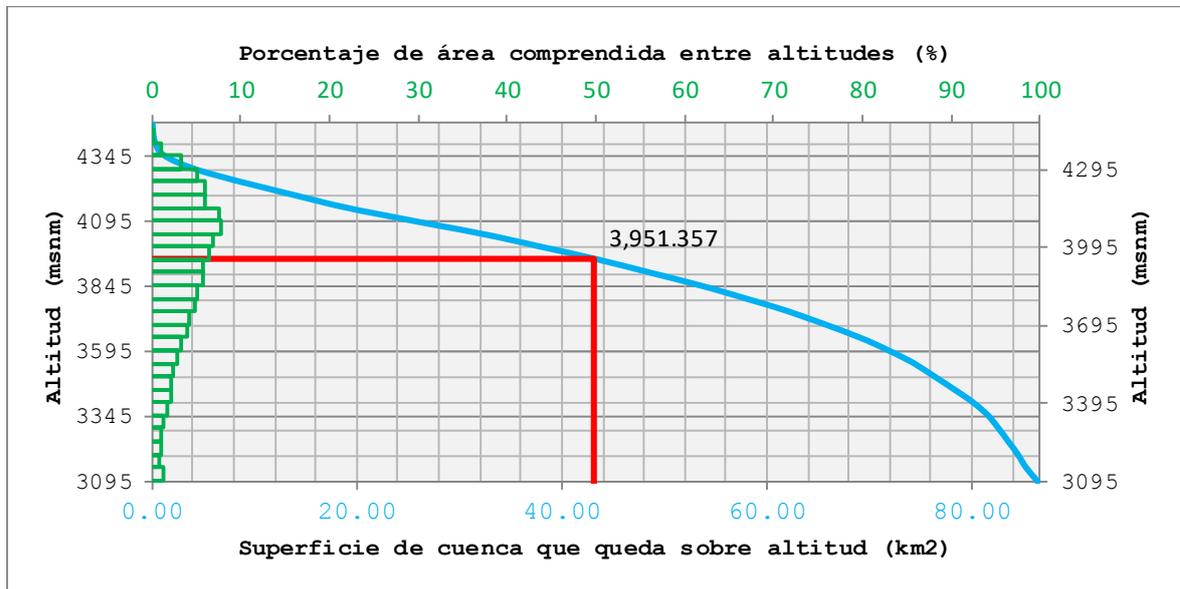
Cota i	Cota f	Area (Ai) Km ²	Longitud (Li) Km	Longitud (Li) m
3095	3100	0.064	0.013	12.649
3100	3150	1.056	0.208	208.186
3150	3200	0.777	0.153	153.212
3200	3250	0.946	0.186	186.469
3250	3300	0.935	0.184	184.259
3300	3350	1.038	0.205	204.560
3350	3400	1.463	0.288	288.292
3400	3450	1.828	0.360	360.163
3450	3500	1.952	0.385	384.611
3500	3550	1.997	0.394	393.548
3550	3600	2.467	0.486	486.192
3600	3650	2.853	0.562	562.150
3650	3700	3.375	0.665	665.005
3700	3750	3.593	0.708	708.098
3750	3800	4.151	0.818	818.052
3800	3850	4.445	0.876	875.840
3850	3900	4.995	0.984	984.403
3900	3950	5.082	1.002	1001.545
3950	4000	5.580	1.100	1099.583

4000	4050	5.886	1.160	1159.803
4050	4100	6.732	1.327	1326.644
4100	4150	6.438	1.269	1268.742
4150	4200	5.171	1.019	1018.978
4200	4250	5.144	1.014	1013.663
4250	4300	4.487	0.884	884.146
4300	4350	2.797	0.551	551.109
4350	4400	0.846	0.167	166.697
4400	4450	0.220	0.043	43.290
4450	4475	0.022	0.004	4.250
		86.340	17.014	17014.140

Cuadro N°5: Datos para ploteo de curva hipsométrica y polígono de frecuencias

Altitud (msnm)	Areas parciales (km)	Areas acumuladas (km)	Areas que quedan sobre altitudes (km)	Porcentaje del total (%)	Porcentaje del total que queda sobre la altitud (%)
3095	0.000	0.000	86.340	0.00%	100.00%
3100	0.064	0.064	86.276	0.07%	99.93%
3150	1.056	1.121	85.219	1.22%	98.70%
3200	0.777	1.898	84.442	0.90%	97.80%
3250	0.946	2.844	83.496	1.10%	96.71%
3300	0.935	3.779	82.561	1.08%	95.62%
3350	1.038	4.818	81.523	1.20%	94.42%
3400	1.463	6.280	80.060	1.69%	92.73%
3450	1.828	8.108	78.232	2.12%	90.61%
3500	1.952	10.060	76.280	2.26%	88.35%
3550	1.997	12.057	74.283	2.31%	86.04%
3600	2.467	14.524	71.816	2.86%	83.18%
3650	2.853	17.377	68.963	3.30%	79.87%
3700	3.375	20.752	65.588	3.91%	75.97%
3750	3.593	24.345	61.995	4.16%	71.80%
3800	4.151	28.496	57.844	4.81%	67.00%
3850	4.445	32.941	53.399	5.15%	61.85%
3900	4.995	37.936	48.404	5.79%	56.06%
3950	5.082	43.019	43.321	5.89%	50.18%
4000	5.580	48.599	37.741	6.46%	43.71%
4050	5.886	54.484	31.856	6.82%	36.90%
4100	6.732	61.216	25.124	7.80%	29.10%
4150	6.438	67.655	18.685	7.46%	21.64%
4200	5.171	72.826	13.514	5.99%	15.65%
4250	5.144	77.970	8.371	5.96%	9.69%
4300	4.487	82.456	3.884	5.20%	4.50%
4350	2.797	85.253	1.087	3.24%	1.26%
4400	0.846	86.099	0.241	0.98%	0.28%
4450	0.220	86.319	0.022	0.25%	0.02%
4475	0.022	86.340	0.000	0.02%	0.00%
86.340				100.00%	

Grafico N°1: Curva hipsométrica, polígono de frecuencias y altitud media



5. Pendiente de la Cuenca

5.1 Criterio de Alvord

Desnivel constante entre las curvas de nivel:

D= 50.000 m

D= 0.050 km

Longitud total de las curvas de nivel dentro de la cuenca:

$L_{cn} = 804482.657$ m

$L_{cn} = 804.483$ km

Area de la cuenca:

A= 86.340 km²

Pendiente de la cuenca:

$$S_{c1} = \frac{(D \times L_{cn})}{A}$$

$$S_{c1} = \frac{(0.50 \times 804.483)}{86.340}$$

S_{c1}= 0.466 km/km

5.2 Criterio de rectangulo equivalente

Desnivel total (cota en la parte mas alta - cota en la estacion de aforo):

D= 1380.000 m

D= 1.380 km

$$S_{c2} = \frac{D}{L}$$

$$S_{c2} = \frac{1.380}{17.014}$$

S_{c2}= 0.081 km/km

6 Pendiente del cauce

6.1 Metodo de la pendiente uniforme

Cota del punto mas alto del cauce:

Cota1= 4141.000 m

Cota del punto mas bajo del cauce:

Cota2= 3095.000 m

Diferencia de cotas entre los extremos:

H= 1046.000 m

H= 1.046 km

Longitud del cauce mas largo:

L_p= 14.492 km

Pendiente media del cauce principal:

$$S_{p1} = \frac{H}{L_p}$$

$$S_{p1} = \frac{1.046}{14.494}$$

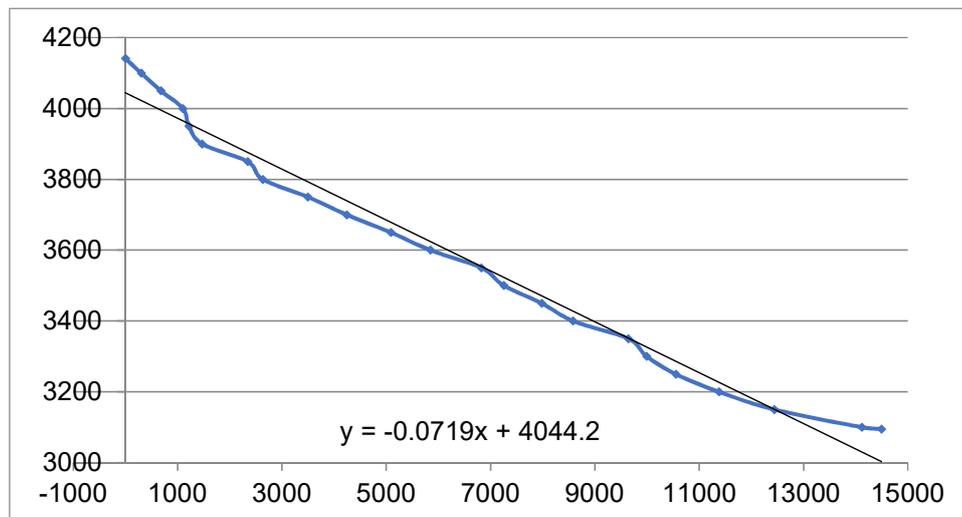
S_{p1}= 0.072 km/km

6.2 Metodo de la compensacion de areas

Cuadro N°6: Datos para ploteo de pendiente de cauce

Tramo	Distancia (m)	Distancia acumulada (m)	Cota (msnm)
		0.000	4141.000
1	302.712	302.712	4100.000
2	376.926	679.638	4050.000
3	422.918	1102.556	4000.000
4	115.097	1217.653	3950.000
5	251.614	1469.267	3900.000
6	873.072	2342.339	3850.000
7	293.366	2635.704	3800.000
8	864.411	3500.115	3750.000
9	744.167	4244.283	3700.000
10	844.888	5089.171	3650.000
11	756.346	5845.517	3600.000
12	978.818	6824.335	3550.000
13	430.819	7255.153	3500.000
14	724.875	7980.028	3450.000
15	602.552	8582.581	3400.000
16	1061.385	9643.966	3350.000
17	351.207	9995.173	3300.000
18	556.287	10551.460	3250.000
19	829.088	11380.548	3200.000
20	1062.666	12443.214	3150.000
21	1674.748	14117.962	3100.000
22	374.143	14492.106	3095.000

Gráfico N°2: Pendiente del cauce principal



Pendiente media del cauce principal:

$S_{p2} = 0.072 \text{ m/m}$

6.3 Metodo de Taylor y Schwarz

Cuadro N°7: Procesamiento de datos para el cálculo de pendiente según Taylor y Schwartz.

Tramo	Distancia L (m)	Pendiente S (m/m)	$S^{1/2}$	$L/S^{1/2}$
1	302.712	0.135	0.368	822.531
2	376.926	0.133	0.364	1034.901
3	422.918	0.118	0.344	1229.982
4	115.097	0.434	0.659	174.628
5	251.614	0.199	0.446	564.441
6	873.072	0.057	0.239	3648.293
7	293.366	0.170	0.413	710.606
8	864.411	0.058	0.241	3594.141
9	744.167	0.067	0.259	2870.919
10	844.888	0.059	0.243	3473.074
11	756.346	0.066	0.257	2941.683
12	978.818	0.051	0.226	4330.795
13	430.819	0.116	0.341	1264.611
14	724.875	0.069	0.263	2760.003
15	602.552	0.083	0.288	2091.737
16	1061.385	0.047	0.217	4890.177
17	351.207	0.142	0.377	930.807
18	556.287	0.090	0.300	1855.512
19	829.088	0.060	0.246	3376.103
20	1062.666	0.047	0.217	4899.034
21	1674.748	0.030	0.173	9692.576
22	374.143	0.013	0.116	3236.471
	14492.106			60393.026

Pendiente media del cauce principal:

$$S_{p3} = 0.058 \text{ m/m}$$

Cuadro N°8: Resumen de Pendiente de Cauce (Criterios Adoptados)

Resumen de la pendiente del cauce (criterio adoptado)			
	Criterio		
Criterio de la Pendiente Uniforme:	si	$S_{p1} =$	0.072 km/km
Criterio de Compensacion de Areas:	si	$S_{p2} =$	0.072 km/km
Criterio de Taylor y Schwarz	si	$S_{p3} =$	0.058 km/km
Pendiente media del cauce principal:		$S_p =$	0.067 km/km

7. Características de la red de drenaje

7.1. Densidad de drenaje

Sumatoria de las longitudes de los cauces:

$$\sum L_c = 95282.720 \text{ m}$$

$$\sum L_c = 95.283 \text{ km}$$

$$D_d = \frac{\sum L_c}{A}$$

$$D_d = \frac{95.277}{86.340}$$

Densidad de drenaje:

$$D_d = 1.104 \text{ km/km}^2$$

7.2. Extension media del escurrimiento

$$E_m = \frac{1}{4D_d}$$

$$E_m = \frac{1}{4 \times 1.104}$$

Extension media del escurrimiento:

$$E_m = 0.227 \text{ km}$$

Lámina N°2: Cuenca de Estudio – Lucre

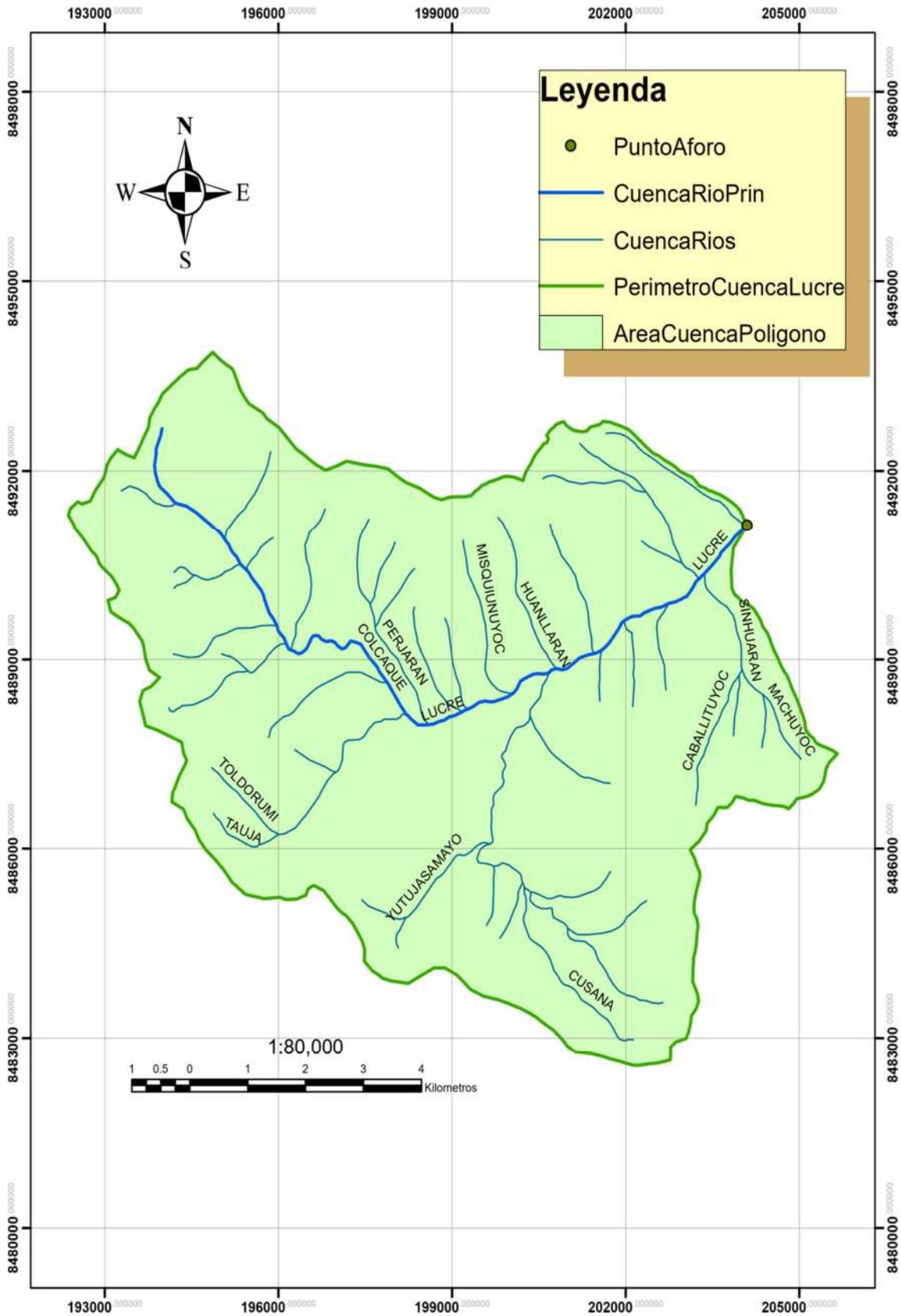
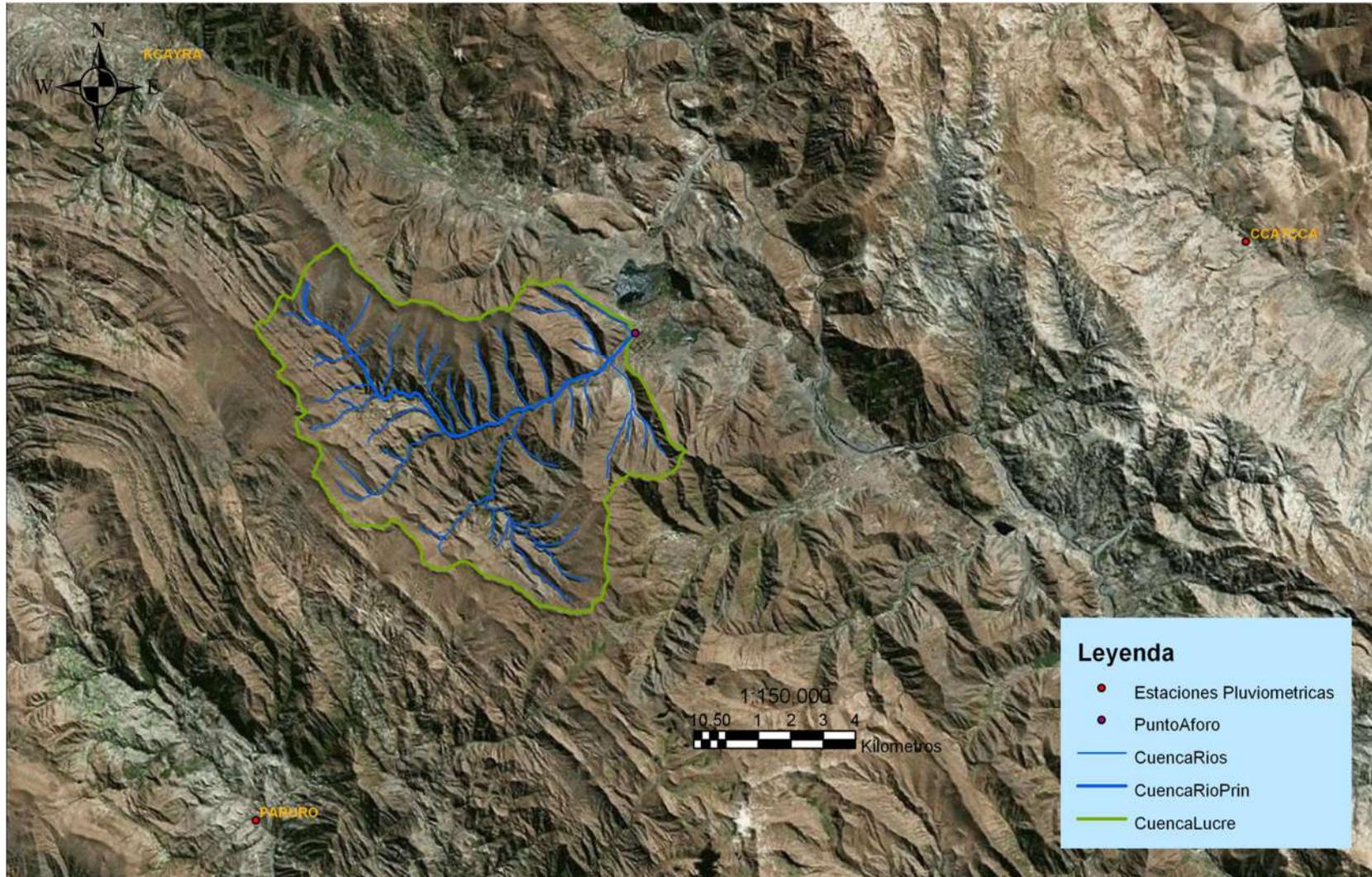


Lámina N°3: Referencia de las Estaciones Pluviométrica



6.1.2 Análisis exploratorio de datos

Cuadro N°9: Registro de precipitación máxima en 24 horas (mm) estación pluviométrica de Kayra

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1931	42.3	24.1	43.3	3.5	3.4	0.9	0.0	0.2	7.5	5.4	39.0	26.5
1932	24.0	25.1	33.3	12.9	4.1	0.0	1.1	0.0	7.0	19.4	6.6	15.0
1933	19.0	24.0	25.6	9.0	2.4	6.6	1.0	2.4	12.0	38.5	13.0	20.3
1934	26.6	17.1	14.4	4.9	1.0	0.1	0.0	1.6	4.0	13.7	18.5	16.3
1935	20.0	11.7	21.6	23.0	2.5	3.0	1.8	0.0	6.9	14.8	30.6	23.0
1936	24.4	12.2	11.4	7.5	1.4	1.6	3.7	5.2	22.0	13.3	5.1	35.4
1937	13.1	18.8	7.0	5.1	0.0	1.6	0.0	0.0	2.0	7.3	2.6	6.0
1938	6.6	5.2	5.0	4.4	4.9	5.1	1.2	0.7	12.4	10.6	11.9	8.9
1939	19.5	8.3	11.8	16.3	3.5	0.0	2.0	6.4	19.0	7.0	7.6	11.7
1940	36.0	11.1	18.4	13.2	2.4	6.0	0.6	0.7	12.0	11.2	10.1	25.4
1941	21.5	27.5	9.1	10.1	5.7	4.8	1.0	2.0	15.5	17.5	36.1	13.0
1942	23.4	38.0	14.0	13.0	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	10.0	15.5
1943	7.5	19.0	8.2	10.0	3.0	9.0	1.1	21.5	22.0	12.0	14.0	47.0
1944	21.5		18.5	4.0	8.0	1.2	0.0	2.0	8.4	17.0	17.0	26.0
1945	28.5	26.3	33.5	21.0	1.5	0.0	0.0	3.1	8.5	31.5	37.3	21.5
1946	13.1	37.1	19.5	5.1	4.0	5.0	5.5					
1947	25.8	16.5	9.5	12.9	10.4	4.6	0.0	0.0	1.0	9.0	14.5	11.0
1948	29.5	33.3	18.0									
1949		21.3										
1964		23.0	11.0	10.0	5.9	0.0	0.0	0.0	0.0	12.6	0.0	16.3
1965	16.3	21.6	19.9	31.4	5.1	0.0	0.2	1.0	12.3	8.1	8.5	24.8
1966	20.1	38.0	19.0	8.4	10.6	0.0	0.0	1.0	9.4	9.9	11.2	11.8
1967	17.3	42.1	15.6	8.2	0.6	0.6	7.2	9.0	10.5	17.4	12.9	13.9
1968	24.6	18.9	21.6	9.1	2.0	5.3	20.9	2.7	5.0	15.2	17.9	8.7
1969	25.1	23.1	17.0	9.0	1.7	1.8	7.2	3.3	8.8	17.9	17.5	12.9
1970	44.8	17.9	17.9	13.6	0.8	0.9	1.7	1.3	19.3	10.7	10.7	32.0
1971	27.3	23.3	14.7	10.0	0.8	0.1	0.0	1.9	3.0	13.2	9.0	36.1
1972	36.6	29.0	10.5	7.0	2.0	0.0	4.6	7.1	6.7	2.2	8.2	19.2
1973	28.4	24.2	18.6	24.0	4.5	0.0	5.9	7.2	3.2	12.8	15.5	15.2
1974	12.6	17.6	20.2	11.2	3.4	5.3	1.0	9.4	4.6	22.8	12.3	22.0
1975	24.6	15.4	18.1	15.9	6.0	0.4	0.3	0.4	25.0	13.0	14.4	16.9
1976	13.4	15.8	20.0	12.7	5.9	5.2	0.5	1.0	7.6	16.2	12.8	18.8
1977	33.9	20.3	22.0	16.0	7.1	0.0	2.2	0.0	10.7	19.1	16.5	18.3
1978	27.2	16.4	21.1	20.2	7.1	0.0	3.4	0.0	6.0	7.4	21.4	19.3
1979	20.0	39.0	12.8	15.1	3.9	0.0	0.9	4.3	10.5	8.2	17.1	12.7
1980	23.9	38.2	27.1	10.4	3.7	0.0	5.1	0.4	4.8	11.0	9.6	19.5
1981	28.6	10.4	15.8	22.4	1.8	3.9	0.0	4.0	7.6	40.2	25.2	19.1
1982	27.4	16.0	29.6	17.1	0.0	5.0	3.4	1.4	3.2	13.4	21.4	18.0
1983	17.4	21.4	13.1	7.5	2.8	2.6	0.5	0.5	4.4	8.2	10.5	20.7
1984	36.5	19.4	14.3	25.9	0.0	0.9	1.0	7.0	2.1	18.6	9.6	31.4
1985	18.1	31.2	24.6	5.0	6.2	4.8	0.9	0.0	13.0	13.1	13.6	20.1

1986	12.5	26.2	14.5	20.8	2.8	0.0	1.8	2.6	3.4	8.0	18.0	27.5
1987	42.1	11.2	19.9	4.4	1.0	0.8	4.6	0.0	4.1	4.9	18.0	20.4
1988	28.4	14.3	35.2	23.8	1.8	0.0	0.0	0.0	7.7	20.2	18.4	25.2
1989	21.2	41.9	15.5	16.3	3.6	6.1	0.0	3.8	16.0		14.0	24.1
1990	26.5	20.3	11.3	8.9	3.6	9.3	0.0	3.6	5.3	14.0	14.5	19.5
1991	25.5	37.6	37.1	14.2	4.8	2.7	1.5	0.0	12.8	13.4	17.5	25.2
1992	13.9	18.8	21.2	6.8	0.0	19.1	0.0	14.0	5.2	16.2	22.6	15.4
1993	48.5	17.4	24.2	2.9	0.9	0.0	1.5	5.3	6.9	14.6	15.6	44.1
1994	39.6	30.0	20.4	12.3	8.6	0.0	0.0	0.0	10.5	17.4	7.1	28.3
1995	23.2	18.5	14.3	6.8	0.0	0.0	0.4	1.2	19.8	8.3	34.6	20.7
1996	24.6	17.3	31.3	7.4	6.0	0.0	0.0	3.0	8.3	11.6	10.5	23.8
1997	20.1	18.2	24.9	9.5	4.1	0.0	0.0	3.5	5.1	12.9	47.0	30.0
1998	35.9	23.1	4.9	11.7	1.0	1.9	0.0	1.5	3.3	11.1	18.9	14.1
1999	12.7	14.9	17.0	13.6	1.3	3.2	1.0	0.0	10.9	7.2	19.3	16.4
2000	25.5	24.9	22.6	5.7	0.8	4.5	1.5	2.4	4.9	9.5	17.3	11.4
2001	15.6	31.0	21.4	10.6	4.3	0.0	9.9	3.6	5.4	15.9	23.1	11.6
2002	21.2	25.1	13.5	8.1	5.7	1.0	6.9	2.4	2.6	15.2	26.7	23.5
2003	24.6	24.0	18.0	39.1	1.0	6.4	0.0	10.8	1.7	10.2	7.0	23.4
2004	24.5	30.8	12.6	6.4	1.4	12.6	8.0	4.9	7.3	14.7	11.0	25.2
2005	23.0	13.2	27.8	23.2	2.0	0.4	1.2	2.2	2.1	13.6	11.7	17.2
2006	37.3	51.6	26.4	30.2	0.2	4.0	0.0	5.4	4.1	15.0	12.6	15.3
2007	26.7	13.7	19.7	32.9	3.4	0.0	3.0	0.0	1.0			16.9
2008	25.6	27.9	11.2	5.6	2.8	1.0	0.0	2.0	8.3	11.2	24.5	16.4
2009	27.8	17.8	23.6	5.9	2.5	0.0	1.8	0.4	7.6	2.2	24.1	11.9
2010	41.2	25.7	25.7	5.1	1.3	0.0	1.4	2.6	3.0	18.6	10.9	35.9
2011	22.6	22.0	25.0	15.6	1.7	3.2	3.0	0.0	9.6	18.9	29.8	14.6
2012	14.8	47.0	8.1	28.4	3.4	1.2	0.0	0.1	10.3	9.2	30.7	
2013	23.2											

Cuadro N°10: Cuadro de datos estación Kayra – ordenado en forma ascendente

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9
0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1.1	1.1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3
1.3	1.3	1.4	1.4	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.6
1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	1.9	1.9	2	2
2	2	2	2	2	2	2.1	2.1	2.2	2.2	2.2	2.2	2.4	2.4
2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8
2.8	2.9	3	3	3	3	3	3	3	3.1	3.2	3.2	3.2	3.2
3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6
3.6	3.6	3.7	3.7	3.8	3.9	3.9	4	4	4	4	4	4.1	4.1
4.1	4.1	4.3	4.3	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.6	4.6	4.6	4.6	4.8
4.8	4.8	4.8	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	5	5	5	5	5
5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.2	5.2	5.2	5.2	5.3	5.3
5.3	5.3	5.4	5.4	5.4	5.5	5.6	5.7	5.7	5.7	5.9	5.9	5.9	5.9
6	6	6	6	6	6	6.1	6.2	6.2	6.4	6.4	6.4	6.6	6.6
6.6	6.7	6.8	6.8	6.9	6.9	6.9	7	7	7	7	7	7	7.1
7.1	7.1	7.1	7.2	7.2	7.2	7.2	7.3	7.3	7.4	7.4	7.5	7.5	7.5
7.5	7.6	7.6	7.6	7.6	7.7	8	8	8	8.1	8.1	8.1	8.2	8.2
8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	8.3	8.3	8.4	8.4	8.5	8.5	8.6	8.7	8.8
8.9	8.9	9	9	9	9	9	9	9.1	9.1	9.2	9.3	9.4	9.4
9.5	9.5	9.5	9.6	9.6	9.6	9.9	9.9	10	10	10	10	10.1	10.1
10.2	10.3	10.4	10.4	10.4	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.6	10.6	10.6
10.7	10.7	10.7	10.8	10.9	10.9	11	11	11	11	11.1	11.1	11.2	11.2
11.2	11.2	11.2	11.2	11.3	11.4	11.4	11.6	11.6	11.7	11.7	11.7	11.7	11.8
11.8	11.9	11.9	12	12	12	12.2	12.3	12.3	12.3	12.4	12.6	12.6	12.6
12.6	12.7	12.7	12.8	12.8	12.8	12.8	12.9	12.9	12.9	12.9	12.9	13	13
13	13	13	13.1	13.1	13.1	13.1	13.2	13.2	13.2	13.3	13.4	13.4	13.5
13.6	13.6	13.6	13.6	13.7	13.7	13.9	14	14	14	14	14	14.1	14.2
14.3	14.3	14.3	14.4	14.4	14.5	14.5	14.5	14.6	14.6	14.7	14.7	14.8	14.9
15	15	15.1	15.2	15.2	15.2	15.3	15.4	15.4	15.5	15.5	15.5	15.5	15.6
15.6	15.6	15.8	15.8	15.9	15.9	16	16	16	16.2	16.2	16.3	16.3	16.3
16.3	16.3	16.4	16.4	16.4	16.5	16.5	16.9	16.9	17	17	17	17	17.1
17.1	17.1	17.2	17.3	17.3	17.3	17.4	17.4	17.4	17.5	17.5	17.5	17.6	17.8
17.9	17.9	17.9	17.9	18	18	18	18	18	18.1	18.2	18.3	18.4	18.4
18.5	18.5	18.5	18.6	18.6	18.6	18.8	18.8	18.8	18.9	18.9	18.9	19	19
19	19	19.1	19.1	19.1	19.2	19.3	19.3	19.3	19.4	19.4	19.5	19.5	19.5

19.5	19.7	19.8	19.9	19.9	20	20	20.1	20.1	20.2	20.2	20.2	20.3	20.3
20.3	20.4	20.4	20.7	20.7	20.8	20.9	21	21.1	21.2	21.3	21.4	21.4	21.4
21.4	21.5	21.5	21.5	21.5	21.6	21.6	21.6	22	22	22	22	22	22.4
22.6	22.6	22.8	23	23	23	23.1	23.1	23.1	23.2	23.3	23.4	23.4	23.5
23.6	23.8	23.8	24	24	24	24	24.1	24.1	24.1	24.2	24.2	24.4	24.5
24.6	24.6	24.8	24.9	24.9	25	25	25.1	25.1	25.1	25.2	25.2	25.2	25.2
25.4	25.6	25.7	25.7	25.8	25.9	26	26.2	26.3	26.4	26.5	26.6	26.7	27.1
27.3	27.5	27.5	27.8	27.9	28.3	28.4	28.5	29	29.5	29.6	29.8	30	30
30.2	30.6	30.7	30.8	31	31.2	31.3	31.4	31.4	31.5	32	32.9	33.3	33.3
33.5	34.6	35.2	35.4	35.9	36	36.1	36.1	37.1	37.1	37.3	37.6	38	38
38.2	38.5	39	39	39.1	40.2	41.9	42.1	42.3	43.3	44.1	44.8	47	47
47	51.6												

Valor minimo de los datos: $X_{\min} = 0.00$

Valor maximo de los datos: $X_{\max} = 51.60$

Numero de datos de la muestra: $N = 744.00$

2. Rango R correspondiente a la muestra.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

$$R = 51.60 - 0.00$$

$$R = 51.60$$

3. Numero de intervalos de clase.

Según Maximo Villon el numero de intervalo de clase puede estar entre 6 y 25.

Se calcula utilizando la ecuacion de Sturges.

$$K = 1.33 \ln(N) + 1$$

$$K = 1.33 \ln(744) + 1$$

Numero de intervalos de clase: $K = 9.79$

Numero de intervalos de clase: $K = 10.00$

Nota: Villon tambien recomienda las siguientes relaciones:

Si: $N < 30 \rightarrow K < 5$

Si: $N < 30 < 75 \rightarrow 8 \leq K \leq 10$

Si: $N > 75 \rightarrow 10 < K \leq 30$

4. Amplitud de cada intervalo de clase

Se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$\Delta X = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K - 1}$$

$$\Delta X = \frac{51.60 - 0}{10 - 1}$$

Amplitud de cada intervalo de clase: $\Delta X = 5.73$

Cuadro N°11: Distribución de Frecuencias – Estación Kayra

K	Intervalo de clase			Marca de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa acumulada	Funcion de densidad empirica
(1)	(2)			(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	LI	-	LS						
1	0.00	-	5.73	2.87	276	0.37	276	0.37	4.81
2	5.73	-	11.47	8.60	137	0.18	413	0.56	2.39
3	11.47	-	17.20	14.33	122	0.16	535	0.72	2.13
4	17.20	-	22.93	20.07	98	0.13	633	0.85	1.71
5	22.93	-	28.67	25.80	61	0.08	694	0.93	1.06
6	28.67	-	34.40	31.53	21	0.03	715	0.96	0.37
7	34.40	-	40.13	37.27	18	0.02	733	0.99	0.31
8	40.13	-	45.87	43.00	7	0.01	740	0.99	0.12
9	45.87	-	51.60	48.73	4	0.01	744	1.00	0.07
10	51.60	-	57.33	54.47	0	0.00	744	1.00	0.00
$\Sigma =$					744	1.00			

Gráfico N°3: Histograma de Frecuencias Absolutas – Estación Kayra

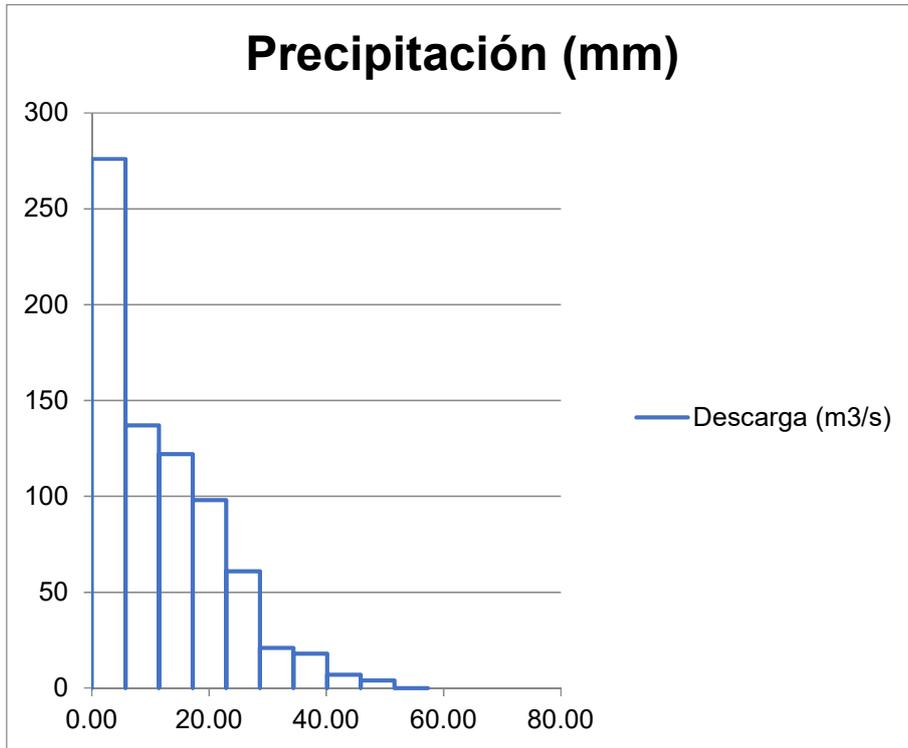


Gráfico N°4: Polígono de Frecuencias (fi) – Estación Kayra

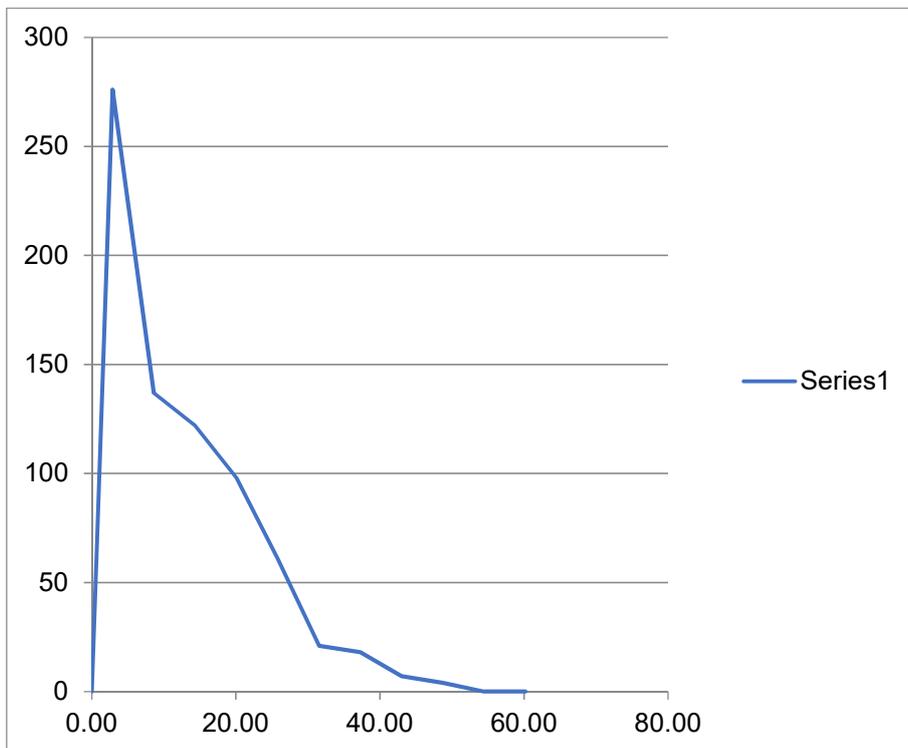


Gráfico N°5: Ojiva Fi – Estación Kayra

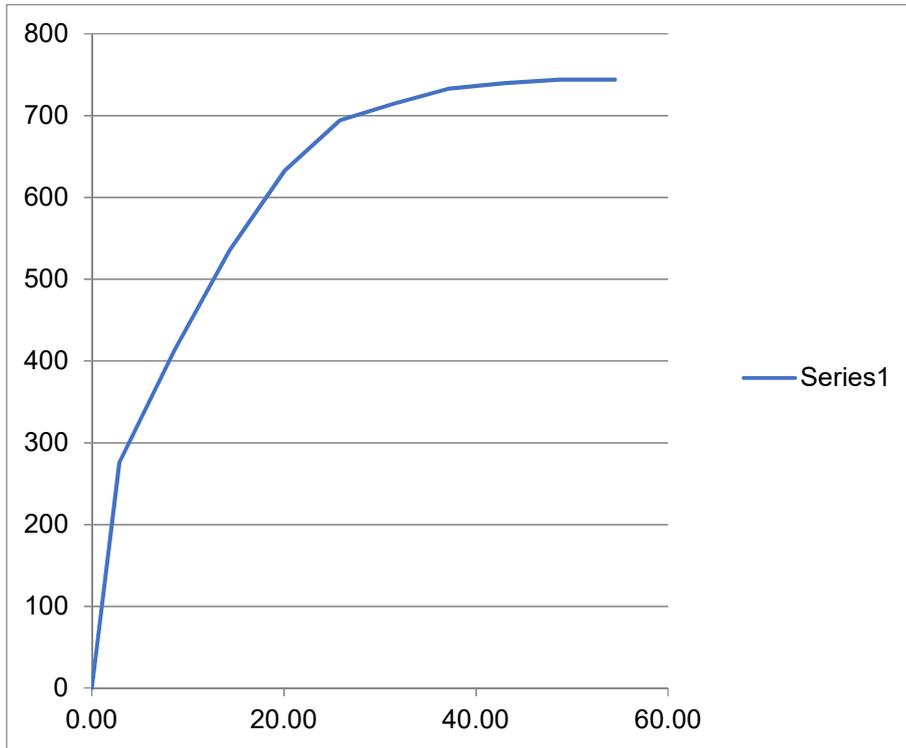


Gráfico N°6: Histograma de Frecuencia Relativas – Estación Kayra

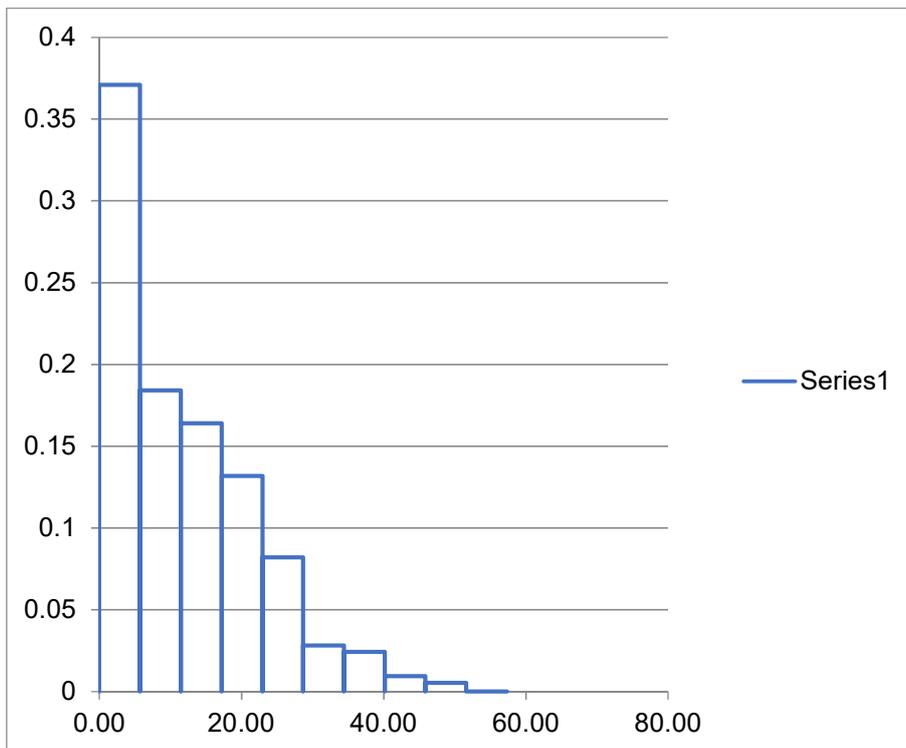


Gráfico N°7: Polígono de Frecuencias (fr) – Estación Kayra

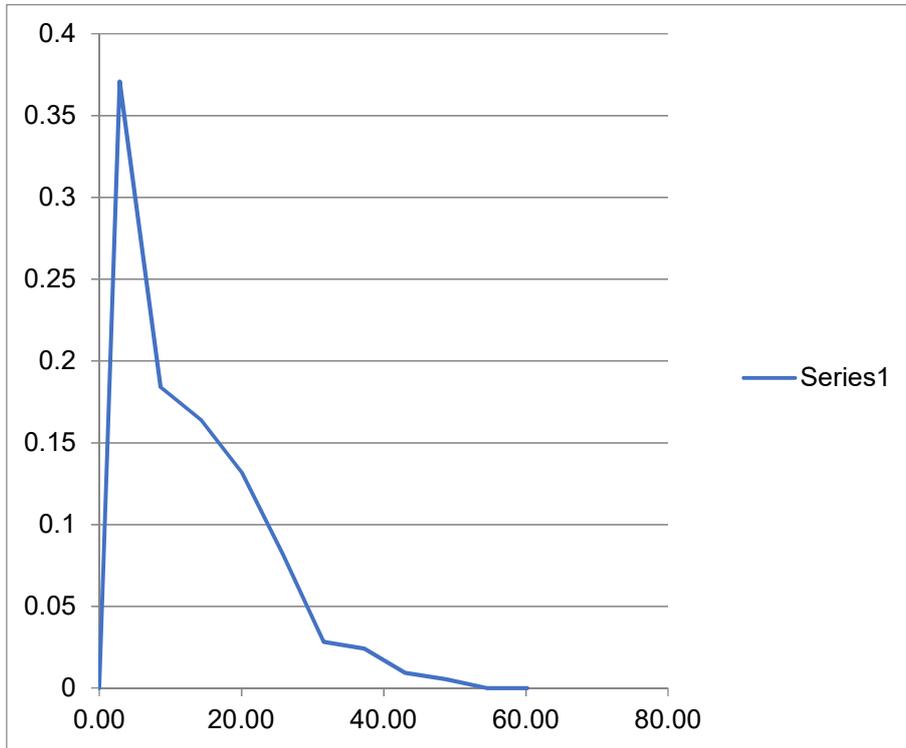


Gráfico N°8: Ojiva Fr – Estación Kayra

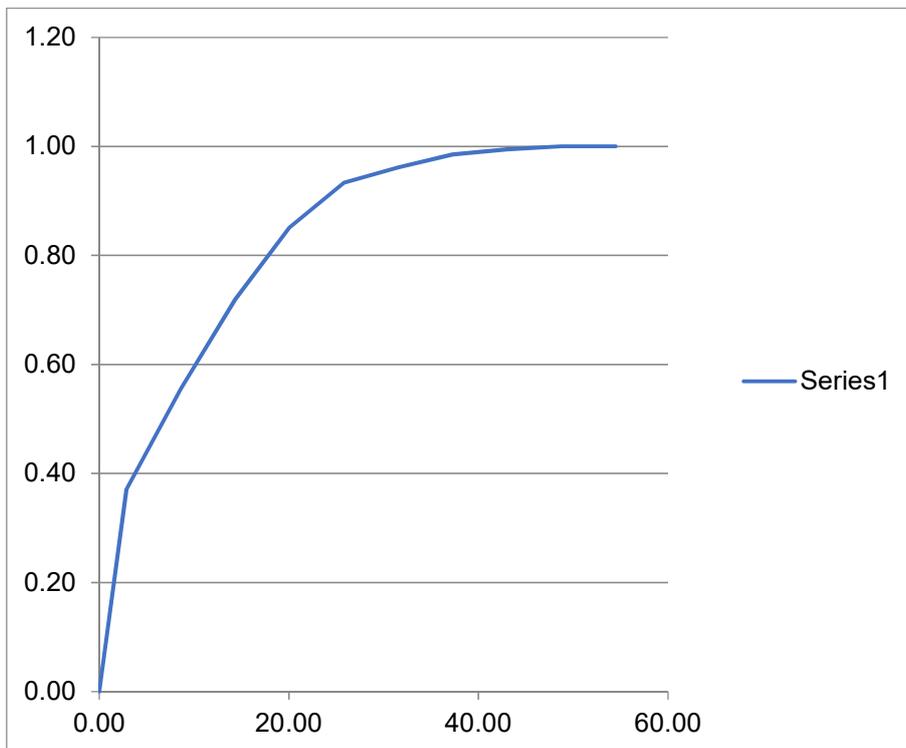
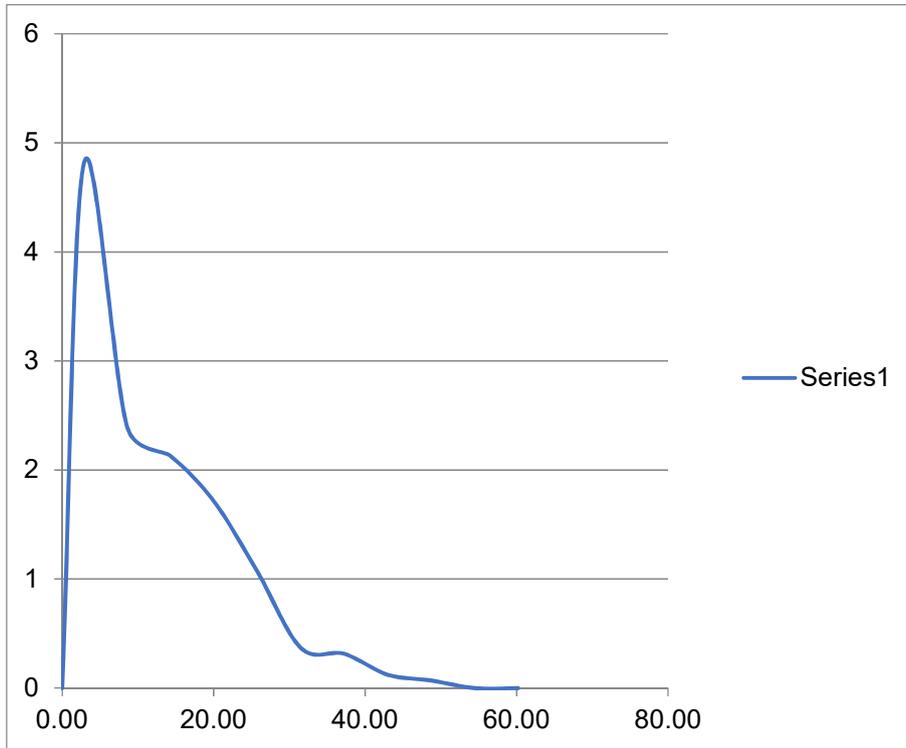


Gráfico N°9: Función de Densidad Empírica – Estación Kayra



Cuadro N°12: Registro de precipitación máxima en 24 horas (mm) estación pluviométrica de Ccatcca

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1964	17.0	22.0	25.0	18.0	4.0	0.0	0.0	2.0	21.0	15.0	10.0	10.5
1965	11.0		21.0	10.0		0.0	0.0	0.0	5.0	11.0	11.7	15.2
1966	16.5	27.0	11.0	11.0	14.0	0.0	0.0	6.0	14.5	14.0	19.0	8.5
1967	11.0	14.0	16.0	11.0	10.0	0.0	8.5	4.6	4.0	13.0	10.0	19.0
1968	16.0	17.0	13.0	18.0	0.0	0.0	0.5	5.0	2.0	11.0	12.0	11.0
1969	19.0	36.0	16.5	4.0	0.0	2.0	10.0	2.0	9.0	6.0	8.5	24.5
1970	23.0	16.5	13.0	16.0	5.5	4.0	1.0	0.0	13.0	10.0	14.0	21.5
1971	14.5	18.0	11.5	24.0	0.5	2.5	0.0	0.0	2.0	10.3	22.3	9.0
1972	19.3	9.0	12.0	9.0	7.3	0.0	8.8	8.4	4.2	3.2	8.2	28.8
1973	28.8	27.0	19.0	16.0	5.8	3.8	3.8	4.8	5.2	15.2	12.0	16.4
1974	20.0	27.8	16.2	12.0	1.4	5.8	0.0	13.4	9.8	14.4	5.4	23.0
1975	20.4	38.6	21.4	9.2	6.6	2.4	1.0	5.2	29.0	3.8	13.8	15.8
1976	12.4	22.8	25.0	13.0	8.0	3.0	6.8	0.0	8.8	0.0	7.8	10.2
1977	24.4	31.8	16.6	24.2	4.8	0.0	3.8	0.0	14.8	11.4	19.2	10.2
1978	15.0	13.8	16.0	15.0	6.0	0.0	0.0	0.0	4.8	5.0	13.2	20.2
1979	17.4	33.0	32.0	8.2	2.0	0.0	0.0	6.0	5.8	10.2	24.8	22.8
1980	22.4	33.0	11.4	20.0	0.0	0.0	0.0	2.2	7.8	16.2	18.4	15.4
1981	31.0	26.6	34.0	21.0	4.8	0.0	0.0	5.2	1.4	25.0	35.8	17.0
1982	20.0	18.0	41.0	10.2	0.0	1.0	2.8	3.4	12.0	17.4	13.0	19.0
1983	14.6	26.0	7.8	4.0	5.6	0.0						
1986		19.2	16.0	9.9	2.5	0.0	4.0	1.2	5.4	13.4	10.3	15.8
1987	38.0	19.0	14.8	8.5	5.8	3.0	13.0	0.0	0.0	12.0	15.4	11.5
1988	11.7	15.2	25.2	17.9	5.8	0.0	0.0	0.0	7.8	13.1	9.8	16.6
1989	43.2	17.9	19.4	21.0	8.5	6.7	0.0	3.6	10.4	11.0	11.6	14.5
1990	13.6	13.2	9.4	9.3	1.3	11.8	0.0	3.7	1.3	8.4		21.3
1991	11.6	27.2	18.9	10.2	2.2	13.4	0.0	0.0	9.0	7.9	20.5	20.3
1992	33.6	12.6	10.0	7.5	3.7	20.3	0.0	13.0	0.0	14.2	20.2	11.0
1993	26.5	17.6	19.5	6.3	2.3	2.1	0.0	28.1	3.8	7.0	17.9	29.5
1994	16.0	42.1	16.4	6.7	8.2	0.0	0.0	1.3	7.2	13.6	12.0	27.3
1995	19.9	16.9	27.5	25.8	8.6	0.0	0.0	0.0	5.8	4.4	19.3	14.4
1996	20.2	17.7	9.7	9.4	1.2	0.0	0.0	10.7	6.4	13.8	11.0	20.9
1997	16.8	23.7	25.0	6.1	5.1	0.0	0.0	4.0	4.2	14.8	15.8	12.5
1998	20.2	34.0	10.6	6.2	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	7.1	17.0	23.5
1999	15.6	14.8	18.3	9.2	0.0	0.0	1.7	0.0	7.9	6.2	7.7	14.1
2000	26.6	15.0	32.8	10.4	2.0	1.8	5.3	5.3	15.5	11.1	11.0	15.3
2001	24.5	27.2	28.5	31.7	8.2	0.0	7.4	8.9	4.8	31.8	15.3	18.9
2002	13.6	20.0	21.0	11.4	6.7	7.0	5.0	4.2	6.6	33.7	20.7	25.0
2003	17.3	26.0	34.0	9.5	4.5	9.2	2.5	8.8	2.3	4.5	5.3	18.8

2004	40.2	16.9	26.7	15.0	8.4	8.4						
2005					2.8	0.0	1.5	5.6	5.5	7.7	11.5	20.0
2006	68.3	14.0	22.0	14.8	0.4	2.1	0.0	8.8	3.5	17.0	16.5	18.1
2007	19.1	13.8	12.6	9.7	5.2	0.0	3.0	1.9	2.5	14.7	8.3	11.8
2008	24.1	34.1	10.4	4.4	5.0	6.2	0.0	7.0	5.3	14.2	19.4	33.5
2009	29.2	22.2	20.0	9.1	1.2	0.0	5.1	4.0	16.7	4.5	19.2	23.4
2010	28.3	16.0	23.3	3.9	0.0	1.7	4.8	4.7	3.6	13.5	7.7	24.9
2011	27.7	36.8	18.5	12.0	5.0	2.5	5.6	1.2	9.8	10.6	8.7	32.8
2012	18.2	26.0	10.0	5.5	10.2	4.1	2.3	3.0	7.2	9.6	19.6	31.6
2013	28.5	25.8	30.3	11.0								

Cuadro N°13: Cuadro de datos de estación Ccatcca ordenado en forma ascendente

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0.5
0.5	1	1	1	1.2	1.2	1.2	1.2	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.5
1.7	1.7	1.8	1.9	2	2	2	2	2	2	2	2.1	2.1	2.2
2.2	2.3	2.3	2.3	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.8	2.8	3	3
3	3	3.2	3.4	3.5	3.6	3.6	3.7	3.7	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
3.9	4	4	4	4	4	4	4	4	4.1	4.2	4.2	4.2	4.4
4.4	4.5	4.5	4.5	4.6	4.7	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	5	5
5	5	5	5	5.1	5.1	5.2	5.2	5.2	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3
5.4	5.4	5.5	5.5	5.5	5.6	5.6	5.6	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
6	6	6	6	6	6.1	6.2	6.2	6.2	6.3	6.4	6.6	6.6	6.7
6.7	6.7	6.8	7	7	7	7.1	7.2	7.2	7.3	7.4	7.5	7.7	7.7
7.7	7.8	7.8	7.8	7.8	7.9	7.9	8	8.2	8.2	8.2	8.2	8.3	8.4
8.4	8.4	8.4	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.6	8.7	8.8	8.8	8.8	8.8
8.9	9	9	9	9	9	9.1	9.2	9.2	9.2	9.3	9.4	9.4	9.5
9.6	9.7	9.7	9.8	9.8	9.8	9.9	10	10	10	10	10	10	10
10	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.2	10.3	10.3	10.4	10.4	10.4	10.5	10.6
10.6	10.7	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
11	11.1	11.4	11.4	11.4	11.5	11.5	11.5	11.6	11.6	11.7	11.7	11.8	11.8
12	12	12	12	12	12	12	12	12.4	12.5	12.6	12.6	13	13
13	13	13	13	13	13	13.1	13.2	13.2	13.4	13.4	13.4	13.5	13.6
13.6	13.6	13.8	13.8	13.8	13.8	14	14	14	14	14	14.1	14.2	14.2
14.4	14.4	14.5	14.5	14.5	14.6	14.7	14.8	14.8	14.8	14.8	14.8	15	15
15	15	15	15.2	15.2	15.2	15.3	15.3	15.4	15.4	15.5	15.6	15.8	15.8
15.8	16	16	16	16	16	16	16	16	16.2	16.2	16.4	16.4	16.5
16.5	16.5	16.5	16.6	16.6	16.7	16.8	16.9	16.9	17	17	17	17	17
17.3	17.4	17.4	17.6	17.7	17.9	17.9	17.9	18	18	18	18	18.1	18.2
18.3	18.4	18.5	18.8	18.9	18.9	19	19	19	19	19	19	19.1	19.2
19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.5	19.6	19.9	20	20	20	20	20
20	20.2	20.2	20.2	20.2	20.3	20.3	20.4	20.5	20.7	20.9	21	21	21
21	21	21.3	21.4	21.5	22	22	22.2	22.3	22.4	22.8	22.8	23	23
23.3	23.4	23.5	23.7	24	24.1	24.2	24.4	24.5	24.5	24.8	24.9	25	25
25	25	25	25.2	25.8	25.8	26	26	26	26.5	26.6	26.6	26.7	27
27	27.2	27.2	27.3	27.5	27.7	27.8	28.1	28.3	28.5	28.5	28.8	28.8	29
29.2	29.5	30.3	31	31.6	31.7	31.8	31.8	32	32.8	32.8	33	33	33.5
33.6	33.7	34	34	34	34.1	35.8	36	36.8	38	38.6	40.2	41	42.1
43.2	68.3												

Valor minimo de los datos: $X_{\min} = 0.00$

Valor maximo de los datos: $X_{\max} = 68.30$

Numero de datos de la muestra: $N = 548.00$

2. Rango R correspondiente a la muestra.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

$$R = 68.30 - 0.00$$

$$R = 68.30$$

3. Numero de intervalos de clase.

Según Maximo Villon el numero de intervalo de clase puede estar entre 6 y 25.

Se calcula utilizando la ecuacion de Sturges.

$$K = 1.33 \ln(N) + 1$$

$$K = 1.33 \ln(548) + 1$$

Numero de intervalos de clase: $K = 9.39$

Numero de intervalos de clase: $K = 9.00$

Nota: Villon tambien recomienda las siguientes relaciones:

Si: $N < 30 \rightarrow K < 5$

Si: $30 < N < 75 \rightarrow 8 \leq K \leq 10$

Si: $N > 75 \rightarrow 10 < K \leq 30$

4. Amplitud de cada intervalo de clase

Se calcula utilizando la siguiente ecuacion:

$$\Delta X = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K - 1}$$

$$\Delta X = \frac{68.30 - 0}{9 - 1}$$

Amplitud de cada intervalo de clase: $\Delta X = 8.54$

Cuadro N°14: Distribución de Frecuencias – Estación Ccatcca

K	Intervalo de clase			Marca de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa acumulada	Funcion de densidad empirica
	(1)	(2)							
	LI	-	LS						
1	0.00	-	8.54	4.27	232	0.42	232	0.42	3.02
2	8.54	-	17.08	12.81	174	0.32	406	0.74	2.26
3	17.08	-	25.61	21.34	88	0.16	494	0.90	1.15
4	25.61	-	34.15	29.88	44	0.08	538	0.98	0.57
5	34.15	-	42.69	38.42	8	0.01	546	1.00	0.10
6	42.69	-	51.23	46.96	1	0.00	547	1.00	0.01
7	51.23	-	59.76	55.49	0	0.00	547	1.00	0.00
8	59.76	-	68.30	64.03	1	0.00	548	1.00	0.01
9	68.30	-	76.84	72.57	0	0.00	548	1.00	0.00
$\Sigma =$					548	1.00			

Gráfico N°10: Histograma de Frecuencias Absolutas – Estación Ccatcca

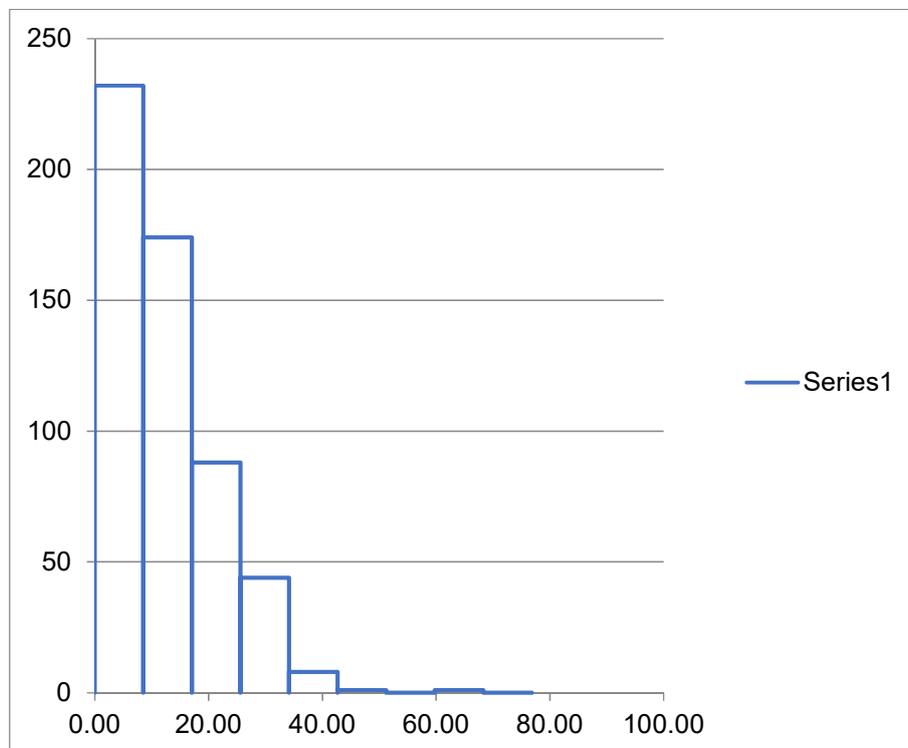


Gráfico N°11: Polígono de Frecuencias (fi) – Estación Ccatcca

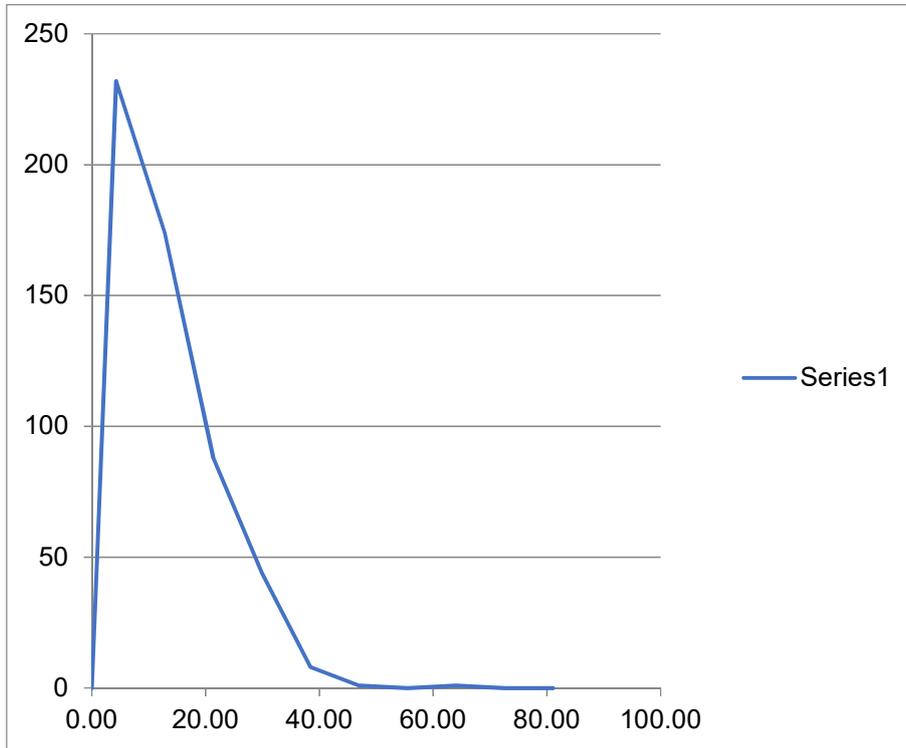


Gráfico N°12: Ojiva Fi – Estación Ccatcca

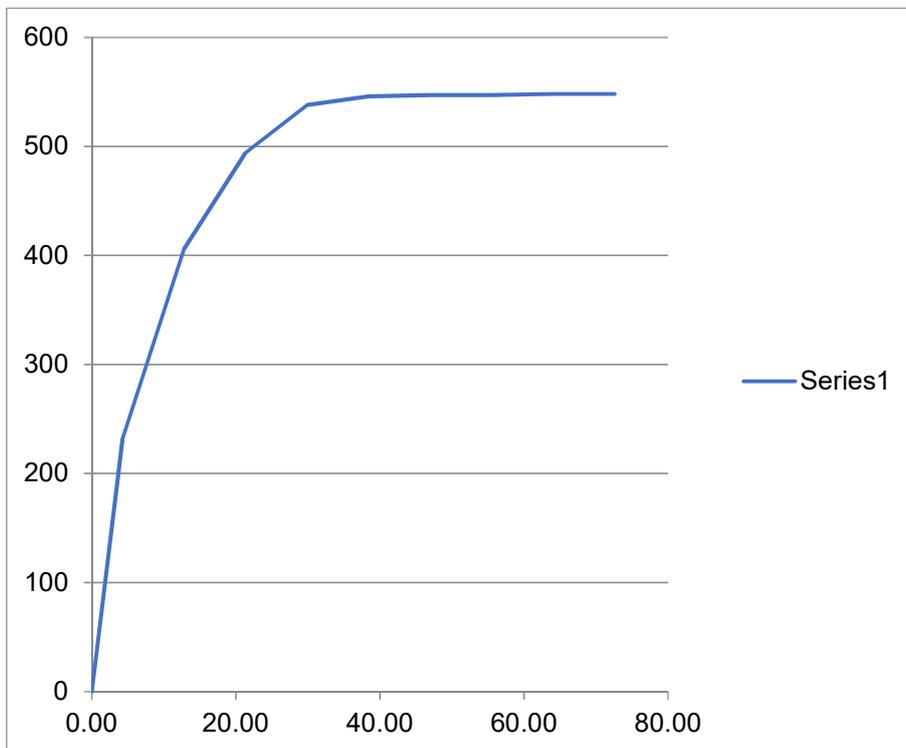


Gráfico N°13: Histograma de Frecuencias Relativas – Estación Ccatcca

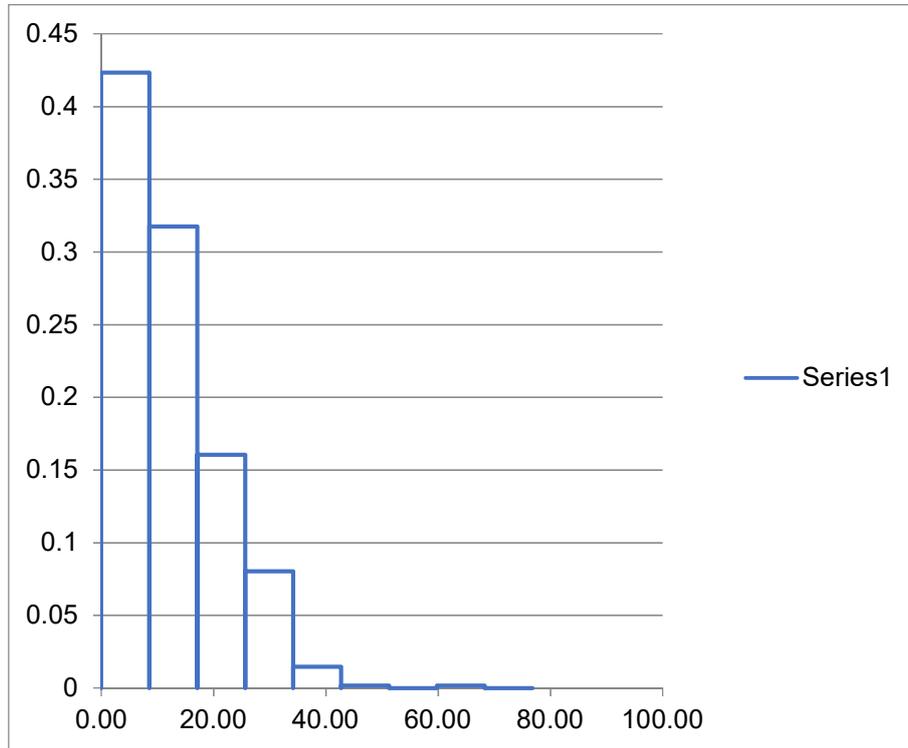


Gráfico N°14: Polígono de Frecuencias (fr) – Estación Ccatcca

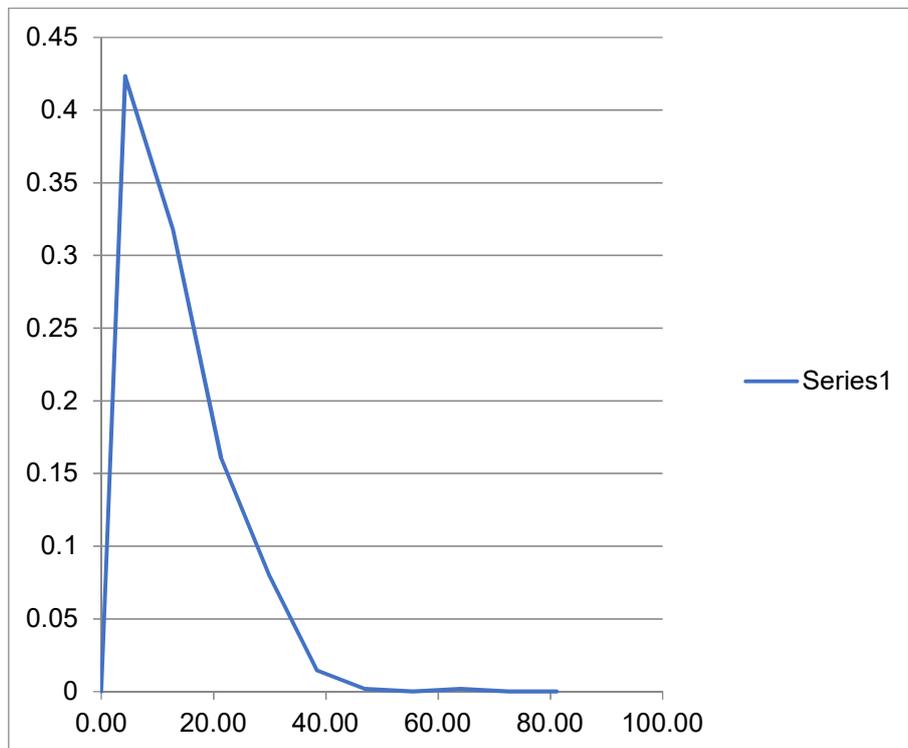


Gráfico N°15: Ojiva Fr – Estación Ccatcca

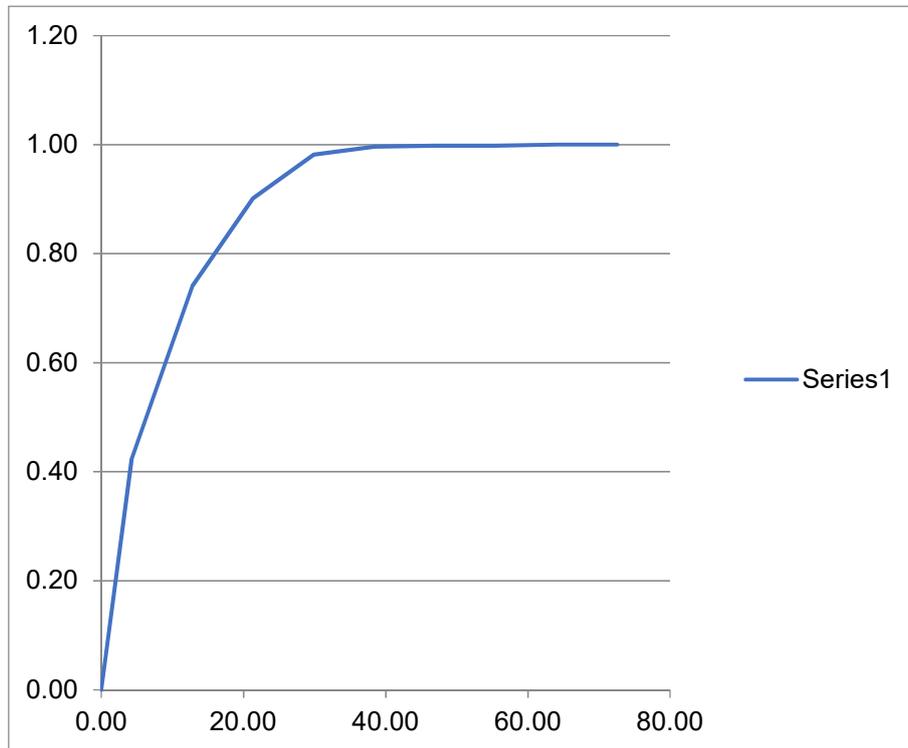
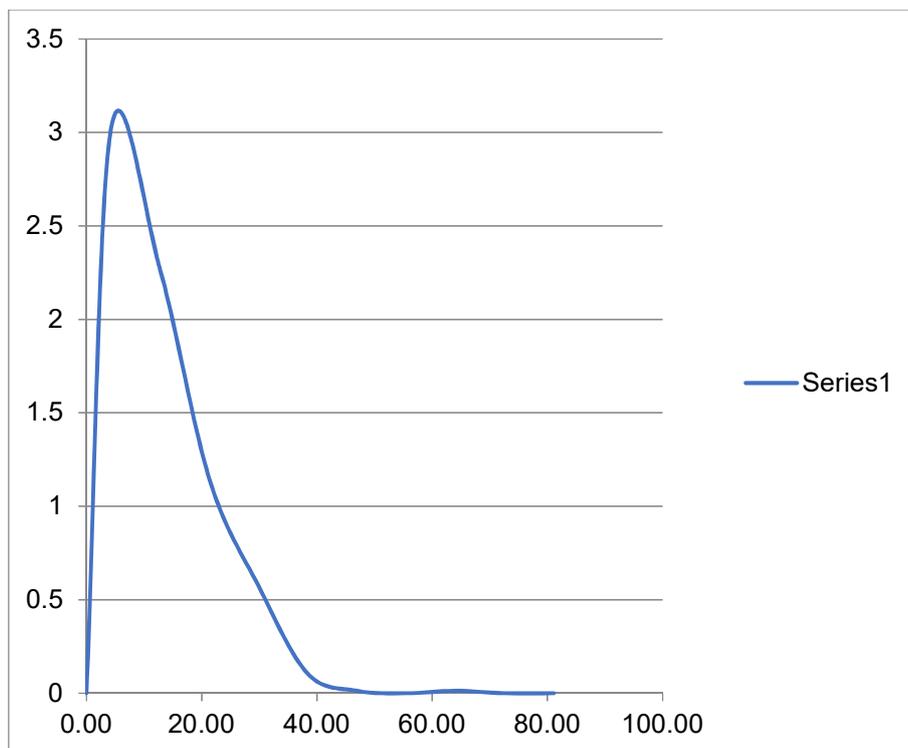


Gráfico N°16: Función de Densidad Empírica – Estación Ccatcca



Cuadro N°15: Registro de precipitación máxima en 24 horas (mm) estación pluviométrica de Paruro

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1964	13.0	25.0	25.0	12.3	3.2	0.0	0.0	0.0	13.2	9.4	11.1	13.2
1965	22.2	12.3	38.0	11.4	2.0	0.0	0.0	0.0	10.0	9.0	6.3	26.4
1966	15.0	36.1	22.2	7.1	7.1	0.0	0.0	4.1	22.2	12.1	19.0	16.1
1967	8.3	30.4	30.0	10.0	3.0	0.0	0.0	8.2	6.2	18.3	25.3	22.4
1968	30.3	28.7	24.5	0.0	0.0	0.0	11.3	4.0	13.2	20.2	13.2	17.4
1969	25.4	24.2	29.3	16.3	0.0	3.2	0.0	0.0	0.0	10.2	22.2	18.2
1970	19.5	17.7	17.0	12.0	2.6	1.5	8.0	5.0	14.8	17.5	16.4	48.8
1971	15.5	23.5	12.7	11.2	0.0	2.8	0.0	0.0	3.2	16.0	17.0	23.0
1972	29.0	15.2	21.0	8.0	3.5	0.0	4.8	6.0	8.1	6.7	12.0	43.3
1973	28.5	33.3	24.5	19.5	14.8	0.0	4.0	4.0	12.0	15.0	18.0	13.3
1974	18.4	25.0	45.4	19.8	0.8	6.7	0.0	9.5	6.0	13.8	20.0	10.0
1975	16.5	21.5	17.5	15.0	7.5	4.2	0.0	1.5	11.3	16.4	15.3	35.0
1976	17.7	26.4	36.0	15.0	7.8	3.8	0.0	0.8	12.0	10.5	22.2	17.2
1977	15.2	28.6	31.4	12.0	2.0	0.0	2.4	0.0	22.4	20.4	25.0	15.8
1978	30.0	14.8	25.2	10.0	9.8	4.8	0.0	0.0	10.0	7.6	30.6	13.4
1979	30.0	30.0							7.0	5.4	15.0	16.2
1980	25.0	20.8	10.6	4.0	0.0	0.0		0.0	7.4	5.4	14.2	18.0
1981	21.8	15.8	29.2	9.0	0.0	4.0	0.0	4.0	6.0	8.2	6.0	9.6
1982	7.4	6.0	4.0	2.0	0.0							
1986					0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	25.0	25.0
1987	30.4	13.0	25.0	16.2	0.0	0.0	6.2	0.0	3.4	15.0		
1989	30.2					0.0	0.0	0.0				
1993			5.0	13.0	0.0	0.0	4.0	3.0	5.0	21.0	11.0	28.0
1994	27.0	22.0	26.0	25.0	4.0	0.0	1.0	1.0	12.0	23.0	19.0	22.0
1995	35.0	25.0	19.0	9.0	0.0	0.0	7.0	0.0	16.0	12.0	18.4	28.0
1996	22.0	16.0	24.0	19.2	8.0	0.0	0.0	19.0	12.2	14.5	10.0	22.5
1997		37.0	35.0	12.5	6.0	0.0	0.0	6.0	2.0	21.0	41.0	32.0
1998	24.5	22.7	36.0	24.0	0.3	3.0	0.0	1.0	0.5	23.0	23.0	30.0
1999	26.0	13.0	26.5	13.0	0.0	2.0	0.0	0.0	14.0	24.0	14.0	21.5
2000	20.0	35.0	15.0	7.0	4.0	7.0	5.0	9.0	4.0	24.0	4.8	13.1
2001	21.8	31.2	32.2	11.3	1.9	3.5	7.0	4.0	7.7	26.0	17.1	15.8
2002	29.7	36.7	23.4	15.6	13.0	2.7	7.9	6.7	6.7	15.8	24.5	20.8
2003	22.0	28.6	23.8	32.1	2.6	2.6	0.0	2.8	2.2	25.7	11.3	31.6
2004	25.6	32.8	16.0	8.2	8.3	10.3	4.7	0.0	13.6	23.5	18.2	25.5
2005	15.6	28.5	21.2	15.9	1.9	0.0	1.5	2.2	0.4	10.4	33.7	20.4
2006	27.8	32.4	43.7	23.0	0.0	6.2	0.0	5.0	1.8	7.0	15.6	27.0
2007	24.0	12.9	39.0	12.4	1.8	0.0	0.4	0.0	7.2	16.5	40.2	25.8
2008	38.9	12.8	19.2	13.2	18.3	3.8	0.0	1.9	10.4	13.7	27.0	20.9
2009	23.4	21.7	18.1	7.6	6.5	0.0	2.2	0.3	4.2	5.6	28.0	25.7
2010	46.9	28.6	26.4	12.7	2.2	0.0	0.0	2.0	1.4	15.2	14.5	26.5
2011	21.5	24.5	18.9	25.4	1.2	2.6	2.8	0.7	17.0	25.1		33.6
2012	27.0	31.9	28.2	12.0	1.4	2.4						

Cuadro N°16: Cuadro de datos de estación Paruro ordenado en forma ascendente

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.7	0.8	0.8	1	1	1	1.2	1.4
1.4	1.5	1.5	1.5	1.8	1.8	1.9	1.9	1.9	2	2	2	2	2
2	2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.4	2.4	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.8
2.8	2.8	3	3	3	3.2	3.2	3.2	3.4	3.5	3.5	3.8	3.8	4
4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.1	4.2	4.2
4.7	4.8	4.8	4.8	5	5	5	5	5	5.4	5.4	5.6	6	6
6	6	6	6	6	6.2	6.2	6.2	6.3	6.5	6.7	6.7	6.7	6.7
7	7	7	7	7	7	7.1	7.1	7.2	7.4	7.4	7.5	7.6	7.6
7.7	7.8	7.9	8	8	8	8.1	8.2	8.2	8.2	8.3	8.3	9	9
9	9	9.4	9.5	9.6	9.8	10	10	10	10	10	10	10.2	10.3
10.4	10.4	10.5	10.6	11	11.1	11.2	11.3	11.3	11.3	11.3	11.4	12	12
12	12	12	12	12	12	12.1	12.2	12.3	12.3	12.4	12.5	12.7	12.7
12.8	12.9	13	13	13	13	13	13	13.1	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2
13.3	13.4	13.6	13.7	13.8	14	14	14.2	14.5	14.5	14.8	14.8	14.8	15
15	15	15	15	15	15	15.2	15.2	15.2	15.3	15.5	15.6	15.6	15.6
15.8	15.8	15.8	15.8	15.9	16	16	16	16	16.1	16.2	16.2	16.3	16.4
16.4	16.5	16.5	17	17	17	17.1	17.2	17.4	17.5	17.5	17.7	17.7	18
18	18.1	18.2	18.2	18.3	18.3	18.4	18.4	18.9	19	19	19	19	19.2
19.2	19.5	19.5	19.8	20	20	20.2	20.4	20.4	20.8	20.8	20.9	21	21
21	21.2	21.5	21.5	21.5	21.7	21.8	21.8	22	22	22	22	22.2	22.2
22.2	22.2	22.2	22.4	22.4	22.5	22.7	23	23	23	23	23	23.4	23.4
23.5	23.5	23.8	24	24	24	24	24	24.2	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5
25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25.1	25.2	25.3	25.4
25.4	25.5	25.6	25.7	25.7	25.8	26	26	26	26.4	26.4	26.4	26.5	26.5
27	27	27	27	27.8	28	28	28	28.2	28.5	28.5	28.6	28.6	28.6
28.7	29	29.2	29.3	29.7	30	30	30	30	30	30.2	30.3	30.4	30.4
30.6	31.2	31.4	31.6	31.9	32	32.1	32.2	32.4	32.8	33.3	33.6	33.7	35
35	35	35	36	36	36.1	36.7	37	38	38.9	39	40.2	41	43.3
43.7	45.4	46.9	48.8										

Valor minimo de los datos: $X_{\min} = 0.00$

Valor maximo de los datos: $X_{\max} = 48.80$

Numero de datos de la muestra: $N = 466.00$

2. Rango R correspondiente a la muestra.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

$$R = 48.80 - 0.00$$

$$R = 48.80$$

3. Numero de intervalos de clase.

Según Maximo Villon el numero de intervalo de clase puede estar entre 6 y 25.

Se calcula utilizando la ecuacion de Sturges.

$$K = 1.33 \ln(N) + 1$$

$$K = 1.33 \ln(466) + 1$$

Numero de intervalos de clase: $K = 9.17$

Numero de intervalos de clase: $K = 9.00$

Nota: Villon tambien recomienda las siguientes relaciones:

Si: $N < 30 \rightarrow K < 5$

Si: $30 < N < 75 \rightarrow 8 \leq K \leq 10$

Si: $N > 75 \rightarrow 10 < K \leq 30$

4. Amplitud de cada intervalo de clase

Se calcula utilizando la siguiente ecuacion:

$$\Delta X = \frac{X_{\max} - X_{\min}}{K - 1}$$

$$\Delta X = \frac{48.80 - 0}{9 - 1}$$

Amplitud de cada intervalo de clase: $\Delta x = 6.10$

Cuadro N°17: Distribución de Frecuencias – Estación Paruro

K	Intervalo de clase			Marca de clase	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa	Frecuencia absoluta acumulada	Frecuencia relativa acumulada	Funcion de densidad empirica
	(1)	(2)							
	LI	-	LS						
1	0.00	-	6.10	3.05	159	0.34	159	0.34	2.90
2	6.10	-	12.20	9.15	73	0.16	232	0.50	1.33
3	12.20	-	18.30	15.25	80	0.17	312	0.67	1.46
4	18.30	-	24.40	21.35	61	0.13	373	0.80	1.11
5	24.40	-	30.50	27.45	61	0.13	434	0.93	1.11
6	30.50	-	36.60	33.55	20	0.04	454	0.97	0.36
7	36.60	-	42.70	39.65	7	0.02	461	0.99	0.13
8	42.70	-	48.80	45.75	5	0.01	466	1.00	0.09
9	48.80	-	54.90	51.85	0	0.00	466	1.00	0.00
$\Sigma =$					466	1.00			

Gráfico N°17: Histograma de Frecuencias Absolutas – Estación Paruro

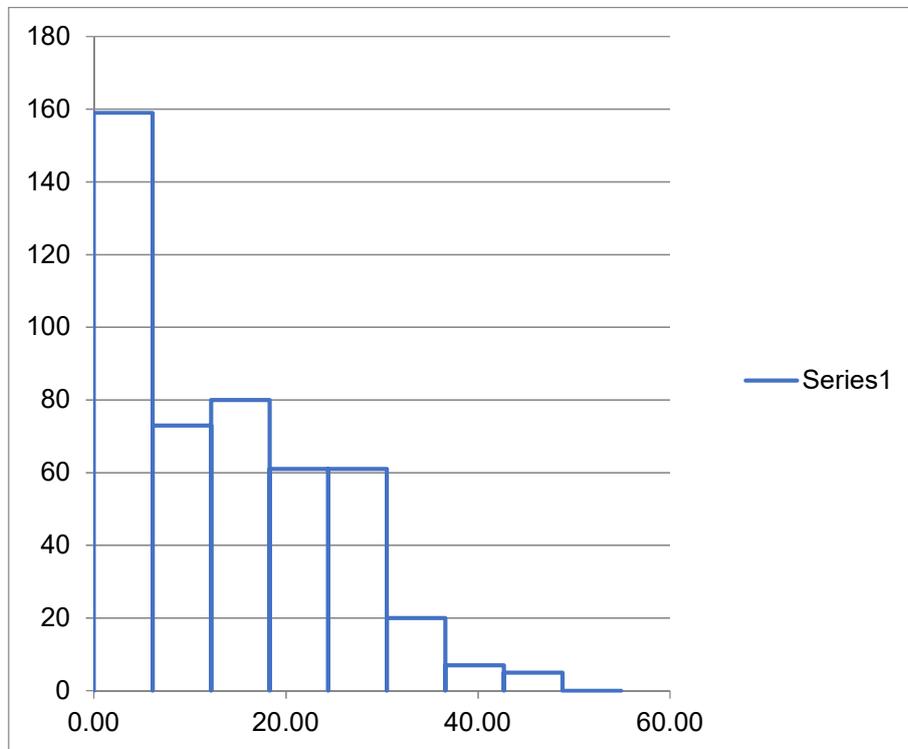


Gráfico N°18: Polígono de Frecuencias (fi) – Estación Paruro

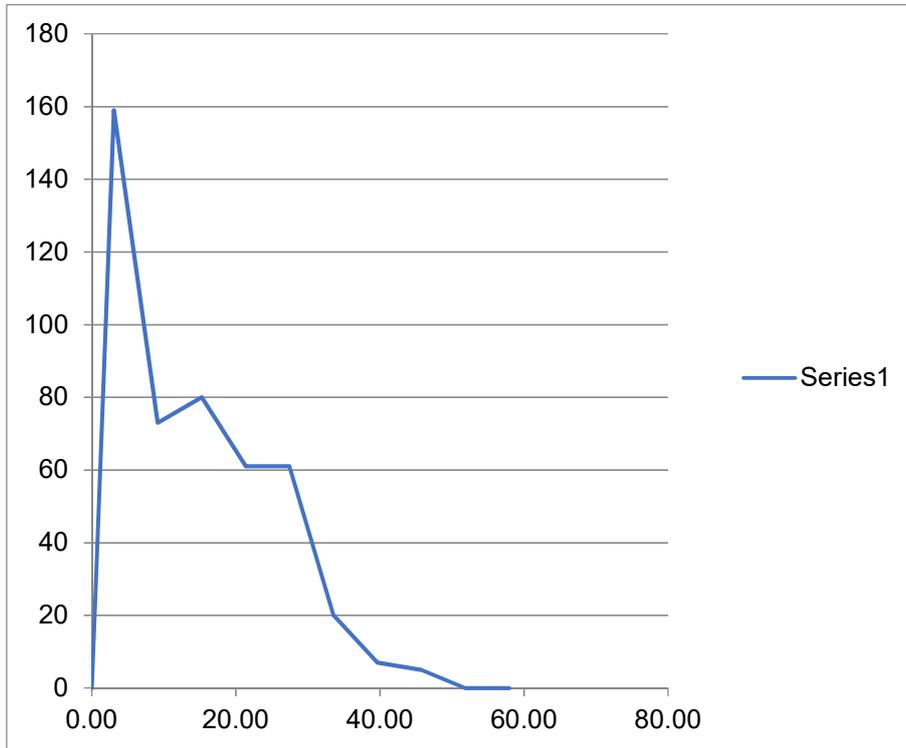


Gráfico N°19: Ojiva Fi – Estación Paruro

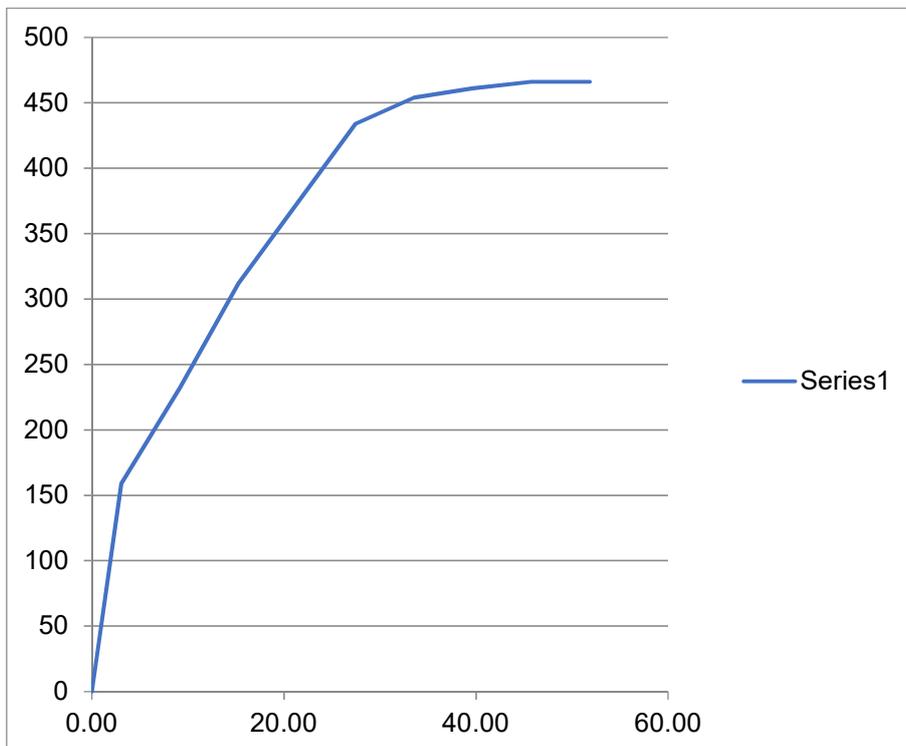


Gráfico N°20: Histograma de Frecuencias Relativas – Estación Paruro

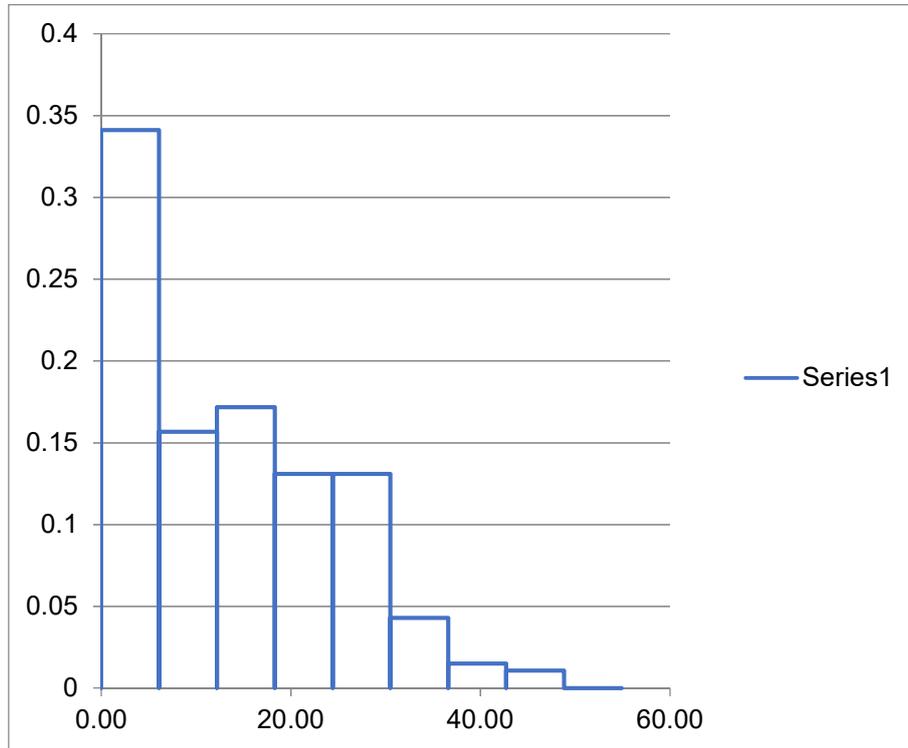


Gráfico N°21: Polígono de Frecuencias (fr) – Estación Paruro

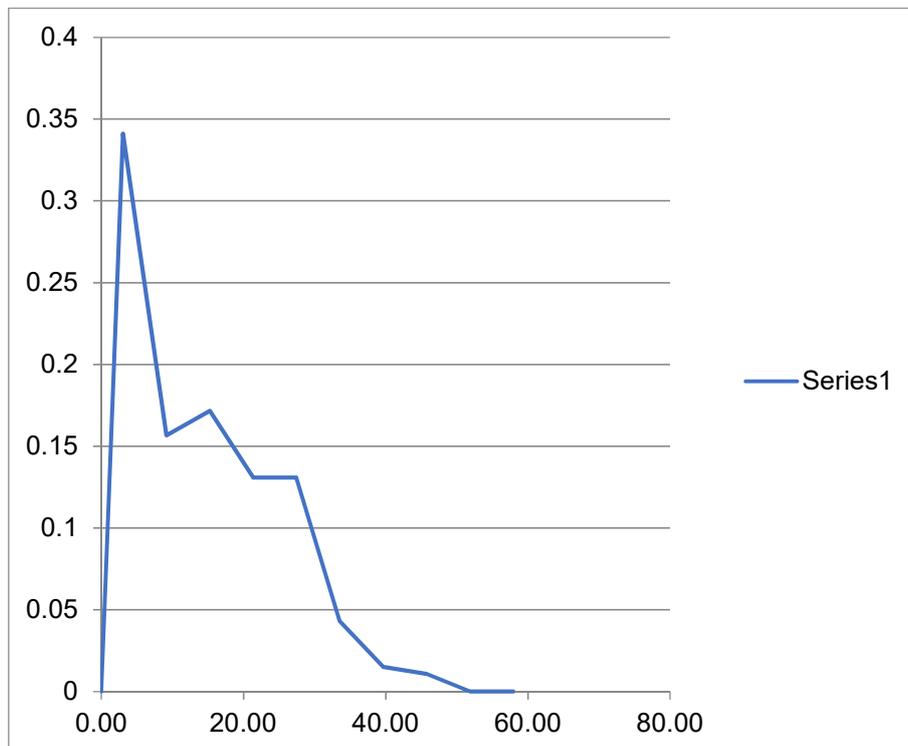


Gráfico N°22: Ojiva Fr – Estación Paruro

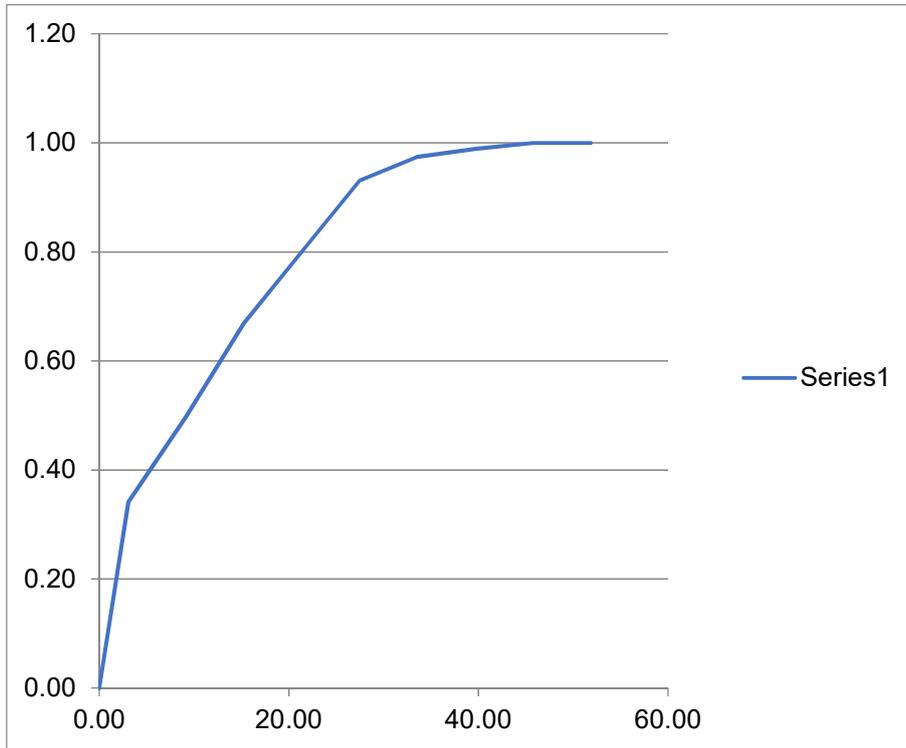
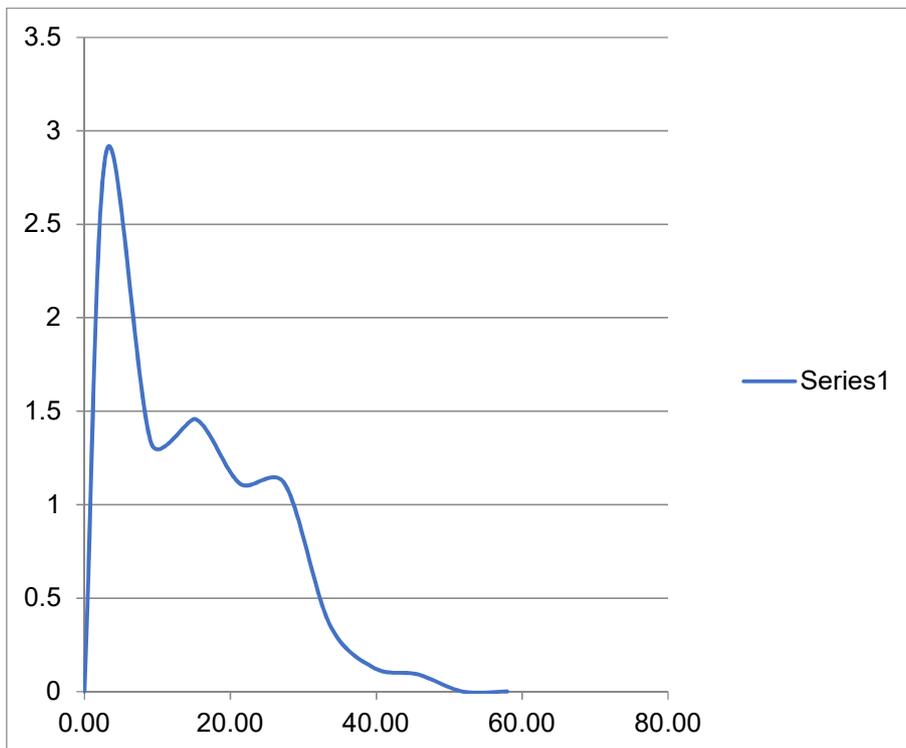


Gráfico N°23: Función Densidad Empírica – Estación Paruro



Cuadro N°18: Datos ordenados de precipitación de 24 horas – Estación Kayra

N°	DATO	N°	DATO	N°	DATO	N°	DATO	N°	DATO	N°	DATO	N°	DATO
1	0	108	1	215	3.8	322	7.5	429	12.3	536	17.3	643	23.4
2	0	109	1	216	3.9	323	7.5	430	12.3	537	17.3	644	23.5
3	0	110	1	217	3.9	324	7.6	431	12.4	538	17.3	645	23.6
4	0	111	1	218	4	325	7.6	432	12.6	539	17.4	646	23.8
5	0	112	1	219	4	326	7.6	433	12.6	540	17.4	647	23.8
6	0	113	1	220	4	327	7.6	434	12.6	541	17.4	648	24
7	0	114	1	221	4	328	7.7	435	12.6	542	17.5	649	24
8	0	115	1	222	4	329	8	436	12.7	543	17.5	650	24
9	0	116	1	223	4.1	330	8	437	12.7	544	17.5	651	24
10	0	117	1	224	4.1	331	8	438	12.8	545	17.6	652	24.1
11	0	118	1	225	4.1	332	8.1	439	12.8	546	17.8	653	24.1
12	0	119	1.1	226	4.1	333	8.1	440	12.8	547	17.9	654	24.1
13	0	120	1.1	227	4.3	334	8.1	441	12.8	548	17.9	655	24.2
14	0	121	1.2	228	4.3	335	8.2	442	12.9	549	17.9	656	24.2
15	0	122	1.2	229	4.4	336	8.2	443	12.9	550	17.9	657	24.4
16	0	123	1.2	230	4.4	337	8.2	444	12.9	551	18	658	24.5
17	0	124	1.2	231	4.4	338	8.2	445	12.9	552	18	659	24.6
18	0	125	1.2	232	4.5	339	8.2	446	12.9	553	18	660	24.6
19	0	126	1.3	233	4.5	340	8.3	447	13	554	18	661	24.8
20	0	127	1.3	234	4.6	341	8.3	448	13	555	18	662	24.9
21	0	128	1.3	235	4.6	342	8.3	449	13	556	18.1	663	24.9
22	0	129	1.4	236	4.6	343	8.3	450	13	557	18.2	664	25
23	0	130	1.4	237	4.6	344	8.4	451	13	558	18.3	665	25
24	0	131	1.4	238	4.8	345	8.4	452	13.1	559	18.4	666	25.1
25	0	132	1.4	239	4.8	346	8.5	453	13.1	560	18.4	667	25.1
26	0	133	1.5	240	4.8	347	8.5	454	13.1	561	18.5	668	25.1
27	0	134	1.5	241	4.8	348	8.6	455	13.1	562	18.5	669	25.2
28	0	135	1.5	242	4.9	349	8.7	456	13.2	563	18.5	670	25.2
29	0	136	1.5	243	4.9	350	8.8	457	13.2	564	18.6	671	25.2
30	0	137	1.5	244	4.9	351	8.9	458	13.2	565	18.6	672	25.2
31	0	138	1.6	245	4.9	352	8.9	459	13.3	566	18.6	673	25.4
32	0	139	1.6	246	4.9	353	9	460	13.4	567	18.8	674	25.6
33	0	140	1.6	247	4.9	354	9	461	13.4	568	18.8	675	25.7
34	0	141	1.7	248	5	355	9	462	13.5	569	18.8	676	25.7
35	0	142	1.7	249	5	356	9	463	13.6	570	18.9	677	25.8
36	0	143	1.7	250	5	357	9	464	13.6	571	18.9	678	25.9
37	0	144	1.7	251	5	358	9	465	13.6	572	18.9	679	26
38	0	145	1.8	252	5	359	9.1	466	13.6	573	19	680	26.2
39	0	146	1.8	253	5.1	360	9.1	467	13.7	574	19	681	26.3
40	0	147	1.8	254	5.1	361	9.2	468	13.7	575	19	682	26.4
41	0	148	1.8	255	5.1	362	9.3	469	13.9	576	19	683	26.5
42	0	149	1.8	256	5.1	363	9.4	470	14	577	19.1	684	26.6
43	0	150	1.8	257	5.1	364	9.4	471	14	578	19.1	685	26.7

44	0	151	1.9	258	5.1	365	9.5	472	14	579	19.1	686	27.1
45	0	152	1.9	259	5.1	366	9.5	473	14	580	19.2	687	27.3
46	0	153	2	260	5.1	367	9.5	474	14	581	19.3	688	27.5
47	0	154	2	261	5.2	368	9.6	475	14.1	582	19.3	689	27.5
48	0	155	2	262	5.2	369	9.6	476	14.2	583	19.3	690	27.8
49	0	156	2	263	5.2	370	9.6	477	14.3	584	19.4	691	27.9
50	0	157	2	264	5.2	371	9.9	478	14.3	585	19.4	692	28.3
51	0	158	2	265	5.3	372	9.9	479	14.3	586	19.5	693	28.4
52	0	159	2	266	5.3	373	10	480	14.4	587	19.5	694	28.5
53	0	160	2	267	5.3	374	10	481	14.4	588	19.5	695	29
54	0	161	2.1	268	5.3	375	10	482	14.5	589	19.5	696	29.5
55	0	162	2.1	269	5.4	376	10	483	14.5	590	19.7	697	29.6
56	0	163	2.2	270	5.4	377	10.1	484	14.5	591	19.8	698	29.8
57	0	164	2.2	271	5.4	378	10.1	485	14.6	592	19.9	699	30
58	0	165	2.2	272	5.5	379	10.2	486	14.6	593	19.9	700	30
59	0	166	2.2	273	5.6	380	10.3	487	14.7	594	20	701	30.2
60	0	167	2.4	274	5.7	381	10.4	488	14.7	595	20	702	30.6
61	0	168	2.4	275	5.7	382	10.4	489	14.8	596	20.1	703	30.7
62	0	169	2.4	276	5.7	383	10.4	490	14.9	597	20.1	704	30.8
63	0	170	2.4	277	5.9	384	10.5	491	15	598	20.2	705	31
64	0	171	2.4	278	5.9	385	10.5	492	15	599	20.2	706	31.2
65	0	172	2.5	279	5.9	386	10.5	493	15.1	600	20.2	707	31.3
66	0	173	2.5	280	5.9	387	10.5	494	15.2	601	20.3	708	31.4
67	0	174	2.6	281	6	388	10.5	495	15.2	602	20.3	709	31.4
68	0	175	2.6	282	6	389	10.5	496	15.2	603	20.3	710	31.5
69	0	176	2.6	283	6	390	10.6	497	15.3	604	20.4	711	32
70	0	177	2.6	284	6	391	10.6	498	15.4	605	20.4	712	32.9
71	0	178	2.6	285	6	392	10.6	499	15.4	606	20.7	713	33.3
72	0.1	179	2.7	286	6	393	10.7	500	15.5	607	20.7	714	33.3
73	0.1	180	2.7	287	6.1	394	10.7	501	15.5	608	20.8	715	33.5
74	0.1	181	2.8	288	6.2	395	10.7	502	15.5	609	20.9	716	34.6
75	0.2	182	2.8	289	6.2	396	10.8	503	15.5	610	21	717	35.2
76	0.2	183	2.8	290	6.4	397	10.9	504	15.6	611	21.1	718	35.4
77	0.2	184	2.9	291	6.4	398	10.9	505	15.6	612	21.2	719	35.9
78	0.3	185	3	292	6.4	399	11	506	15.6	613	21.3	720	36
79	0.4	186	3	293	6.6	400	11	507	15.8	614	21.4	721	36.1
80	0.4	187	3	294	6.6	401	11	508	15.8	615	21.4	722	36.1
81	0.4	188	3	295	6.6	402	11	509	15.9	616	21.4	723	37.1
82	0.4	189	3	296	6.7	403	11.1	510	15.9	617	21.4	724	37.1
83	0.4	190	3	297	6.8	404	11.1	511	16	618	21.5	725	37.3
84	0.4	191	3	298	6.8	405	11.2	512	16	619	21.5	726	37.6
85	0.5	192	3.1	299	6.9	406	11.2	513	16	620	21.5	727	38
86	0.5	193	3.2	300	6.9	407	11.2	514	16.2	621	21.5	728	38
87	0.5	194	3.2	301	6.9	408	11.2	515	16.2	622	21.6	729	38.2
88	0.6	195	3.2	302	7	409	11.2	516	16.3	623	21.6	730	38.5
89	0.6	196	3.2	303	7	410	11.2	517	16.3	624	21.6	731	39
90	0.6	197	3.3	304	7	411	11.3	518	16.3	625	22	732	39

91	0.7	198	3.3	305	7	412	11.4	519	16.3	626	22	733	39.1
92	0.7	199	3.4	306	7	413	11.4	520	16.3	627	22	734	40.2
93	0.8	200	3.4	307	7	414	11.6	521	16.4	628	22	735	41.9
94	0.8	201	3.4	308	7.1	415	11.6	522	16.4	629	22	736	42.1
95	0.8	202	3.4	309	7.1	416	11.7	523	16.4	630	22.4	737	42.3
96	0.8	203	3.4	310	7.1	417	11.7	524	16.5	631	22.6	738	43.3
97	0.9	204	3.4	311	7.1	418	11.7	525	16.5	632	22.6	739	44.1
98	0.9	205	3.4	312	7.2	419	11.7	526	16.9	633	22.8	740	44.8
99	0.9	206	3.5	313	7.2	420	11.8	527	16.9	634	23	741	47
100	0.9	207	3.5	314	7.2	421	11.8	528	17	635	23	742	47
101	0.9	208	3.5	315	7.2	422	11.9	529	17	636	23	743	47
102	0.9	209	3.6	316	7.3	423	11.9	530	17	637	23.1	744	51.6
103	1	210	3.6	317	7.3	424	12	531	17	638	23.1		
104	1	211	3.6	318	7.4	425	12	532	17.1	639	23.1		
105	1	212	3.6	319	7.4	426	12	533	17.1	640	23.2		
106	1	213	3.7	320	7.5	427	12.2	534	17.1	641	23.3		
107	1	214	3.7	321	7.5	428	12.3	535	17.2	642	23.4		

Medidas de tendencia central

Media aritmetica

Media aritmetica de datos no agrupados

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{8742.300}{744.000}$$

Donde:

x = valor media muestral

x_i = valor i-enesimo de la muestra

n = numero de datos de la muestra

valor media muestral

$x = 11.750$

valor i-enesimo de la muestra

$x_i = 8742.300$

numero de datos de la muestra

$n = 744.000$

Mediana

$$\text{Med} = X_{(n+1)/2} \quad \dots \text{para } n \text{ impar}$$

$$\text{Med} = \frac{X_{n/2} + X_{n/2+1}}{2} \quad \dots \text{para } n \text{ par}$$

$$\text{Med} = \frac{9.900 + 10.000}{2}$$

$$\text{Med} = 9.950$$

$$X_{n/2} = 9.900$$

$$X_{n/2+1} = 10.000$$

Moda

$$Mo = 0.000$$

Medidas de dispersion

Rango

Valor minimo de los datos:

$$X_{\min} = 0.00$$

Valor maximo de los datos:

$$X_{\max} = 51.60$$

Numero de datos de la muestra:

$$n = 744.000$$

Rango R correspondiente a la muestra.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

$$R = 51.60 - 0.00$$

$$R = 51.60$$

Varianza

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n X_i - \bar{X} \right)^2$$

$$S^2 = \frac{1}{744-1} (78721.240)$$

Varianza muestral

$$S^2 = 105.951$$

Valor i-enesimo de la muestra

$$x_i = 8742.300$$

Media muestral

$$x = 11.750$$

Numero total de datos

$$n = 744.000$$

$$\sum (x_i - x)^2 = 78721.240$$

Desviacion estandar

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$S = \sqrt{105.951}$$

Desviacion estandar

$$S = 10.293$$

Coficiente de variacion

$$C_v = \frac{S}{X}$$

$$C_v = \frac{320.508}{11.750}$$

Coficiente de variacion

$$C_v = 0.876$$

Medida de simetría y asimetría

Sesgo

$$C_s = \frac{n^2 M_3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$C_s = \frac{744^2 * 1038.95}{(744-1)(744-2)10.293^3}$$

$$C_s = 0.957$$

Donde:

$$M_3 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{n}$$

$$M_3 = 1038.95$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$S = 10.293$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$x = 11.750$$

Medida de achatamiento

Curtosis

$$C_k = \frac{n^3 M_4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$C_k = \frac{744^3 * 40101.2}{(744-1)(744-2)(744-3)10.293^4}$$

$$C_k = 3.6013$$

Donde:

$$M_4 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{n}$$

$$M_4 = 40101.2$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$S = 10.293$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$x = 11.750$$

Cuadro N°19: Medida de Achatamiento – Estación Kayra

N°	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
1	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
2	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
3	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
4	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
5	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
6	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
7	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
8	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
9	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
10	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
11	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
12	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
13	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
14	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
15	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
16	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
17	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
18	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
19	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
20	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
21	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
22	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
23	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
24	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
25	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
26	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
27	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
28	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
29	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
30	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
31	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
32	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
33	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
34	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
35	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
36	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
37	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
38	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
39	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
40	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064
41	0	-11.75	138.07	-1622.4	19064

N°	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
108	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
109	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
110	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
111	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
112	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
113	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
114	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
115	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
116	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
117	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
118	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
119	1.1	-10.65	113.43	-1208.1	12867
120	1.1	-10.65	113.43	-1208.1	12867
121	1.2	-10.55	111.31	-1174.4	12390
122	1.2	-10.55	111.31	-1174.4	12390
123	1.2	-10.55	111.31	-1174.4	12390
124	1.2	-10.55	111.31	-1174.4	12390
125	1.2	-10.55	111.31	-1174.4	12390
126	1.3	-10.45	109.21	-1141.3	11927
127	1.3	-10.45	109.21	-1141.3	11927
128	1.3	-10.45	109.21	-1141.3	11927
129	1.4	-10.35	107.13	-1108.8	11477
130	1.4	-10.35	107.13	-1108.8	11477
131	1.4	-10.35	107.13	-1108.8	11477
132	1.4	-10.35	107.13	-1108.8	11477
133	1.5	-10.25	105.07	-1077	11040
134	1.5	-10.25	105.07	-1077	11040
135	1.5	-10.25	105.07	-1077	11040
136	1.5	-10.25	105.07	-1077	11040
137	1.5	-10.25	105.07	-1077	11040
138	1.6	-10.15	103.03	-1045.8	10615
139	1.6	-10.15	103.03	-1045.8	10615
140	1.6	-10.15	103.03	-1045.8	10615
141	1.7	-10.05	101.01	-1015.2	10203
142	1.7	-10.05	101.01	-1015.2	10203
143	1.7	-10.05	101.01	-1015.2	10203
144	1.7	-10.05	101.01	-1015.2	10203
145	1.8	-9.9504	99.011	-985.19	9803.1
146	1.8	-9.9504	99.011	-985.19	9803.1
147	1.8	-9.9504	99.011	-985.19	9803.1
148	1.8	-9.9504	99.011	-985.19	9803.1

42	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
43	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
44	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
45	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
46	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
47	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
48	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
49	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
50	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
51	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
52	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
53	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
54	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
55	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
56	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
57	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
58	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
59	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
60	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
61	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
62	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
63	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
64	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
65	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
66	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
67	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
68	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
69	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
70	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
71	0	-1175	138.07	-1622.4	19064
72	0.1	-1165	135.73	-1581.3	18423
73	0.1	-1165	135.73	-1581.3	18423
74	0.1	-1165	135.73	-1581.3	18423
75	0.2	-1155	133.41	-1541	17799
76	0.2	-1155	133.41	-1541	17799
77	0.2	-1155	133.41	-1541	17799
78	0.3	-1145	131.11	-1501.3	17190
79	0.4	-1135	128.83	-1462.3	16598
80	0.4	-1135	128.83	-1462.3	16598
81	0.4	-1135	128.83	-1462.3	16598
82	0.4	-1135	128.83	-1462.3	16598
83	0.4	-1135	128.83	-1462.3	16598
84	0.4	-1135	128.83	-1462.3	16598
85	0.5	-1125	126.57	-1424	16020
86	0.5	-1125	126.57	-1424	16020
87	0.5	-1125	126.57	-1424	16020
88	0.6	-1115	124.33	-1386.3	15458
89	0.6	-1115	124.33	-1386.3	15458

149	18	-9.9504	99.011	-985.19	9803.1
150	18	-9.9504	99.011	-985.19	9803.1
151	19	-9.8504	97.03	-955.79	9414.9
152	19	-9.8504	97.03	-955.79	9414.9
153	2	-9.7504	95.07	-926.97	9038.4
154	2	-9.7504	95.07	-926.97	9038.4
155	2	-9.7504	95.07	-926.97	9038.4
156	2	-9.7504	95.07	-926.97	9038.4
157	2	-9.7504	95.07	-926.97	9038.4
158	2	-9.7504	95.07	-926.97	9038.4
159	2	-9.7504	95.07	-926.97	9038.4
160	2	-9.7504	95.07	-926.97	9038.4
161	2.1	-9.6504	93.13	-898.74	8673.2
162	2.1	-9.6504	93.13	-898.74	8673.2
163	2.2	-9.5504	91.21	-871.09	8319.3
164	2.2	-9.5504	91.21	-871.09	8319.3
165	2.2	-9.5504	91.21	-871.09	8319.3
166	2.2	-9.5504	91.21	-871.09	8319.3
167	2.4	-9.3504	87.43	-817.51	7644
168	2.4	-9.3504	87.43	-817.51	7644
169	2.4	-9.3504	87.43	-817.51	7644
170	2.4	-9.3504	87.43	-817.51	7644
171	2.4	-9.3504	87.43	-817.51	7644
172	2.5	-9.2504	85.57	-791.56	7322.2
173	2.5	-9.2504	85.57	-791.56	7322.2
174	2.6	-9.1504	83.73	-766.16	7010.7
175	2.6	-9.1504	83.73	-766.16	7010.7
176	2.6	-9.1504	83.73	-766.16	7010.7
177	2.6	-9.1504	83.73	-766.16	7010.7
178	2.6	-9.1504	83.73	-766.16	7010.7
179	2.7	-9.0504	81.91	-741.32	6709.2
180	2.7	-9.0504	81.91	-741.32	6709.2
181	2.8	-8.9504	80.11	-717.01	6417.6
182	2.8	-8.9504	80.11	-717.01	6417.6
183	2.8	-8.9504	80.11	-717.01	6417.6
184	2.9	-8.8504	78.33	-693.25	6135.5
185	3	-8.7504	76.57	-670.01	5862.9
186	3	-8.7504	76.57	-670.01	5862.9
187	3	-8.7504	76.57	-670.01	5862.9
188	3	-8.7504	76.57	-670.01	5862.9
189	3	-8.7504	76.57	-670.01	5862.9
190	3	-8.7504	76.57	-670.01	5862.9
191	3	-8.7504	76.57	-670.01	5862.9
192	3.1	-8.6504	74.829	-647.31	5599.5
193	3.2	-8.5504	73.109	-625.11	5345
194	3.2	-8.5504	73.109	-625.11	5345
195	3.2	-8.5504	73.109	-625.11	5345
196	3.2	-8.5504	73.109	-625.11	5345

90	0.6	-11.15	124.33	-1386.3	15458
91	0.7	-11.05	122.11	-1349.4	14911
92	0.7	-11.05	122.11	-1349.4	14911
93	0.8	-10.95	119.91	-1313.1	14379
94	0.8	-10.95	119.91	-1313.1	14379
95	0.8	-10.95	119.91	-1313.1	14379
96	0.8	-10.95	119.91	-1313.1	14379
97	0.9	-10.85	117.73	-1277.4	13861
98	0.9	-10.85	117.73	-1277.4	13861
99	0.9	-10.85	117.73	-1277.4	13861
100	0.9	-10.85	117.73	-1277.4	13861
101	0.9	-10.85	117.73	-1277.4	13861
102	0.9	-10.85	117.73	-1277.4	13861
103	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
104	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
105	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
106	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
107	1	-10.75	115.57	-1242.4	13357
Σ		-1235.4	14275	-165091	2E+06

197	3.3	-8.4504	71409	-603.44	5099.3
198	3.3	-8.4504	71409	-603.44	5099.3
199	3.4	-8.3504	69.729	-582.27	4862.2
200	3.4	-8.3504	69.729	-582.27	4862.2
201	3.4	-8.3504	69.729	-582.27	4862.2
202	3.4	-8.3504	69.729	-582.27	4862.2
203	3.4	-8.3504	69.729	-582.27	4862.2
204	3.4	-8.3504	69.729	-582.27	4862.2
205	3.4	-8.3504	69.729	-582.27	4862.2
206	3.5	-8.2504	68.069	-5616	4633.4
207	3.5	-8.2504	68.069	-5616	4633.4
208	3.5	-8.2504	68.069	-5616	4633.4
209	3.6	-8.1504	66.429	-54142	4412.8
210	3.6	-8.1504	66.429	-54142	4412.8
211	3.6	-8.1504	66.429	-54142	4412.8
212	3.6	-8.1504	66.429	-54142	4412.8
213	3.7	-8.0504	64.809	-52174	4200.2
214	3.7	-8.0504	64.809	-52174	4200.2
Σ		-1019.6	9792.3	-94761	923664

Nº	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
215	3.8	-7.9504	63.209	-502.54	3995.4
216	3.9	-7.8504	61.629	-483.81	3798.1
217	3.9	-7.8504	61.629	-483.81	3798.1
218	4	-7.7504	60.069	-465.56	3608.3
219	4	-7.7504	60.069	-465.56	3608.3
220	4	-7.7504	60.069	-465.56	3608.3
221	4	-7.7504	60.069	-465.56	3608.3
222	4	-7.7504	60.069	-465.56	3608.3
223	4.1	-7.6504	58.529	-447.77	3425.6
224	4.1	-7.6504	58.529	-447.77	3425.6
225	4.1	-7.6504	58.529	-447.77	3425.6
226	4.1	-7.6504	58.529	-447.77	3425.6
227	4.3	-7.4504	55.509	-413.56	3081.2
228	4.3	-7.4504	55.509	-413.56	3081.2
229	4.4	-7.3504	54.028	-397.13	2919.1
230	4.4	-7.3504	54.028	-397.13	2919.1
231	4.4	-7.3504	54.028	-397.13	2919.1
232	4.5	-7.2504	52.568	-381.14	2763.4
233	4.5	-7.2504	52.568	-381.14	2763.4
234	4.6	-7.1504	51.128	-365.59	2614.1
235	4.6	-7.1504	51.128	-365.59	2614.1
236	4.6	-7.1504	51.128	-365.59	2614.1
237	4.6	-7.1504	51.128	-365.59	2614.1
238	4.8	-6.9504	48.308	-335.76	2333.7
239	4.8	-6.9504	48.308	-335.76	2333.7

Nº	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
322	7.5	-4.2504	18.066	-76.787	326.38
323	7.5	-4.2504	18.066	-76.787	326.38
324	7.6	-4.1504	17.226	-71494	296.73
325	7.6	-4.1504	17.226	-71494	296.73
326	7.6	-4.1504	17.226	-71494	296.73
327	7.6	-4.1504	17.226	-71494	296.73
328	7.7	-4.0504	16.406	-66.45	269.15
329	8	-3.7504	14.066	-52.751	197.84
330	8	-3.7504	14.066	-52.751	197.84
331	8	-3.7504	14.066	-52.751	197.84
332	8.1	-3.6504	13.325	-48.643	177.57
333	8.1	-3.6504	13.325	-48.643	177.57
334	8.1	-3.6504	13.325	-48.643	177.57
335	8.2	-3.5504	12.605	-44.754	158.9
336	8.2	-3.5504	12.605	-44.754	158.9
337	8.2	-3.5504	12.605	-44.754	158.9
338	8.2	-3.5504	12.605	-44.754	158.9
339	8.2	-3.5504	12.605	-44.754	158.9
340	8.3	-3.4504	11.905	-41078	14174
341	8.3	-3.4504	11.905	-41078	14174
342	8.3	-3.4504	11.905	-41078	14174
343	8.3	-3.4504	11.905	-41078	14174
344	8.4	-3.3504	11.225	-37.609	126.01
345	8.4	-3.3504	11.225	-37.609	126.01
346	8.5	-3.2504	10.565	-34.341	111.62

240	4.8	-6.9504	48.308	-335.76	2333.7
241	4.8	-6.9504	48.308	-335.76	2333.7
242	4.9	-6.8504	46.928	-32148	2202.2
243	4.9	-6.8504	46.928	-32148	2202.2
244	4.9	-6.8504	46.928	-32148	2202.2
245	4.9	-6.8504	46.928	-32148	2202.2
246	4.9	-6.8504	46.928	-32148	2202.2
247	4.9	-6.8504	46.928	-32148	2202.2
248	5	-6.7504	45.568	-307.6	2076.4
249	5	-6.7504	45.568	-307.6	2076.4
250	5	-6.7504	45.568	-307.6	2076.4
251	5	-6.7504	45.568	-307.6	2076.4
252	5	-6.7504	45.568	-307.6	2076.4
253	5.1	-6.6504	44.228	-294.13	1956.1
254	5.1	-6.6504	44.228	-294.13	1956.1
255	5.1	-6.6504	44.228	-294.13	1956.1
256	5.1	-6.6504	44.228	-294.13	1956.1
257	5.1	-6.6504	44.228	-294.13	1956.1
258	5.1	-6.6504	44.228	-294.13	1956.1
259	5.1	-6.6504	44.228	-294.13	1956.1
260	5.1	-6.6504	44.228	-294.13	1956.1
261	5.2	-6.5504	42.908	-28106	18411
262	5.2	-6.5504	42.908	-28106	18411
263	5.2	-6.5504	42.908	-28106	18411
264	5.2	-6.5504	42.908	-28106	18411
265	5.3	-6.4504	41608	-268.39	17312
266	5.3	-6.4504	41608	-268.39	17312
267	5.3	-6.4504	41608	-268.39	17312
268	5.3	-6.4504	41608	-268.39	17312
269	5.4	-6.3504	40.328	-256.1	1626.3
270	5.4	-6.3504	40.328	-256.1	1626.3
271	5.4	-6.3504	40.328	-256.1	1626.3
272	5.5	-6.2504	39.068	-244.19	1526.3
273	5.6	-6.1504	37.827	-232.65	1430.9
274	5.7	-6.0504	36.607	-22149	1340.1
275	5.7	-6.0504	36.607	-22149	1340.1
276	5.7	-6.0504	36.607	-22149	1340.1
277	5.9	-5.8504	34.227	-200.24	1171.5
278	5.9	-5.8504	34.227	-200.24	1171.5
279	5.9	-5.8504	34.227	-200.24	1171.5
280	5.9	-5.8504	34.227	-200.24	1171.5
281	6	-5.7504	33.067	-190.15	1093.4
282	6	-5.7504	33.067	-190.15	1093.4
283	6	-5.7504	33.067	-190.15	1093.4
284	6	-5.7504	33.067	-190.15	1093.4

347	8.5	-3.2504	10.565	-34.341	11162
348	8.6	-3.1504	9.925	-31268	98.506
349	8.7	-3.0504	9.305	-28.384	86.582
350	8.8	-2.9504	8.7049	-25.683	75.775
351	8.9	-2.8504	8.1248	-23.159	66.012
352	8.9	-2.8504	8.1248	-23.159	66.012
353	9	-2.7504	7.5647	-20.806	57.225
354	9	-2.7504	7.5647	-20.806	57.225
355	9	-2.7504	7.5647	-20.806	57.225
356	9	-2.7504	7.5647	-20.806	57.225
357	9	-2.7504	7.5647	-20.806	57.225
358	9	-2.7504	7.5647	-20.806	57.225
359	9.1	-2.6504	7.0246	-18.618	49.346
360	9.1	-2.6504	7.0246	-18.618	49.346
361	9.2	-2.5504	6.5046	-16.589	42.309
362	9.3	-2.4504	6.0045	-14.713	36.054
363	9.4	-2.3504	5.5244	-12.985	30.519
364	9.4	-2.3504	5.5244	-12.985	30.519
365	9.5	-2.2504	5.0643	-11.397	25.647
366	9.5	-2.2504	5.0643	-11.397	25.647
367	9.5	-2.2504	5.0643	-11.397	25.647
368	9.6	-2.1504	4.6242	-9.944	21.384
369	9.6	-2.1504	4.6242	-9.944	21.384
370	9.6	-2.1504	4.6242	-9.944	21.384
371	9.9	-1.8504	3.424	-6.3358	11724
372	9.9	-1.8504	3.424	-6.3358	11724
373	10	-1.7504	3.0639	-5.3631	9.3876
374	10	-1.7504	3.0639	-5.3631	9.3876
375	10	-1.7504	3.0639	-5.3631	9.3876
376	10	-1.7504	3.0639	-5.3631	9.3876
377	10.1	-1.6504	2.7238	-4.4954	7.4193
378	10.1	-1.6504	2.7238	-4.4954	7.4193
379	10.2	-1.5504	2.4038	-3.7268	5.778
380	10.3	-1.4504	2.1037	-3.0512	4.4254
381	10.4	-1.3504	1.8236	-2.4626	3.3255
382	10.4	-1.3504	1.8236	-2.4626	3.3255
383	10.4	-1.3504	1.8236	-2.4626	3.3255
384	10.5	-1.2504	1.5635	-1.955	2.4446
385	10.5	-1.2504	1.5635	-1.955	2.4446
386	10.5	-1.2504	1.5635	-1.955	2.4446
387	10.5	-1.2504	1.5635	-1.955	2.4446
388	10.5	-1.2504	1.5635	-1.955	2.4446
389	10.5	-1.2504	1.5635	-1.955	2.4446
390	10.6	-1.1504	1.3234	-1.5225	1.7515
391	10.6	-1.1504	1.3234	-1.5225	1.7515

285	6	-5.7504	33.067	-190.15	1093.4
286	6	-5.7504	33.067	-190.15	1093.4
287	6.1	-5.6504	31.927	-180.4	1019.3
288	6.2	-5.5504	30.807	-170.99	949.07
289	6.2	-5.5504	30.807	-170.99	949.07
290	6.4	-5.3504	28.627	-153.17	819.49
291	6.4	-5.3504	28.627	-153.17	819.49
292	6.4	-5.3504	28.627	-153.17	819.49
293	6.6	-5.1504	26.527	-136.62	703.66
294	6.6	-5.1504	26.527	-136.62	703.66
295	6.6	-5.1504	26.527	-136.62	703.66
296	6.7	-5.0504	25.507	-128.82	650.59
297	6.8	-4.9504	24.506	-121.32	600.57
298	6.8	-4.9504	24.506	-121.32	600.57
299	6.9	-4.8504	23.526	-114.11	553.49
300	6.9	-4.8504	23.526	-114.11	553.49
301	6.9	-4.8504	23.526	-114.11	553.49
302	7	-4.7504	22.566	-107.2	509.24
303	7	-4.7504	22.566	-107.2	509.24
304	7	-4.7504	22.566	-107.2	509.24
305	7	-4.7504	22.566	-107.2	509.24
306	7	-4.7504	22.566	-107.2	509.24
307	7	-4.7504	22.566	-107.2	509.24
308	7.1	-4.6504	21.626	-100.57	467.69
309	7.1	-4.6504	21.626	-100.57	467.69
310	7.1	-4.6504	21.626	-100.57	467.69
311	7.1	-4.6504	21.626	-100.57	467.69
312	7.2	-4.5504	20.706	-94.221	428.75
313	7.2	-4.5504	20.706	-94.221	428.75
314	7.2	-4.5504	20.706	-94.221	428.75
315	7.2	-4.5504	20.706	-94.221	428.75
316	7.3	-4.4504	19.806	-88.145	392.28
317	7.3	-4.4504	19.806	-88.145	392.28
318	7.4	-4.3504	18.926	-82.336	358.19
319	7.4	-4.3504	18.926	-82.336	358.19
320	7.5	-4.2504	18.066	-76.787	326.38
321	7.5	-4.2504	18.066	-76.787	326.38
Σ		-657.59	4163.6	-27067	180004

392	10.6	-1.1504	1.3234	-15225	17515
393	10.7	-1.0504	1.1033	-1159	12174
394	10.7	-1.0504	1.1033	-1159	12174
395	10.7	-1.0504	1.1033	-1159	12174
396	10.8	-0.9504	0.9033	-8585	8159
397	10.9	-0.8504	0.7232	-615	0.523
398	10.9	-0.8504	0.7232	-615	0.523
399	11	-0.7504	0.5631	-4226	0.3171
400	11	-0.7504	0.5631	-4226	0.3171
401	11	-0.7504	0.5631	-4226	0.3171
402	11	-0.7504	0.5631	-4226	0.3171
403	11.1	-0.6504	0.423	-2751	0.1789
404	11.1	-0.6504	0.423	-2751	0.1789
405	11.2	-0.5504	0.3029	-1667	0.0918
406	11.2	-0.5504	0.3029	-1667	0.0918
407	11.2	-0.5504	0.3029	-1667	0.0918
408	11.2	-0.5504	0.3029	-1667	0.0918
409	11.2	-0.5504	0.3029	-1667	0.0918
410	11.2	-0.5504	0.3029	-1667	0.0918
411	11.3	-0.4504	0.2029	-914	0.0412
412	11.4	-0.3504	0.1228	-443	0.0151
413	11.4	-0.3504	0.1228	-443	0.0151
414	11.6	-0.1504	0.0226	-100.34	0.0005
415	11.6	-0.1504	0.0226	-100.34	0.0005
416	11.7	-0.0504	0.0025	-10.001	6E-06
417	11.7	-0.0504	0.0025	-10.001	6E-06
418	11.7	-0.0504	0.0025	-10.001	6E-06
419	11.7	-0.0504	0.0025	-10.001	6E-06
420	11.8	0.0496	0.0025	0.0001	6E-06
421	11.8	0.0496	0.0025	0.0001	6E-06
422	11.9	0.1496	0.0224	0.0033	0.0005
423	11.9	0.1496	0.0224	0.0033	0.0005
424	12	0.2496	0.0623	0.0155	0.0039
425	12	0.2496	0.0623	0.0155	0.0039
426	12	0.2496	0.0623	0.0155	0.0039
427	12.2	0.4496	0.2021	0.0909	0.0409
428	12.3	0.5496	0.3021	0.166	0.0912
Σ		-200.59	573.79	-1839.4	6311

Nº	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
429	12.3	0.5496	0.3021	0.166	0.0912
430	12.3	0.5496	0.3021	0.166	0.0912
431	12.4	0.6496	0.422	0.2741	0.1781
432	12.6	0.8496	0.7218	0.6133	0.521
433	12.6	0.8496	0.7218	0.6133	0.521
434	12.6	0.8496	0.7218	0.6133	0.521

Nº	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
536	17.3	5.5496	30.798	170.92	948.52
537	17.3	5.5496	30.798	170.92	948.52
538	17.3	5.5496	30.798	170.92	948.52
539	17.4	5.6496	31.918	180.32	1018.8
540	17.4	5.6496	31.918	180.32	1018.8
541	17.4	5.6496	31.918	180.32	1018.8

435	12.6	0.8496	0.7218	0.6133	0.521
436	12.7	0.9496	0.9017	0.8563	0.8131
437	12.7	0.9496	0.9017	0.8563	0.8131
438	12.8	1.0496	1.1017	1.1563	1.2136
439	12.8	1.0496	1.1017	1.1563	1.2136
440	12.8	1.0496	1.1017	1.1563	1.2136
441	12.8	1.0496	1.1017	1.1563	1.2136
442	12.9	1.1496	1.3216	1.5193	1.7466
443	12.9	1.1496	1.3216	1.5193	1.7466
444	12.9	1.1496	1.3216	1.5193	1.7466
445	12.9	1.1496	1.3216	1.5193	1.7466
446	12.9	1.1496	1.3216	1.5193	1.7466
447	13	1.2496	1.5615	1.9512	2.4383
448	13	1.2496	1.5615	1.9512	2.4383
449	13	1.2496	1.5615	1.9512	2.4383
450	13	1.2496	1.5615	1.9512	2.4383
451	13	1.2496	1.5615	1.9512	2.4383
452	13.1	1.3496	1.8214	2.4582	3.3175
453	13.1	1.3496	1.8214	2.4582	3.3175
454	13.1	1.3496	1.8214	2.4582	3.3175
455	13.1	1.3496	1.8214	2.4582	3.3175
456	13.2	1.4496	2.1013	3.0461	4.4156
457	13.2	1.4496	2.1013	3.0461	4.4156
458	13.2	1.4496	2.1013	3.0461	4.4156
459	13.3	1.5496	2.4013	3.721	5.766
460	13.4	1.6496	2.7212	4.4888	7.4048
461	13.4	1.6496	2.7212	4.4888	7.4048
462	13.5	1.7496	3.0611	5.3557	9.3703
463	13.6	1.8496	3.421	6.3275	11.703
464	13.6	1.8496	3.421	6.3275	11.703
465	13.6	1.8496	3.421	6.3275	11.703
466	13.6	1.8496	3.421	6.3275	11.703
467	13.7	1.9496	3.8009	7.4103	14.447
468	13.7	1.9496	3.8009	7.4103	14.447
469	13.9	2.1496	4.6208	9.9328	21.351
470	14	2.2496	5.0607	11.385	25.611
471	14	2.2496	5.0607	11.385	25.611
472	14	2.2496	5.0607	11.385	25.611
473	14	2.2496	5.0607	11.385	25.611
474	14	2.2496	5.0607	11.385	25.611
475	14.1	2.3496	5.5206	12.971	30.477
476	14.2	2.4496	6.0005	14.699	36.006
477	14.3	2.5496	6.5004	16.574	42.256
478	14.3	2.5496	6.5004	16.574	42.256
479	14.3	2.5496	6.5004	16.574	42.256
480	14.4	2.6496	7.0204	18.601	49.285

542	17.5	5.7496	33.058	190.07	1092.8
543	17.5	5.7496	33.058	190.07	1092.8
544	17.5	5.7496	33.058	190.07	1092.8
545	17.6	5.8496	34.218	200.16	1170.9
546	17.8	6.0496	36.598	221.4	1339.4
547	17.9	6.1496	37.818	232.56	1430.2
548	17.9	6.1496	37.818	232.56	1430.2
549	17.9	6.1496	37.818	232.56	1430.2
550	17.9	6.1496	37.818	232.56	1430.2
551	18	6.2496	39.057	244.09	1525.5
552	18	6.2496	39.057	244.09	1525.5
553	18	6.2496	39.057	244.09	1525.5
554	18	6.2496	39.057	244.09	1525.5
555	18	6.2496	39.057	244.09	1525.5
556	18.1	6.3496	40.317	256	1625.5
557	18.2	6.4496	41.597	268.29	1730.3
558	18.3	6.5496	42.897	280.96	1840.2
559	18.4	6.6496	44.217	294.03	1955.2
560	18.4	6.6496	44.217	294.03	1955.2
561	18.5	6.7496	45.557	307.49	2075.4
562	18.5	6.7496	45.557	307.49	2075.4
563	18.5	6.7496	45.557	307.49	2075.4
564	18.6	6.8496	46.917	321.36	2201.2
565	18.6	6.8496	46.917	321.36	2201.2
566	18.6	6.8496	46.917	321.36	2201.2
567	18.8	7.0496	49.697	350.34	2469.8
568	18.8	7.0496	49.697	350.34	2469.8
569	18.8	7.0496	49.697	350.34	2469.8
570	18.9	7.1496	51.117	365.46	2612.9
571	18.9	7.1496	51.117	365.46	2612.9
572	18.9	7.1496	51.117	365.46	2612.9
573	19	7.2496	52.557	381.01	2762.2
574	19	7.2496	52.557	381.01	2762.2
575	19	7.2496	52.557	381.01	2762.2
576	19	7.2496	52.557	381.01	2762.2
577	19.1	7.3496	54.017	397	2917.8
578	19.1	7.3496	54.017	397	2917.8
579	19.1	7.3496	54.017	397	2917.8
580	19.2	7.4496	55.496	413.43	3079.9
581	19.3	7.5496	56.996	430.3	3248.6
582	19.3	7.5496	56.996	430.3	3248.6
583	19.3	7.5496	56.996	430.3	3248.6
584	19.4	7.6496	58.516	447.63	3424.2
585	19.4	7.6496	58.516	447.63	3424.2
586	19.5	7.7496	60.056	465.41	3606.8
587	19.5	7.7496	60.056	465.41	3606.8

481	14.4	2.6496	7.0204	18.601	49.285
482	14.5	2.7496	7.5603	20.788	57.158
483	14.5	2.7496	7.5603	20.788	57.158
484	14.5	2.7496	7.5603	20.788	57.158
485	14.6	2.8496	8.1202	23.139	65.938
486	14.6	2.8496	8.1202	23.139	65.938
487	14.7	2.9496	8.7001	25.662	75.692
488	14.7	2.9496	8.7001	25.662	75.692
489	14.8	3.0496	9.3	28.361	86.491
490	14.9	3.1496	9.92	31.244	98.406
491	15	3.2496	10.56	34.315	111.51
492	15	3.2496	10.56	34.315	111.51
493	15.1	3.3496	11.22	37.582	125.88
494	15.2	3.4496	11.9	41.049	141.6
495	15.2	3.4496	11.9	41.049	141.6
496	15.2	3.4496	11.9	41.049	141.6
497	15.3	3.5496	12.6	44.724	158.75
498	15.4	3.6496	13.32	48.611	177.41
499	15.4	3.6496	13.32	48.611	177.41
500	15.5	3.7496	14.059	52.717	197.67
501	15.5	3.7496	14.059	52.717	197.67
502	15.5	3.7496	14.059	52.717	197.67
503	15.5	3.7496	14.059	52.717	197.67
504	15.6	3.8496	14.819	57.049	219.61
505	15.6	3.8496	14.819	57.049	219.61
506	15.6	3.8496	14.819	57.049	219.61
507	15.8	4.0496	16.399	66.41	268.93
508	15.8	4.0496	16.399	66.41	268.93
509	15.9	4.1496	17.219	71.453	296.5
510	15.9	4.1496	17.219	71.453	296.5
511	16	4.2496	18.059	76.744	326.13
512	16	4.2496	18.059	76.744	326.13
513	16	4.2496	18.059	76.744	326.13
514	16.2	4.4496	19.799	88.097	392
515	16.2	4.4496	19.799	88.097	392
516	16.3	4.5496	20.699	94.171	428.44
517	16.3	4.5496	20.699	94.171	428.44
518	16.3	4.5496	20.699	94.171	428.44
519	16.3	4.5496	20.699	94.171	428.44
520	16.3	4.5496	20.699	94.171	428.44
521	16.4	4.6496	21.619	100.52	467.37
522	16.4	4.6496	21.619	100.52	467.37
523	16.4	4.6496	21.619	100.52	467.37
524	16.5	4.7496	22.559	107.14	508.89
525	16.5	4.7496	22.559	107.14	508.89
526	16.9	5.1496	26.518	136.56	703.22

588	19.5	7.7496	60.056	465.41	3606.8
589	19.5	7.7496	60.056	465.41	3606.8
590	19.7	7.9496	63.196	502.38	3993.7
591	19.8	8.0496	64.796	521.58	4198.5
592	19.9	8.1496	66.416	541.26	4411.1
593	19.9	8.1496	66.416	541.26	4411.1
594	20	8.2496	68.056	561.43	4631.6
595	20	8.2496	68.056	561.43	4631.6
596	20.1	8.3496	69.716	582.1	4860.3
597	20.1	8.3496	69.716	582.1	4860.3
598	20.2	8.4496	71.396	603.26	5097.3
599	20.2	8.4496	71.396	603.26	5097.3
600	20.2	8.4496	71.396	603.26	5097.3
601	20.3	8.5496	73.096	624.94	5343
602	20.3	8.5496	73.096	624.94	5343
603	20.3	8.5496	73.096	624.94	5343
604	20.4	8.6496	74.816	647.12	5597.4
605	20.4	8.6496	74.816	647.12	5597.4
606	20.7	8.9496	80.095	716.82	6415.3
607	20.7	8.9496	80.095	716.82	6415.3
608	20.8	9.0496	81.895	741.12	6706.8
609	20.9	9.1496	83.715	765.96	7008.2
610	21	9.2496	85.555	791.35	7319.7
611	21.1	9.3496	87.415	817.29	7641.4
612	21.2	9.4496	89.295	843.8	7973.6
613	21.3	9.5496	91.195	870.87	8316.5
614	21.4	9.6496	93.115	898.52	8670.4
615	21.4	9.6496	93.115	898.52	8670.4
616	21.4	9.6496	93.115	898.52	8670.4
617	21.4	9.6496	93.115	898.52	8670.4
618	21.5	9.7496	95.055	926.74	9035.4
619	21.5	9.7496	95.055	926.74	9035.4
620	21.5	9.7496	95.055	926.74	9035.4
621	21.5	9.7496	95.055	926.74	9035.4
622	21.6	9.8496	97.015	955.55	9411.8
623	21.6	9.8496	97.015	955.55	9411.8
624	21.6	9.8496	97.015	955.55	9411.8
625	22	10.25	105.05	1076.8	11036
626	22	10.25	105.05	1076.8	11036
627	22	10.25	105.05	1076.8	11036
628	22	10.25	105.05	1076.8	11036
629	22	10.25	105.05	1076.8	11036
630	22.4	10.65	113.41	1207.8	12863
631	22.6	10.85	117.71	1277.1	13857
632	22.6	10.85	117.71	1277.1	13857
633	22.8	11.05	122.09	1349.1	14907

527	16.9	5.1496	26.518	136.56	703.22
528	17	5.2496	27.558	144.67	759.46
529	17	5.2496	27.558	144.67	759.46
530	17	5.2496	27.558	144.67	759.46
531	17	5.2496	27.558	144.67	759.46
532	17.1	5.3496	28.618	153.1	819
533	17.1	5.3496	28.618	153.1	819
534	17.1	5.3496	28.618	153.1	819
535	17.2	5.4496	29.698	161.84	881.98
Σ		302.71	1082.1	4400	19218

634	23	11.25	126.55	1423.7	16016
635	23	11.25	126.55	1423.7	16016
636	23	11.25	126.55	1423.7	16016
637	23.1	11.35	128.81	1462	16593
638	23.1	11.35	128.81	1462	16593
639	23.1	11.35	128.81	1462	16593
640	23.2	11.45	131.09	1501	17185
641	23.3	11.55	133.39	1540.6	17794
642	23.4	11.65	135.71	1581	18418
Σ		873.81	7458.8	66379	613383

N°	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
643	23.4	11.65	135.71	1581	18418
644	23.5	11.75	138.05	1622.1	19059
645	23.6	11.85	140.41	1663.8	19716
646	23.8	12.05	145.19	1749.5	21081
647	23.8	12.05	145.19	1749.5	21081
648	24	12.25	150.05	1838.1	22516
649	24	12.25	150.05	1838.1	22516
650	24	12.25	150.05	1838.1	22516
651	24	12.25	150.05	1838.1	22516
652	24.1	12.35	152.51	1883.5	23260
653	24.1	12.35	152.51	1883.5	23260
654	24.1	12.35	152.51	1883.5	23260
655	24.2	12.45	154.99	1929.6	24023
656	24.2	12.45	154.99	1929.6	24023
657	24.4	12.65	160.01	2024.1	25604
658	24.5	12.75	162.55	2072.5	26423
659	24.6	12.85	165.11	2121.6	27262
660	24.6	12.85	165.11	2121.6	27262
661	24.8	13.05	170.29	2222.2	28999
662	24.9	13.15	172.91	2273.7	29899
663	24.9	13.15	172.91	2273.7	29899
664	25	13.25	175.55	2326	30818
665	25	13.25	175.55	2326	30818
666	25.1	13.35	178.21	2379.1	31759
667	25.1	13.35	178.21	2379.1	31759
668	25.1	13.35	178.21	2379.1	31759
669	25.2	13.45	180.89	2432.9	32722
670	25.2	13.45	180.89	2432.9	32722
671	25.2	13.45	180.89	2432.9	32722
672	25.2	13.45	180.89	2432.9	32722
673	25.4	13.65	186.31	2543.1	34712
674	25.6	13.85	191.81	2656.5	36792
675	25.7	13.95	194.59	2714.5	37866

676	25.7	13.95	194.59	2714.5	37866
677	25.8	14.05	197.39	2773.3	38963
678	25.9	14.15	200.21	2832.9	40084
679	26	14.25	203.05	2893.4	41230
680	26.2	14.45	208.79	3016.9	43594
681	26.3	14.55	211.69	3080	44813
682	26.4	14.65	214.61	3144	46058
683	26.5	14.75	217.55	3208.8	47328
684	26.6	14.85	220.51	3274.5	48625
685	26.7	14.95	223.49	3341.1	49948
686	27.1	15.35	235.61	3616.5	55512
687	27.3	15.55	241.79	3759.7	58462
688	27.5	15.75	248.05	3906.7	61529
689	27.5	15.75	248.05	3906.7	61529
690	27.8	16.05	257.59	4134.2	66352
691	27.9	16.15	260.81	4212	68022
692	28.3	16.55	273.89	4532.8	75015
693	28.4	16.65	277.21	4615.4	76845
694	28.5	16.75	280.55	4699.1	78708
695	29	17.25	297.55	5132.6	88535
696	29.5	17.75	315.05	5592	99255
697	29.6	17.85	318.61	5687	101511
698	29.8	18.05	325.79	5880.3	106138
699	30	18.25	333.05	6078	110921
700	30	18.25	333.05	6078	110921
701	30.2	18.45	340.39	6280	115864
702	30.6	18.85	355.31	6697.4	126243
703	30.7	18.95	359.09	6804.6	128944
704	30.8	19.05	362.89	6912.9	131687
705	31	19.25	370.55	7132.9	137305
706	31.2	19.45	378.29	7357.5	143101
707	31.3	19.55	382.19	74716	146067
708	31.4	19.65	386.11	7586.8	149078
709	31.4	19.65	386.11	7586.8	149078
710	31.5	19.75	390.05	7703.3	152136
711	32	20.25	410.05	8303.3	168138
712	32.9	21.15	447.31	9460.3	200082
713	33.3	21.55	464.39	10007	215654
714	33.3	21.55	464.39	10007	215654
715	33.5	21.75	473.04	10289	223772
716	34.6	22.85	522.1	11930	272593
717	35.2	23.45	549.88	12895	302372
718	35.4	23.65	559.3	13227	312820
719	35.9	24.15	583.2	14084	340126
720	36	24.25	588.04	14260	345795
721	36.1	24.35	592.9	14437	351534
722	36.1	24.35	592.9	14437	351534
723	37.1	25.35	642.6	16290	412937
724	37.1	25.35	642.6	16290	412937

725	37.3	25.55	652.78	16678	426124
726	37.6	25.85	668.2	17273	446493
727	38	26.25	689.04	18087	474778
728	38	26.25	689.04	18087	474778
729	38.2	26.45	699.58	18504	489414
730	38.5	26.75	715.54	19140	51999
731	39	27.25	742.54	20234	551366
732	39	27.25	742.54	20234	551366
733	39.1	27.35	748	20458	559505
734	40.2	28.45	809.38	23027	655095
735	419	30.15	909	27406	826278
736	42.1	30.35	9211	27955	848422
737	42.3	30.55	933.28	28511	871008
738	43.3	31.55	995.38	31404	990775
739	44.1	32.35	1046.5	33854	1E+06
740	44.8	33.05	1092.3	36099	1E+06
741	47	35.25	1242.5	43799	2E+06
742	47	35.25	1242.5	43799	2E+06
743	47	35.25	1242.5	43799	2E+06
744	516	39.85	1588	63281	3E+06
Σ		1936.7	41375	990959	3E+07

$$(x_i - \bar{x})^2 = 78721.240$$

$$(x_i - \bar{x})^3 = 772979.528$$

$$(x_i - \bar{x})^4 = 29835260.354$$

Cuadro N°20: Datos ordenados de precipitación de 24 horas – Estación Ccatcca

N°	DATO	N°	DATO	N°	DATO	N°	DATO	N°	DATO	N°	DATO	N°	DATO
1	0	80	1.3	159	5.1	238	8.8	317	12.4	396	16.6	475	23
2	0	81	1.3	160	5.1	239	8.9	318	12.5	397	16.6	476	23
3	0	82	1.4	161	5.2	240	9	319	12.6	398	16.7	477	23.3
4	0	83	1.4	162	5.2	241	9	320	12.6	399	16.8	478	23.4
5	0	84	1.5	163	5.2	242	9	321	13	400	16.9	479	23.5
6	0	85	1.7	164	5.2	243	9	322	13	401	16.9	480	23.7
7	0	86	1.7	165	5.3	244	9	323	13	402	17	481	24
8	0	87	1.8	166	5.3	245	9.1	324	13	403	17	482	24.1
9	0	88	1.9	167	5.3	246	9.2	325	13	404	17	483	24.2
10	0	89	2	168	5.3	247	9.2	326	13	405	17	484	24.4
11	0	90	2	169	5.4	248	9.2	327	13	406	17	485	24.5
12	0	91	2	170	5.4	249	9.3	328	13	407	17.3	486	24.5
13	0	92	2	171	5.5	250	9.4	329	13.1	408	17.4	487	24.8
14	0	93	2	172	5.5	251	9.4	330	13.2	409	17.4	488	24.9
15	0	94	2	173	5.5	252	9.5	331	13.2	410	17.6	489	25
16	0	95	2	174	5.6	253	9.6	332	13.4	411	17.7	490	25
17	0	96	2.1	175	5.6	254	9.7	333	13.4	412	17.9	491	25
18	0	97	2.1	176	5.6	255	9.7	334	13.4	413	17.9	492	25
19	0	98	2.2	177	5.8	256	9.8	335	13.5	414	17.9	493	25
20	0	99	2.2	178	5.8	257	9.8	336	13.6	415	18	494	25.2
21	0	100	2.3	179	5.8	258	9.8	337	13.6	416	18	495	25.8
22	0	101	2.3	180	5.8	259	9.9	338	13.6	417	18	496	25.8
23	0	102	2.3	181	5.8	260	10	339	13.8	418	18	497	26
24	0	103	2.4	182	5.8	261	10	340	13.8	419	18.1	498	26
25	0	104	2.5	183	6	262	10	341	13.8	420	18.2	499	26
26	0	105	2.5	184	6	263	10	342	13.8	421	18.3	500	26.5
27	0	106	2.5	185	6	264	10	343	14	422	18.4	501	26.6
28	0	107	2.5	186	6	265	10	344	14	423	18.5	502	26.6
29	0	108	2.5	187	6	266	10	345	14	424	18.8	503	26.7
30	0	109	2.8	188	6.1	267	10	346	14	425	18.9	504	27
31	0	110	2.8	189	6.2	268	10.2	347	14	426	18.9	505	27
32	0	111	3	190	6.2	269	10.2	348	14.1	427	19	506	27.2
33	0	112	3	191	6.2	270	10.2	349	14.2	428	19	507	27.2
34	0	113	3	192	6.3	271	10.2	350	14.2	429	19	508	27.3
35	0	114	3	193	6.4	272	10.2	351	14.4	430	19	509	27.5
36	0	115	3.2	194	6.6	273	10.2	352	14.4	431	19	510	27.7
37	0	116	3.4	195	6.6	274	10.3	353	14.5	432	19	511	27.8
38	0	117	3.5	196	6.7	275	10.3	354	14.5	433	19.1	512	28.1
39	0	118	3.6	197	6.7	276	10.4	355	14.5	434	19.2	513	28.3
40	0	119	3.6	198	6.7	277	10.4	356	14.6	435	19.2	514	28.5
41	0	120	3.7	199	6.8	278	10.4	357	14.7	436	19.2	515	28.5
42	0	121	3.7	200	7	279	10.5	358	14.8	437	19.3	516	28.8
43	0	122	3.8	201	7	280	10.6	359	14.8	438	19.3	517	28.8

44	0	123	3.8	202	7	281	10.6	360	14.8	439	19.4	518	29
45	0	124	3.8	203	7.1	282	10.7	361	14.8	440	19.4	519	29.2
46	0	125	3.8	204	7.2	283	11	362	14.8	441	19.5	520	29.5
47	0	126	3.8	205	7.2	284	11	363	15	442	19.6	521	30.3
48	0	127	3.9	206	7.3	285	11	364	15	443	19.9	522	31
49	0	128	4	207	7.4	286	11	365	15	444	20	523	31.6
50	0	129	4	208	7.5	287	11	366	15	445	20	524	31.7
51	0	130	4	209	7.7	288	11	367	15	446	20	525	31.8
52	0	131	4	210	7.7	289	11	368	15.2	447	20	526	31.8
53	0	132	4	211	7.7	290	11	369	15.2	448	20	527	32
54	0	133	4	212	7.8	291	11	370	15.2	449	20	528	32.8
55	0	134	4	213	7.8	292	11	371	15.3	450	20.2	529	32.8
56	0	135	4	214	7.8	293	11	372	15.3	451	20.2	530	33
57	0	136	4.1	215	7.8	294	11	373	15.4	452	20.2	531	33
58	0	137	4.2	216	7.9	295	11	374	15.4	453	20.2	532	33.5
59	0	138	4.2	217	7.9	296	11.1	375	15.5	454	20.3	533	33.6
60	0	139	4.2	218	8	297	11.4	376	15.6	455	20.3	534	33.7
61	0	140	4.4	219	8.2	298	11.4	377	15.8	456	20.4	535	34
62	0	141	4.4	220	8.2	299	11.4	378	15.8	457	20.5	536	34
63	0	142	4.5	221	8.2	300	11.5	379	15.8	458	20.7	537	34
64	0	143	4.5	222	8.2	301	11.5	380	16	459	20.9	538	34.1
65	0	144	4.5	223	8.3	302	11.5	381	16	460	21	539	35.8
66	0	145	4.6	224	8.4	303	11.6	382	16	461	21	540	36
67	0	146	4.7	225	8.4	304	11.6	383	16	462	21	541	36.8
68	0	147	4.8	226	8.4	305	11.7	384	16	463	21	542	38
69	0.4	148	4.8	227	8.4	306	11.7	385	16	464	21	543	38.6
70	0.5	149	4.8	228	8.5	307	11.8	386	16	465	21.3	544	40.2
71	0.5	150	4.8	229	8.5	308	11.8	387	16	466	21.4	545	41
72	1	151	4.8	230	8.5	309	12	388	16.2	467	21.5	546	42.1
73	1	152	4.8	231	8.5	310	12	389	16.2	468	22	547	43.2
74	1	153	5	232	8.5	311	12	390	16.4	469	22	548	68.3
75	1.2	154	5	233	8.6	312	12	391	16.4	470	22.2		
76	1.2	155	5	234	8.7	313	12	392	16.5	471	22.3		
77	1.2	156	5	235	8.8	314	12	393	16.5	472	22.4		
78	1.2	157	5	236	8.8	315	12	394	16.5	473	22.8		
79	1.3	158	5	237	8.8	316	12	395	16.5	474	22.8		

Medidas de tendencia central

Media aritmetica

Media aritmetica de datos no agrupados

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{6527.300}{548.000}$$

Donde:

x = valor media muestral

x_i = valor i-ésimo de la muestra

n = numero de datos de la muestra

valor media muestral	$x =$	11.911
valor i-ésimo de la muestra	$x_i =$	6527.300
numero de datos de la muestra	$n =$	548.000

Mediana

$$\text{Med} = X_{(n+1)/2} \quad \dots \text{para } n \text{ impar}$$

$$\text{Med} = \frac{X_{n/2} + X_{n/2+1}}{2} \quad \dots \text{para } n \text{ par}$$

$$\text{Med} = \frac{10.300 + 10.300}{2}$$

$\text{Med} =$	10.300
$X_{n/2} =$	10.300
$X_{n/2+1} =$	10.300

Moda

$$M_o = 0.000$$

Medidas de dispersion

Rango

Valor minimo de los datos:	$X_{\min} =$	0.00
----------------------------	--------------	------

Valor maximo de los datos:	$X_{\max} =$	68.30
----------------------------	--------------	-------

Numero de datos de la muestra:	$n =$	548.000
--------------------------------	-------	---------

Rango R correspondiente a la muestra.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

$$R = 68.30 - 0.00$$

$$R = 68.30$$

Varianza

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n X_i - \bar{X} \right)^2$$

$$S^2 = \frac{1}{548-1} (50992.078)$$

Varianza muestral	$S^2 =$	93.221
-------------------	---------	--------

Valor i-ésimo de la muestra	$x_i =$	6527.300
-----------------------------	---------	----------

Media muestral	$x =$	11.911
Numero total de datos	$n =$	548.000
	$\Sigma(x_i - x)^2 =$	50992.078

Desviacion estandar

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$S = \sqrt{93.221}$$

Desviacion estandar	$S =$	9.655
---------------------	-------	-------

Coficiente de variacion

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$C_v = \frac{9.655}{11.911}$$

Coficiente de variacion	$C_v =$	0.811
-------------------------	---------	-------

Medida de simetria y asimetria

Sesgo

$$C_s = \frac{n^2 M_3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$C_s = \frac{548^2 * 937.3}{(548-1)(548-2)9.655^3}$$

Donde:

$$M_3 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{n}$$

$C_s =$	1.047
---------	-------

$M_3 =$	937.3
---------	-------

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$S =$	9.655
-------	-------

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$x =$	11.911
-------	--------

Medida de achatamiento

Curtosis

$$C_k = \frac{n^3 M_4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$C_k = \frac{548^3 * 42104.5}{(548-1)(548-2)(548-3)9.655^4}$$

$$C_k = 4.8985$$

Donde:

$$M_4 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{n}$$

$$M_4 = 42104.5$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$$S = 9.655$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$$x = 11.911$$

Cuadro N°21: Medida de Achatamiento – Estación Ccatcca

N°	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
1	0	-1191	14188	-1689.9	20129
2	0	-1191	14188	-1689.9	20129
3	0	-1191	14188	-1689.9	20129
4	0	-1191	14188	-1689.9	20129
5	0	-1191	14188	-1689.9	20129
6	0	-1191	14188	-1689.9	20129
7	0	-1191	14188	-1689.9	20129
8	0	-1191	14188	-1689.9	20129
9	0	-1191	14188	-1689.9	20129
10	0	-1191	14188	-1689.9	20129
11	0	-1191	14188	-1689.9	20129
12	0	-1191	14188	-1689.9	20129
13	0	-1191	14188	-1689.9	20129
14	0	-1191	14188	-1689.9	20129
15	0	-1191	14188	-1689.9	20129
16	0	-1191	14188	-1689.9	20129
17	0	-1191	14188	-1689.9	20129
18	0	-1191	14188	-1689.9	20129
19	0	-1191	14188	-1689.9	20129
20	0	-1191	14188	-1689.9	20129
21	0	-1191	14188	-1689.9	20129
22	0	-1191	14188	-1689.9	20129
23	0	-1191	14188	-1689.9	20129
24	0	-1191	14188	-1689.9	20129
25	0	-1191	14188	-1689.9	20129
26	0	-1191	14188	-1689.9	20129
27	0	-1191	14188	-1689.9	20129
28	0	-1191	14188	-1689.9	20129
29	0	-1191	14188	-1689.9	20129

N°	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
80	13	-10.61	112.6	-1194.8	12678
81	13	-10.61	112.6	-1194.8	12678
82	14	-10.51	110.48	-11613	12207
83	14	-10.51	110.48	-11613	12207
84	15	-10.41	108.39	-11285	11749
85	17	-10.21	104.27	-1064.7	10872
86	17	-10.21	104.27	-1064.7	10872
87	18	-10.11	102.23	-1033.7	10452
88	19	-10.01	100.22	-1003.3	10045
89	2	-9.91	98.231	-973.58	9649.2
90	2	-9.91	98.231	-973.58	9649.2
91	2	-9.91	98.231	-973.58	9649.2
92	2	-9.91	98.231	-973.58	9649.2
93	2	-9.91	98.231	-973.58	9649.2
94	2	-9.91	98.231	-973.58	9649.2
95	2	-9.91	98.231	-973.58	9649.2
96	2.1	-9.81	96.258	-944.4	9265.7
97	2.1	-9.81	96.258	-944.4	9265.7
98	2.2	-9.71	94.306	-915.82	8893.6
99	2.2	-9.71	94.306	-915.82	8893.6
100	2.3	-9.61	92.374	-887.82	8532.9
101	2.3	-9.61	92.374	-887.82	8532.9
102	2.3	-9.61	92.374	-887.82	8532.9
103	2.4	-9.51	90.462	-860.39	8183.3
104	2.5	-9.41	88.569	-833.54	7844.5
105	2.5	-9.41	88.569	-833.54	7844.5
106	2.5	-9.41	88.569	-833.54	7844.5
107	2.5	-9.41	88.569	-833.54	7844.5
108	2.5	-9.41	88.569	-833.54	7844.5

30	0	-1191	44188	-1689.9	20129
31	0	-1191	44188	-1689.9	20129
32	0	-1191	44188	-1689.9	20129
33	0	-1191	44188	-1689.9	20129
34	0	-1191	44188	-1689.9	20129
35	0	-1191	44188	-1689.9	20129
36	0	-1191	44188	-1689.9	20129
37	0	-1191	44188	-1689.9	20129
38	0	-1191	44188	-1689.9	20129
39	0	-1191	44188	-1689.9	20129
40	0	-1191	44188	-1689.9	20129
41	0	-1191	44188	-1689.9	20129
42	0	-1191	44188	-1689.9	20129
43	0	-1191	44188	-1689.9	20129
44	0	-1191	44188	-1689.9	20129
45	0	-1191	44188	-1689.9	20129
46	0	-1191	44188	-1689.9	20129
47	0	-1191	44188	-1689.9	20129
48	0	-1191	44188	-1689.9	20129
49	0	-1191	44188	-1689.9	20129
50	0	-1191	44188	-1689.9	20129
51	0	-1191	44188	-1689.9	20129
52	0	-1191	44188	-1689.9	20129
53	0	-1191	44188	-1689.9	20129
54	0	-1191	44188	-1689.9	20129
55	0	-1191	44188	-1689.9	20129
56	0	-1191	44188	-1689.9	20129
57	0	-1191	44188	-1689.9	20129
58	0	-1191	44188	-1689.9	20129
59	0	-1191	44188	-1689.9	20129
60	0	-1191	44188	-1689.9	20129
61	0	-1191	44188	-1689.9	20129
62	0	-1191	44188	-1689.9	20129
63	0	-1191	44188	-1689.9	20129
64	0	-1191	44188	-1689.9	20129
65	0	-1191	44188	-1689.9	20129
66	0	-1191	44188	-1689.9	20129
67	0	-1191	44188	-1689.9	20129
68	0	-1191	44188	-1689.9	20129
69	0.4	-1151	132.51	-1525.3	17558
70	0.5	-1141	130.21	-1485.9	16956
71	0.5	-1141	130.21	-1485.9	16956
72	1	-10.91	119.05	-1299	14174
73	1	-10.91	119.05	-1299	14174
74	1	-10.91	119.05	-1299	14174
75	12	-10.71	114.73	-1228.9	13163
76	12	-10.71	114.73	-1228.9	13163
77	12	-10.71	114.73	-1228.9	13163

109	2.8	-9.11	83.013	-756.34	68911
110	2.8	-9.11	83.013	-756.34	68911
111	3	-8.91	79.408	-707.62	6305.7
112	3	-8.91	79.408	-707.62	6305.7
113	3	-8.91	79.408	-707.62	6305.7
114	3	-8.91	79.408	-707.62	6305.7
115	3.2	-8.71	75.884	-661.03	5758.4
116	3.4	-8.51	72.439	-616.54	5247.5
117	3.5	-8.41	70.747	-595.06	5005.2
118	3.6	-8.31	69.075	-574.09	4771.3
119	3.6	-8.31	69.075	-574.09	4771.3
120	3.7	-8.21	67.423	-553.62	4545.8
121	3.7	-8.21	67.423	-553.62	4545.8
122	3.8	-8.11	65.79	-533.64	4328.4
123	3.8	-8.11	65.79	-533.64	4328.4
124	3.8	-8.11	65.79	-533.64	4328.4
125	3.8	-8.11	65.79	-533.64	4328.4
126	3.8	-8.11	65.79	-533.64	4328.4
127	3.9	-8.01	64.178	-514.14	4118.8
128	4	-7.91	62.586	-495.13	3917
129	4	-7.91	62.586	-495.13	3917
130	4	-7.91	62.586	-495.13	3917
131	4	-7.91	62.586	-495.13	3917
132	4	-7.91	62.586	-495.13	3917
133	4	-7.91	62.586	-495.13	3917
134	4	-7.91	62.586	-495.13	3917
135	4	-7.91	62.586	-495.13	3917
136	4.1	-7.81	61.014	-476.59	3722.7
137	4.2	-7.71	59.462	-458.52	3535.7
138	4.2	-7.71	59.462	-458.52	3535.7
139	4.2	-7.71	59.462	-458.52	3535.7
140	4.4	-7.51	56.417	-423.76	3182.9
141	4.4	-7.51	56.417	-423.76	3182.9
142	4.5	-7.41	54.925	-407.06	3016.7
143	4.5	-7.41	54.925	-407.06	3016.7
144	4.5	-7.41	54.925	-407.06	3016.7
145	4.6	-7.31	53.453	-390.8	2857.2
146	4.7	-7.21	52	-374.98	2704
147	4.8	-7.11	50.568	-359.6	2557.1
148	4.8	-7.11	50.568	-359.6	2557.1
149	4.8	-7.11	50.568	-359.6	2557.1
150	4.8	-7.11	50.568	-359.6	2557.1
151	4.8	-7.11	50.568	-359.6	2557.1
152	4.8	-7.11	50.568	-359.6	2557.1
153	5	-6.91	47.764	-330.1	2281.4
154	5	-6.91	47.764	-330.1	2281.4
155	5	-6.91	47.764	-330.1	2281.4
156	5	-6.91	47.764	-330.1	2281.4

78	12	-10.71	114.73	-1228.9	13163
79	13	-10.61	112.6	-1194.8	12678
Σ		-898.45	10627	-125764	1E+06

157	5	-6.91	47.764	-330.1	22814
158	5	-6.91	47.764	-330.1	22814
Σ		-657.55	5783.4	-51683	468867

Nº	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
159	5.1	-6.81	46.392	-315.98	2152.2
160	5.1	-6.81	46.392	-315.98	2152.2
161	5.2	-6.71	45.039	-302.26	2028.5
162	5.2	-6.71	45.039	-302.26	2028.5
163	5.2	-6.71	45.039	-302.26	2028.5
164	5.2	-6.71	45.039	-302.26	2028.5
165	5.3	-6.61	43.707	-288.95	1910.3
166	5.3	-6.61	43.707	-288.95	1910.3
167	5.3	-6.61	43.707	-288.95	1910.3
168	5.3	-6.61	43.707	-288.95	1910.3
169	5.4	-6.51	42.395	-276.04	1797.3
170	5.4	-6.51	42.395	-276.04	1797.3
171	5.5	-6.41	41.103	-263.51	1689.4
172	5.5	-6.41	41.103	-263.51	1689.4
173	5.5	-6.41	41.103	-263.51	1689.4
174	5.6	-6.31	39.83	-251.37	1586.5
175	5.6	-6.31	39.83	-251.37	1586.5
176	5.6	-6.31	39.83	-251.37	1586.5
177	5.8	-6.11	37.346	-228.23	1394.7
178	5.8	-6.11	37.346	-228.23	1394.7
179	5.8	-6.11	37.346	-228.23	1394.7
180	5.8	-6.11	37.346	-228.23	1394.7
181	5.8	-6.11	37.346	-228.23	1394.7
182	5.8	-6.11	37.346	-228.23	1394.7
183	6	-5.91	34.941	-206.54	1220.9
184	6	-5.91	34.941	-206.54	1220.9
185	6	-5.91	34.941	-206.54	1220.9
186	6	-5.91	34.941	-206.54	1220.9
187	6	-5.91	34.941	-206.54	1220.9
188	6.1	-5.81	33.769	-196.24	1140.4
189	6.2	-5.71	32.617	-186.28	1063.9
190	6.2	-5.71	32.617	-186.28	1063.9
191	6.2	-5.71	32.617	-186.28	1063.9
192	6.3	-5.61	31.485	-176.67	991.29
193	6.4	-5.51	30.373	-167.39	922.49
194	6.6	-5.31	28.208	-149.82	795.7
195	6.6	-5.31	28.208	-149.82	795.7
196	6.7	-5.21	27.156	-141.51	737.44
197	6.7	-5.21	27.156	-141.51	737.44
198	6.7	-5.21	27.156	-141.51	737.44
199	6.8	-5.11	26.124	-133.52	682.45
200	7	-4.91	24.119	-118.45	581.74

Nº	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
238	8.8	-3.11	9.6791	-30.113	93.686
239	8.9	-3.01	9.0669	-27.302	82.209
240	9	-2.91	8.4747	-24.671	71.82
241	9	-2.91	8.4747	-24.671	71.82
242	9	-2.91	8.4747	-24.671	71.82
243	9	-2.91	8.4747	-24.671	71.82
244	9	-2.91	8.4747	-24.671	71.82
245	9.1	-2.81	7.9025	-22.215	62.449
246	9.2	-2.71	7.3502	-19.927	54.026
247	9.2	-2.71	7.3502	-19.927	54.026
248	9.2	-2.71	7.3502	-19.927	54.026
249	9.3	-2.61	6.81	-17.803	46.485
250	9.4	-2.51	6.3058	-15.835	39.763
251	9.4	-2.51	6.3058	-15.835	39.763
252	9.5	-2.41	5.8136	-14.017	33.797
253	9.6	-2.31	5.3413	-12.345	28.53
254	9.7	-2.21	4.8891	-10.81	23.903
255	9.7	-2.21	4.8891	-10.81	23.903
256	9.8	-2.11	4.4569	-9.4091	19.864
257	9.8	-2.11	4.4569	-9.4091	19.864
258	9.8	-2.11	4.4569	-9.4091	19.864
259	9.9	-2.01	4.0446	-8.1343	16.359
260	10	-1.91	3.6524	-6.9803	13.34
261	10	-1.91	3.6524	-6.9803	13.34
262	10	-1.91	3.6524	-6.9803	13.34
263	10	-1.91	3.6524	-6.9803	13.34
264	10	-1.91	3.6524	-6.9803	13.34
265	10	-1.91	3.6524	-6.9803	13.34
266	10	-1.91	3.6524	-6.9803	13.34
267	10	-1.91	3.6524	-6.9803	13.34
268	10.2	-1.71	2.928	-5.0101	8.573
269	10.2	-1.71	2.928	-5.0101	8.573
270	10.2	-1.71	2.928	-5.0101	8.573
271	10.2	-1.71	2.928	-5.0101	8.573
272	10.2	-1.71	2.928	-5.0101	8.573
273	10.2	-1.71	2.928	-5.0101	8.573
274	10.3	-1.61	2.5957	-4.1821	6.7379
275	10.3	-1.61	2.5957	-4.1821	6.7379
276	10.4	-1.51	2.2835	-3.4507	5.2145
277	10.4	-1.51	2.2835	-3.4507	5.2145
278	10.4	-1.51	2.2835	-3.4507	5.2145
279	10.5	-1.41	1.9913	-2.81	3.9652

201	7	-4.91	24.119	-118.45	581.74
202	7	-4.91	24.119	-118.45	581.74
203	7.1	-4.81	23.147	-111.36	535.78
204	7.2	-4.71	22.195	-104.56	492.61
205	7.2	-4.71	22.195	-104.56	492.61
206	7.3	-4.61	21.263	-98.044	452.1
207	7.4	-4.51	20.35	-91.803	414.13
208	7.5	-4.41	19.458	-85.832	378.62
209	7.7	-4.21	17.734	-74.679	314.48
210	7.7	-4.21	17.734	-74.679	314.48
211	7.7	-4.21	17.734	-74.679	314.48
212	7.8	-4.11	16.901	-69.484	285.66
213	7.8	-4.11	16.901	-69.484	285.66
214	7.8	-4.11	16.901	-69.484	285.66
215	7.8	-4.11	16.901	-69.484	285.66
216	7.9	-4.01	16.089	-64.536	258.86
217	7.9	-4.01	16.089	-64.536	258.86
218	8	-3.91	15.297	-59.828	234
219	8.2	-3.71	13.772	-51.112	189.68
220	8.2	-3.71	13.772	-51.112	189.68
221	8.2	-3.71	13.772	-51.112	189.68
222	8.2	-3.71	13.772	-51.112	189.68
223	8.3	-3.61	13.04	-47.09	170.05
224	8.4	-3.51	12.328	-43.285	151.98
225	8.4	-3.51	12.328	-43.285	151.98
226	8.4	-3.51	12.328	-43.285	151.98
227	8.4	-3.51	12.328	-43.285	151.98
228	8.5	-3.41	11.636	-39.691	135.39
229	8.5	-3.41	11.636	-39.691	135.39
230	8.5	-3.41	11.636	-39.691	135.39
231	8.5	-3.41	11.636	-39.691	135.39
232	8.5	-3.41	11.636	-39.691	135.39
233	8.6	-3.31	10.964	-36.302	120.2
234	8.7	-3.21	10.311	-33.111	106.32
235	8.8	-3.11	9.6791	-30.113	93.686
236	8.8	-3.11	9.6791	-30.113	93.686
237	8.8	-3.11	9.6791	-30.113	93.686
Σ		-398.68	2126.8	-11878	68757

280	10.6	-1.31	17.191	-2.2539	2.9552
281	10.6	-1.31	17.191	-2.2539	2.9552
282	10.7	-1.21	14.668	-1.7765	2.1516
283	11	-0.91	0.8302	-0.7564	0.6892
284	11	-0.91	0.8302	-0.7564	0.6892
285	11	-0.91	0.8302	-0.7564	0.6892
286	11	-0.91	0.8302	-0.7564	0.6892
287	11	-0.91	0.8302	-0.7564	0.6892
288	11	-0.91	0.8302	-0.7564	0.6892
289	11	-0.91	0.8302	-0.7564	0.6892
290	11	-0.91	0.8302	-0.7564	0.6892
291	11	-0.91	0.8302	-0.7564	0.6892
292	11	-0.91	0.8302	-0.7564	0.6892
293	11	-0.91	0.8302	-0.7564	0.6892
294	11	-0.91	0.8302	-0.7564	0.6892
295	11	-0.91	0.8302	-0.7564	0.6892
296	11.1	-0.81	0.6579	-0.5337	0.4329
297	11.4	-0.51	0.2613	-0.1335	0.0683
298	11.4	-0.51	0.2613	-0.1335	0.0683
299	11.4	-0.51	0.2613	-0.1335	0.0683
300	11.5	-0.41	0.169	-0.0695	0.0286
301	11.5	-0.41	0.169	-0.0695	0.0286
302	11.5	-0.41	0.169	-0.0695	0.0286
303	11.6	-0.31	0.0968	-0.0301	0.0094
304	11.6	-0.31	0.0968	-0.0301	0.0094
305	11.7	-0.21	0.0446	-0.0094	0.002
306	11.7	-0.21	0.0446	-0.0094	0.002
307	11.8	-0.11	0.0124	-0.0014	0.0002
308	11.8	-0.11	0.0124	-0.0014	0.0002
309	12	0.09	0.0079	0.0007	6E-05
310	12	0.09	0.0079	0.0007	6E-05
311	12	0.09	0.0079	0.0007	6E-05
312	12	0.09	0.0079	0.0007	6E-05
313	12	0.09	0.0079	0.0007	6E-05
314	12	0.09	0.0079	0.0007	6E-05
315	12	0.09	0.0079	0.0007	6E-05
316	12	0.09	0.0079	0.0007	6E-05
Σ		-111.28	227.69	-521.35	1280.6

Nº	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
317	12.4	0.49	0.239	0.1188	0.0571
318	12.5	0.59	0.3468	0.2042	0.1202
319	12.6	0.69	0.4745	0.3269	0.2252
320	12.6	0.69	0.4745	0.3269	0.2252
321	13	1.09	1.1856	1.291	1.4057
322	13	1.09	1.1856	1.291	1.4057

Nº	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
396	16.6	4.69	21.985	103.09	483.36
397	16.6	4.69	21.985	103.09	483.36
398	16.7	4.79	22.933	109.82	525.93
399	16.8	4.89	23.901	116.85	571.26
400	16.9	4.99	24.889	124.17	619.45
401	16.9	4.99	24.889	124.17	619.45

323	13	109	1.856	1291	14057
324	13	109	1.856	1291	14057
325	13	109	1.856	1291	14057
326	13	109	1.856	1291	14057
327	13	109	1.856	1291	14057
328	13	109	1.856	1291	14057
329	13.1	1.19	14.134	16804	19977
330	13.2	129	16612	2.141	2.7595
331	13.2	129	16612	2.141	2.7595
332	13.4	149	2.2167	3.3004	4.9139
333	13.4	149	2.2167	3.3004	4.9139
334	13.4	149	2.2167	3.3004	4.9139
335	13.5	159	2.5245	4.0111	6.3731
336	13.6	169	2.8523	4.8171	8.1355
337	13.6	169	2.8523	4.8171	8.1355
338	13.6	169	2.8523	4.8171	8.1355
339	13.8	189	3.5678	6.7392	12.729
340	13.8	189	3.5678	6.7392	12.729
341	13.8	189	3.5678	6.7392	12.729
342	13.8	189	3.5678	6.7392	12.729
343	14	2.09	4.3634	9.1145	19.039
344	14	2.09	4.3634	9.1145	19.039
345	14	2.09	4.3634	9.1145	19.039
346	14	2.09	4.3634	9.1145	19.039
347	14	2.09	4.3634	9.1145	19.039
348	14.1	2.19	4.7911	10.487	22.955
349	14.2	2.29	5.2389	11.991	27.446
350	14.2	2.29	5.2389	11.991	27.446
351	14.4	2.49	6.1945	15.417	38.371
352	14.4	2.49	6.1945	15.417	38.371
353	14.5	2.59	6.7022	17.351	44.92
354	14.5	2.59	6.7022	17.351	44.92
355	14.5	2.59	6.7022	17.351	44.92
356	14.6	2.69	7.23	19.441	52.273
357	14.7	2.79	7.7778	21.691	60.494
358	14.8	2.89	8.3456	24.109	69.648
359	14.8	2.89	8.3456	24.109	69.648
360	14.8	2.89	8.3456	24.109	69.648
361	14.8	2.89	8.3456	24.109	69.648
362	14.8	2.89	8.3456	24.109	69.648
363	15	3.09	9.5411	29.471	91033
364	15	3.09	9.5411	29.471	91033
365	15	3.09	9.5411	29.471	91033
366	15	3.09	9.5411	29.471	91033
367	15	3.09	9.5411	29.471	91033
368	15.2	3.29	10.817	35.575	117
369	15.2	3.29	10.817	35.575	117

402	17	5.09	25.897	13178	670.63
403	17	5.09	25.897	13178	670.63
404	17	5.09	25.897	13178	670.63
405	17	5.09	25.897	13178	670.63
406	17	5.09	25.897	13178	670.63
407	17.3	5.39	29.04	156.49	843.32
408	17.4	5.49	30.128	165.37	907.68
409	17.4	5.49	30.128	165.37	907.68
410	17.6	5.69	32.363	184.11	1047.4
411	17.7	5.79	33.511	193.99	1123
412	17.9	5.99	35.867	214.8	1286.4
413	17.9	5.99	35.867	214.8	1286.4
414	17.9	5.99	35.867	214.8	1286.4
415	18	6.09	37.074	225.74	1374.5
416	18	6.09	37.074	225.74	1374.5
417	18	6.09	37.074	225.74	1374.5
418	18	6.09	37.074	225.74	1374.5
419	18.1	6.19	38.302	237.05	1467.1
420	18.2	6.29	39.55	248.72	1564.2
421	18.3	6.39	40.818	260.78	1666.1
422	18.4	6.49	42.105	273.22	1772.9
423	18.5	6.59	43.413	286.04	1884.7
424	18.8	6.89	47.457	326.92	2252.1
425	18.9	6.99	48.844	341.37	2385.8
426	18.9	6.99	48.844	341.37	2385.8
427	19	7.09	50.252	356.23	2525.3
428	19	7.09	50.252	356.23	2525.3
429	19	7.09	50.252	356.23	2525.3
430	19	7.09	50.252	356.23	2525.3
431	19	7.09	50.252	356.23	2525.3
432	19	7.09	50.252	356.23	2525.3
433	19.1	7.19	51.68	371.52	2670.8
434	19.2	7.29	53.128	387.24	2822.5
435	19.2	7.29	53.128	387.24	2822.5
436	19.2	7.29	53.128	387.24	2822.5
437	19.3	7.39	54.595	403.4	2980.7
438	19.3	7.39	54.595	403.4	2980.7
439	19.4	7.49	56.083	420	3145.3
440	19.4	7.49	56.083	420	3145.3
441	19.5	7.59	57.591	437.05	3316.7
442	19.6	7.69	59.119	454.56	3495
443	19.9	7.99	63.822	509.87	4073.3
444	20	8.09	65.43	529.25	4281.1
445	20	8.09	65.43	529.25	4281.1
446	20	8.09	65.43	529.25	4281.1
447	20	8.09	65.43	529.25	4281.1
448	20	8.09	65.43	529.25	4281.1

370	15.2	3.29	10.817	35.575	117
371	15.3	3.39	11484	38.919	13189
372	15.3	3.39	11484	38.919	13189
373	15.4	3.49	12.172	42.467	148.16
374	15.4	3.49	12.172	42.467	148.16
375	15.5	3.59	12.88	46.225	165.89
376	15.6	3.69	13.608	50.197	185.17
377	15.8	3.89	15.123	58.813	228.71
378	15.8	3.89	15.123	58.813	228.71
379	15.8	3.89	15.123	58.813	228.71
380	16	4.09	16.719	68.361	279.52
381	16	4.09	16.719	68.361	279.52
382	16	4.09	16.719	68.361	279.52
383	16	4.09	16.719	68.361	279.52
384	16	4.09	16.719	68.361	279.52
385	16	4.09	16.719	68.361	279.52
386	16	4.09	16.719	68.361	279.52
387	16	4.09	16.719	68.361	279.52
388	16.2	4.29	18.394	78.891	338.35
389	16.2	4.29	18.394	78.891	338.35
390	16.4	4.49	20.15	90.45	406.02
391	16.4	4.49	20.15	90.45	406.02
392	16.5	4.59	21058	96.631	443.43
393	16.5	4.59	21058	96.631	443.43
394	16.5	4.59	21058	96.631	443.43
395	16.5	4.59	21058	96.631	443.43
Σ	210.12	668.47	2359	8863.5	

449	20	8.09	65.43	529.25	4281.1
450	20.2	8.29	68.705	569.49	4720.4
451	20.2	8.29	68.705	569.49	4720.4
452	20.2	8.29	68.705	569.49	4720.4
453	20.2	8.29	68.705	569.49	4720.4
454	20.3	8.39	70.373	590.35	4952.4
455	20.3	8.39	70.373	590.35	4952.4
456	20.4	8.49	72.061	611.72	5192.8
457	20.5	8.59	73.769	633.59	5441.8
458	20.7	8.79	77.244	678.89	5966.7
459	20.9	8.99	80.8	726.3	6528.6
460	21	9.09	82.608	750.81	6824
461	21	9.09	82.608	750.81	6824
462	21	9.09	82.608	750.81	6824
463	21	9.09	82.608	750.81	6824
464	21	9.09	82.608	750.81	6824
465	21.3	9.39	88.151	827.64	7770.6
466	21.4	9.49	90.039	854.36	8107
467	21.5	9.59	91.946	881.66	8454.1
468	22	10.09	101.79	1026.9	10360
469	22	10.09	101.79	1026.9	10360
470	22.2	10.29	105.86	1089.2	11207
471	22.3	10.39	107.93	1121.3	11649
472	22.4	10.49	110.02	1153.9	12104
473	22.8	10.89	118.57	1291.1	14058
474	22.8	10.89	118.57	1291.1	14058
Σ	582.42	4504.6	36390	305498	

N°	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
475	23	11.09	122.96	1363.5	15120
476	23	11.09	122.96	1363.5	15120
477	23.3	11.39	129.71	1477.2	16824
478	23.4	11.49	131.99	1516.5	17422
479	23.5	11.59	134.3	1556.4	18037
480	23.7	11.79	138.98	1638.4	19315
481	24	12.09	146.14	1766.7	21357
482	24.1	12.19	148.57	1810.9	22073
483	24.2	12.29	151.02	1855.8	22806
484	24.4	12.49	155.97	1947.9	24327
485	24.5	12.59	158.48	1995.1	25116
486	24.5	12.59	158.48	1995.1	25116
487	24.8	12.89	166.12	2141.1	27597
488	24.9	12.99	168.71	2191.4	28463
489	25	13.09	171.32	2242.4	29350
490	25	13.09	171.32	2242.4	29350
491	25	13.09	171.32	2242.4	29350

492	25	13.09	171.32	2242.4	29350
493	25	13.09	171.32	2242.4	29350
494	25.2	13.29	176.59	2346.7	31185
495	25.8	13.89	192.9	2679.2	37211
496	25.8	13.89	192.9	2679.2	37211
497	26	14.09	198.5	2796.6	39401
498	26	14.09	198.5	2796.6	39401
499	26	14.09	198.5	2796.6	39401
500	26.5	14.59	212.84	3105	45299
501	26.6	14.69	215.76	3169.3	46554
502	26.6	14.69	215.76	3169.3	46554
503	26.7	14.79	218.71	3234.5	47834
504	27	15.09	227.67	3435.3	51835
505	27	15.09	227.67	3435.3	51835
506	27.2	15.29	233.75	3573.8	54639
507	27.2	15.29	233.75	3573.8	54639
508	27.3	15.39	236.82	3644.3	56082
509	27.5	15.59	243.01	3788.3	59055
510	27.7	15.79	249.29	3936	62145
511	27.8	15.89	252.46	40112	63734
512	28.1	16.19	262.08	4242.8	68686
513	28.3	16.39	268.6	4402	72143
514	28.5	16.59	275.19	4565.1	75730
515	28.5	16.59	275.19	4565.1	75730
516	28.8	16.89	285.23	4817.3	81358
517	28.8	16.89	285.23	4817.3	81358
518	29	17.09	292.03	4990.5	85281
519	29.2	17.29	298.9	5167.7	89344
520	29.5	17.59	309.37	54414	95709
521	30.3	18.39	338.15	6218.2	114346
522	31	19.09	364.38	6955.7	132776
523	316	19.69	387.65	7632.4	150274
524	317	19.79	3916	7749.3	153350
525	318	19.89	395.57	7867.4	156473
526	318	19.89	395.57	7867.4	156473
527	32	20.09	403.56	8107.1	162863
528	32.8	20.89	436.34	9114.7	190397
529	32.8	20.89	436.34	9114.7	190397
530	33	21.09	444.74	9379.1	197794
531	33	21.09	444.74	9379.1	197794
532	33.5	21.59	466.08	10062	217230
533	33.6	21.69	470.41	10203	221283
534	33.7	21.79	474.75	10344	225392
535	34	22.09	487.92	10778	238064
536	34	22.09	487.92	10778	238064
537	34	22.09	487.92	10778	238064
538	34.1	22.19	492.35	10925	242404

539	35.8	23.89	570.68	13633	325673
540	36	24.09	580.27	13978	336717
541	36.8	24.89	619.46	15418	383725
542	38	26.09	680.63	17757	463256
543	38.6	26.69	712.3	19010	507365
544	40.2	28.29	800.26	22638	640416
545	41	29.09	846.16	24614	715991
546	42.1	30.19	911.37	27513	830591
547	43.2	31.29	978.99	30632	958428
548	68.3	56.39	3179.7	179300	1E+07
	Σ	1326.2	27054	664756	2E+07

$$(x_i - x)^2 = 50992.078$$

$$(x_i - x)^3 = 513657.926$$

$$(x_i - x)^4 = 23073239.396$$

Cuadro N°22: Datos ordenados de precipitación de 24 horas – Estación Paruro

N°	DATO	N°	DATO	N°	DATO	N°	DATO	N°	DATO	N°	DATO	N°	DATO
1	0	68	0	135	4	202	9.8	269	15	336	21	403	26.4
2	0	69	0	136	4	203	10	270	15	337	21	404	26.4
3	0	70	0	137	4	204	10	271	15	338	21.2	405	26.5
4	0	71	0	138	4.1	205	10	272	15	339	21.5	406	26.5
5	0	72	0.3	139	4.2	206	10	273	15.2	340	21.5	407	27
6	0	73	0.3	140	4.2	207	10	274	15.2	341	21.5	408	27
7	0	74	0.4	141	4.7	208	10	275	15.2	342	21.7	409	27
8	0	75	0.4	142	4.8	209	10.2	276	15.3	343	21.8	410	27
9	0	76	0.5	143	4.8	210	10.3	277	15.5	344	21.8	411	27.8
10	0	77	0.7	144	4.8	211	10.4	278	15.6	345	22	412	28
11	0	78	0.8	145	5	212	10.4	279	15.6	346	22	413	28
12	0	79	0.8	146	5	213	10.5	280	15.6	347	22	414	28
13	0	80	1	147	5	214	10.6	281	15.8	348	22	415	28.2
14	0	81	1	148	5	215	11	282	15.8	349	22.2	416	28.5
15	0	82	1	149	5	216	11.1	283	15.8	350	22.2	417	28.5
16	0	83	1.2	150	5.4	217	11.2	284	15.8	351	22.2	418	28.6
17	0	84	1.4	151	5.4	218	11.3	285	15.9	352	22.2	419	28.6
18	0	85	1.4	152	5.6	219	11.3	286	16	353	22.2	420	28.6
19	0	86	1.5	153	6	220	11.3	287	16	354	22.4	421	28.7
20	0	87	1.5	154	6	221	11.3	288	16	355	22.4	422	29
21	0	88	1.5	155	6	222	11.4	289	16	356	22.5	423	29.2
22	0	89	1.8	156	6	223	12	290	16.1	357	22.7	424	29.3
23	0	90	1.8	157	6	224	12	291	16.2	358	23	425	29.7
24	0	91	1.9	158	6	225	12	292	16.2	359	23	426	30
25	0	92	1.9	159	6	226	12	293	16.3	360	23	427	30
26	0	93	1.9	160	6.2	227	12	294	16.4	361	23	428	30
27	0	94	2	161	6.2	228	12	295	16.4	362	23	429	30
28	0	95	2	162	6.2	229	12	296	16.5	363	23.4	430	30
29	0	96	2	163	6.3	230	12	297	16.5	364	23.4	431	30.2
30	0	97	2	164	6.5	231	12.1	298	17	365	23.5	432	30.3
31	0	98	2	165	6.7	232	12.2	299	17	366	23.5	433	30.4
32	0	99	2	166	6.7	233	12.3	300	17	367	23.8	434	30.4
33	0	100	2	167	6.7	234	12.3	301	17.1	368	24	435	30.6
34	0	101	2.2	168	6.7	235	12.4	302	17.2	369	24	436	31.2
35	0	102	2.2	169	7	236	12.5	303	17.4	370	24	437	31.4
36	0	103	2.2	170	7	237	12.7	304	17.5	371	24	438	31.6
37	0	104	2.2	171	7	238	12.7	305	17.5	372	24	439	31.9
38	0	105	2.4	172	7	239	12.8	306	17.7	373	24.2	440	32
39	0	106	2.4	173	7	240	12.9	307	17.7	374	24.5	441	32.1
40	0	107	2.6	174	7	241	13	308	18	375	24.5	442	32.2
41	0	108	2.6	175	7.1	242	13	309	18	376	24.5	443	32.4

42	0	109	2.6	176	7.1	243	13	310	18.1	377	24.5	444	32.8
43	0	110	2.6	177	7.2	244	13	311	18.2	378	24.5	445	33.3
44	0	111	2.7	178	7.4	245	13	312	18.2	379	25	446	33.6
45	0	112	2.8	179	7.4	246	13	313	18.3	380	25	447	33.7
46	0	113	2.8	180	7.5	247	13.1	314	18.3	381	25	448	35
47	0	114	2.8	181	7.6	248	13.2	315	18.4	382	25	449	35
48	0	115	3	182	7.6	249	13.2	316	18.4	383	25	450	35
49	0	116	3	183	7.7	250	13.2	317	18.9	384	25	451	35
50	0	117	3	184	7.8	251	13.2	318	19	385	25	452	36
51	0	118	3.2	185	7.9	252	13.2	319	19	386	25	453	36
52	0	119	3.2	186	8	253	13.3	320	19	387	25	454	36.1
53	0	120	3.2	187	8	254	13.4	321	19	388	25	455	36.7
54	0	121	3.4	188	8	255	13.6	322	19.2	389	25.1	456	37
55	0	122	3.5	189	8.1	256	13.7	323	19.2	390	25.2	457	38
56	0	123	3.5	190	8.2	257	13.8	324	19.5	391	25.3	458	38.9
57	0	124	3.8	191	8.2	258	14	325	19.5	392	25.4	459	39
58	0	125	3.8	192	8.2	259	14	326	19.8	393	25.4	460	40.2
59	0	126	4	193	8.3	260	14.2	327	20	394	25.5	461	41
60	0	127	4	194	8.3	261	14.5	328	20	395	25.6	462	43.3
61	0	128	4	195	9	262	14.5	329	20.2	396	25.7	463	43.7
62	0	129	4	196	9	263	14.8	330	20.4	397	25.7	464	45.4
63	0	130	4	197	9	264	14.8	331	20.4	398	25.8	465	46.9
64	0	131	4	198	9	265	14.8	332	20.8	399	26	466	48.8
65	0	132	4	199	9.4	266	15	333	20.8	400	26		
66	0	133	4	200	9.5	267	15	334	20.9	401	26		
67	0	134	4	201	9.6	268	15	335	21	402	26.4		

Medidas de tendencia central

Media aritmetica

Media aritmetica de datos no agrupados

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^k x_i}{n}$$

$$\bar{x} = \frac{6263.000}{466.000}$$

Donde:

x = valor media muestral

x_i = valor i-nesimo de la muestra

n = numero de datos de la muestra

valor media muestral

x = 13.440

valor i-nesimo de la muestra

x_i = 6263.000

numero de datos de la muestra $n = 466.000$

Mediana

$$\text{Med} = X_{(n+1)/2} \quad \dots \text{para } n \text{ impar}$$

$$\text{Med} = \frac{X_{n/2} + X_{n/2+1}}{2} \quad \dots \text{para } n \text{ par}$$

$$\text{Med} = \frac{12.300 + 12.300}{2}$$

$$\text{Med} = 12.300$$

$$X_{n/2} = 12.300$$

$$X_{n/2+1} = 12.300$$

Moda

$$M_o = 0.000$$

Medidas de dispersion

Rango

Valor minimo de los datos: $X_{\min} = 0.000$

Valor maximo de los datos: $X_{\max} = 48.800$

Numero de datos de la muestra: $n = 466.000$

Rango R correspondiente a la muestra.

$$R = X_{\max} - X_{\min}$$

$$R = 48.800 - 0.00$$

$$R = 48.800$$

Varianza

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n X_i - n\bar{X} \right)^2$$

$$S^2 = \frac{1}{466-1} (57703.858)$$

Varianza muestral $S^2 = 124.094$

Valor i-enesimo de la muestra $x_i = 6263.000$

Media muestral $x = 13.440$

Numero total de datos $n = 466.000$

$$\sum (x_i - x)^2 = 57703.858$$

Desviacion estandar

$$S = \sqrt{S^2}$$

$$S = \sqrt{124.094}$$

Desviación estandar $S = 11.140$

Coefficiente de variación

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}}$$

$$C_v = \frac{11.140}{13.440}$$

Coefficiente de variación $C_v = 0.829$

Medida de simetría y asimetría

Sesgo

$$C_s = \frac{n^2 M_3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

$$C_s = \frac{466^2 * 763.90}{(466-1)(466-2)11.140^3}$$

$C_s = 0.556$

Donde:

$$M_3 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{n}$$

$M_3 = 763.9$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$S = 11.140$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$x = 13.440$

Medida de achatamiento

Curtosis

$$C_k = \frac{n^3 M_4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

$$C_k = \frac{466^3 * 38272}{(466-1)(466-2)(466-3)11.140^4}$$

$C_k = 2.5176$

Donde:

$$M_4 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4}{n}$$

$M_4 = 38272.0$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

$S = 11.140$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

$\bar{x} = 13.440$

Cuadro N°23: Medida de Achatamiento – Estación Ccatcca

N°	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$
1	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
2	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
3	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
4	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
5	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
6	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
7	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
8	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
9	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
10	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
11	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
12	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
13	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
14	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
15	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
16	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
17	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
18	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
19	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
20	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
21	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
22	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
23	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
24	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
25	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
26	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
27	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
28	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628

N°	x_i	$x_i - \bar{x}$	$(x_i - \bar{x})^2$	$(x_i - \bar{x})^3$	$(x_i - \bar{x})^4$
68	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
69	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
70	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
71	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
72	0.3	-13.14	172.66	-2268.7	29811
73	0.3	-13.14	172.66	-2268.7	29811
74	0.4	-13.04	170.04	-2217.3	28913
75	0.4	-13.04	170.04	-2217.3	28913
76	0.5	-12.94	167.44	-2166.7	28037
77	0.7	-12.74	162.31	-2067.8	26343
78	0.8	-12.64	159.77	-2019.4	25526
79	0.8	-12.64	159.77	-2019.4	25526
80	1	-12.44	154.75	-1925.1	23948
81	1	-12.44	154.75	-1925.1	23948
82	1	-12.44	154.75	-1925.1	23948
83	1.2	-12.24	149.82	-1833.7	22445
84	1.4	-12.04	144.96	-1745.3	21013
85	1.4	-12.04	144.96	-1745.3	21013
86	1.5	-11.94	142.56	-1702.2	20324
87	1.5	-11.94	142.56	-1702.2	20324
88	1.5	-11.94	142.56	-1702.2	20324
89	1.8	-11.64	135.49	-1577.1	18357
90	1.8	-11.64	135.49	-1577.1	18357
91	1.9	-11.54	133.17	-1536.8	17734
92	1.9	-11.54	133.17	-1536.8	17734
93	1.9	-11.54	133.17	-1536.8	17734
94	2	-11.44	130.87	-1497.2	17127
95	2	-11.44	130.87	-1497.2	17127

29	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
30	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
31	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
32	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
33	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
34	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
35	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
36	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
37	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
38	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
39	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
40	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
41	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
42	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
43	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
44	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
45	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
46	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
47	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
48	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
49	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
50	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
51	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
52	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
53	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
54	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
55	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
56	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
57	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
58	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
59	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
60	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
61	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
62	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
63	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
64	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
65	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
66	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
67	0	-13.44	180.63	-2427.7	32628
Σ		-900.47	12102	-162654	2E+06

96	2	-1144	130.87	-1497.2	17127
97	2	-1144	130.87	-1497.2	17127
98	2	-1144	130.87	-1497.2	17127
99	2	-1144	130.87	-1497.2	17127
100	2	-1144	130.87	-1497.2	17127
101	2.2	-1124	126.34	-1420	15961
102	2.2	-1124	126.34	-1420	15961
103	2.2	-1124	126.34	-1420	15961
104	2.2	-1124	126.34	-1420	15961
105	2.4	-1104	121.88	-1345.5	14855
106	2.4	-1104	121.88	-1345.5	14855
107	2.6	-10.84	117.5	-1273.7	13807
108	2.6	-10.84	117.5	-1273.7	13807
109	2.6	-10.84	117.5	-1273.7	13807
110	2.6	-10.84	117.5	-1273.7	13807
111	2.7	-10.74	115.35	-1238.8	13305
112	2.8	-10.64	113.21	-1204.5	12816
113	2.8	-10.64	113.21	-1204.5	12816
114	2.8	-10.64	113.21	-1204.5	12816
115	3	-10.44	108.99	-1137.9	11879
116	3	-10.44	108.99	-1137.9	11879
117	3	-10.44	108.99	-1137.9	11879
118	3.2	-10.24	104.86	-1073.7	10995
119	3.2	-10.24	104.86	-1073.7	10995
120	3.2	-10.24	104.86	-1073.7	10995
121	3.4	-10.04	100.8	-1012	10161
122	3.5	-9.94	98.802	-982.08	97618
123	3.5	-9.94	98.802	-982.08	97618
124	3.8	-9.64	92.928	-895.82	8635.6
125	3.8	-9.64	92.928	-895.82	8635.6
126	4	-9.44	89.112	-84121	7940.9
127	4	-9.44	89.112	-84121	7940.9
128	4	-9.44	89.112	-84121	7940.9
129	4	-9.44	89.112	-84121	7940.9
130	4	-9.44	89.112	-84121	7940.9
131	4	-9.44	89.112	-84121	7940.9
132	4	-9.44	89.112	-84121	7940.9
133	4	-9.44	89.112	-84121	7940.9
134	4	-9.44	89.112	-84121	7940.9
Σ		-753.77	8577.4	-98699	1E+06

N°	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
135	4	-9.44	89.112	-84121	7940.9

N°	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
202	9.8	-3.64	13.249	-48.225	175.54

136	4	-9.44	89.112	-84121	7940.9
137	4	-9.44	89.112	-84121	7940.9
138	4.1	-9.34	87.234	-844.76	7609.8
139	4.2	-9.24	85.376	-788.87	7289.1
140	4.2	-9.24	85.376	-788.87	7289.1
141	4.7	-8.74	76.386	-667.61	5834.8
142	4.8	-8.64	74.648	-644.95	5572.3
143	4.8	-8.64	74.648	-644.95	5572.3
144	4.8	-8.64	74.648	-644.95	5572.3
145	5	-8.44	71232	-601.19	5074
146	5	-8.44	71232	-601.19	5074
147	5	-8.44	71232	-601.19	5074
148	5	-8.44	71232	-601.19	5074
149	5	-8.44	71232	-601.19	5074
150	5.4	-8.04	64.64	-519.7	4178.4
151	5.4	-8.04	64.64	-519.7	4178.4
152	5.6	-7.84	61464	-48187	3777.9
153	6	-7.44	55.352	-41182	3063.9
154	6	-7.44	55.352	-41182	3063.9
155	6	-7.44	55.352	-41182	3063.9
156	6	-7.44	55.352	-41182	3063.9
157	6	-7.44	55.352	-41182	3063.9
158	6	-7.44	55.352	-41182	3063.9
159	6	-7.44	55.352	-41182	3063.9
160	6.2	-7.24	52.416	-379.49	2747.5
161	6.2	-7.24	52.416	-379.49	2747.5
162	6.2	-7.24	52.416	-379.49	2747.5
163	6.3	-7.14	50.978	-363.98	2598.8
164	6.5	-6.94	48.162	-334.24	2319.6
165	6.7	-6.74	45.426	-306.17	2063.6
166	6.7	-6.74	45.426	-306.17	2063.6
167	6.7	-6.74	45.426	-306.17	2063.6
168	6.7	-6.74	45.426	-306.17	2063.6
169	7	-6.44	41472	-267.08	1720
170	7	-6.44	41472	-267.08	1720
171	7	-6.44	41472	-267.08	1720
172	7	-6.44	41472	-267.08	1720
173	7	-6.44	41472	-267.08	1720
174	7	-6.44	41472	-267.08	1720
175	7.1	-6.34	40.195	-254.83	1615.6
176	7.1	-6.34	40.195	-254.83	1615.6
177	7.2	-6.24	38.937	-242.96	1516.1
178	7.4	-6.04	36.481	-220.34	1330.8
179	7.4	-6.04	36.481	-220.34	1330.8
180	7.5	-5.94	35.283	-209.58	1244.9
181	7.6	-5.84	34.105	-199.17	1163.1

203	10	-3.44	11833	-40.705	140.02
204	10	-3.44	11833	-40.705	140.02
205	10	-3.44	11833	-40.705	140.02
206	10	-3.44	11833	-40.705	140.02
207	10	-3.44	11833	-40.705	140.02
208	10	-3.44	11833	-40.705	140.02
209	10.2	-3.24	10.497	-34.01	110.19
210	10.3	-3.14	9.8591	-30.957	97.201
211	10.4	-3.04	9.2411	-28.092	85.398
212	10.4	-3.04	9.2411	-28.092	85.398
213	10.5	-2.94	8.6431	-25.41	74.703
214	10.6	-2.84	8.0651	-22.904	65.046
215	11	-2.44	5.9532	-14.525	35.44
216	11.1	-2.34	5.4752	-12.811	29.978
217	11.2	-2.24	5.0172	-11.238	25.172
218	11.3	-2.14	4.5792	-9.7992	20.969
219	11.3	-2.14	4.5792	-9.7992	20.969
220	11.3	-2.14	4.5792	-9.7992	20.969
221	11.3	-2.14	4.5792	-9.7992	20.969
222	11.4	-2.04	4.1612	-8.4886	17.316
223	12	-1.44	2.0734	-2.9855	4.2988
224	12	-1.44	2.0734	-2.9855	4.2988
225	12	-1.44	2.0734	-2.9855	4.2988
226	12	-1.44	2.0734	-2.9855	4.2988
227	12	-1.44	2.0734	-2.9855	4.2988
228	12	-1.44	2.0734	-2.9855	4.2988
229	12	-1.44	2.0734	-2.9855	4.2988
230	12	-1.44	2.0734	-2.9855	4.2988
231	12.1	-1.34	1.7954	-2.4056	3.2234
232	12.2	-1.24	1.5374	-1.9062	2.3636
233	12.3	-1.14	1.2994	-1.4812	1.6885
234	12.3	-1.14	1.2994	-1.4812	1.6885
235	12.4	-1.04	1.0814	-1.1246	1.1695
236	12.5	-0.94	0.8834	-0.8304	0.7805
237	12.7	-0.74	0.5475	-0.4051	0.2997
238	12.7	-0.74	0.5475	-0.4051	0.2997
239	12.8	-0.64	0.4095	-0.262	0.1677
240	12.9	-0.54	0.2915	-0.1574	0.085
241	13	-0.44	0.1935	-0.0851	0.0375
242	13	-0.44	0.1935	-0.0851	0.0375
243	13	-0.44	0.1935	-0.0851	0.0375
244	13	-0.44	0.1935	-0.0851	0.0375
245	13	-0.44	0.1935	-0.0851	0.0375
246	13	-0.44	0.1935	-0.0851	0.0375
247	13.1	-0.34	0.1155	-0.0393	0.0133
248	13.2	-0.24	0.0576	-0.0138	0.0033

182	7.6	-5.84	34.105	-199.17	1163.1
183	7.7	-5.74	32.947	-189.11	1085.5
184	7.8	-5.64	31.809	-179.4	1011.8
185	7.9	-5.54	30.691	-170.02	941.92
186	8	-5.44	29.593	-160.98	875.73
187	8	-5.44	29.593	-160.98	875.73
188	8	-5.44	29.593	-160.98	875.73
189	8.1	-5.34	28.515	-152.27	813.09
190	8.2	-5.24	27.457	-143.87	753.87
191	8.2	-5.24	27.457	-143.87	753.87
192	8.2	-5.24	27.457	-143.87	753.87
193	8.3	-5.14	26.419	-135.79	697.95
194	8.3	-5.14	26.419	-135.79	697.95
195	9	-4.44	19.713	-87.523	388.6
196	9	-4.44	19.713	-87.523	388.6
197	9	-4.44	19.713	-87.523	388.6
198	9	-4.44	19.713	-87.523	388.6
199	9.4	-4.04	16.321	-65.935	266.37
200	9.5	-3.94	15.523	-61.159	240.96
201	9.6	-3.84	14.745	-56.619	217.41
Σ		-453.17	3216.1	-23804	182645

249	13.2	-0.24	0.0576	-0.0138	0.0033
250	13.2	-0.24	0.0576	-0.0138	0.0033
251	13.2	-0.24	0.0576	-0.0138	0.0033
252	13.2	-0.24	0.0576	-0.0138	0.0033
253	13.3	-0.14	0.0196	-0.0027	0.0004
254	13.4	-0.04	0.0016	-6E-05	3E-06
255	13.6	0.16	0.0256	0.0041	0.0007
256	13.7	0.26	0.0676	0.0176	0.0046
257	13.8	0.36	0.1297	0.0467	0.0168
258	14	0.56	0.3137	0.1757	0.0984
259	14	0.56	0.3137	0.1757	0.0984
260	14.2	0.76	0.5777	0.4391	0.3338
261	14.5	1.06	1.1238	1.1913	1.2629
262	14.5	1.06	1.1238	1.1913	1.2629
263	14.8	1.36	1.8498	2.5159	3.4219
264	14.8	1.36	1.8498	2.5159	3.4219
265	14.8	1.36	1.8498	2.5159	3.4219
266	15	1.56	2.4339	3.797	5.9237
267	15	1.56	2.4339	3.797	5.9237
268	15	1.56	2.4339	3.797	5.9237
Σ		-71.974	223.11	-560.96	1802.9

N°	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
269	15	156	2.4339	3.797	5.9237
270	15	156	2.4339	3.797	5.9237
271	15	156	2.4339	3.797	5.9237
272	15	156	2.4339	3.797	5.9237
273	15.2	176	3.0979	5.4526	9.597
274	15.2	176	3.0979	5.4526	9.597
275	15.2	176	3.0979	5.4526	9.597
276	15.3	186	3.4599	6.4357	11.971
277	15.5	2.06	4.244	8.7429	18.011
278	15.6	2.16	4.666	10.079	21.771
279	15.6	2.16	4.666	10.079	21.771
280	15.6	2.16	4.666	10.079	21.771
281	15.8	2.36	5.57	13.146	31.025
282	15.8	2.36	5.57	13.146	31.025
283	15.8	2.36	5.57	13.146	31.025
284	15.8	2.36	5.57	13.146	31.025
285	15.9	2.46	6.052	14.888	36.627
286	16	2.56	6.554	16.779	42.955
287	16	2.56	6.554	16.779	42.955
288	16	2.56	6.554	16.779	42.955

N°	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
336	21	7.56	57.155	432.1	3266.7
337	21	7.56	57.155	432.1	3266.7
338	21.2	7.76	60.219	467.3	3626.3
339	21.5	8.06	64.965	523.62	4220.4
340	21.5	8.06	64.965	523.62	4220.4
341	21.5	8.06	64.965	523.62	4220.4
342	21.7	8.26	68.229	563.58	4655.2
343	21.8	8.36	69.891	584.3	4884.8
344	21.8	8.36	69.891	584.3	4884.8
345	22	8.56	73.275	627.24	5369.2
346	22	8.56	73.275	627.24	5369.2
347	22	8.56	73.275	627.24	5369.2
348	22	8.56	73.275	627.24	5369.2
349	22.2	8.76	76.739	672.24	5888.9
350	22.2	8.76	76.739	672.24	5888.9
351	22.2	8.76	76.739	672.24	5888.9
352	22.2	8.76	76.739	672.24	5888.9
353	22.2	8.76	76.739	672.24	5888.9
354	22.4	8.96	80.283	719.34	6445.4
355	22.4	8.96	80.283	719.34	6445.4

289	16	2.56	6.554	16.779	42.955
290	16.1	2.66	7.0761	18.823	50.071
291	16.2	2.76	7.6181	21.027	58.035
292	16.2	2.76	7.6181	21.027	58.035
293	16.3	2.86	8.1801	23.396	66.944
294	16.4	2.96	8.7621	25.937	76.775
295	16.4	2.96	8.7621	25.937	76.775
296	16.5	3.06	9.3641	28.655	87.687
297	16.5	3.06	9.3641	28.655	87.687
298	17	3.56	12.674	45.121	160.64
299	17	3.56	12.674	45.121	160.64
300	17	3.56	12.674	45.121	160.64
301	17.1	3.66	13.396	49.031	179.46
302	17.2	3.76	14.138	53.161	199.89
303	17.4	3.96	15.682	62.103	245.93
304	17.5	4.06	16.484	66.928	271.73
305	17.5	4.06	16.484	66.928	271.73
306	17.7	4.26	18.148	77.313	329.36
307	17.7	4.26	18.148	77.313	329.36
308	18	4.56	20.794	94.824	432.41
309	18	4.56	20.794	94.824	432.41
310	18.1	4.66	21.716	101.2	471.6
311	18.2	4.76	22.658	107.86	513.4
312	18.2	4.76	22.658	107.86	513.4
313	18.3	4.86	23.62	114.8	557.92
314	18.3	4.86	23.62	114.8	557.92
315	18.4	4.96	24.602	122.03	605.28
316	18.4	4.96	24.602	122.03	605.28
317	18.9	5.46	29.813	162.78	888.79
318	19	5.56	30.915	171.89	955.71
319	19	5.56	30.915	171.89	955.71
320	19	5.56	30.915	171.89	955.71
321	19	5.56	30.915	171.89	955.71
322	19.2	5.76	33.179	191.11	1100.8
323	19.2	5.76	33.179	191.11	1100.8
324	19.5	6.06	36.725	222.55	1348.7
325	19.5	6.06	36.725	222.55	1348.7
326	19.8	6.36	40.451	257.27	1636.3
327	20	6.56	43.035	282.31	1852
328	20	6.56	43.035	282.31	1852
329	20.2	6.76	45.699	308.93	2088.4
330	20.4	6.96	48.443	337.17	2346.7
331	20.4	6.96	48.443	337.17	2346.7
332	20.8	7.36	54.171	398.7	2934.5
333	20.8	7.36	54.171	398.7	2934.5

356	22.5	9.06	82.085	743.7	6738
357	22.7	9.26	85.749	794.04	7352.9
358	23	9.56	91.395	873.75	8353.1
359	23	9.56	91.395	873.75	8353.1
360	23	9.56	91.395	873.75	8353.1
361	23	9.56	91.395	873.75	8353.1
362	23	9.56	91.395	873.75	8353.1
363	23.4	9.96	99.203	988.07	9841.3
364	23.4	9.96	99.203	988.07	9841.3
365	23.5	10.06	101.21	1018.1	10243
366	23.5	10.06	101.21	1018.1	10243
367	23.8	10.36	107.33	1112	11520
368	24	10.56	111.52	1177.6	12436
369	24	10.56	111.52	1177.6	12436
370	24	10.56	111.52	1177.6	12436
371	24	10.56	111.52	1177.6	12436
372	24	10.56	111.52	1177.6	12436
373	24.2	10.76	115.78	1245.8	13405
374	24.5	11.06	122.33	1352.9	14964
375	24.5	11.06	122.33	1352.9	14964
376	24.5	11.06	122.33	1352.9	14964
377	24.5	11.06	122.33	1352.9	14964
378	24.5	11.06	122.33	1352.9	14964
379	25	11.56	133.64	1544.8	17858
380	25	11.56	133.64	1544.8	17858
381	25	11.56	133.64	1544.8	17858
382	25	11.56	133.64	1544.8	17858
383	25	11.56	133.64	1544.8	17858
384	25	11.56	133.64	1544.8	17858
385	25	11.56	133.64	1544.8	17858
386	25	11.56	133.64	1544.8	17858
387	25	11.56	133.64	1544.8	17858
388	25	11.56	133.64	1544.8	17858
389	25.1	11.66	135.96	1585.3	18484
390	25.2	11.76	138.3	1626.4	19127
391	25.3	11.86	140.66	1668.3	19786
392	25.4	11.96	143.04	1710.8	20461
393	25.4	11.96	143.04	1710.8	20461
394	25.5	12.06	145.45	1754.1	21154
395	25.6	12.16	147.87	1798.1	21865
396	25.7	12.26	150.31	1842.8	22593
397	25.7	12.26	150.31	1842.8	22593
398	25.8	12.36	152.77	1888.3	23339
399	26	12.56	157.76	1981.4	24887
400	26	12.56	157.76	1981.4	24887

334	20.9	7.46	55.653	4 5.18	3097.2
335	21	7.56	57.155	432.1	3266.7
	Σ	270.03	13011	7100.8	42007

401	26	12.56	157.76	1981.4	24887
402	26.4	12.96	167.96	2176.8	28212
	Σ	689.93	7258	77870	850324

N°	x_i	$x_i - x$	$(x_i - x)^2$	$(x_i - x)^3$	$(x_i - x)^4$
403	26.4	12.96	167.96	2176.8	28212
404	26.4	12.96	167.96	2176.8	28212
405	26.5	13.06	170.57	2227.6	29093
406	26.5	13.06	170.57	2227.6	29093
407	27	13.56	183.88	2493.4	33810
408	27	13.56	183.88	2493.4	33810
409	27	13.56	183.88	2493.4	33810
410	27	13.56	183.88	2493.4	33810
411	27.8	14.36	206.21	29612	42523
412	28	14.56	212	3086.7	44942
413	28	14.56	212	3086.7	44942
414	28	14.56	212	3086.7	44942
415	28.2	14.76	217.86	3215.6	47463
416	28.5	15.06	226.81	3415.7	51441
417	28.5	15.06	226.81	3415.7	51441
418	28.6	15.16	229.83	3484.2	52821
419	28.6	15.16	229.83	3484.2	52821
420	28.6	15.16	229.83	3484.2	52821
421	28.7	15.26	232.87	3553.6	54229
422	29	15.56	242.12	3767.3	58620
423	29.2	15.76	248.38	3914.5	61693
424	29.3	15.86	251.54	3989.5	63274
425	29.7	16.26	264.39	4299	69902
426	30	16.56	274.24	45414	75206
427	30	16.56	274.24	45414	75206
428	30	16.56	274.24	45414	75206
429	30	16.56	274.24	45414	75206
430	30	16.56	274.24	45414	75206
431	30.2	16.76	280.9	4707.9	78905
432	30.3	16.86	284.26	4792.7	80805
433	30.4	16.96	287.64	4878.5	82739
434	30.4	16.96	287.64	4878.5	82739
435	30.6	17.16	294.47	5053.1	86712
436	312	17.76	315.42	56019	99490
437	314	17.96	322.56	5793.3	104048
438	316	18.16	329.79	5989	108761
439	319	18.46	340.77	6290.7	116127
440	32	18.56	344.48	6393.5	118664

441	32.1	18.66	348.2	6497.4	121242
442	32.2	18.76	351.94	6602.4	123862
443	32.4	18.96	359.48	6815.9	129229
444	32.8	19.36	374.81	7256.4	140485
445	33.3	19.86	394.42	7833.3	155570
446	33.6	20.16	406.43	8193.6	165185
447	33.7	20.26	410.47	8316.2	168487
448	35	21.56	464.84	10022	216074
449	35	21.56	464.84	10022	216074
450	35	21.56	464.84	10022	216074
451	35	21.56	464.84	10022	216074
452	36	22.56	508.96	11482	259038
453	36	22.56	508.96	11482	259038
454	36.1	22.66	513.48	11635	263661
455	36.7	23.26	541.03	12584	292715
456	37	23.56	555.08	13078	308111
457	38	24.56	603.2	14815	363848
458	38.9	25.46	648.22	16504	420184
459	39	25.56	653.32	16699	426824
460	40.2	26.76	716.1	19163	512802
461	41	27.56	759.56	20933	576929
462	43.3	29.86	891.62	26624	794995
463	43.7	30.26	915.67	27708	838457
464	45.4	31.96	1021.4	32646	1E+06
465	46.9	33.46	1119.6	37461	1E+06
466	48.8	35.36	1250.3	44212	2E+06
	Σ	1219.4	25026	556743	1E+07

$$(x_i - \bar{x})^2 = 57703.858$$

$$(x_i - \bar{x})^3 = 355995.723$$

$$(x_i - \bar{x})^4 = 17834744.787$$

Cuadro N°24: Precipitación Enero – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)

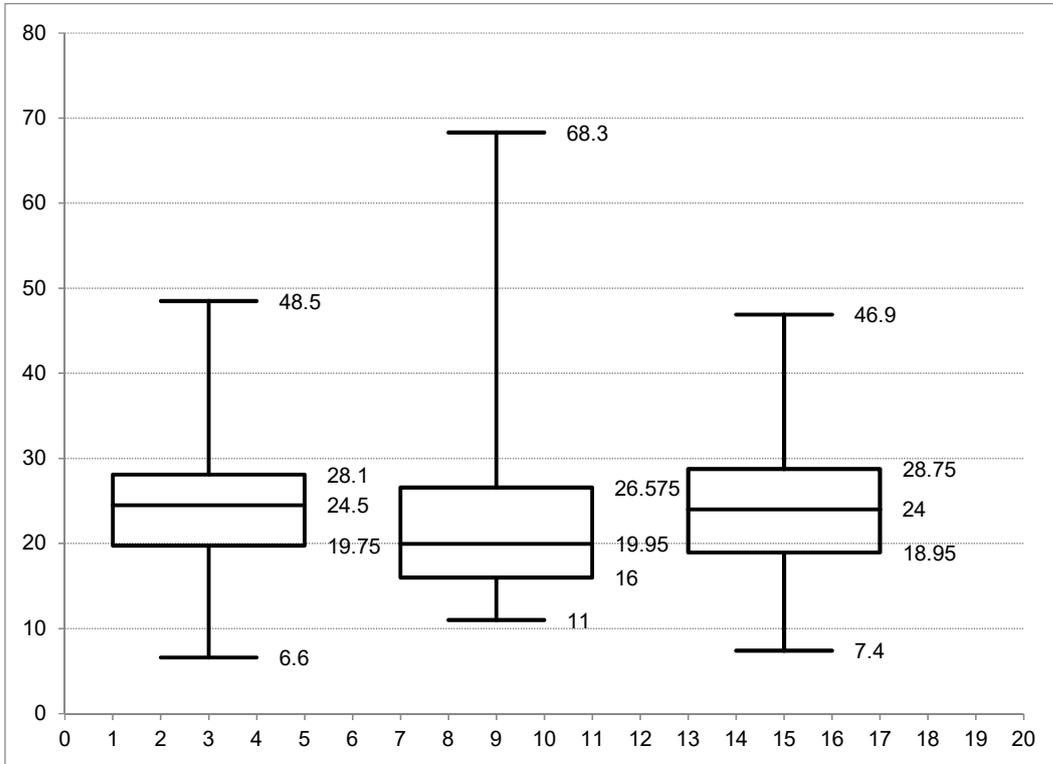
	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3			
1	42.30	17.00	13.00			
2	24.00	11.00	22.20			
3	19.00	16.50	15.00			
4	26.60	11.00	8.30			
5	20.00	16.00	30.30			
6	24.40	19.00	25.40			
7	13.10	23.00	19.50			
8	6.60	14.50	15.50			
9	19.50	19.30	29.00			
10	36.00	28.80	28.50			
11	21.50	20.00	18.40			
12	23.40	20.40	16.50			
13	7.50	12.40	17.70			
14	21.50	24.40	15.20			
15	28.50	15.00	30.00			
16	13.10	17.40	30.00			
17	25.80	22.40	25.00			
18	29.50	31.00	21.80			
19	16.30	20.00	7.40			
20	20.10	14.60	30.40			
21	17.30	38.00	30.20			
22	24.60	11.70	27.00			
23	25.10	43.20	35.00	45	25.50	18.20
24	44.80	13.60	22.00	46	13.90	28.50
25	27.30	11.60	24.50	47	48.50	
26	36.60	33.60	26.00	48	39.60	
27	28.40	26.50	20.00	49	23.20	
28	12.60	16.00	21.80	50	24.60	
29	24.60	19.90	29.70	51	20.10	
30	13.40	20.20	22.00	52	35.90	
31	33.90	16.80	25.60	53	12.70	
32	27.20	20.20	15.60	54	25.50	
33	20.00	15.60	27.80	55	15.60	
34	23.90	26.60	24.00	56	21.20	
35	28.60	24.50	38.90	57	24.60	
36	27.40	13.60	23.40	58	24.50	
37	17.40	17.30	46.90	59	23.00	
38	36.50	40.20	21.50	60	37.30	
39	18.10	68.30	27.00	61	26.70	
40	12.50	19.10		62	25.60	
41	42.10	24.10		63	27.80	
42	28.40	29.20		64	41.20	
43	21.20	28.30		65	22.60	
44	26.50	27.70		66	14.80	
				67	23.20	

Cuadro N°25: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Enero Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro)

	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
Mínimo	6.6	11	7.4
Q1	19.75	16	18.95
Q2	24.5	19.95	24
Q3	28.1	26.575	28.75
Máximo	48.5	68.3	46.9

Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	2	6.6	8	11	14	7.4
	3	6.6	9	11	15	7.4
	4	6.6	10	11	16	7.4
Brazo Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	3	6.6	9	11	15	7.4
	3	19.75	9	16	15	18.95
Caja	x	y	x	y	x	y
	1	19.75	7	16	13	18.95
	5	19.75	11	16	17	18.95
	5	28.1	11	26.575	17	28.75
	1	28.1	7	26.575	13	28.75
	1	19.75	7	16	13	18.95
Mediana	x	y	x	y	x	y
	1	24.5	7	19.95	13	24
	5	24.5	11	19.95	17	24
Brazo Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	3	28.1	9	26.575	15	28.75
	3	48.5	9	68.3	15	46.9
Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	2	48.5	8	68.3	14	46.9
	3	48.5	9	68.3	15	46.9
	4	48.5	10	68.3	16	46.9
Rango Intercuatilic	8.35		10.575		9.8	
Valores Atípicos leves	Min	7.23	Min	0.14	Min	4.25
	Max	40.63	Max	42.44	Max	43.45
Valores Atípicos Extremos	Min	-5.30	Min	-15.73	Min	-10.45
	Max	53.15	Max	58.30	Max	58.15
Valores Atípicos leves	Min	1.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	5.00	Max	2.00	Max	1.00
Valores Atípicos Extremos	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	0.00	Max	1.00	Max	0.00

Gráfico N°24: Diagrama caja bigote Enero – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)



Cuadro N°26: Precipitación Febrero – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)

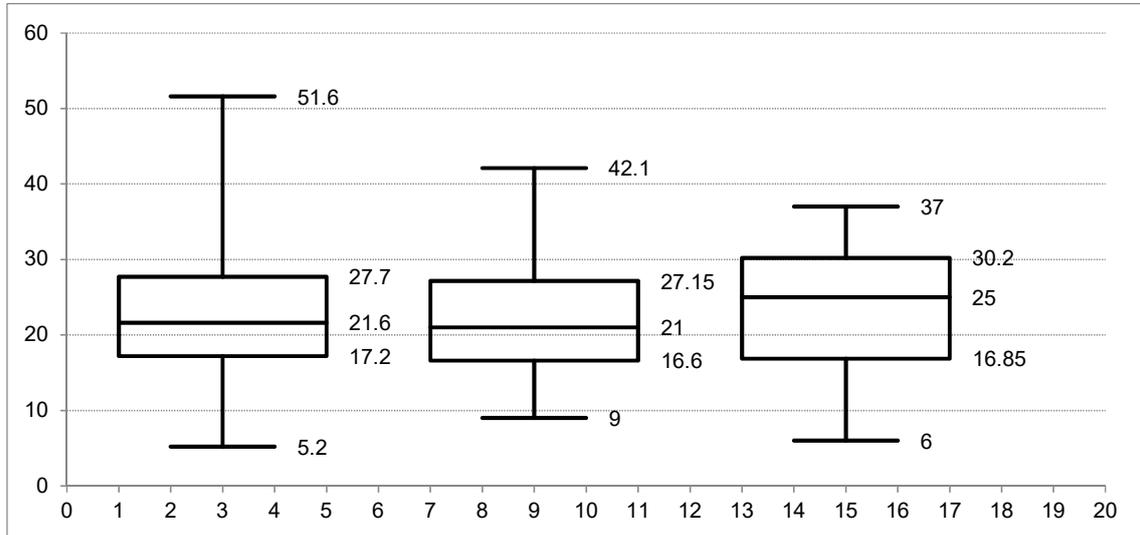
	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
1	24.10	22.00	25.00
2	25.10	27.00	12.30
3	24.00	14.00	36.10
4	17.10	17.00	30.40
5	11.70	36.00	28.70
6	12.20	16.50	24.20
7	18.80	18.00	17.70
8	5.20	9.00	23.50
9	8.30	27.00	15.20
10	11.10	27.80	33.30
11	27.50	38.60	25.00
12	38.00	22.80	21.50
13	19.00	31.80	26.40
14	26.30	13.80	28.60
15	37.10	33.00	14.80
16	16.50	33.00	30.00
17	33.30	26.60	20.80
18	21.30	18.00	15.80
19	23.00	26.00	6.00
20	21.60	19.20	13.00
21	38.00	19.00	22.00
22	42.10	15.20	25.00
23	18.90	17.90	16.00
24	23.10	13.20	37.00
25	17.90	27.20	22.70
26	23.30	12.60	13.00
27	29.00	17.60	35.00
28	24.20	42.10	31.20
29	17.60	16.90	36.70
30	15.40	17.70	28.60
31	15.80	23.70	32.80
32	20.30	34.00	28.50
33	16.40	14.80	32.40
34	39.00	15.00	12.90
35	38.20	27.20	12.80
36	10.40	20.00	21.70
37	16.00	26.00	28.60
38	21.40	16.90	24.50
39	19.40	14.00	31.90
40	31.20	13.80	
41	26.20	34.10	
42	11.20	22.20	
43	14.30	16.00	
44	41.90	36.80	
45	20.30	26.00	
46	37.60	25.80	
47	18.80		
48	17.40		
49	30.00		
50	18.50		
51	17.30		
52	18.20		
53	23.10		
54	14.90		
55	24.90		
56	31.00		
57	25.10		
58	24.00		
59	30.80		
60	13.20		
61	51.60		
62	13.70		
63	27.90		
64	17.80		
65	25.70		
66	22.00		
67	47.00		

Cuadro N°27: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Febrero Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro)

	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
Mínimo	5.2	9	6
Q1	17.2	16.6	16.85
Q2	21.6	21	25
Q3	27.7	27.15	30.2
Máximo	51.6	42.1	37

Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	2	5.2	8	9	14	6
	3	5.2	9	9	15	6
	4	5.2	10	9	16	6
Brazo Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	3	5.2	9	9	15	6
	3	17.2	9	16.6	15	16.85
Caja	x	y	x	y	x	y
	1	17.2	7	16.6	13	16.85
	5	17.2	11	16.6	17	16.85
	5	27.7	11	27.15	17	30.2
	1	27.7	7	27.15	13	30.2
	1	17.2	7	16.6	13	16.85
Mediana	x	y	x	y	x	y
	1	21.6	7	21	13	25
	5	21.6	11	21	17	25
Brazo Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	3	27.7	9	27.15	15	30.2
	3	51.6	9	42.1	15	37
Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	2	51.6	8	42.1	14	37
	3	51.6	9	42.1	15	37
	4	51.6	10	42.1	16	37
Rango Intercuatilic	10.5		10.55		13.35	
Valores Atípicos leves	Min	1.45	Min	0.775	Min	-3.175
	Max	43.45	Max	42.975	Max	50.225
Valores Atípicos Extremos	Min	-14.3	Min	-15.05	Min	-23.2
	Max	59.2	Max	58.8	Max	70.25
Valores Atípicos leves	Min	0	Min	0	Min	0
	Max	2	Max	0	Max	0
Valores Atípicos Extremos	Min	0	Min	0	Min	0
	Max	0	Max	0	Max	0

Gráfico N°25: Diagrama caja bigote Febrero – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)



Cuadro N°28: Precipitación Marzo – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)

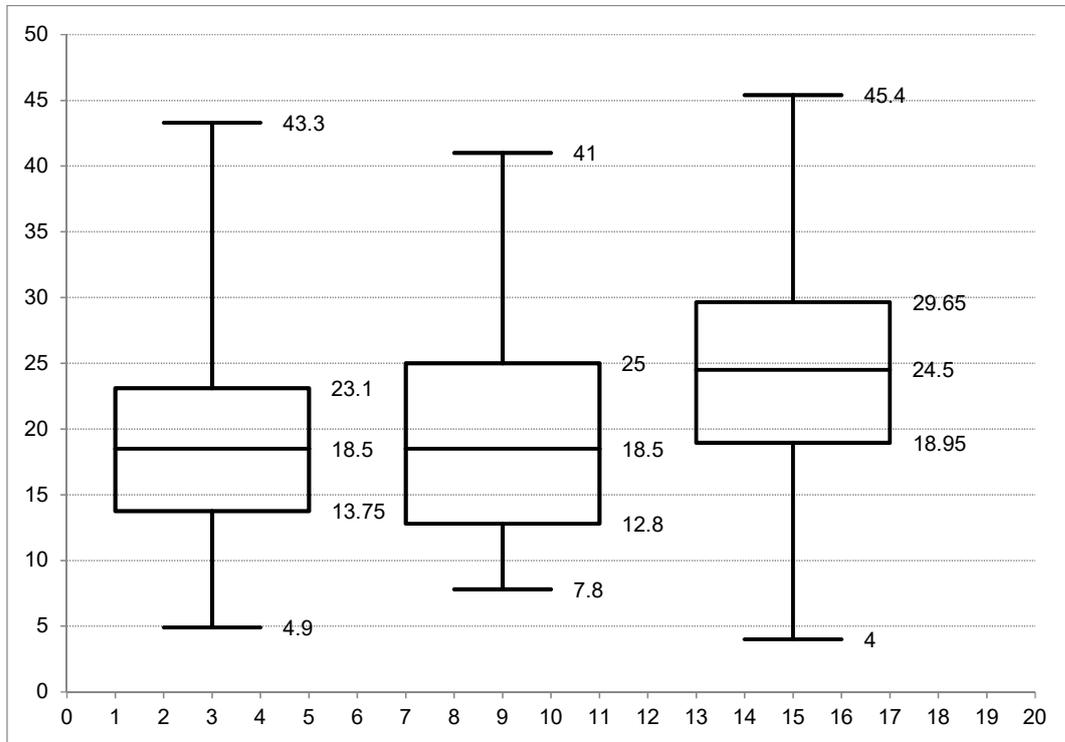
	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
1	43.30	25.00	25.00
2	33.30	21.00	38.00
3	25.60	11.00	22.20
4	14.40	16.00	30.00
5	21.60	13.00	24.50
6	11.40	16.50	29.30
7	7.00	13.00	17.00
8	5.00	11.50	12.70
9	11.80	12.00	21.00
10	18.40	19.00	24.50
11	9.10	16.20	45.40
12	14.00	21.40	17.50
13	8.20	25.00	36.00
14	18.50	16.60	31.40
15	33.50	16.00	25.20
16	19.50	32.00	10.60
17	9.50	11.40	29.20
18	18.00	34.00	4.00
19	11.00	41.00	25.00
20	19.90	7.80	5.00
21	19.00	16.00	26.00
22	15.60	14.80	19.00
23	21.60	25.20	24.00
24	17.00	19.40	35.00
25	17.90	9.40	36.00
26	14.70	18.90	26.50
27	10.50	10.00	15.00
28	18.60	19.50	32.20
29	20.20	16.40	23.40
30	18.10	27.50	23.80
31	20.00	9.70	16.00
32	22.00	25.00	21.20
33	21.10	10.60	43.70
34	12.80	18.30	39.00
35	27.10	32.80	19.20
36	15.80	28.50	18.10
37	29.60	21.00	26.40
38	13.10	34.00	18.90
39	14.30	26.70	28.20
40	24.60	22.00	
41	14.50	12.60	
42	19.90	10.40	
43	35.20	20.00	
44	15.50	23.30	
45	11.30	18.50	
46	37.10	10.00	
47	21.20	30.30	
48	24.20		
49	20.40		
50	14.30		
51	31.30		
52	24.90		
53	4.90		
54	17.00		
55	22.60		
56	21.40		
57	13.50		
58	18.00		
59	12.60		
60	27.80		
61	26.40		
62	19.70		
63	11.20		
64	23.60		
65	25.70		
66	25.00		
67	8.10		

Cuadro N°29: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Marzo Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro)

	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
Mínimo	4.9	7.8	4
Q1	13.75	12.8	18.95
Q2	18.5	18.5	24.5
Q3	23.1	25	29.65
Máximo	43.3	41	45.4

Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	2	4.9	8	7.8	14	4
	3	4.9	9	7.8	15	4
	4	4.9	10	7.8	16	4
Brazo Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	3	4.9	9	7.8	15	4
	3	13.75	9	12.8	15	18.95
Caja	x	y	x	y	x	y
	1	13.75	7	12.8	13	18.95
	5	13.75	11	12.8	17	18.95
	5	23.1	11	25	17	29.65
	1	23.1	7	25	13	29.65
	1	13.75	7	12.8	13	18.95
Mediana	x	y	x	y	x	y
	1	18.5	7	18.5	13	24.5
	5	18.5	11	18.5	17	24.5
Brazo Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	3	23.1	9	25	15	29.65
	3	43.3	9	41	15	45.4
Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	2	43.3	8	41	14	45.4
	3	43.3	9	41	15	45.4
	4	43.3	10	41	16	45.4
Rango Intercuatilic	9.35		12.2		10.7	
Valores Atípicos leves	Min	-0.28	Min	-5.50	Min	2.90
	Max	37.13	Max	43.30	Max	45.70
Valores Atípicos Extremos	Min	-14.30	Min	-23.80	Min	-13.15
	Max	51.15	Max	61.60	Max	61.75
Valores Atípicos leves	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	1.00	Max	0.00	Max	0.00
Valores Atípicos Extremos	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	0.00	Max	0.00	Max	0.00

Gráfico N°26: Diagrama caja bigote Marzo – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)



Cuadro N°30: Precipitación Abril – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)

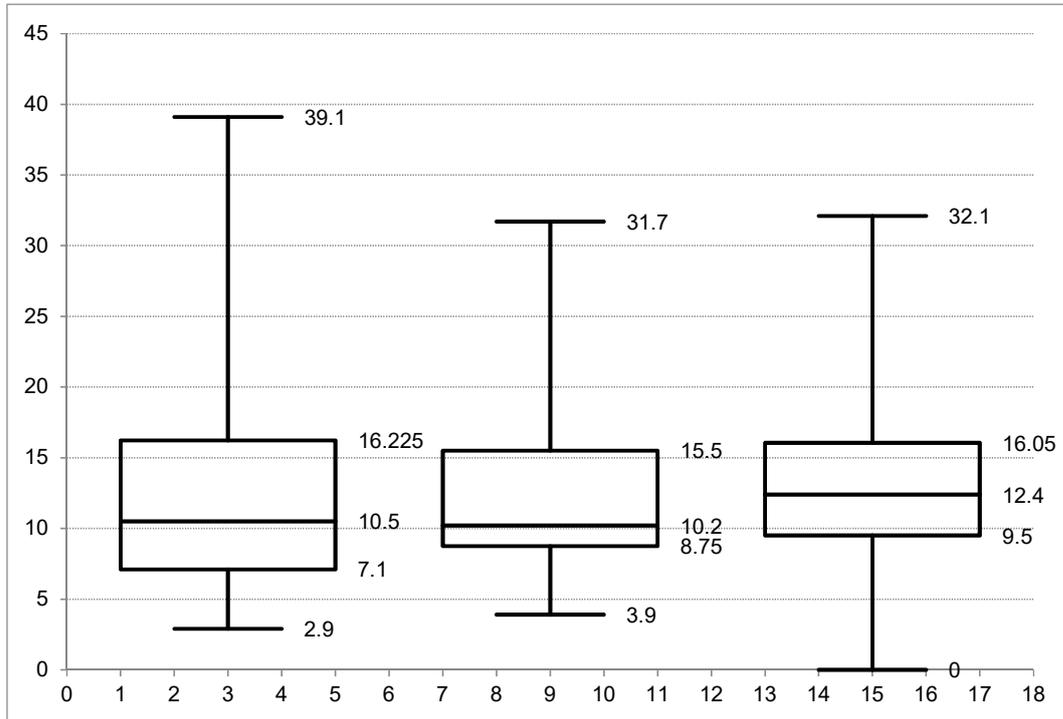
	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3				
1	3.50	18.00	12.30				
2	12.90	10.00	11.40				
3	9.00	11.00	7.10				
4	4.90	11.00	10.00				
5	23.00	18.00	0.00				
6	7.50	4.00	16.30				
7	5.10	16.00	12.00				
8	4.40	24.00	11.20				
9	16.30	9.00	8.00				
10	13.20	16.00	19.50				
11	10.10	12.00	19.80				
12	13.00	9.20	15.00				
13	10.00	13.00	15.00				
14	4.00	24.20	12.00				
15	21.00	15.00	10.00				
16	5.10	8.20	4.00				
17	12.90	20.00	9.00				
18	10.00	21.00	2.00				
19	31.40	10.20	16.20				
20	8.40	4.00	13.00				
21	8.20	9.90	25.00				
22	9.10	8.50	9.00				
23	9.00	17.90	19.20				
24	13.60	21.00	12.50				
25	10.00	9.30	24.00				
26	7.00	10.20	13.00				
27	24.00	7.50	7.00				
28	11.20	6.30	11.30				
29	15.90	6.70	15.60				
30	12.70	25.80	32.10				
31	16.00	9.40	8.20				
32	20.20	6.10	15.90				
33	15.10	6.20	23.00				
34	10.40	9.20	12.40				
35	22.40	10.40	13.20	51	9.50		
36	17.10	31.70	7.60	52	11.70		
37	7.50	11.40	12.70	53	13.60		
38	25.90	9.50	25.40	54	5.70		
39	5.00	15.00	12.00	55	10.60		
40	20.80	14.80		56	8.10		
41	4.40	9.70		57	39.10		
42	23.80	4.40		58	6.40		
43	16.30	9.10		59	23.20		
44	8.90	3.90		60	30.20		
45	14.20	12.00		61	32.90		
46	6.80	5.50		62	5.60		
47	2.90	11.00		63	5.90		
48	12.30			64	5.10		
49	6.80			65	15.60		
50	7.40			66	28.40		

Cuadro N°31: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Abril Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro)

	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
Mínimo	2.9	3.9	0
Q1	7.1	8.75	9.5
Q2	10.5	10.2	12.4
Q3	16.225	15.5	16.05
Máximo	39.1	31.7	32.1

Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	2	2.9	8	3.9	14	0
	3	2.9	9	3.9	15	0
	4	2.9	10	3.9	16	0
Brazo Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	3	2.9	9	3.9	15	0
	3	7.1	9	8.75	15	9.5
Caja	x	y	x	y	x	y
	1	7.1	7	8.75	13	9.5
	5	7.1	11	8.75	17	9.5
	5	16.225	11	15.5	17	16.05
	1	16.225	7	15.5	13	16.05
	1	7.1	7	8.75	13	9.5
Mediana	x	y	x	y	x	y
	1	10.5	7	10.2	13	12.4
	5	10.5	11	10.2	17	12.4
Brazo Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	3	16.225	9	15.5	15	16.05
	3	39.1	9	31.7	15	32.1
Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	2	39.1	8	31.7	14	32.1
	3	39.1	9	31.7	15	32.1
	4	39.1	10	31.7	16	32.1
Rango Intercuartilic	9.125		6.75		6.55	
Valores Atípicos leves	Min	-6.59	Min	-1.38	Min	-0.33
	Max	29.91	Max	25.63	Max	25.88
Valores Atípicos Extremos	Min	-20.28	Min	-11.50	Min	-10.15
	Max	43.60	Max	35.75	Max	35.70
Valores Atípicos leves	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	4.00	Max	2.00	Max	1.00
Valores Atípicos Extremos	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	0.00	Max	0.00	Max	0.00

Gráfico N°27: Diagrama caja bigote Abril – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)



Cuadro N°32: Precipitación Mayo – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)

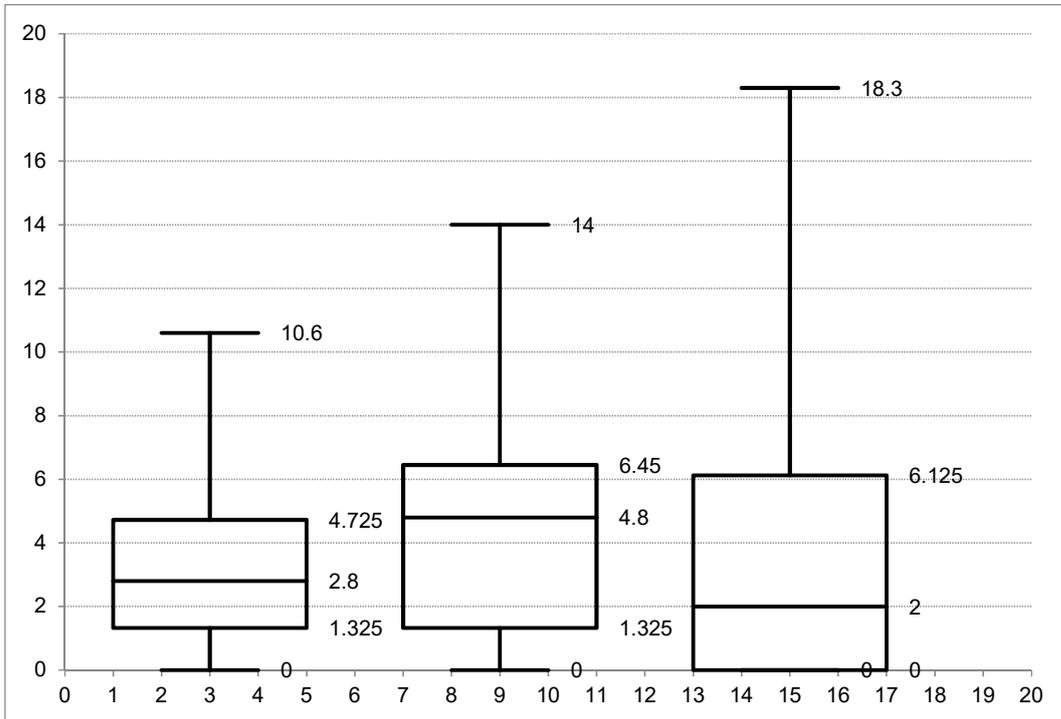
	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
1	3.40	4.00	3.20
2	4.10	14.00	2.00
3	2.40	10.00	7.10
4	1.00	0.00	3.00
5	2.50	0.00	0.00
6	1.40	5.50	0.00
7	0.00	0.50	2.60
8	4.90	7.30	0.00
9	3.50	5.80	3.50
10	2.40	1.40	14.80
11	5.70	6.60	0.80
12	6.20	8.00	7.50
13	3.00	4.80	7.80
14	8.00	6.00	2.00
15	1.50	2.00	9.80
16	4.00	0.00	0.00
17	10.40	4.80	0.00
18	5.90	0.00	0.00
19	5.10	5.60	0.00
20	10.60	2.50	0.00
21	0.60	5.80	0.00
22	2.00	5.80	4.00
23	1.70	8.50	0.00
24	0.80	1.30	8.00
25	0.80	2.20	6.00
26	2.00	3.70	0.30
27	4.50	2.30	0.00
28	3.40	8.20	4.00
29	6.00	8.60	1.90
30	5.90	1.20	13.00
31	7.10	5.10	2.60
32	7.10	0.00	8.30
33	3.90	0.00	1.90
34	3.70	2.00	0.00
35	1.80	8.20	1.80
36	0.00	6.70	18.30
37	2.80	4.50	6.50
38	0.00	8.40	2.20
39	6.20	2.80	1.20
40	2.80	0.40	1.40
41	1.00	5.20	
42	1.80	5.00	
43	3.60	1.20	
44	3.60	0.00	
45	4.80	5.00	
46	0.00	10.20	
47	0.90		
48	8.60		
49	0.00		
50	6.00		
51	4.10		
52	1.00		
53	1.30		
54	0.80		
55	4.30		
56	5.70		
57	1.00		
58	1.40		
59	2.00		
60	0.20		
61	3.40		
62	2.80		
63	2.50		
64	1.30		
65	1.70		
66	3.40		

Cuadro N°33: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Mayo Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro)

	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
Mínimo	0	0	0
Q1	1.325	1.325	0
Q2	2.8	4.8	2
Q3	4.725	6.45	6.125
Máximo	10.6	14	18.3

Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	2	0	8	0	14	0
	3	0	9	0	15	0
	4	0	10	0	16	0
Brazo Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	3	0	9	0	15	0
	3	1.325	9	1.325	15	0
Caja	x	y	x	y	x	y
	1	1.325	7	1.325	13	0
	5	1.325	11	1.325	17	0
	5	4.725	11	6.45	17	6.125
	1	4.725	7	6.45	13	6.125
	1	1.325	7	1.325	13	0
Mediana	x	y	x	y	x	y
	1	2.8	7	4.8	13	2
	5	2.8	11	4.8	17	2
Brazo Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	3	4.725	9	6.45	15	6.125
	3	10.6	9	14	15	18.3
Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	2	10.6	8	14	14	18.3
	3	10.6	9	14	15	18.3
	4	10.6	10	14	16	18.3
Rango Intercuartilico	3.4		5.125		6.125	
Valores Atipicos leves	Min	-3.78	Min	-6.36	Min	-9.19
	Max	9.83	Max	14.14	Max	15.31
Valores Atipicos Extremos	Min	-8.88	Min	-14.05	Min	-18.38
	Max	14.93	Max	21.83	Max	24.50
Valores Atipicos leves	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	2.00	Max	0.00	Max	1.00
Valores Atipicos Extremos	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	0.00	Max	0.00	Max	0.00

Gráfico N°28: Diagrama caja bigote Mayo – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)



Cuadro N°34: Precipitación Junio – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)

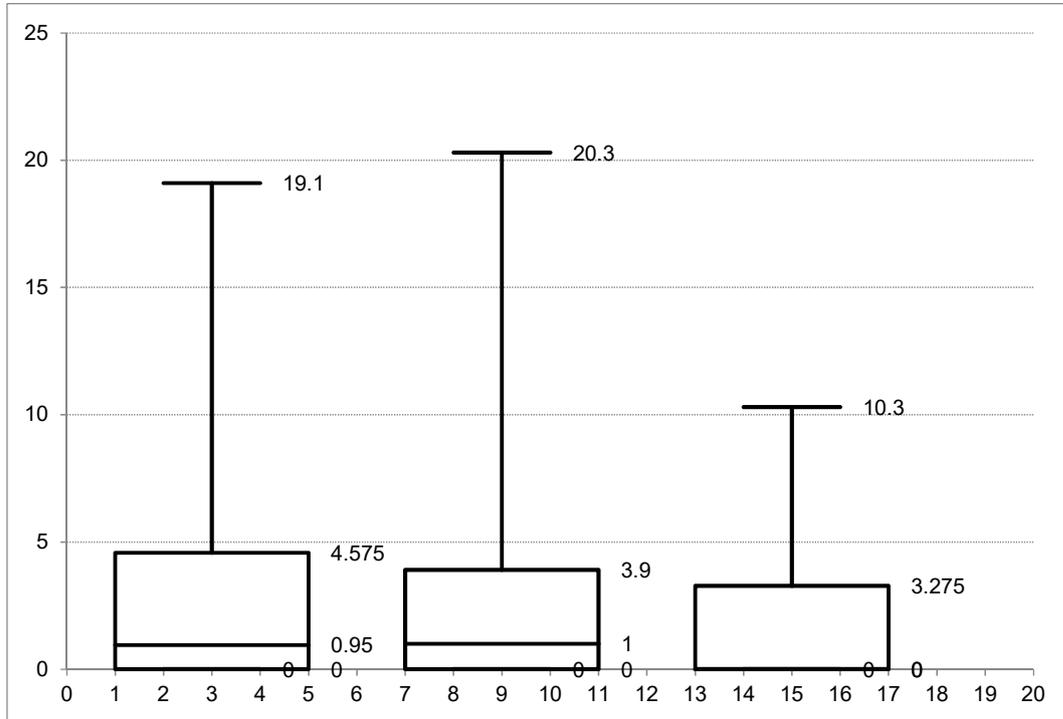
	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
1	0.90	0.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00
3	6.60	0.00	0.00
4	0.10	0.00	0.00
5	3.00	0.00	0.00
6	1.60	2.00	3.20
7	1.60	4.00	1.50
8	5.10	2.50	2.80
9	0.00	0.00	0.00
10	6.00	3.80	0.00
11	4.80	5.80	6.70
12	0.00	2.40	4.20
13	9.00	3.00	3.80
14	1.20	0.00	0.00
15	0.00	0.00	4.80
16	5.00	0.00	0.00
17	4.60	0.00	4.00
18	0.00	0.00	0.00
19	0.00	1.00	0.00
20	0.00	0.00	0.00
21	0.60	0.00	0.00
22	5.30	3.00	0.00
23	1.80	0.00	0.00
24	0.90	6.70	0.00
25	0.10	11.80	0.00
26	0.00	13.40	3.00
27	0.00	20.30	2.00
28	5.30	2.10	7.00
29	0.40	0.00	3.50
30	5.20	0.00	2.70
31	0.00	0.00	2.60
32	0.00	0.00	10.30
33	0.00	6.00	0.00
34	0.00	0.00	6.20
35	3.90	1.80	0.00
36	5.00	0.00	3.80
37	2.60	7.00	0.00
38	0.90	9.20	0.00
39	4.80	8.40	2.60
40	0.00	0.00	2.40
41	0.80	2.10	
42	0.00	0.00	
43	6.10	6.20	
44	9.30	0.00	
45	2.70	1.70	
46	19.10	2.50	
47	0.00	4.10	
48	0.00		
49	0.00		
50	0.00		
51	0.00		
52	1.90		
53	3.20		
54	4.50		
55	0.00		
56	1.00		
57	6.40		
58	12.60		
59	0.40		
60	4.00		
61	0.00		
62	1.00		
63	0.00		
64	0.00		
65	3.20		
66	1.20		

**Cuadro N°35: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos
Precipitación Junio Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro)**

	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
Mínimo	0	0	0
Q1	0	0	0
Q2	0.95	1	0
Q3	4.575	3.9	3.275
Máximo	19.1	20.3	10.3

Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	2	0	8	0	14	0
	3	0	9	0	15	0
	4	0	10	0	16	0
Brazo Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	3	0	9	0	15	0
	3	0	9	0	15	0
Caja	x	y	x	y	x	y
	1	0	7	0	13	0
	5	0	11	0	17	0
	5	4.575	11	3.9	17	3.275
	1	4.575	7	3.9	13	3.275
	1	0	7	0	13	0
Mediana	x	y	x	y	x	y
	1	0.95	7	1	13	0
	5	0.95	11	1	17	0
Brazo Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	3	4.575	9	3.9	15	3.275
	3	19.1	9	20.3	15	10.3
Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	2	19.1	8	20.3	14	10.3
	3	19.1	9	20.3	15	10.3
	4	19.1	10	20.3	16	10.3
Rango Intercuatilic	4.575		3.9		3.275	
Valores Atípicos leves	Min	-6.86	Min	-5.85	Min	-4.91
	Max	11.44	Max	9.75	Max	8.19
Valores Atípicos Extremos	Min	-13.73	Min	-11.70	Min	-9.83
	Max	18.30	Max	15.60	Max	13.10
Valores Atípicos leves	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	2.00	Max	3.00	Max	1.00
Valores Atípicos Extremos	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	1.00	Max	1.00	Max	0.00

Gráfico N°29: Diagrama caja bigote Junio – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)



Cuadro N°36: Precipitación Julio – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)

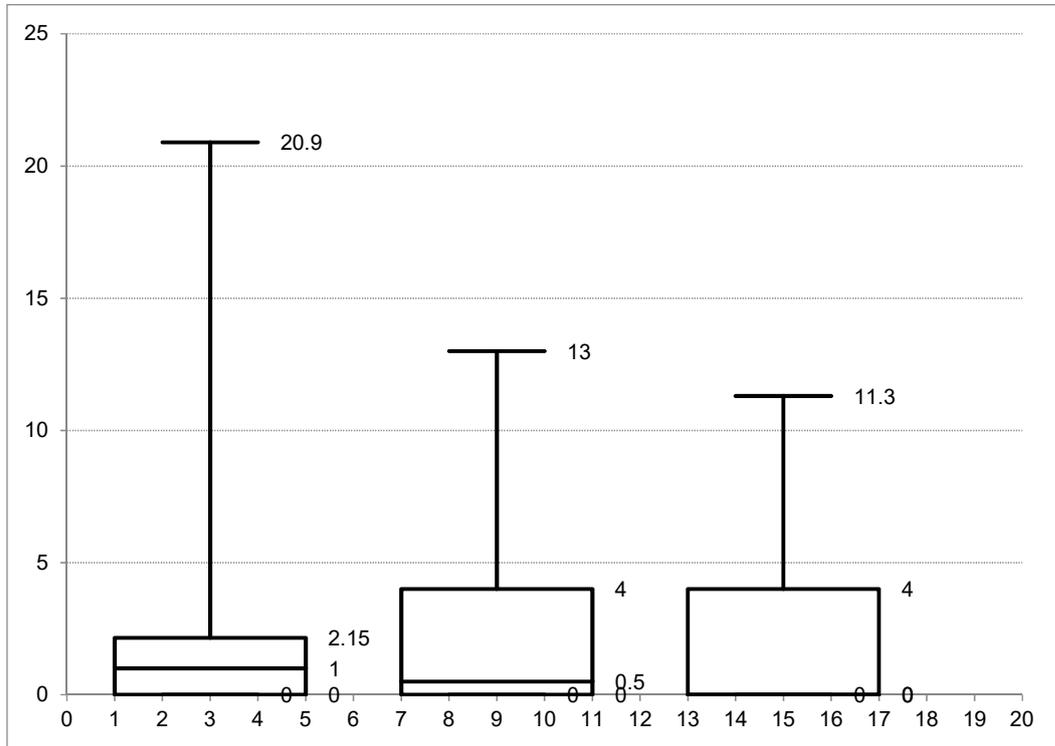
	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
1	0.00	0.00	0.00
2	1.10	0.00	0.00
3	1.00	0.00	0.00
4	0.00	8.50	0.00
5	1.80	0.50	11.30
6	3.70	10.00	0.00
7	0.00	1.00	8.00
8	1.20	0.00	0.00
9	2.00	8.80	4.80
10	0.60	3.80	4.00
11	1.00	0.00	0.00
12	0.00	1.00	0.00
13	1.10	6.80	0.00
14	0.00	3.80	2.40
15	0.00	0.00	0.00
16	5.50	0.00	0.00
17	0.00	0.00	0.00
18	0.00	0.00	6.20
19	0.20	2.80	0.00
20	0.00	4.00	4.00
21	7.20	13.00	1.00
22	20.90	0.00	7.00
23	7.20	0.00	0.00
24	1.70	0.00	0.00
25	0.00	0.00	0.00
26	4.60	0.00	0.00
27	5.90	0.00	5.00
28	1.00	0.00	7.00
29	0.30	0.00	7.90
30	0.50	0.00	0.00
31	2.20	0.00	4.70
32	3.40	0.00	1.50
33	0.90	1.70	0.00
34	5.10	5.30	0.40
35	0.00	7.40	0.00
36	3.40	5.00	2.20
37	0.50	2.50	0.00
38	1.00	1.50	2.80
39	0.90	0.00	
40	1.80	3.00	
41	4.60	0.00	
42	0.00	5.10	
43	0.00	4.80	
44	0.00	5.60	
45	1.50	2.30	
46	0.00		
47	1.50		
48	0.00		
49	0.40		
50	0.00		
51	0.00		
52	0.00		
53	1.00		
54	1.50		
55	9.90		
56	6.90		
57	0.00		
58	8.00		
59	1.20		
60	0.00		
61	3.00		
62	0.00		
63	1.80		
64	1.40		
65	3.00		
66	0.00		

Cuadro N°37: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Julio Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro)

	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
Mínimo	0	0	0
Q1	0	0	0
Q2	1	0.5	0
Q3	2.15	4	4
Máximo	20.9	13	11.3

Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	2	0	8	0	14	0
	3	0	9	0	15	0
	4	0	10	0	16	0
Brazo Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	3	0	9	0	15	0
	3	0	9	0	15	0
Caja	x	y	x	y	x	y
	1	0	7	0	13	0
	5	0	11	0	17	0
	5	2.15	11	4	17	4
	1	2.15	7	4	13	4
	1	0	7	0	13	0
Mediana	x	y	x	y	x	y
	1	1	7	0.5	13	0
	5	1	11	0.5	17	0
Brazo Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	3	2.15	9	4	15	4
	3	20.9	9	13	15	11.3
Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	2	20.9	8	13	14	11.3
	3	20.9	9	13	15	11.3
	4	20.9	10	13	16	11.3
Rango Intercuatilic	2.15		4		4	
Valores Atípicos leves	Min	-3.23	Min	-6.00	Min	-6.00
	Max	5.38	Max	10.00	Max	10.00
Valores Atípicos Extremos	Min	-6.45	Min	-12.00	Min	-12.00
	Max	8.60	Max	16.00	Max	16.00
Valores Atípicos leves	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	8.00	Max	1.00	Max	1.00
Valores Atípicos Extremos	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	2.00	Max	0.00	Max	0.00

Gráfico N°30: Diagrama caja bigote Julio – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)



Cuadro N°38: Precipitación Agosto – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)

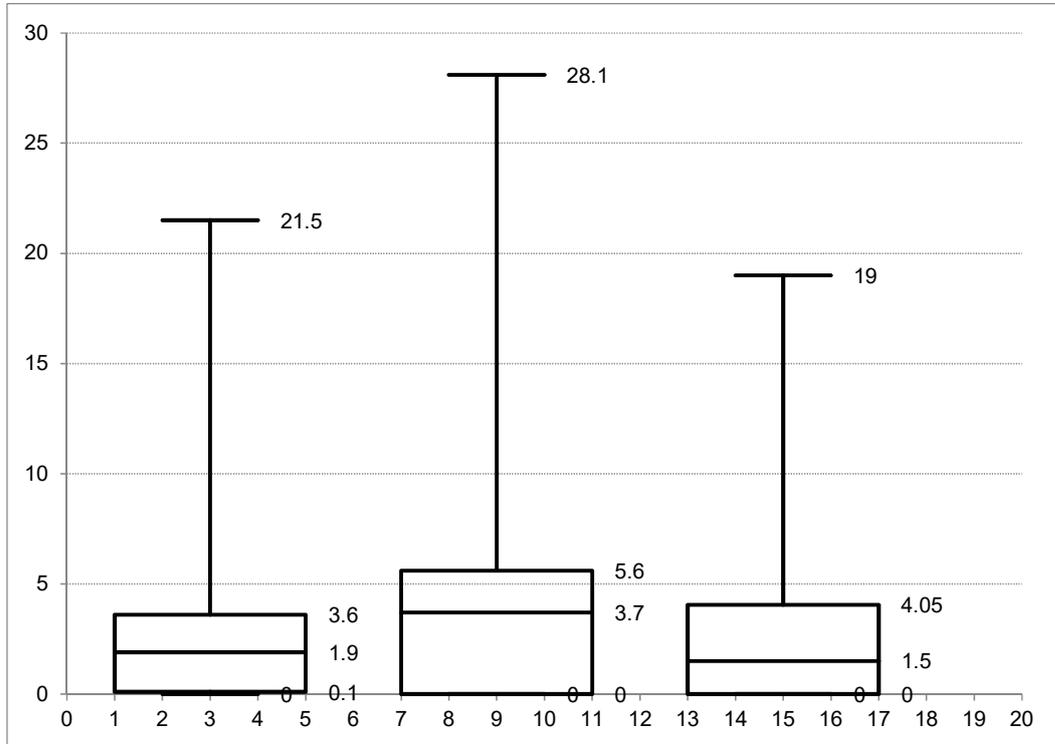
	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
1	0.20	2.00	0.00
2	0.00	0.00	0.00
3	2.40	6.00	4.10
4	1.60	4.60	8.20
5	0.00	5.00	4.00
6	5.20	2.00	0.00
7	0.00	0.00	5.00
8	0.70	0.00	0.00
9	6.40	8.40	6.00
10	0.70	4.80	4.00
11	2.00	13.40	9.50
12	0.00	5.20	1.50
13	21.50	0.00	0.80
14	2.00	0.00	0.00
15	3.10	0.00	0.00
16	0.00	6.00	0.00
17	0.00	2.20	4.00
18	1.00	5.20	0.00
19	1.00	3.40	0.00
20	9.00	1.20	0.00
21	2.70	0.00	3.00
22	3.30	0.00	1.00
23	1.30	3.60	0.00
24	1.90	3.70	19.00
25	7.10	0.00	6.00
26	7.20	13.00	1.00
27	9.40	28.10	0.00
28	0.40	1.30	9.00
29	1.00	0.00	4.00
30	0.00	10.70	6.70
31	0.00	4.00	2.80
32	4.30	0.00	0.00
33	0.40	0.00	2.20
34	4.00	5.30	5.00
35	1.40	8.90	0.00
36	0.50	4.20	1.90
37	7.00	8.80	0.30
38	0.00	5.60	2.00
39	2.60	8.80	0.70
40	0.00	1.90	
41	0.00	7.00	
42	3.80	4.00	
43	3.60	4.70	
44	0.00	1.20	
45	14.00	3.00	
46	5.30		
47	0.00		
48	1.20		
49	3.00		
50	3.50		
51	1.50		
52	0.00		
53	2.40		
54	3.60		
55	2.40		
56	10.80		
57	4.90		
58	2.20		
59	5.40		
60	0.00		
61	2.00		
62	0.40		
63	2.60		
64	0.00		
65	0.10		

Cuadro N°39: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Agosto Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro)

	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
Mínimo	0	0	0
Q1	0.1	0	0
Q2	1.9	3.7	1.5
Q3	3.6	5.6	4.05
Máximo	21.5	28.1	19

Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	2	0	8	0	14	0
	3	0	9	0	15	0
	4	0	10	0	16	0
Brazo Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	3	0	9	0	15	0
	3	0.1	9	0	15	0
Caja	x	y	x	y	x	y
	1	0.1	7	0	13	0
	5	0.1	11	0	17	0
	5	3.6	11	5.6	17	4.05
	1	3.6	7	5.6	13	4.05
	1	0.1	7	0	13	0
Mediana	x	y	x	y	x	y
	1	1.9	7	3.7	13	1.5
	5	1.9	11	3.7	17	1.5
Brazo Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	3	3.6	9	5.6	15	4.05
	3	21.5	9	28.1	15	19
Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	2	21.5	8	28.1	14	19
	3	21.5	9	28.1	15	19
	4	21.5	10	28.1	16	19
Rango Intercuatilic	3.5		5.6		4.05	
Valores Atípicos leves	Min	-5.15	Min	-8.40	Min	-6.08
	Max	8.85	Max	14.00	Max	10.13
Valores Atípicos Extremos	Min	-10.40	Min	-16.80	Min	-12.15
	Max	14.10	Max	22.40	Max	16.20
Valores Atípicos leves	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	5.00	Max	1.00	Max	1.00
Valores Atípicos Extremos	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	1.00	Max	1.00	Max	1.00

Gráfico N°31: Diagrama caja bigote Agosto – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)



Cuadro N°40: Precipitación Septiembre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)

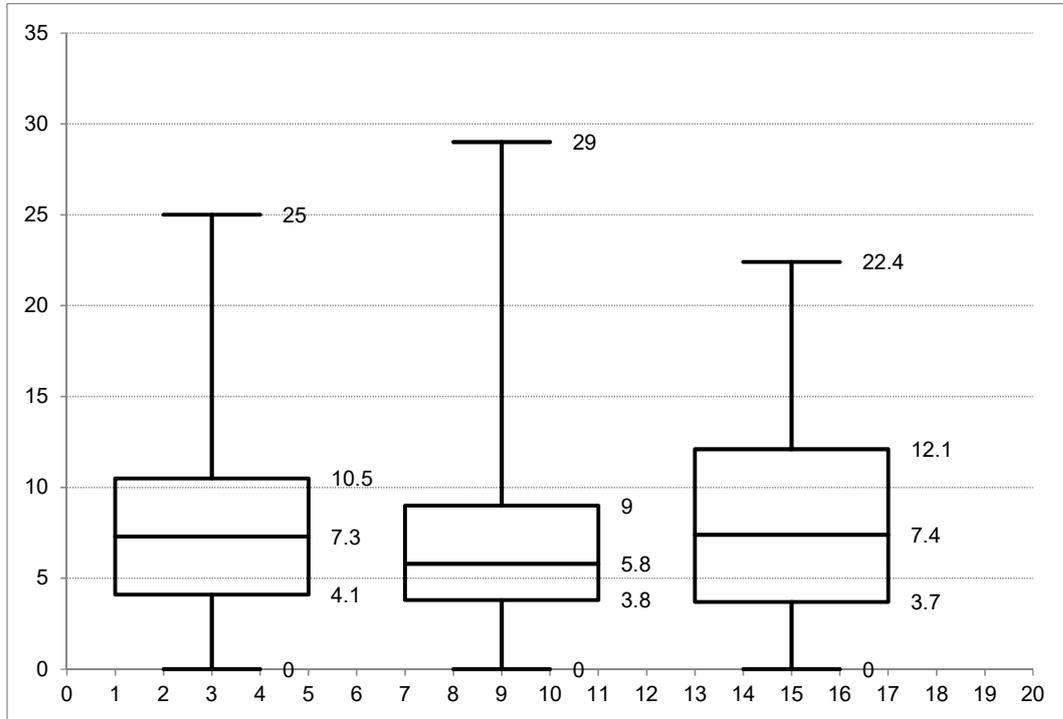
	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
1	7.50	21.00	13.20
2	7.00	5.00	10.00
3	12.00	14.50	22.20
4	4.00	4.00	6.20
5	6.90	2.00	13.20
6	22.00	9.00	0.00
7	2.00	13.00	14.80
8	12.40	2.00	3.20
9	19.00	4.20	8.10
10	12.00	5.20	12.00
11	15.50	9.80	6.00
12	0.00	29.00	11.30
13	22.00	8.80	12.00
14	8.40	14.80	22.40
15	8.50	4.80	10.00
16	1.00	5.80	7.00
17	0.00	7.80	7.40
18	12.30	1.40	6.00
19	9.40	12.00	0.00
20	10.50	5.40	3.40
21	5.00	0.00	5.00
22	8.80	7.80	12.00
23	19.30	10.40	16.00
24	3.00	1.30	12.20
25	6.70	9.00	2.00
26	3.20	0.00	0.50
27	4.60	3.80	14.00
28	25.00	7.20	4.00
29	7.60	5.80	7.70
30	10.70	6.40	6.70
31	6.00	4.20	2.20
32	10.50	0.00	13.60
33	4.80	7.90	0.40
34	7.60	15.50	1.80
35	3.20	4.80	7.20
36	4.40	6.60	10.40
37	2.10	2.30	4.20
38	13.00	5.50	1.40
39	3.40	3.50	17.00
40	4.10	2.50	
41	7.70	5.30	
42	16.00	16.70	
43	5.30	3.60	
44	12.80	9.80	
45	5.20	7.20	
46	6.90		
47	10.50		
48	19.80		
49	8.30		
50	5.10		
51	3.30		
52	10.90		
53	4.90		
54	5.40		
55	2.60		
56	1.70		
57	7.30		
58	2.10		
59	4.10		
60	1.00		
61	8.30		
62	7.60		
63	3.00		
64	9.60		
65	10.30		

Cuadro N°41: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Septiembre Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro)

	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
Mínimo	0	0	0
Q1	4.1	3.8	3.7
Q2	7.3	5.8	7.4
Q3	10.5	9	12.1
Máximo	25	29	22.4

Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	2	0	8	0	14	0
	3	0	9	0	15	0
	4	0	10	0	16	0
Brazo Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	3	0	9	0	15	0
	3	4.1	9	3.8	15	3.7
Caja	x	y	x	y	x	y
	1	4.1	7	3.8	13	3.7
	5	4.1	11	3.8	17	3.7
	5	10.5	11	9	17	12.1
	1	10.5	7	9	13	12.1
	1	4.1	7	3.8	13	3.7
Mediana	x	y	x	y	x	y
	1	7.3	7	5.8	13	7.4
	5	7.3	11	5.8	17	7.4
Brazo Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	3	10.5	9	9	15	12.1
	3	25	9	29	15	22.4
Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	2	25	8	29	14	22.4
	3	25	9	29	15	22.4
	4	25	10	29	16	22.4
Rango Intercuatilic	6.4		5.2		8.4	
Valores Atípicos leves	Min	-5.50	Min	-4.00	Min	-8.90
	Max	20.10	Max	16.80	Max	24.70
Valores Atípicos Extremos	Min	-15.10	Min	-11.80	Min	-21.50
	Max	29.70	Max	24.60	Max	37.30
Valores Atípicos leves	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	3.00	Max	2.00	Max	0.00
Valores Atípicos Extremos	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	0.00	Max	1.00	Max	0.00

Gráfico N°32: Diagrama caja bigote Septiembre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)



Cuadro N°42: Precipitación Octubre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)

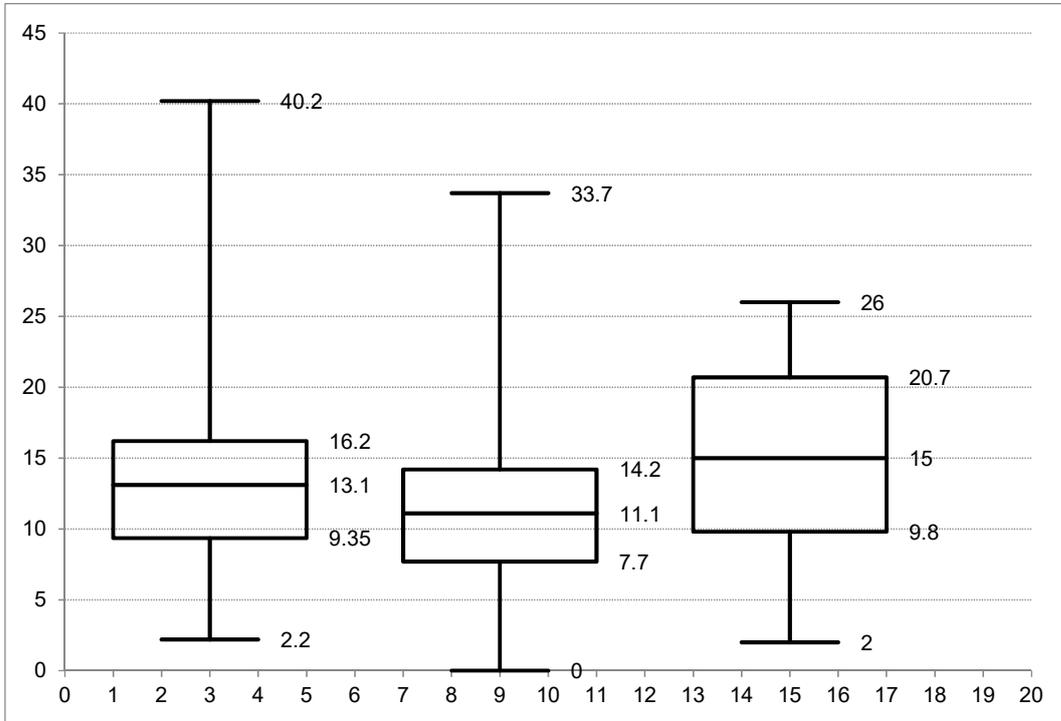
	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
1	5.40	15.00	9.40
2	19.40	11.00	9.00
3	38.50	14.00	12.10
4	13.70	13.00	18.30
5	14.80	11.00	20.20
6	13.30	6.00	10.20
7	7.30	10.00	17.50
8	10.60	10.30	16.00
9	7.00	3.20	6.70
10	11.20	15.20	15.00
11	17.50	14.40	13.80
12	6.00	3.80	16.40
13	12.00	0.00	10.50
14	17.00	11.40	20.40
15	31.50	5.00	7.60
16	9.00	10.20	5.40
17	12.60	16.20	5.40
18	8.10	25.00	8.20
19	9.90	17.40	2.00
20	17.40	13.40	15.00
21	15.20	12.00	21.00
22	17.90	13.10	23.00
23	10.70	11.00	12.00
24	13.20	8.40	14.50
25	2.20	7.90	21.00
26	12.80	14.20	23.00
27	22.80	7.00	24.00
28	13.00	13.60	24.00
29	16.20	4.40	26.00
30	19.10	13.80	15.80
31	7.40	14.80	25.70
32	8.20	7.10	23.50
33	11.00	6.20	10.40
34	40.20	11.10	7.00
35	13.40	31.80	16.50
36	8.20	33.70	13.70
37	18.60	4.50	5.60
38	13.10	7.70	15.20
39	8.00	17.00	25.10
40	4.90	14.70	
41	20.20	14.20	
42	14.00	4.50	
43	13.40	13.50	
44	16.20	10.60	
45	14.60	9.60	
46	17.40		
47	8.30		
48	11.60		
49	12.90		
50	11.10		
51	7.20		
52	9.50		
53	15.90		
54	15.20		
55	10.20		
56	14.70		
57	13.60		
58	15.00		
59	11.20		
60	2.20		
61	18.60		
62	18.90		
63	9.20		

Cuadro N°43: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Octubre Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro)

	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
Mínimo	2.2	0	2
Q1	9.35	7.7	9.8
Q2	13.1	11.1	15
Q3	16.2	14.2	20.7
Máximo	40.2	33.7	26

Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	2	2.2	8	0	14	2
	3	2.2	9	0	15	2
	4	2.2	10	0	16	2
Brazo Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	3	2.2	9	0	15	2
	3	9.35	9	7.7	15	9.8
Caja	x	y	x	y	x	y
	1	9.35	7	7.7	13	9.8
	5	9.35	11	7.7	17	9.8
	5	16.2	11	14.2	17	20.7
	1	16.2	7	14.2	13	20.7
	1	9.35	7	7.7	13	9.8
Mediana	x	y	x	y	x	y
	1	13.1	7	11.1	13	15
	5	13.1	11	11.1	17	15
Brazo Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	3	16.2	9	14.2	15	20.7
	3	40.2	9	33.7	15	26
Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	2	40.2	8	33.7	14	26
	3	40.2	9	33.7	15	26
	4	40.2	10	33.7	16	26
Rango Intercuatilic	6.85		6.5		10.9	
Valores Atípicos leves	Min	-0.92	Min	-2.05	Min	-6.55
	Max	26.48	Max	23.95	Max	37.05
Valores Atípicos Extremos	Min	-11.20	Min	-11.80	Min	-22.90
	Max	36.75	Max	33.70	Max	53.40
Valores Atípicos leves	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	3.00	Max	3.00	Max	0.00
Valores Atípicos Extremos	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	2.00	Max	0.00	Max	0.00

Gráfico N°33: Diagrama caja bigote Octubre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)



Cuadro N°44: Precipitación Noviembre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)

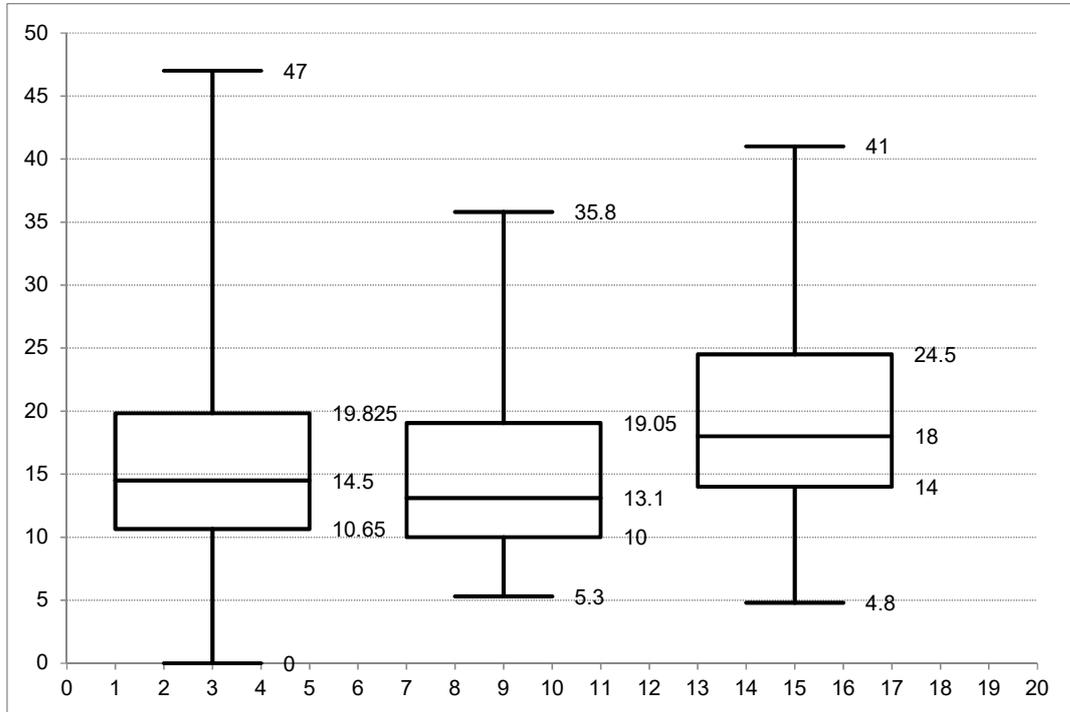
	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
1	39.00	10.00	11.10
2	6.60	11.70	6.30
3	13.00	19.00	19.00
4	18.50	10.00	25.30
5	30.60	12.00	13.20
6	5.10	8.50	22.20
7	2.60	14.00	16.40
8	11.90	22.30	17.00
9	7.60	8.20	12.00
10	10.10	12.00	18.00
11	36.10	5.40	20.00
12	10.00	13.80	15.30
13	14.00	7.80	22.20
14	17.00	19.20	25.00
15	37.30	13.20	30.60
16	14.50	24.80	15.00
17	0.00	18.40	14.20
18	8.50	35.80	6.00
19	11.20	13.00	25.00
20	12.90	10.30	11.00
21	17.90	15.40	19.00
22	17.50	9.80	18.40
23	10.70	11.60	10.00
24	9.00	20.50	41.00
25	8.20	20.20	23.00
26	15.50	17.90	14.00
27	12.30	12.00	4.80
28	14.40	19.30	17.10
29	12.80	11.00	24.50
30	16.50	15.80	11.30
31	21.40	17.00	18.20
32	17.10	7.70	33.70
33	9.60	11.00	15.60
34	25.20	15.30	40.20
35	21.40	20.70	27.00
36	10.50	5.30	28.00
37	9.60	11.50	14.50
38	13.60	16.50	
39	18.00	8.30	
40	18.00	19.40	
41	18.40	19.20	
42	14.00	7.70	
43	14.50	8.7	
44	17.50	19.6	
45	22.60		
46	15.60		
47	7.10		
48	34.60		
49	10.50		
50	47.00		
51	18.90		
52	19.30		
53	17.30		
54	23.10		
55	26.70		
56	7.00		
57	11.00		
58	11.70		
59	12.60		
60	24.50		
61	24.10		
62	10.90		
63	29.80		
64	30.70		

Cuadro N°45: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Noviembre Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro)

	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
Mínimo	0	5.3	4.8
Q1	10.65	10	14
Q2	14.5	13.1	18
Q3	19.825	19.05	24.5
Máximo	47	35.8	41

Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	2	0	8	5.3	14	4.8
	3	0	9	5.3	15	4.8
	4	0	10	5.3	16	4.8
Brazo Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	3	0	9	5.3	15	4.8
	3	10.65	9	10	15	14
Caja	x	y	x	y	x	y
	1	10.65	7	10	13	14
	5	10.65	11	10	17	14
	5	19.825	11	19.05	17	24.5
	1	19.825	7	19.05	13	24.5
	1	10.65	7	10	13	14
Mediana	x	y	x	y	x	y
	1	14.5	7	13.1	13	18
	5	14.5	11	13.1	17	18
Brazo Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	3	19.825	9	19.05	15	24.5
	3	47	9	35.8	15	41
Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	2	47	8	35.8	14	41
	3	47	9	35.8	15	41
	4	47	10	35.8	16	41
Rango Intercuatilic	9.175		9.05		10.5	
Valores Atípicos leves	Min	-3.11	Min	-3.58	Min	-1.75
	Max	33.59	Max	32.63	Max	40.25
Valores Atípicos Extremos	Min	-16.88	Min	-17.15	Min	-17.50
	Max	47.35	Max	46.20	Max	56.00
Valores Atípicos leves	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	5.00	Max	1.00	Max	1.00
Valores Atípicos Extremos	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	0.00	Max	0.00	Max	0.00

Gráfico N°34: Diagrama caja bigote Noviembre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)



Cuadro N°46: Precipitación Diciembre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)

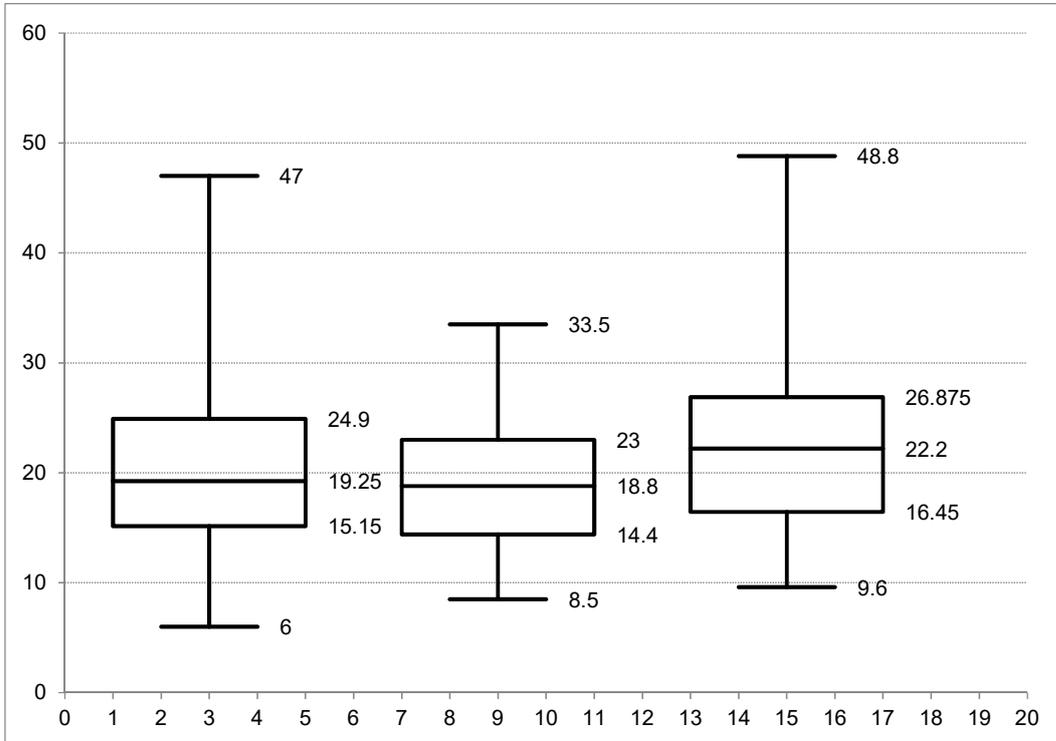
	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
1	26.50	10.50	13.20
2	15.00	15.20	26.40
3	20.30	8.50	16.10
4	16.30	19.00	22.40
5	23.00	11.00	17.40
6	35.40	24.50	18.20
7	6.00	21.50	48.80
8	8.90	9.00	23.00
9	11.70	28.80	43.30
10	25.40	16.40	13.30
11	13.00	23.00	10.00
12	15.50	15.80	35.00
13	47.00	10.20	17.20
14	26.00	10.20	15.80
15	21.50	20.20	13.40
16	11.00	22.80	16.20
17	16.30	15.40	18.00
18	24.80	17.00	9.60
19	11.80	19.00	25.00
20	13.90	15.80	28.00
21	8.70	11.50	22.00
22	12.90	16.60	28.00
23	32.00	14.50	22.50
24	36.10	21.30	32.00
25	19.20	20.30	30.00
26	15.20	11.00	21.50
27	22.00	29.50	13.10
28	16.90	27.30	15.80
29	18.80	14.40	20.80
30	18.30	20.90	31.60
31	19.30	12.50	25.50
32	12.70	23.50	20.40
33	19.50	14.10	27.00
34	19.10	15.30	25.80
35	18.00	18.90	20.9
36	20.70	25.00	25.7
37	31.40	18.80	26.5
38	20.10	20.00	33.6
39	27.50	18.10	
40	20.40	11.80	
41	25.20	33.50	
42	24.10	23.40	
43	19.50	24.90	
44	25.20	32.80	
45	15.40	31.60	
46	44.10		
47	28.30		
48	20.70		
49	23.80		
50	30.00		
51	14.10		
52	16.40		
53	11.40		
54	11.60		
55	23.50		
56	23.40		
57	25.20		
58	17.20		
59	15.30		
60	16.90		
61	16.40		
62	11.90		
63	35.90		
64	14.60		

Cuadro N°47: Cuartil, Mediana, Rango intercuartil, Valores atípicos – Datos Precipitación Diciembre Estación (Kayra, Ccatcca, Paruro)

	Datos Variable 1	Datos Variable 2	Datos Variable 3
Mínimo	6	8.5	9.6
Q1	15.15	14.4	16.45
Q2	19.25	18.8	22.2
Q3	24.9	23	26.875
Máximo	47	33.5	48.8

Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	2	6	8	8.5	14	9.6
	3	6	9	8.5	15	9.6
	4	6	10	8.5	16	9.6
Brazo Bigote Bajo	x	y	x	y	x	y
	3	6	9	8.5	15	9.6
	3	15.15	9	14.4	15	16.45
Caja	x	y	x	y	x	y
	1	15.15	7	14.4	13	16.45
	5	15.15	11	14.4	17	16.45
	5	24.9	11	23	17	26.875
	1	24.9	7	23	13	26.875
	1	15.15	7	14.4	13	16.45
Mediana	x	y	x	y	x	y
	1	19.25	7	18.8	13	22.2
	5	19.25	11	18.8	17	22.2
Brazo Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	3	24.9	9	23	15	26.875
	3	47	9	33.5	15	48.8
Bigote Alto	x	y	x	y	x	y
	2	47	8	33.5	14	48.8
	3	47	9	33.5	15	48.8
	4	47	10	33.5	16	48.8
Rango Intercuatilic	9.75		8.6		10.425	
Valores Atípicos leves	Min	0.52	Min	1.50	Min	0.81
	Max	39.53	Max	35.90	Max	42.51
Valores Atípicos Extremos	Min	-14.10	Min	-11.40	Min	-14.83
	Max	54.15	Max	48.80	Max	58.15
Valores Atípicos leves	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	2.00	Max	0.00	Max	2.00
Valores Atípicos Extremos	Min	0.00	Min	0.00	Min	0.00
	Max	0.00	Max	0.00	Max	0.00

Gráfico N°35: Diagrama caja bigote Diciembre – estación (Kayra – Ccatcca - Paruro)



6.1.3 Determinación de la precipitación media en el área de estudio (para precipitaciones máximas de 24 horas)

Cuadro N°48: Datos para el cálculo de precipitación – método de Isoyetas - ARCGIS

Kayra		Ccatcca		Paruro	
Año	Precip.Max	Año	Precip.Max	Año	Precip.Max
1964	23.0	1964	25.0	1964	25.0
1966	38.0	1966	27.0	1966	36.1
1967	42.1	1967	19.0	1967	30.4
1968	24.6	1968	18.0	1968	30.3
1969	25.1	1969	36.0	1969	29.3
1970	44.8	1970	23.0	1970	48.8
1971	36.1	1971	24.0	1971	23.5
1972	36.6	1972	28.8	1972	43.3
1973	28.4	1973	28.8	1973	33.3
1974	22.8	1974	27.8	1974	45.4
1975	25.0	1975	38.6	1975	35.0
1976	20.0	1976	25.0	1976	36.0
1977	33.9	1977	31.8	1977	31.4
1978	27.2	1978	20.2	1978	30.6
1979	39.0	1979	33.0	1979	30.0
1980	38.2	1980	33.0	1980	25.0
1981	40.2	1981	35.8	1981	29.2
1994	39.6	1994	42.1	1994	27.0
1995	34.6	1995	27.5	1995	35.0
1996	31.3	1996	20.9	1996	24.0
1997	47.0	1997	25.0	1997	41.0
1998	35.9	1998	34.0	1998	36.0
1999	19.3	1999	18.3	1999	26.5
2000	25.5	2000	32.8	2000	35.0
2001	31.0	2001	31.8	2001	32.2
2002	26.7	2002	33.7	2002	36.7
2003	39.1	2003	34.0	2003	32.1
2006	51.6	2006	68.3	2006	43.7
2007	32.9	2007	19.1	2007	40.2
2008	27.9	2008	34.1	2008	38.9
2009	27.8	2009	29.2	2009	28.0
2010	41.2	2010	28.3	2010	46.9
2011	29.8	2011	36.8	2011	33.6

**Cuadro N°49: Modelo de cuadro de ingreso primer dato (Precipitación. 1964)
 - PROCESO EN ARCGIS**

ESTACION	X COORD	Y COORD	AÑO	PRECIP
KCAYRA	188794	8499441	1964	23.00
CCATCCA	222971	8493948	1964	25.00
PARURO	192377	8476168	1964	25.00

**Cuadro N°50: Modelo de cuadro de ingreso último dato (Precipitación. 2011) -
 PROCESO EN ARCGIS**

ESTACION	X COORD	Y COORD	AÑO	PRECIP
KCAYRA	188794	8499441	2011	29.80
CCATCCA	222971	8493948	2011	36.80
PARURO	192377	8476168	2011	33.60

Imagen N°25: Zona de estudio cuenca Lucre

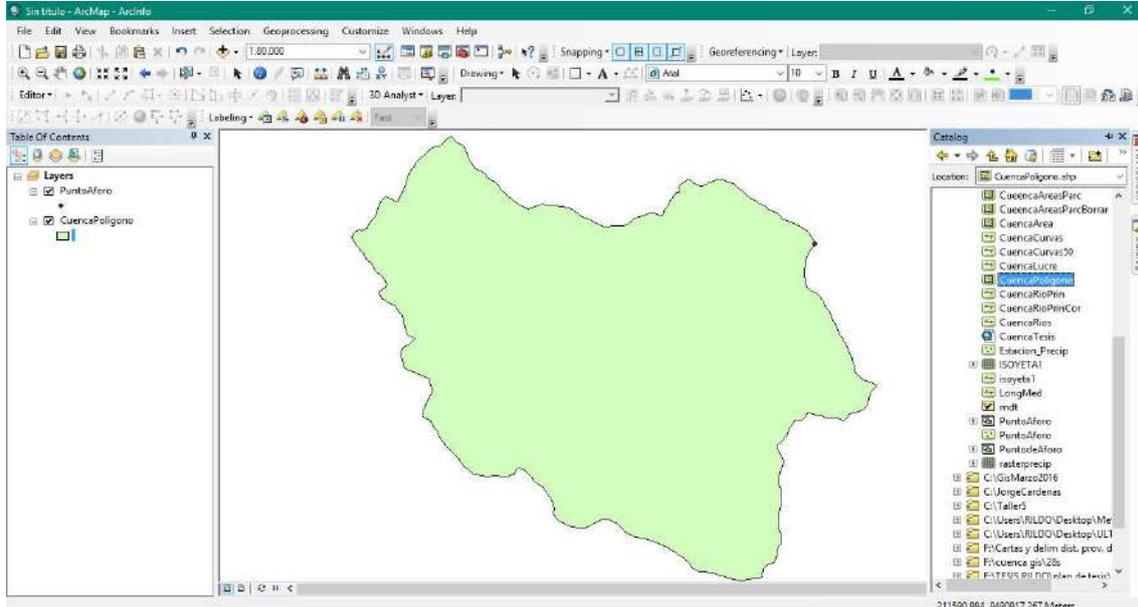


Imagen N°26: Procedimiento para cargar cuadro de coordenadas

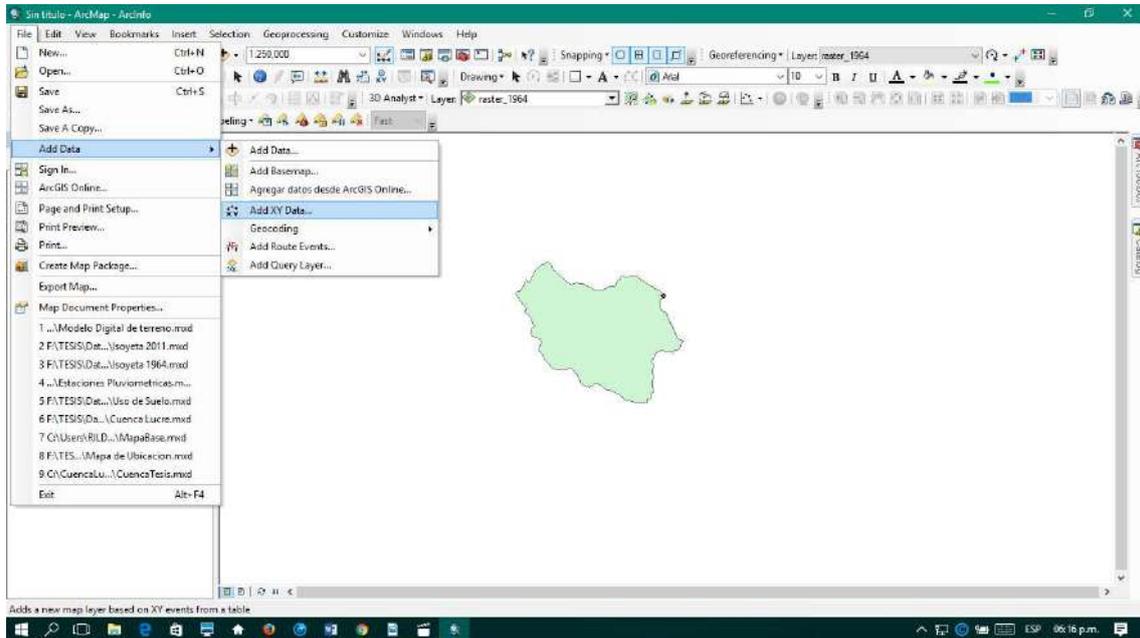


Imagen N°27: Ventana de dialogo para cargar datos de las estaciones

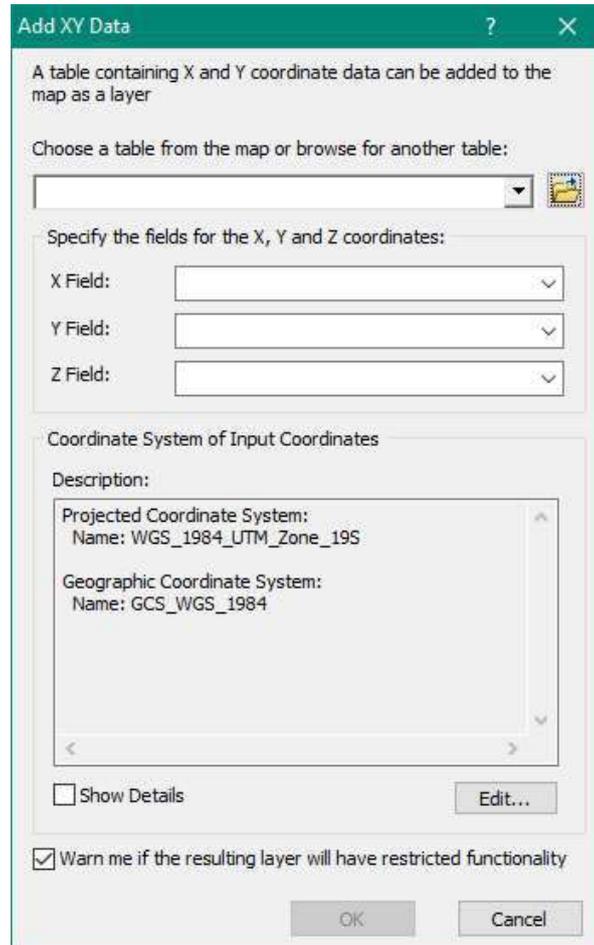


Imagen N°28: Ventana con datos de las estaciones seleccionados por años

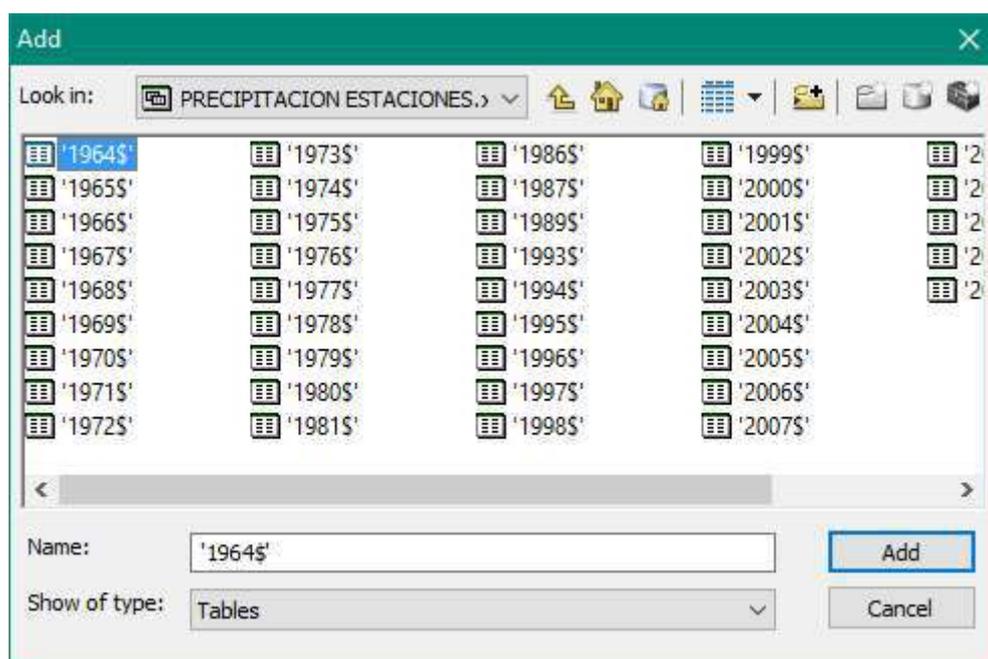


Imagen N°29: Cuadro de diálogo Add XY Data con parámetros correctamente seleccionados

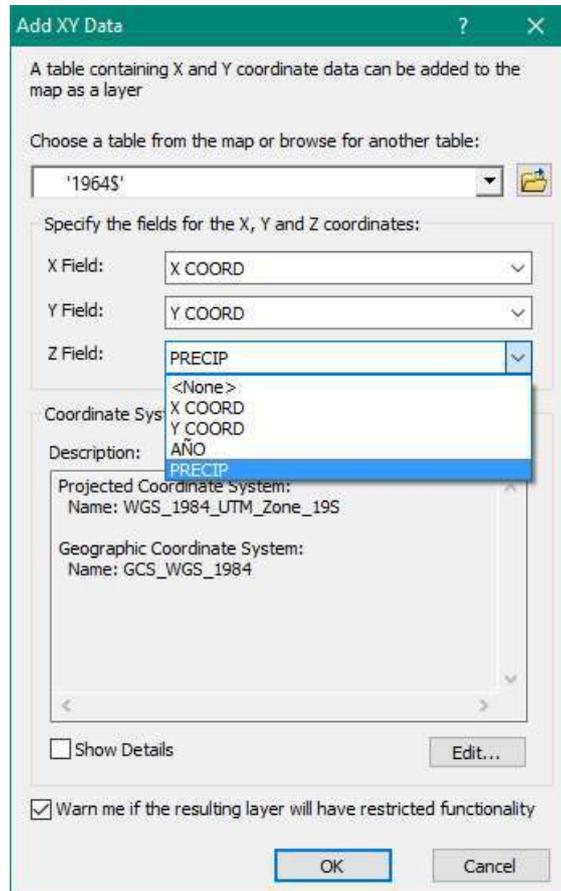


Imagen N°30: Exportar la data a un archivo Shapefile

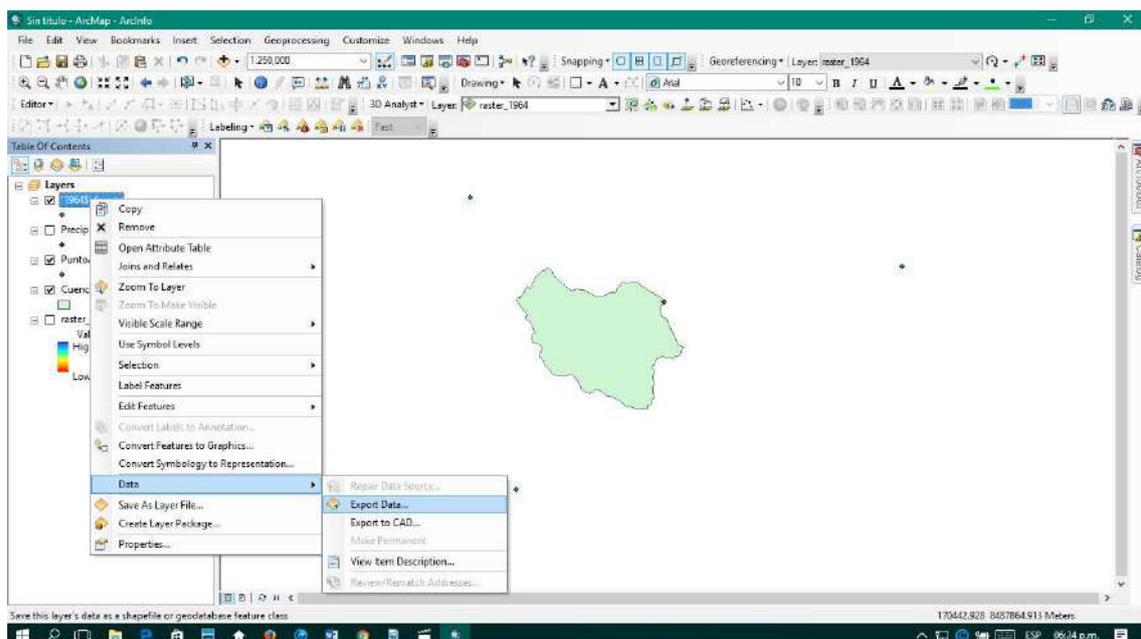


Imagen N°31: Atributos de los datos Shapefile de estaciones

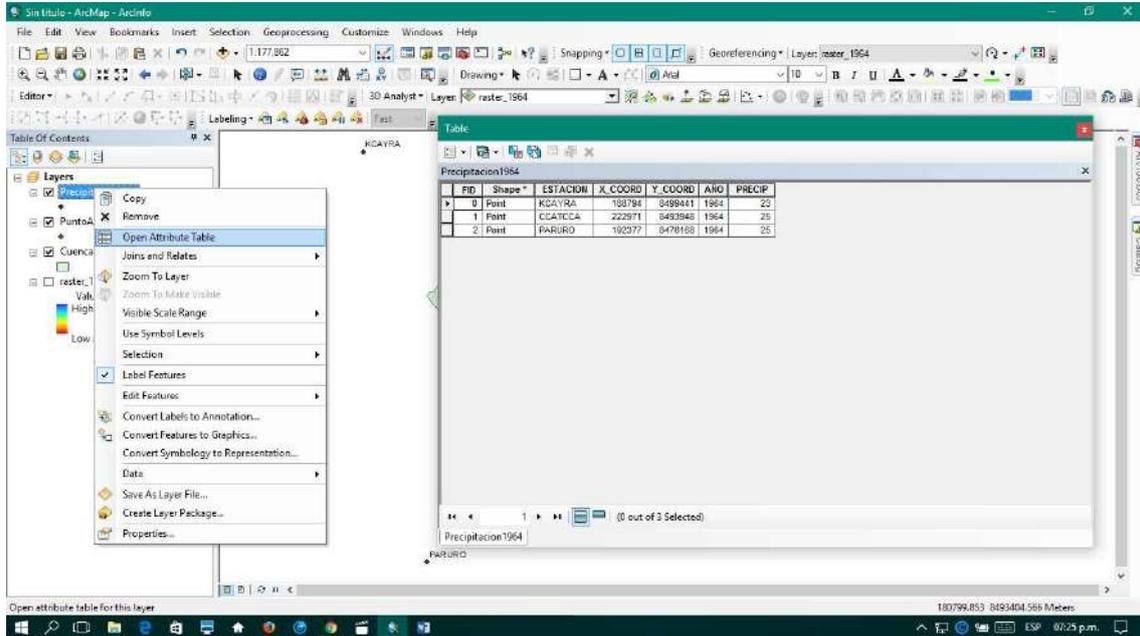


Imagen N°32: Coordenadas de cada punto de estación exportado en archivo Shapefile

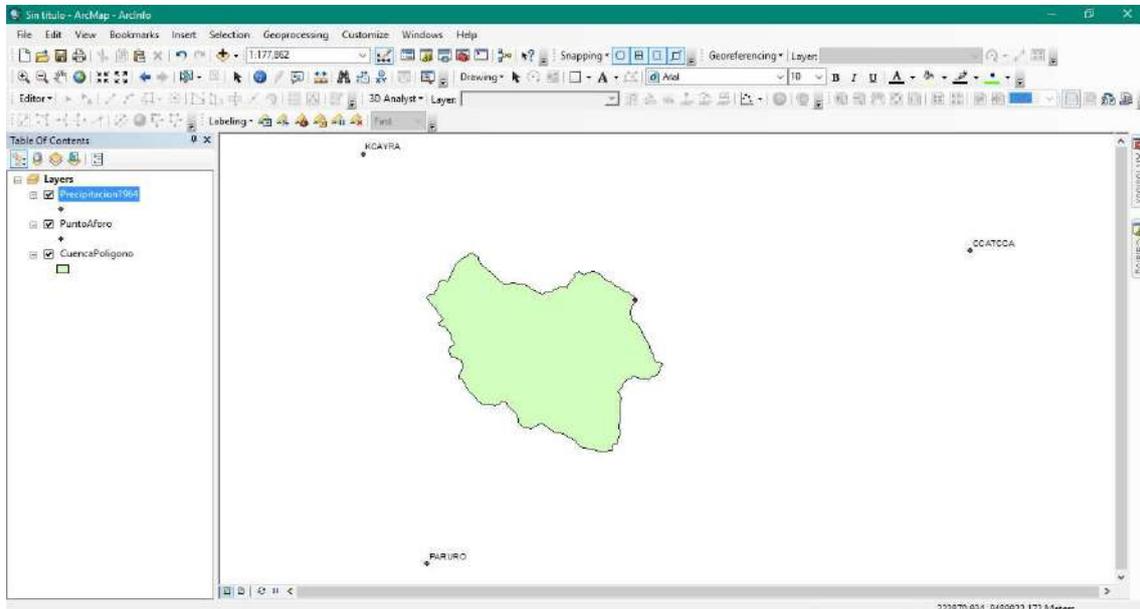


Imagen N°33: Ingreso de características de punto, precipitación mediante el método de Kriging

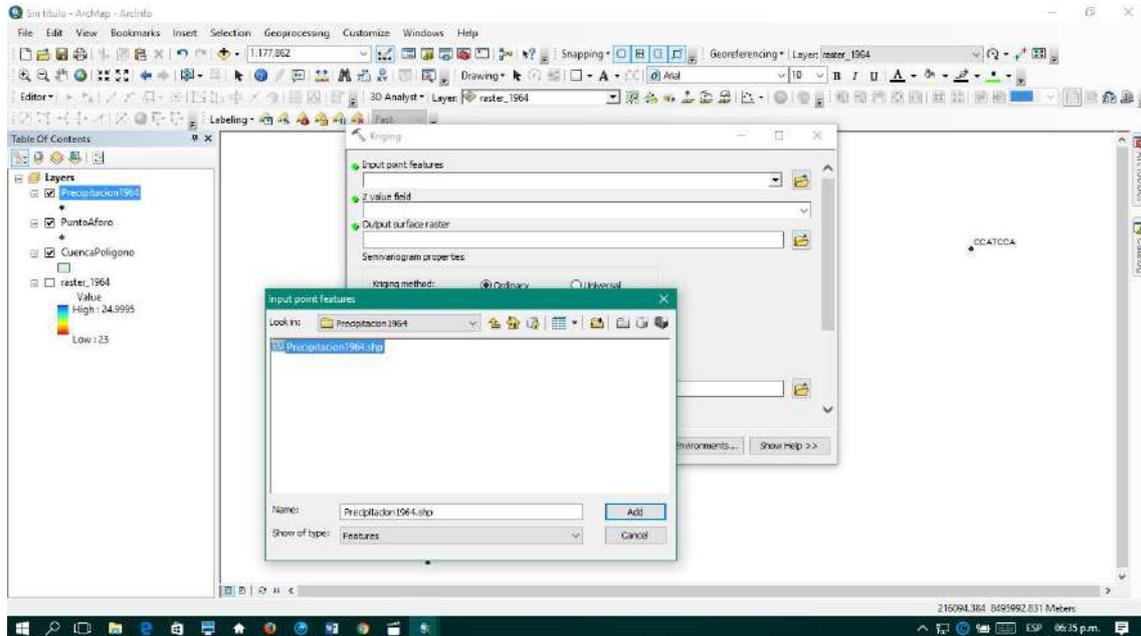


Imagen N°34: Obtención de mapa base de isoyetas

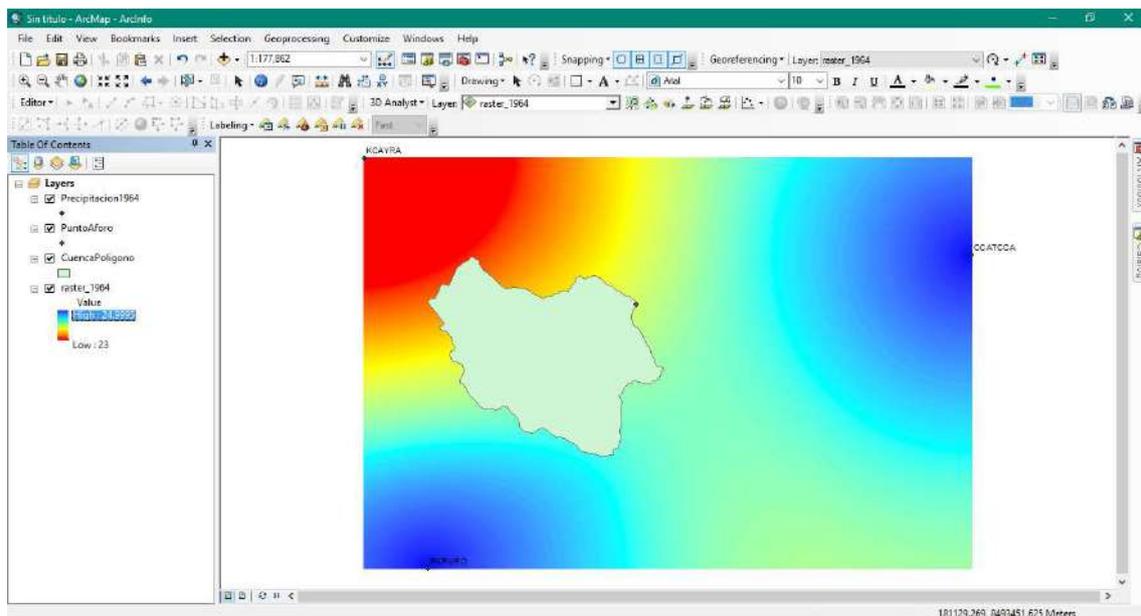


Imagen N°35: Introducción de mapa base para la generación de isoyetas

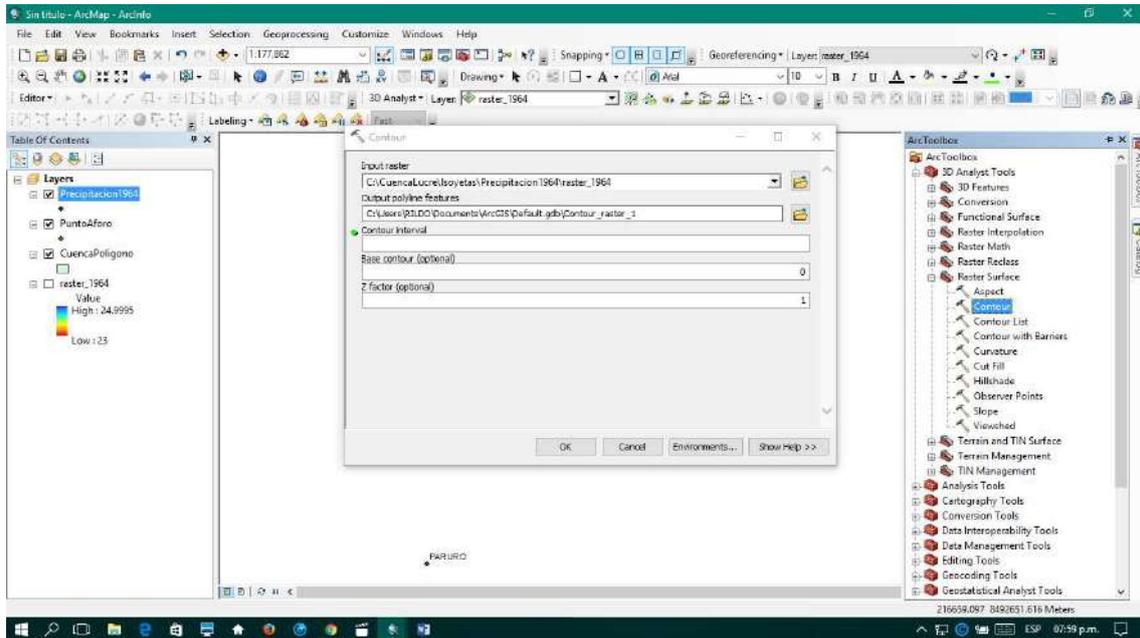
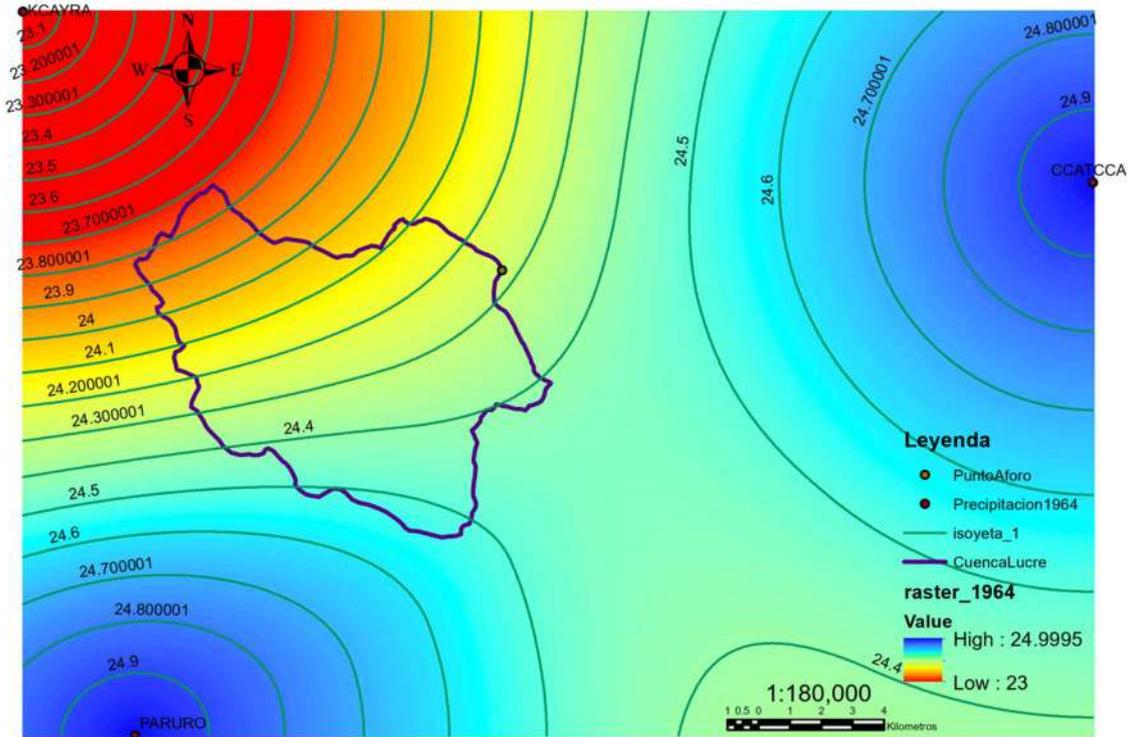


Lámina N°4: Isoyetas – Precipitación 1964



Precipitacion en la Cuenca de Estudio - 1964

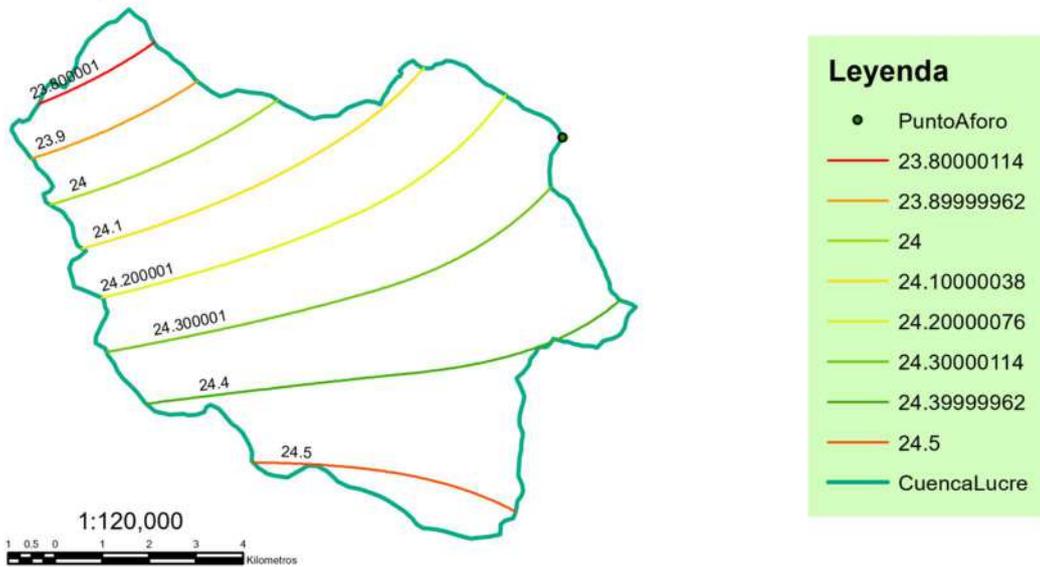
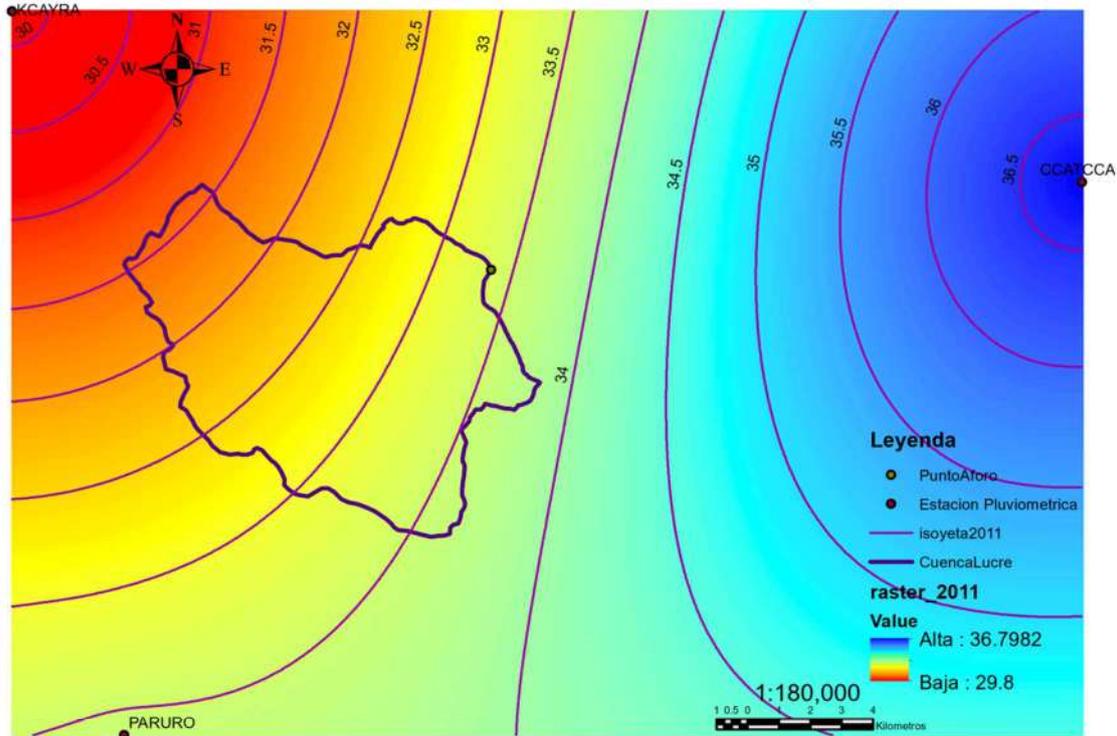
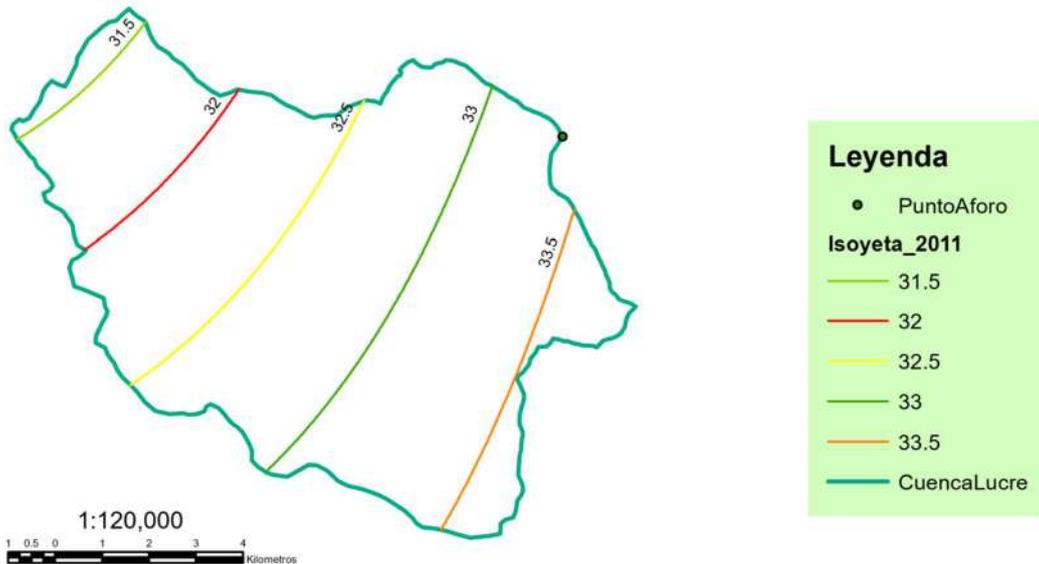


Lámina N°5: Isoyetas – Precipitación 2011



Precipitacion en la Cuenca de Estudio - 2011



Cuadro N°51: Precipitaciones obtenidos del ArcGIS (curva inicial de precipitación, curva final de precipitación y área entre curvas - 1964)

cip	cfp	Area (km ²)
23.700001	23.800001	1.577399
23.800001	23.900001	4.066488
23.900001	24.000001	5.243516
24.000001	24.100001	7.829452
24.100001	24.200001	13.713583
24.200001	24.300001	16.799677
24.300001	24.400001	19.792325
24.400001	24.500001	14.239136
24.500001	24.600001	3.07849

Cuadro N°52: Datos de precipitaciones y área entre isoyetas para el ingreso al HidroEsta 2 (1964)

Precip.	Area (Km ²)
23.700001	1.577399
23.800001	4.066488
23.900001	5.243516
24.000001	7.829452
24.100001	13.713583
24.200001	16.799677
24.300001	19.792325
24.400001	14.239136
24.500001	3.078490
24.600001	

Imagen N°36: Cálculo de precipitación promedio – 1964 cuenca lucre

Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	23.700001	1.577399
2	23.800001	4.066488
3	23.900001	5.243516
4	24.000001	7.829452
5	24.100001	13.713583
6	24.200001	16.795677
7	24.300001	19.792325
8	24.400001	14.235136
9	24.500001	3.07649
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm

Archivos y resultados:

Calcular Limpiar Imprimir Menú Principal Crear Accesar Excel Reporte

09:32 a.m. 03/03/2017

Imagen N°37: Cálculo de precipitación promedio – 1966 cuenca lucre

Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	33.0	1.178439
2	33.5	6.578741
3	34.0	15.089865
4	34.5	15.995181
5	35.0	14.691006
6	35.5	15.030697
7	36.0	14.214679
8	36.5	3.557459
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm

Archivos y resultados:

Calcular Limpiar Imprimir Menú Principal Crear Accesar Excel Reporte

09:51 a.m. 03/03/2017

Imagen N°38: Cálculo de precipitación promedio – 1967 cuenca lucre

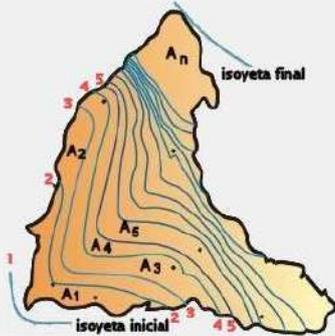
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	29.0	0.518415
2	29.5	2.263611
3	30.0	6.585259
4	30.5	7.820052
5	31.0	7.912094
6	31.5	8.01349
7	32.0	8.223732
8	32.5	7.465273
9	33.0	7.252255
10	33.5	6.330804
11	34.0	5.537634
12	34.5	4.770543
13	35.0	3.947953
14	35.5	3.378113

Valor de la última isoyeta (mm): [isoyeta final]

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:
 Crear, Accesar, Excel, Reporte

09:52 a.m. 03/03/2017

Imagen N°39: Cálculo de precipitación promedio – 1968 cuenca lucre

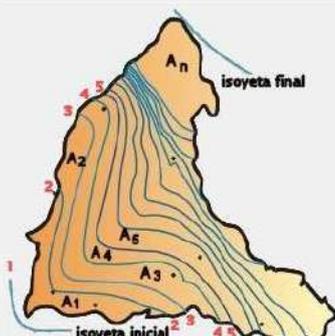
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	24.200001	1.767941
2	24.300001	12.335498
3	24.400001	13.806602
4	24.500001	26.675597
5	24.600001	23.19513
6	24.700001	8.557299
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): [isoyeta final]

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:
 Crear, Accesar, Excel, Reporte

09:54 a.m. 03/03/2017

Imagen N°40: Cálculo de precipitación promedio – 1969 cuenca lucre

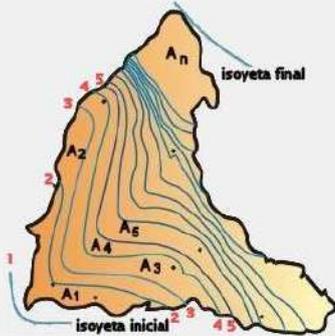
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	27.0	6.029792
2	27.5	9.308634
3	28.0	13.44282
4	28.5	14.744809
5	29.0	17.123452
6	29.5	16.976811
7	30.0	7.978152
8	30.5	0.735938
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): [isoyeta final]

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:

Calcular Limpiar Imprimir Menú Principal Crear Accesar Excel Reporte

09:56 a.m. 03/03/2017

Imagen N°41: Cálculo de precipitación promedio – 1970 cuenca lucre

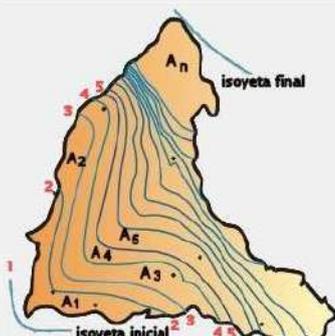
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	38.0	0.352493
2	38.5	2.705171
3	39.0	3.560626
4	39.5	3.99172
5	40.0	4.411306
6	40.5	5.275239
7	41.0	6.100947
8	41.5	6.551331
9	42.0	6.949972
10	42.5	7.463482
11	43.0	7.771961
12	43.5	9.519084
13	44.0	9.800086
14	44.5	8.920145

Valor de la última isoyeta (mm): [isoyeta final]

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:

Calcular Limpiar Imprimir Menú Principal Crear Accesar Excel Reporte

09:57 a.m. 03/03/2017

Imagen N°42: Cálculo de precipitación promedio – 1971 cuenca lucre

Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	26.0	0.000164
2	26.5	8.138729
3	27.0	12.718055
4	27.5	15.647137
5	28.0	13.756781
6	28.5	11.835053
7	29.0	9.223604
8	29.5	5.339112
9	30.0	4.011725
10	30.5	3.40604
11	31.0	2.045566
12	31.5	0.216102
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm

Archivos y resultados:

Calcular Limpia Imprimir Menú Principal Crear Accesar Excel Reporte

09:58 a.m. 03/03/2017

Imagen N°43: Cálculo de precipitación promedio – 1972 cuenca lucre

Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	36.100001	0.230795
2	36.200001	8.318738
3	36.300001	10.075763
4	36.400001	13.589328
5	36.500001	23.153609
6	36.600001	19.999082
7	36.700001	10.286339
8	36.800001	0.686413
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm

Archivos y resultados:

Calcular Limpia Imprimir Menú Principal Crear Accesar Excel Reporte

09:59 a.m. 03/03/2017

Imagen N°44: Cálculo de precipitación promedio – 1973 cuenca lucre

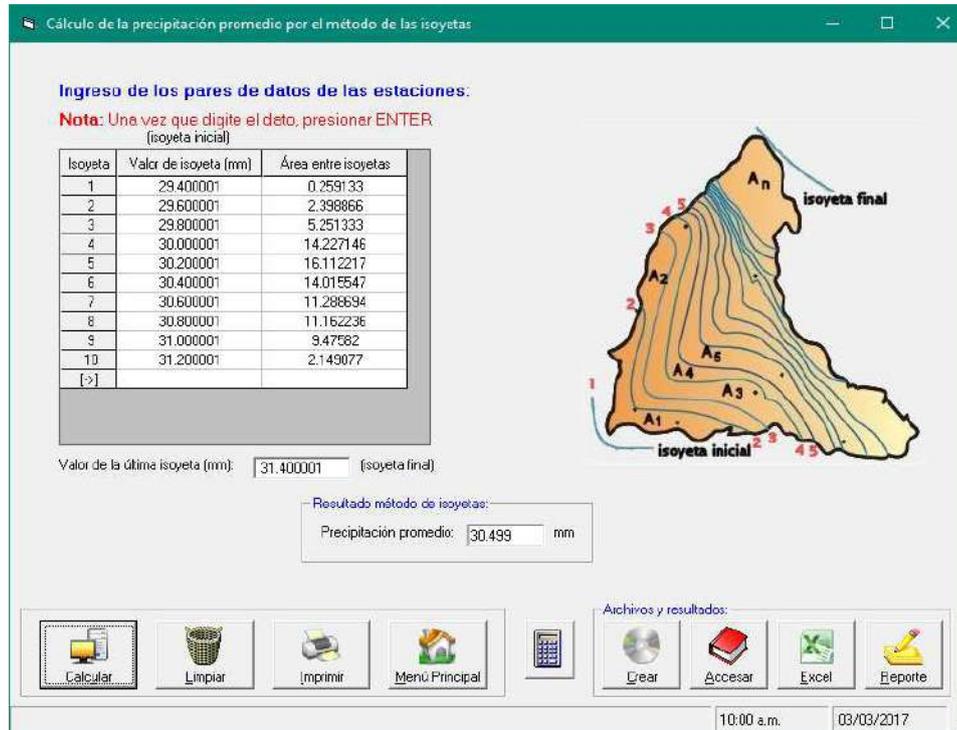


Imagen N°45: Cálculo de precipitación promedio – 1974 cuenca lucre

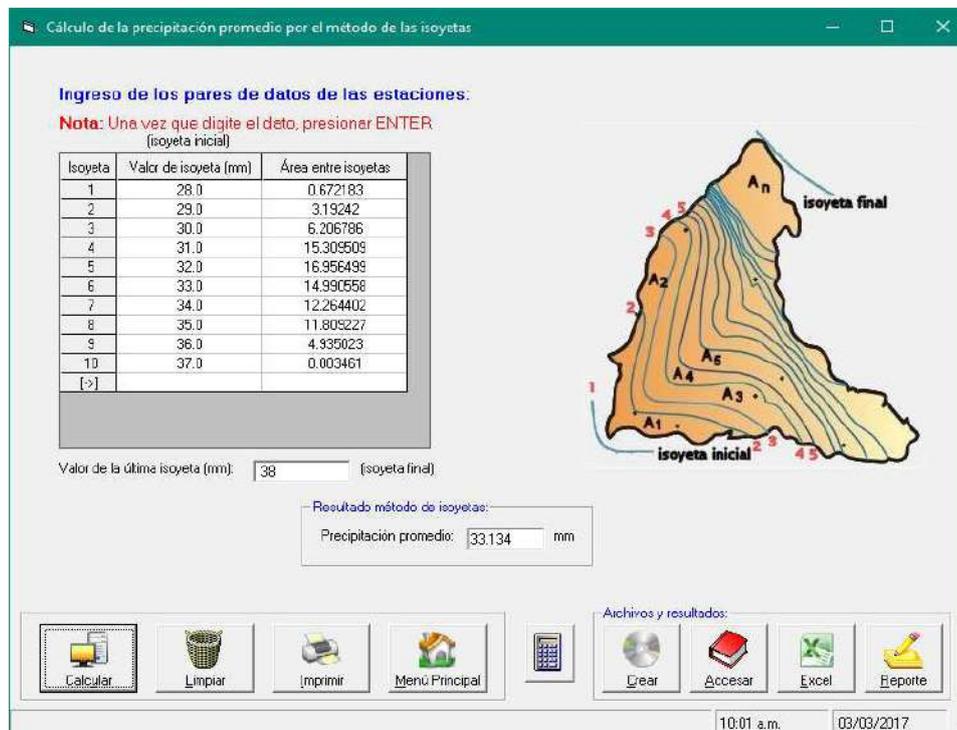


Imagen N°46: Cálculo de precipitación promedio – 1975 cuenca lucre

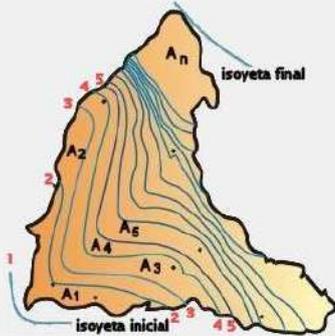
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	29.0	1.181171
2	29.5	3.610508
3	30.0	4.264424
4	30.5	5.838065
5	31.0	8.889584
6	31.5	13.307919
7	32.0	16.683337
8	32.5	18.866752
9	33.0	13.696308
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:

Calcular Limpiar Imprimir Menú Principal Crear Accesar Excel Reporte

10:02 a.m. 03/03/2017

Imagen N°47: Cálculo de precipitación promedio – 1976 cuenca lucre

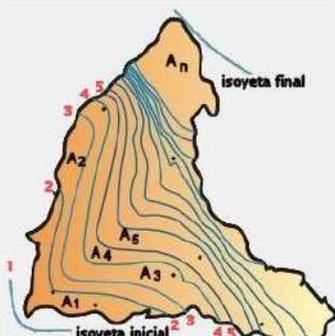
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	24.0	0.423487
2	24.5	1.737711
3	25.0	2.954135
4	25.5	4.026153
5	26.0	8.581771
6	26.5	11.181435
7	27.0	11.671765
8	27.5	12.351754
9	28.0	9.043472
10	28.5	8.823195
11	29.0	6.600464
12	29.5	6.230422
13	30.0	0.714304
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:

Calcular Limpiar Imprimir Menú Principal Crear Accesar Excel Reporte

10:03 a.m. 03/03/2017

Imagen N°48: Cálculo de precipitación promedio – 1977 cuenca lucre

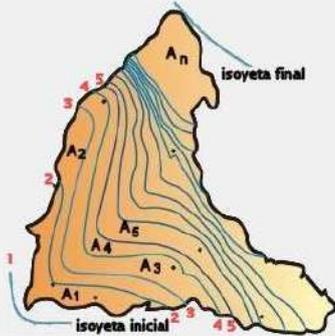
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	32.000002	2.324783
2	32.100002	10.306431
3	32.200002	14.200143
4	32.300002	15.253121
5	32.400002	13.564601
6	32.500002	11.58239
7	32.600002	7.400545
8	32.700002	4.79686
9	32.800002	3.653833
10	32.900002	2.61347
11	33.000002	0.643891
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:

Calcular Limpia Imprimir Menú Principal Crear Accesar Excel Reporte

10:04 a.m. 03/03/2017

Imagen N°49: Cálculo de precipitación promedio – 1978 cuenca lucre

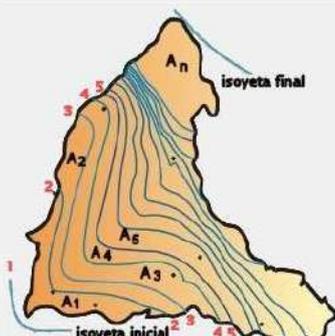
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	25.5	1.834758
2	26.0	13.607438
3	26.5	17.877299
4	27.0	31.207569
5	27.5	20.857641
6	28.0	0.955362
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:

Calcular Limpia Imprimir Menú Principal Crear Accesar Excel Reporte

10:05 a.m. 03/03/2017

Imagen N°50: Cálculo de precipitación promedio – 1979 cuenca lucre

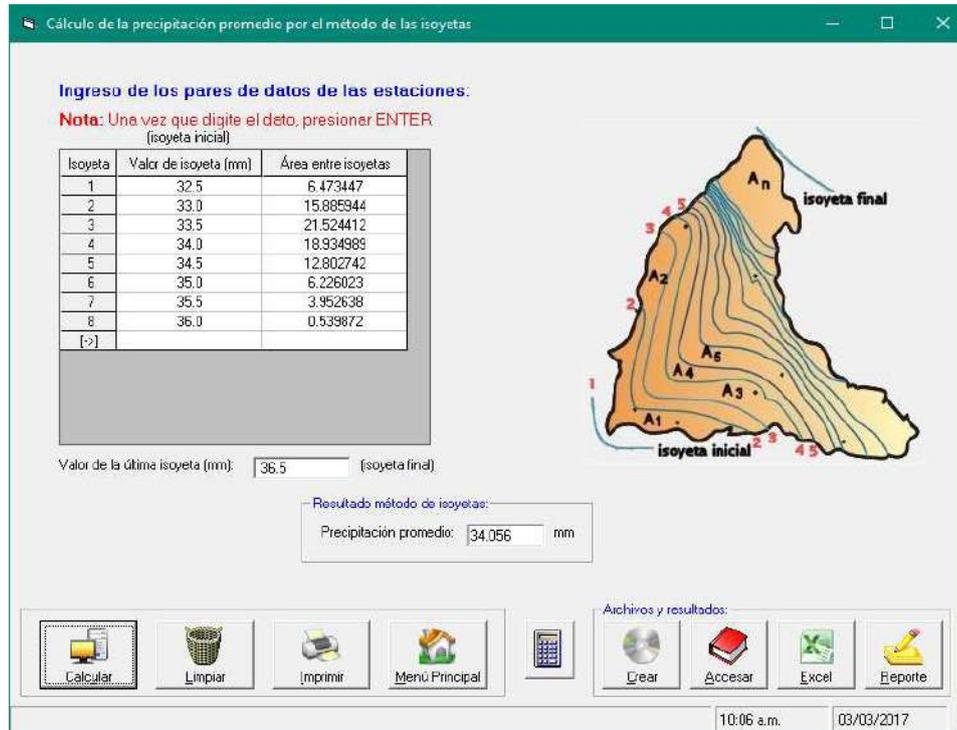


Imagen N°51: Cálculo de precipitación promedio – 1980 cuenca lucre

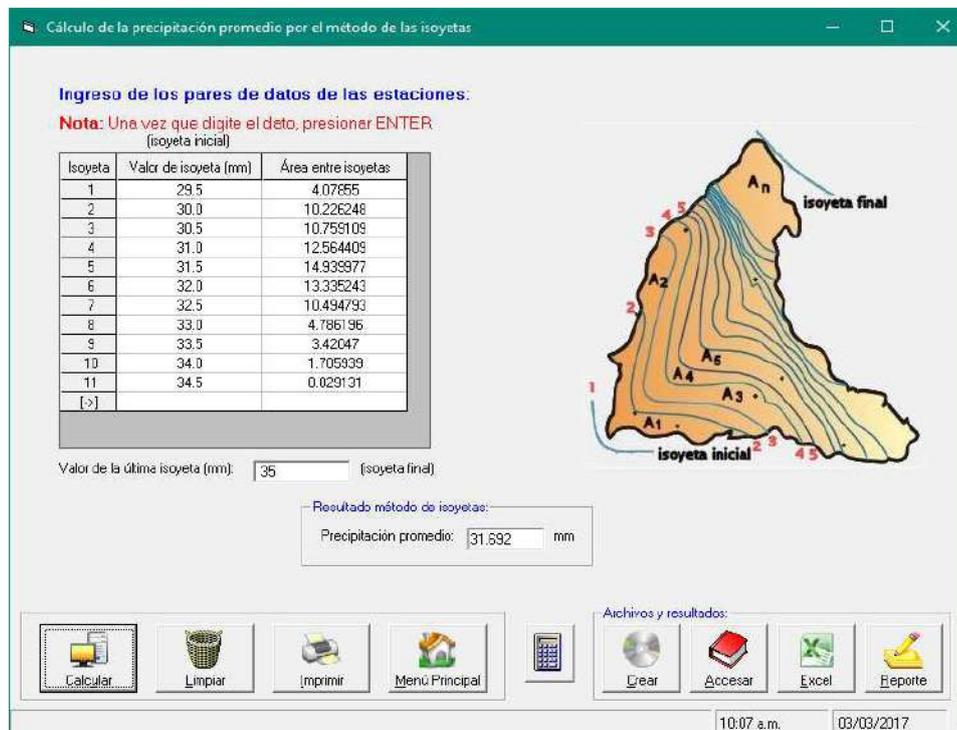


Imagen N°52: Cálculo de precipitación promedio – 1981 cuenca lucre

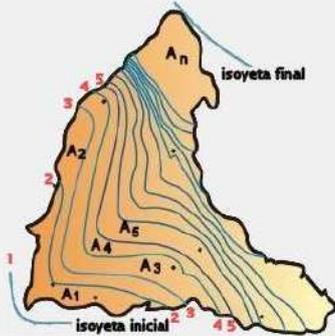
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	32.5	0.060077
2	33.0	7.373721
3	33.5	12.787408
4	34.0	13.774546
5	34.5	17.976356
6	35.0	15.853514
7	35.5	10.407979
8	36.0	4.997568
9	36.5	2.781835
10	37.0	0.325061
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): [isoyeta final]

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:
 Crear, Accesar, Excel, Reporte

10:08 a.m. 03/03/2017

Imagen N°53: Cálculo de precipitación promedio – 1994 cuenca lucre

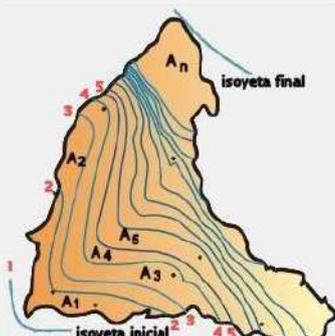
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	32.0	1.227432
2	33.0	17.300085
3	34.0	21.802001
4	35.0	30.174181
5	36.0	15.3504
6	37.0	0.445868
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): [isoyeta final]

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:
 Crear, Accesar, Excel, Reporte

10:09 a.m. 03/03/2017

Imagen N°54: Cálculo de precipitación promedio – 1995 cuenca lucre

Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	31.800002	0.003686
2	32.100002	3.147662
3	32.400002	7.061079
4	32.700002	10.689872
5	33.000002	13.083435
6	33.300002	13.206267
7	33.600002	14.373032
8	33.900002	18.245696
9	34.200002	6.529336
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm

Archivos y resultados:

10:10 a.m. 03/03/2017

Imagen N°55: Cálculo de precipitación promedio – 1996 cuenca lucre

Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	24.5	2.827521
2	25.0	14.881477
3	25.5	17.515625
4	26.0	17.054435
5	26.5	13.446231
6	27.0	8.934227
7	27.5	6.355711
8	28.0	4.925764
9	28.5	0.397055
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm

Archivos y resultados:

10:11 a.m. 03/03/2017

Imagen N°56: Cálculo de precipitación promedio – 1997 cuenca lucre

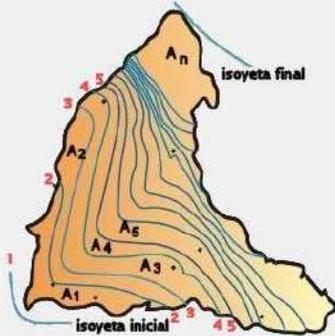
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	36.0	0.600347
2	37.0	5.519917
3	38.0	16.062034
4	39.0	16.664928
5	40.0	14.982907
6	41.0	14.512354
7	42.0	11.811123
8	43.0	6.186458
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): [isoyeta final]

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:

Calcular Limpiar Imprimir Menú Principal Crear Accesar Excel Reporte

10:12 a.m. 03/03/2017

Imagen N°57: Cálculo de precipitación promedio – 1998 cuenca lucre

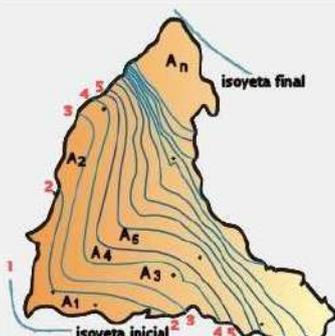
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	35.199999	2.462699
2	35.299999	8.918532
3	35.399999	14.565159
4	35.499999	16.38783
5	35.599999	17.305916
6	35.699999	22.48696
7	35.799999	4.21297
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): [isoyeta final]

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:

Calcular Limpiar Imprimir Menú Principal Crear Accesar Excel Reporte

10:17 a.m. 03/03/2017

Imagen N°58: Cálculo de precipitación promedio – 1999 cuenca lucre

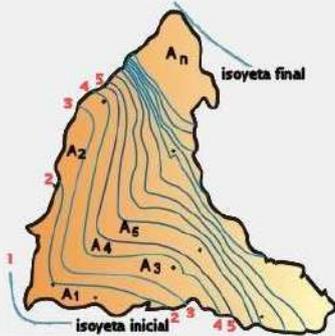
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	20.600001	2.128678
2	20.800001	3.773206
3	21.000001	5.688412
4	21.200001	20.397021
5	21.400001	15.250191
6	21.600001	10.315568
7	21.800001	9.32167
8	22.000001	7.796144
9	22.200001	6.285363
10	22.400001	4.007860
11	22.600001	1.345727
12	22.800001	0.029591
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:

10:18 a.m. 03/03/2017

Imagen N°59: Cálculo de precipitación promedio – 2000 cuenca lucre

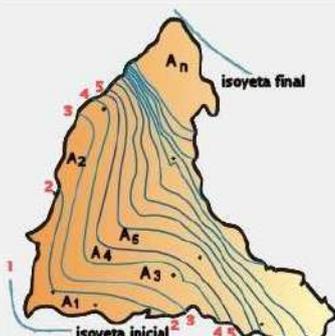
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	28.5	1.607374
2	29.0	4.515439
3	29.5	6.372045
4	30.0	12.450805
5	30.5	17.622623
6	31.0	20.782935
7	31.5	15.535254
8	32.0	7.453531
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:

10:19 a.m. 03/03/2017

Imagen N°60: Cálculo de precipitación promedio – 2001 cuenca lucre

Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	31.300001	0.539851
2	31.400001	6.679927
3	31.500001	16.301576
4	31.600001	29.445993
5	31.700001	26.895464
6	31.800001	6.473255
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm

Archivos y resultados:

10:20 a.m. 03/03/2017

Imagen N°61: Cálculo de precipitación promedio – 2002 cuenca lucre

Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	29.5	0.240004
2	30.0	2.98576
3	30.5	4.935787
4	31.0	7.820563
5	31.5	14.8669
6	32.0	17.726149
7	32.5	18.940235
8	33.0	13.902813
9	33.5	4.915856
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm

Archivos y resultados:

10:21 a.m. 03/03/2017

Imagen N°62: Cálculo de precipitación promedio – 2003 cuenca lucre

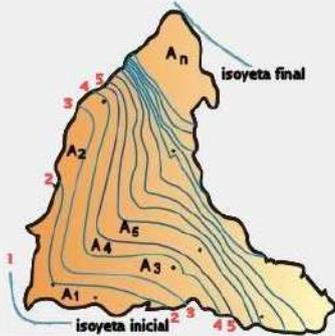
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	33.900001	1.735669
2	34.200001	10.898818
3	34.500001	13.782477
4	34.800001	16.85535
5	35.100001	14.77728
6	35.400001	12.282906
7	35.700001	6.82289
8	36.000001	4.488044
9	36.300001	3.446468
10	36.600001	1.249717
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:

10:22 a.m. 03/03/2017

Imagen N°63: Cálculo de precipitación promedio – 2006 cuenca lucre

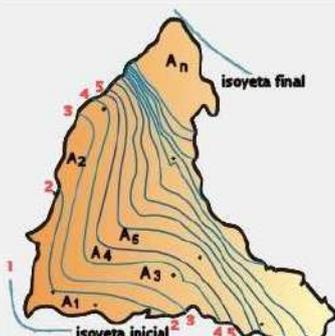
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	49.0	4.620422
2	50.0	21.195655
3	51.0	25.64086
4	52.0	15.93393
5	53.0	11.410524
6	54.0	7.538676
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:

10:22 a.m. 03/03/2017

Imagen N°64: Cálculo de precipitación promedio – 2007 cuenca lucre

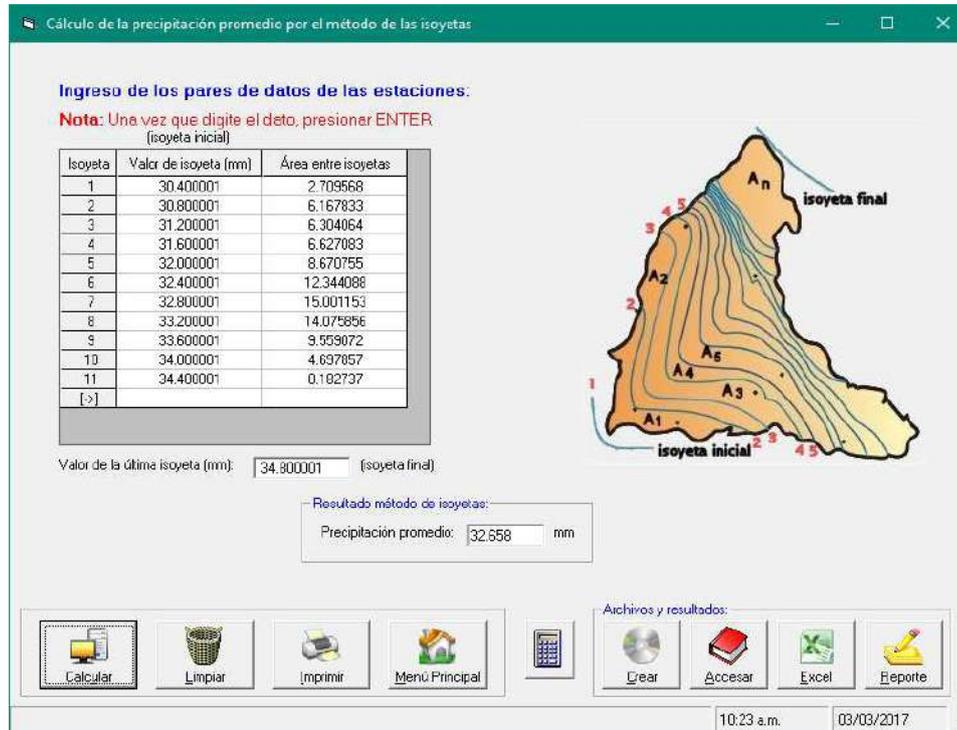


Imagen N°65: Cálculo de precipitación promedio – 2008 cuenca lucre

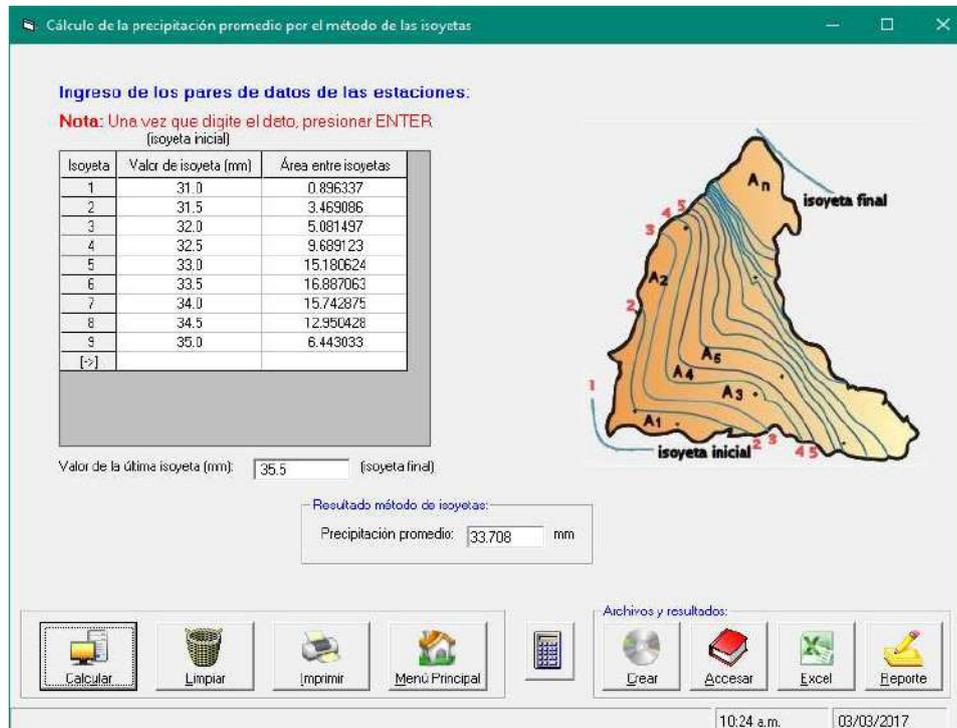


Imagen N°66: Cálculo de precipitación promedio – 2009 cuenca lucre

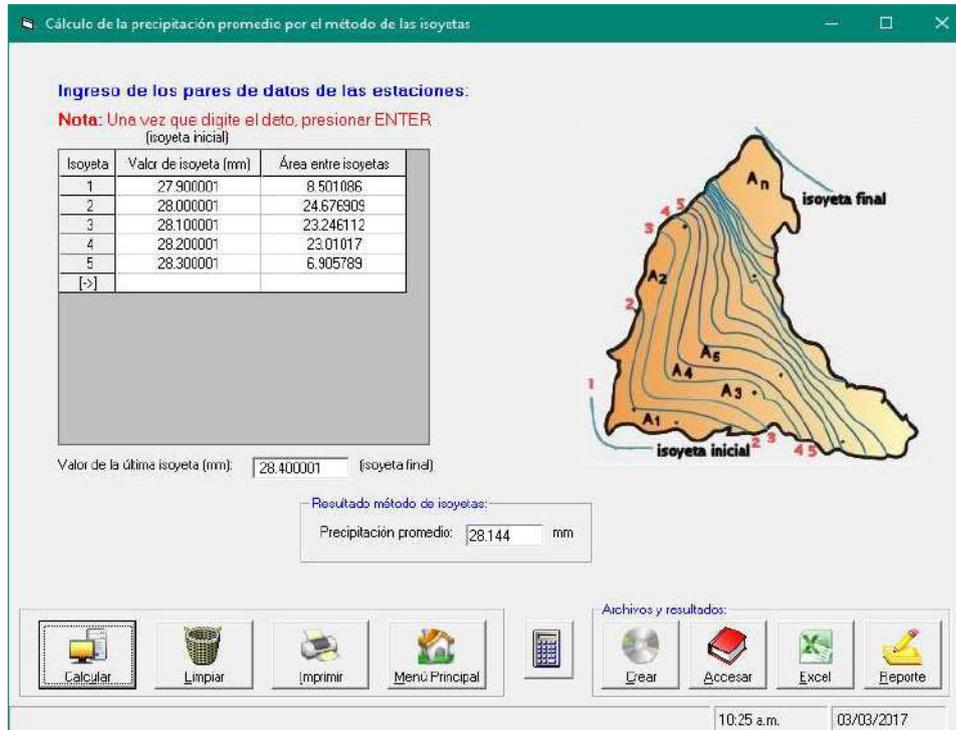


Imagen N°67: Cálculo de precipitación promedio – 2010 cuenca lucre

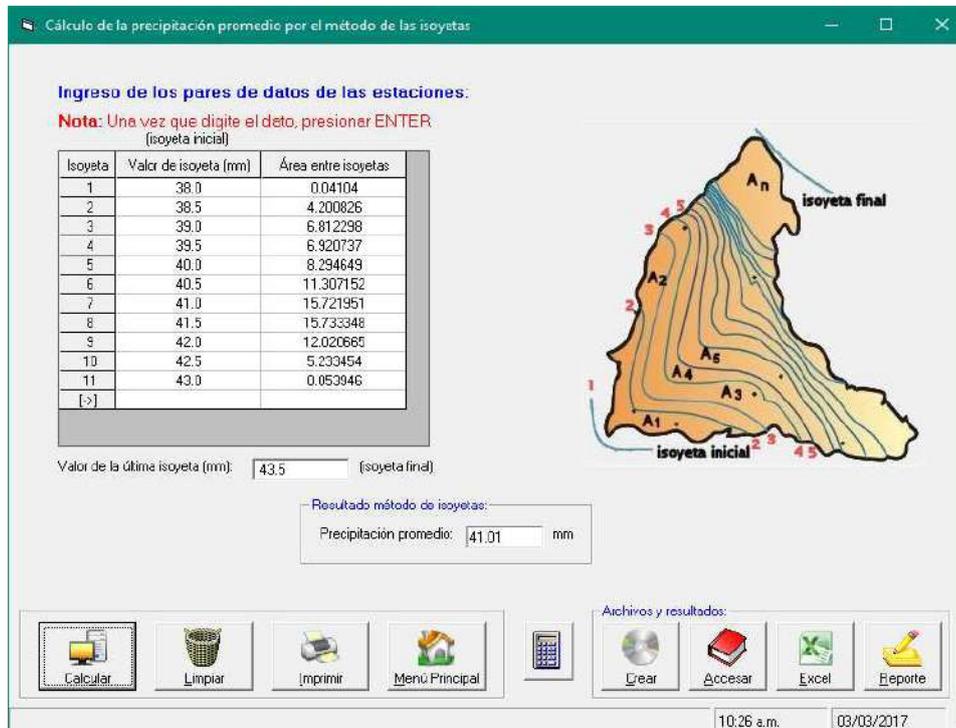


Imagen N°68: Cálculo de precipitación promedio – 2011 cuenca lucre

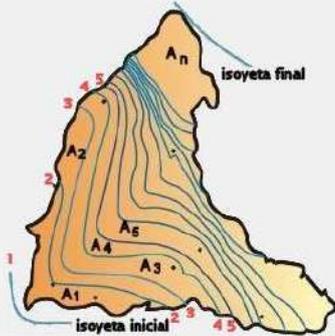
Cálculo de la precipitación promedio por el método de las isoyetas

Ingreso de los pares de datos de las estaciones:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER (isoyeta inicial)

Isoyeta	Valor de isoyeta (mm)	Área entre isoyetas
1	31.0	1.791025
2	31.5	10.374427
3	32.0	17.223111
4	32.5	25.189687
5	33.0	25.58251
6	33.5	6.179307
[>]		

Valor de la última isoyeta (mm): (isoyeta final)

Resultado método de isoyetas:
 Precipitación promedio: mm



Archivos y resultados:

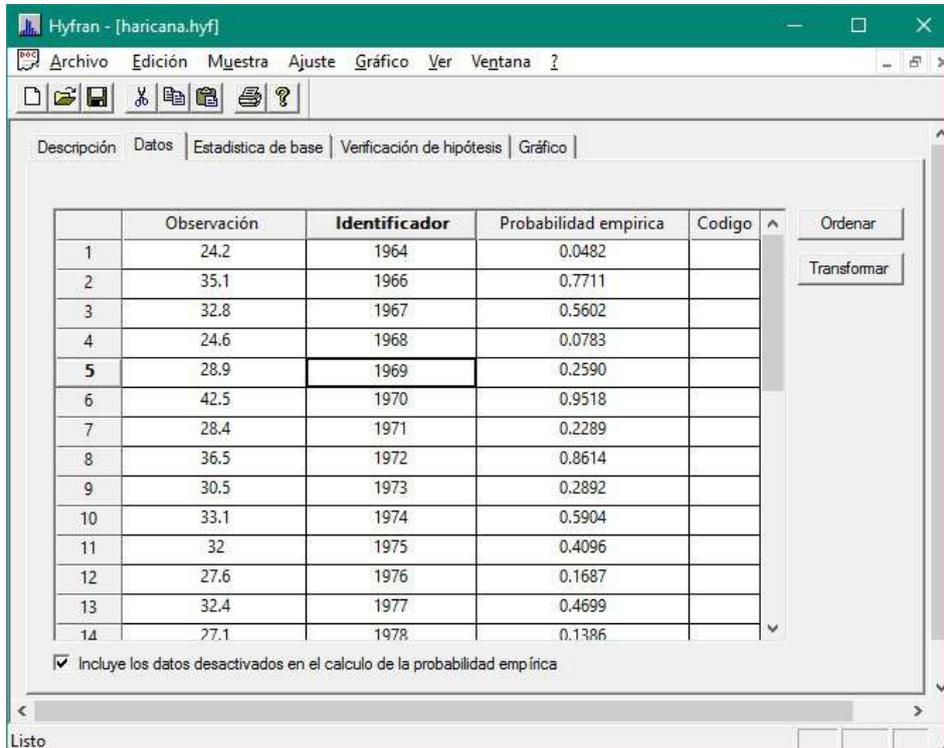
10:26 a.m. 03/03/2017

**Cuadro N°53: Precipitaciones Promedio de 24 horas para el área de estudio
mediante el método de isoyetas**

AÑO	PRECIPITACION
1964	24.236
1966	35.154
1967	32.832
1968	24.546
1969	28.911
1970	42.469
1971	28.41
1972	36.53
1973	30.499
1974	33.134
1975	31.992
1976	27.616
1977	32.437
1978	27.089
1979	34.056
1980	31.692
1981	34.766
1994	34.993
1995	33.458
1996	26.344
1997	40.372
1998	35.591
1999	21.626
2000	30.918
2001	31.66
2002	32.267
2003	35.164
2006	51.858
2007	32.658
2008	33.708
2009	28.144
2010	41.01
2011	32.719

6.1.4 Ajuste de precipitaciones medias a distribuciones de probabilidad.

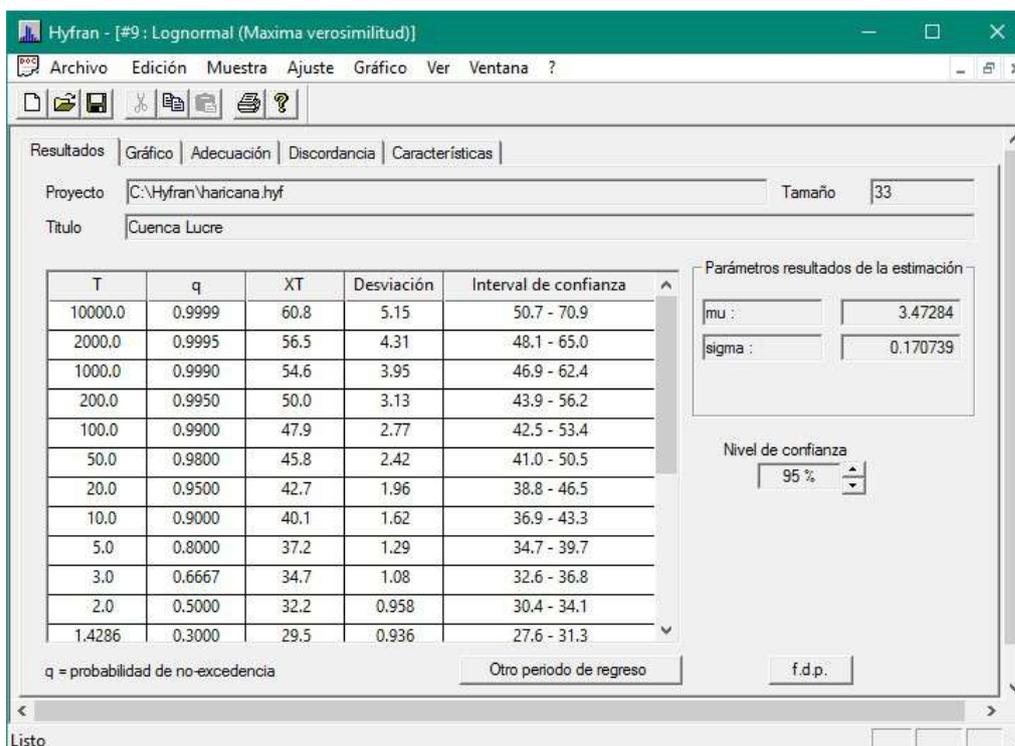
Imagen N°69: Ingreso de precipitaciones promedios - Hyfran



	Observación	Identificador	Probabilidad empírica	Código
1	24.2	1964	0.0482	
2	35.1	1966	0.7711	
3	32.8	1967	0.5602	
4	24.6	1968	0.0783	
5	28.9	1969	0.2590	
6	42.5	1970	0.9518	
7	28.4	1971	0.2289	
8	36.5	1972	0.8614	
9	30.5	1973	0.2892	
10	33.1	1974	0.5904	
11	32	1975	0.4096	
12	27.6	1976	0.1687	
13	32.4	1977	0.4699	
14	27.1	1978	0.1386	

Incluye los datos desactivados en el cálculo de la probabilidad empírica

Imagen N°70: Resultados Ajustes Lognormal 2 variables - Hyfran



T	q	XT	Desviación	Intervalo de confianza
10000.0	0.9999	60.8	5.15	50.7 - 70.9
2000.0	0.9995	56.5	4.31	48.1 - 65.0
1000.0	0.9990	54.6	3.95	46.9 - 62.4
200.0	0.9950	50.0	3.13	43.9 - 56.2
100.0	0.9900	47.9	2.77	42.5 - 53.4
50.0	0.9800	45.8	2.42	41.0 - 50.5
20.0	0.9500	42.7	1.96	38.8 - 46.5
10.0	0.9000	40.1	1.62	36.9 - 43.3
5.0	0.8000	37.2	1.29	34.7 - 39.7
3.0	0.6667	34.7	1.08	32.6 - 36.8
2.0	0.5000	32.2	0.958	30.4 - 34.1
1.4286	0.3000	29.5	0.936	27.6 - 31.3

q = probabilidad de no-excedencia Otro periodo de regreso f.d.p.

Parámetros resultados de la estimación

mu : 3.47284
sigma : 0.170739

Nivel de confianza: 95 %

Imagen N°71: Gráfico de Ajuste Lognormal (Máxima Verosimilitud) - Hyfran

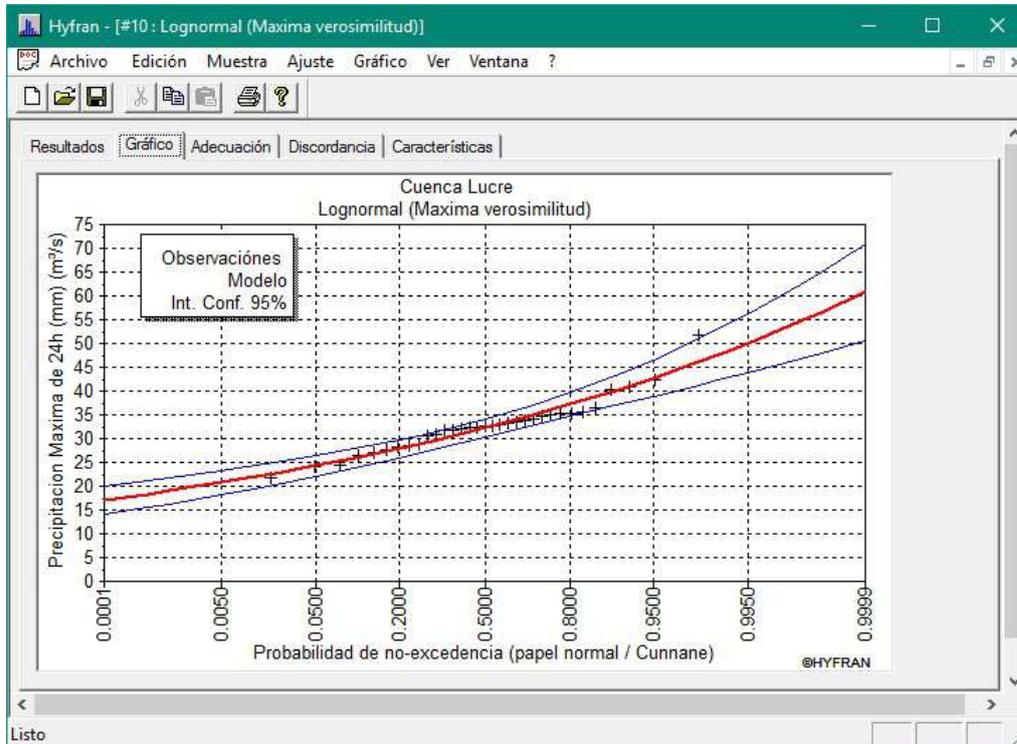


Imagen N°72: Adecuación Prueba Chicuadrado – Hyfran

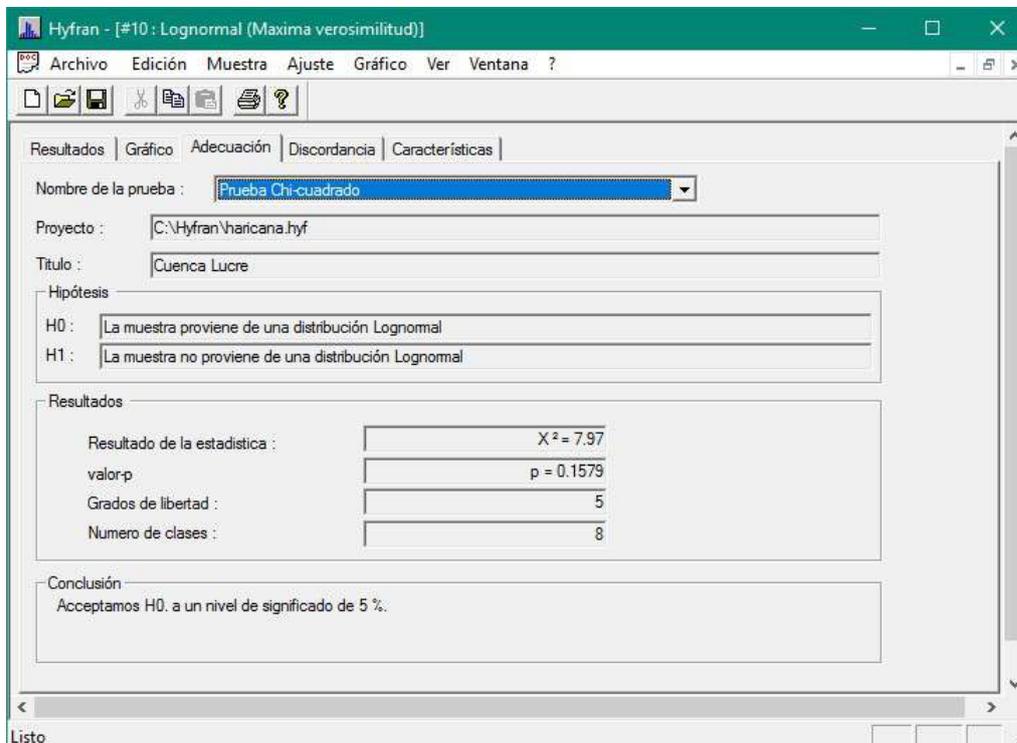
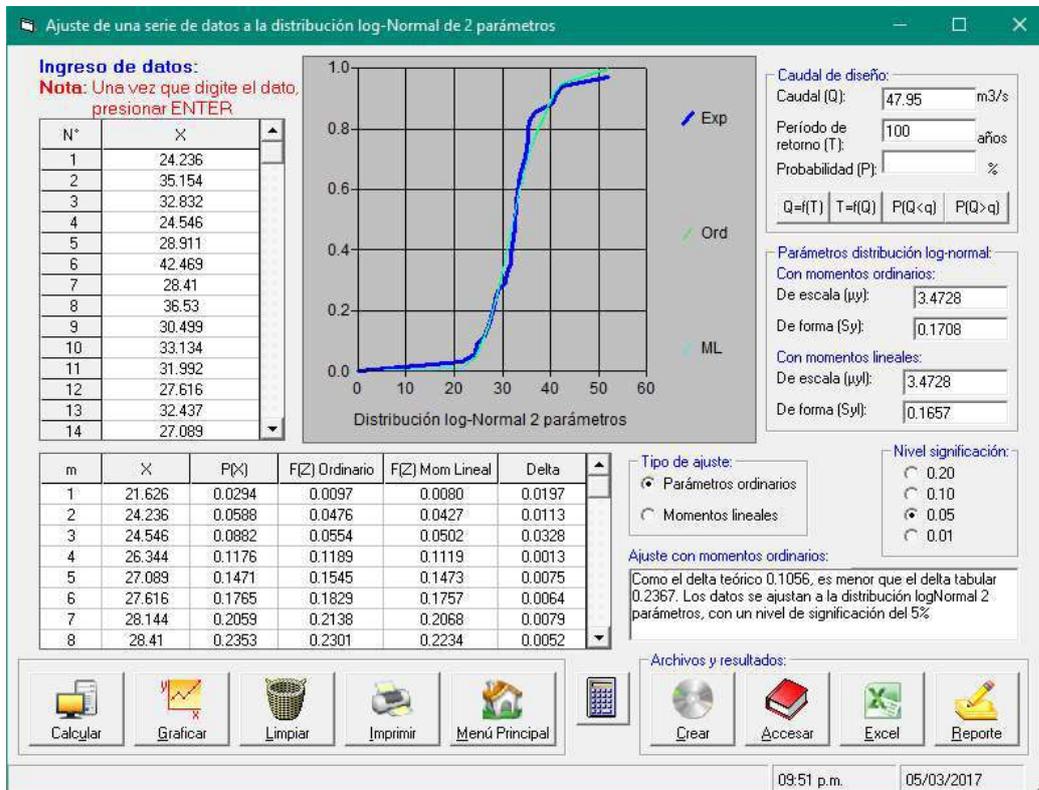


Imagen N°73: Ajuste de datos de precipitación promedio – Distribución Log-Normal de 2 parámetros - Hidroesta



6.1.5 Determinación de Curvas I-D-T (metodología de Bell)

Cuadro N°54: Lluvias máximas para diferentes duraciones (mm)

T (años)	P _{máx} 24h (mm)	Duración (min)					
		5	10	15	20	30	60
250	50.69	6.0	9.0	11.0	12.6	15.0	19.7
100	47.95	5.3	8.0	9.8	11.1	13.3	17.4
50	45.77	4.8	7.2	8.8	10.1	12.0	15.7
20	42.68	4.1	6.2	7.6	8.6	10.3	13.5
10	40.11	3.6	5.4	6.6	7.5	9.0	11.7
5	37.21	3.1	4.6	5.6	6.4	7.7	10.0
3	34.69	2.7	4.0	4.9	5.6	6.7	8.8
2	32.23	2.4	3.6	4.4	5.0	5.9	7.8

Cuadro N°55: Intensidades máximas para diferentes duraciones (mm/h)

T (años)	P _{máx} 24h (mm)	Duración (min)					
		5	10	15	20	30	60
250	50.69	72.40	54.20	44.10	37.80	30.00	19.70
100	47.95	64.10	48.00	39.10	33.40	26.50	17.40
50	45.77	57.80	43.30	35.30	30.20	23.90	15.70
20	42.68	49.50	37.10	30.20	25.80	20.50	13.50
10	40.11	43.20	32.40	26.40	22.60	17.90	11.70
5	37.21	37.00	27.70	22.60	19.30	15.30	10.00
3	34.69	32.40	24.20	19.70	16.90	13.40	8.80
2	32.23	28.70	21.50	17.50	15.00	11.90	7.80

Teniendo presente la siguiente ecuación:

$$I = \frac{KT^m}{t^n}$$

Linealizamos la ecuación:

$$\log I = \log K + m \log T - n \log t$$

$$y = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2$$

Por consiguiente, se realiza una regresión múltiple con 2 variables independientes:

Cuadro N°56: Regresión múltiple con 2 Variables independientes

T	I	Log(I)	T	Log(T)	t	Log(t)
250	72.40	1859738566	250	2.397940009	5	0.698970004
	54.20	1733999287	250	2.397940009	10	1.000000000
	44.10	1644438589	250	2.397940009	15	1.176091259
	37.80	1577491800	250	2.397940009	20	1.301029996
	30.00	1477121255	250	2.397940009	30	1.477121255
	19.70	1294466226	250	2.397940009	60	1.778151250
100	64.10	1806858030	100	2.000000000	5	0.698970004
	48.00	1681241237	100	2.000000000	10	1.000000000
	39.10	1592176757	100	2.000000000	15	1.176091259
	33.40	1523746467	100	2.000000000	20	1.301029996
	26.50	1423245874	100	2.000000000	30	1.477121255
	17.40	1240549248	100	2.000000000	60	1.778151250
50	57.80	1761927838	50	1.698970004	5	0.698970004
	43.30	1636487896	50	1.698970004	10	1.000000000
	35.30	1547774705	50	1.698970004	15	1.176091259
	30.20	1480006943	50	1.698970004	20	1.301029996
	23.90	1378397901	50	1.698970004	30	1.477121255
	15.70	1195899652	50	1.698970004	60	1.778151250
20	49.50	1694605199	20	1.301029996	5	0.698970004
	37.10	1569373910	20	1.301029996	10	1.000000000
	30.20	1480006943	20	1.301029996	15	1.176091259
	25.80	1411619706	20	1.301029996	20	1.301029996
	20.50	1311753861	20	1.301029996	30	1.477121255
	13.50	1130333768	20	1.301029996	60	1.778151250

10	43.20	1635483747	10	1000000000	5	0.698970004
	32.40	1510545010	10	1000000000	10	1000000000
	26.40	1421603927	10	1000000000	15	1.176091259
	22.60	1354108439	10	1000000000	20	1.301029996
	17.90	1252853031	10	1000000000	30	1.477121255
	11.70	1068185862	10	1000000000	60	1.778151250
5	37.00	1568201724	5	0.698970004	5	0.698970004
	27.70	1442479769	5	0.698970004	10	1000000000
	22.60	1354108439	5	0.698970004	15	1.176091259
	19.30	1285557309	5	0.698970004	20	1.301029996
	15.30	1184691431	5	0.698970004	30	1.477121255
	10.00	1000000000	5	0.698970004	60	1.778151250
3	32.40	1510545010	3	0.477121255	5	0.698970004
	24.20	1383815366	3	0.477121255	10	1000000000
	19.70	1294466226	3	0.477121255	15	1.176091259
	16.90	1227886705	3	0.477121255	20	1.301029996
	13.40	1127104798	3	0.477121255	30	1.477121255
	8.80	0.944482672	3	0.477121255	60	1.778151250
2	28.70	1457881897	2	0.301029996	5	0.698970004
	21.50	1332438460	2	0.301029996	10	1000000000
	17.50	1243038049	2	0.301029996	15	1.176091259
	15.00	1176091259	2	0.301029996	20	1.301029996
	11.90	1075546961	2	0.301029996	30	1.477121255
	7.80	0.892094603	2	0.301029996	60	1.778151250

Imagen N° 74: Regresión múltiple con 2 variables independientes

Cálculos con ecuaciones de Regresión Múltiple, con 2 variables independientes

Ingreso de los tríos de datos:
Nota: Una vez que digite el dato, presionar ENTER

Trío	X1	X2	Y
1	2.39794001	0.69897	1.85973857
2	2.39794001	1.0	1.73399929
3	2.39794001	1.17609126	1.64443859
4	2.39794001	1.30103	1.5774918
5	2.39794001	1.47712125	1.47712125
6	2.39794001	1.77815125	1.29446623
7	2.0	0.69897	1.80685803
8	2.0	1.0	1.68124124
9	2.0	1.17609126	1.59217676
10	2.0	1.30103	1.52374647
11	2.0	1.47712125	1.42324587
12	2.0	1.77815125	1.24054925
13	1.69897	0.69897	1.76192784
14	1.69897	1.0	1.6364879

Aplicar ecuación:

Ecuación:

Valor de X1:

Valor de X2:

Valor de Y:

con correlación lineal múltiple

con correlación potencial múltiple

Limpiar datos

Correlación	Ecuación	R	R ²	Se
Lineal Múltiple	$Y = 1.8179 + 0.1904 * X1 - 0.5272 * X2$	0.9950	0.9899	0.0234
Potencial Múltiple	$Y = 1.4862 * X1^{(0.1443)} * X2^{(-0.4334)}$	0.9643	0.9299	0.0627

Archivos y resultados:










10:24 a.m. 15/06/2017

Se realiza el análisis de regresión múltiple, con dos variables independientes, producto de lo cual se obtienen la ecuación:

$$y = 1.8179 + 0.1904x_1 - 0.5272x_2$$

Coefficiente a_0 :	$a_0 =$	1.818
Coefficiente a_1 :	$a_1 =$	0.190
Coefficiente a_2 :	$a_2 =$	-0.527

De donde tenemos que:

Constante K:	K=	65.751
Constante m:	m=	0.190
Constante n:	n=	0.527

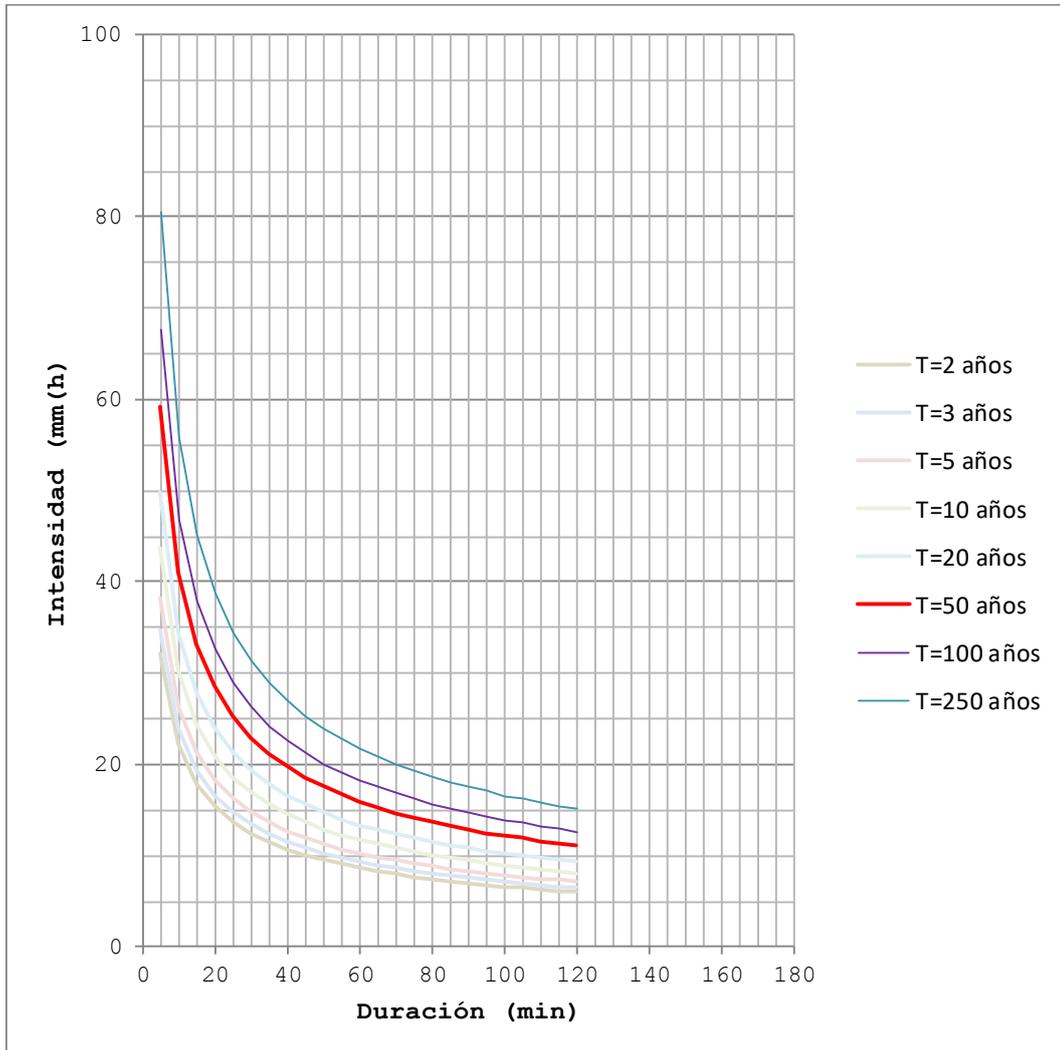
Finalmente la ecuación de intensidad sera:

$$i = \frac{65.751 \cdot T^{0.190}}{t^{0.527}}$$

Cuadro N°57: Duración - Periodo de Retorno

Duración t (min)	Periodo de Retorno T (años)							
	2	3	5	10	20	50	100	250
5	32.12	34.69	38.24	43.63	49.79	59.28	67.64	80.53
10	22.29	24.07	26.53	30.28	34.55	41.13	46.94	55.88
15	18.00	19.44	21.43	24.45	27.90	33.22	37.90	45.13
20	15.46	16.70	18.41	21.01	23.97	28.54	32.57	38.78
25	13.75	14.85	16.37	18.68	21.31	25.37	28.95	34.47
30	12.49	13.49	14.87	16.97	19.36	23.05	26.30	31.31
35	11.51	12.44	13.71	15.64	17.85	21.25	24.25	28.87
40	10.73	11.59	12.78	14.58	16.63	19.81	22.60	26.91
45	10.08	10.89	12.01	13.70	15.63	18.61	21.24	25.29
50	9.54	10.30	11.36	12.96	14.79	17.61	20.09	23.92
55	9.07	9.80	10.80	12.32	14.06	16.74	19.11	22.75
60	8.67	9.36	10.32	11.77	13.43	15.99	18.25	21.73
65	8.31	8.97	9.89	11.29	12.88	15.33	17.50	20.83
70	7.99	8.63	9.51	10.85	12.38	14.75	16.83	20.03
75	7.70	8.32	9.17	10.47	11.94	14.22	16.22	19.32
80	7.45	8.04	8.86	10.12	11.54	13.74	15.68	18.67
85	7.21	7.79	8.59	9.80	11.18	13.31	15.19	18.08
90	7.00	7.56	8.33	9.51	10.85	12.92	14.74	17.55
95	6.80	7.35	8.10	9.24	10.54	12.55	14.32	17.05
100	6.62	7.15	7.88	8.99	10.26	12.22	13.94	16.60
105	6.45	6.97	7.68	8.76	10.00	11.91	13.59	16.18
110	6.29	6.80	7.49	8.55	9.76	11.62	13.26	15.79
115	6.15	6.64	7.32	8.35	9.53	11.35	12.95	15.42
120	6.01	6.50	7.16	8.17	9.32	11.10	12.66	15.08

Gráfico N°36: Intensidad – Duración – Periodo de Retorno



6.1.6 Determinación de Hietograma de precipitación T=50 años (método de bloques alternos)

Tiempo de concentración:	$t_c =$ 1.470 h
Duración de la tormenta:	Duración= 1.5 h
Intensidad de lluvia:	Intensidad= 12.92 mm/h
Precipitación en 24 horas:	p24horas= 19.37 mm
Intervalos de tiempo:	$\Delta t =$ 5 min

Cuadro N°58: Proceso de cálculo para Hietograma de Diseño T=50años

Item	Instante (min)	Intensidad (mm/h)	Precipitación acumulada (mm)	Precipitación (mm)	Intensidad parcial (mm/h)	Precipitación alternada (mm)	Intensidad parcial alternada (mm/h)
1	5	59.28	4.94	4.94	59.28	0.53	6.39
2	10	41.13	6.86	1.92	22.99	0.57	6.84
3	15	33.22	8.30	1.45	17.38	0.62	7.40
4	20	28.54	9.51	1.21	14.52	0.68	8.12
5	25	25.37	10.57	1.06	12.70	0.76	9.07
6	30	23.05	11.52	0.95	11.42	0.87	10.46
7	35	21.25	12.40	0.87	10.46	1.06	12.70
8	40	19.81	13.20	0.81	9.69	1.45	17.38
9	45	18.61	13.96	0.76	9.07	4.94	59.28
10	50	17.61	14.67	0.71	8.56	1.92	22.99
11	55	16.74	15.35	0.68	8.12	1.21	14.52
12	60	15.99	15.99	0.64	7.74	0.95	11.42
13	65	15.33	16.61	0.62	7.40	0.81	9.69
14	70	14.75	17.20	0.59	7.11	0.71	8.56
15	75	14.22	17.77	0.57	6.84	0.64	7.74
16	80	13.74	18.32	0.55	6.61	0.59	7.11
17	85	13.31	18.86	0.53	6.39	0.55	6.61
18	90	12.92	19.37	0.52	6.20	0.52	6.20

Gráfico N°37: Hietograma de Precipitación T=50años

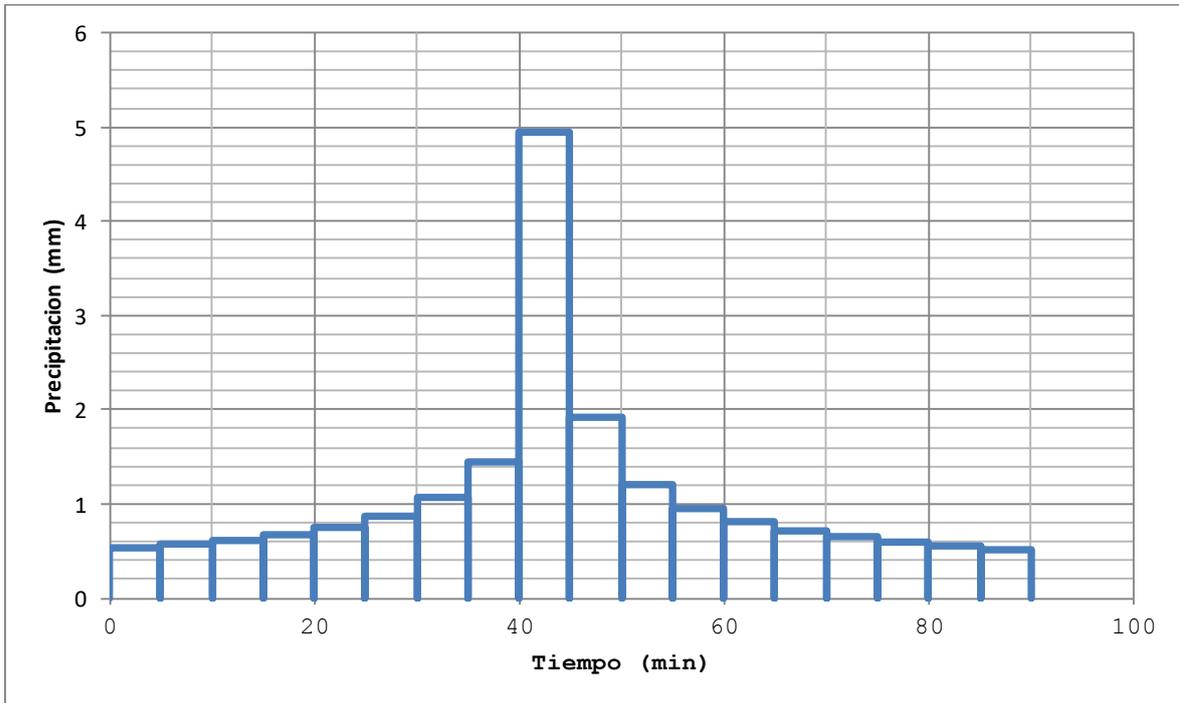


Gráfico N°38: Hietograma de Precipitación T=100años

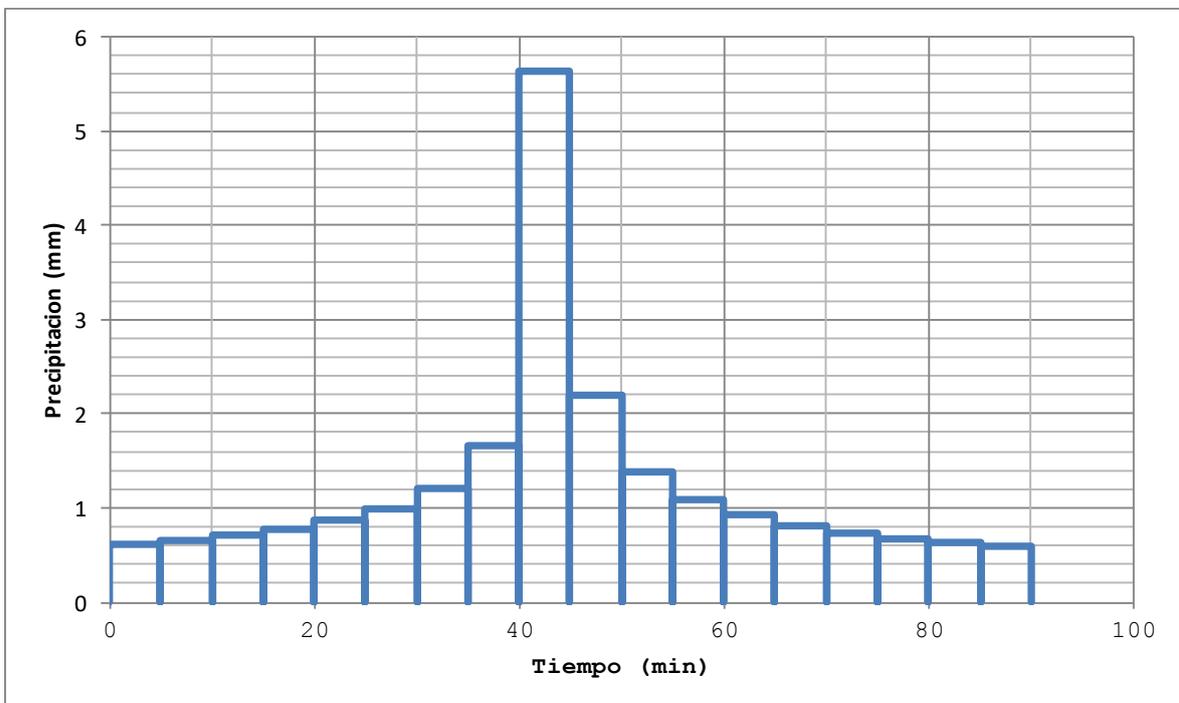
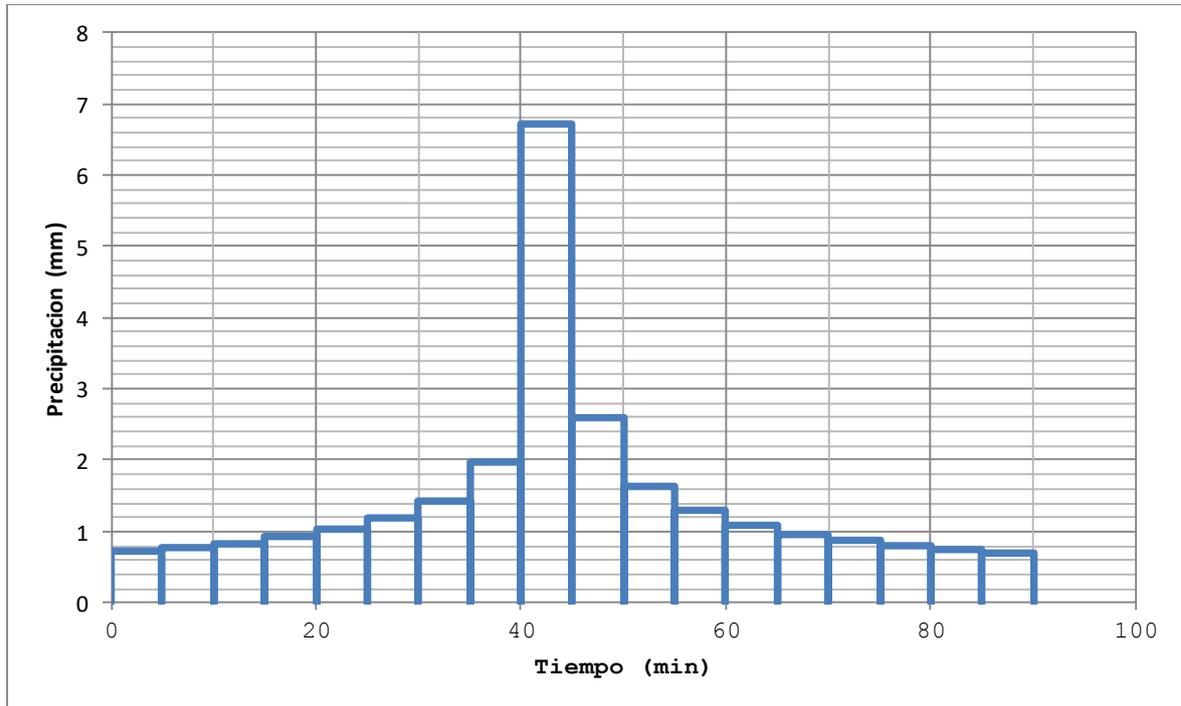


Gráfico N°39: Hietograma de Precipitación T=250años



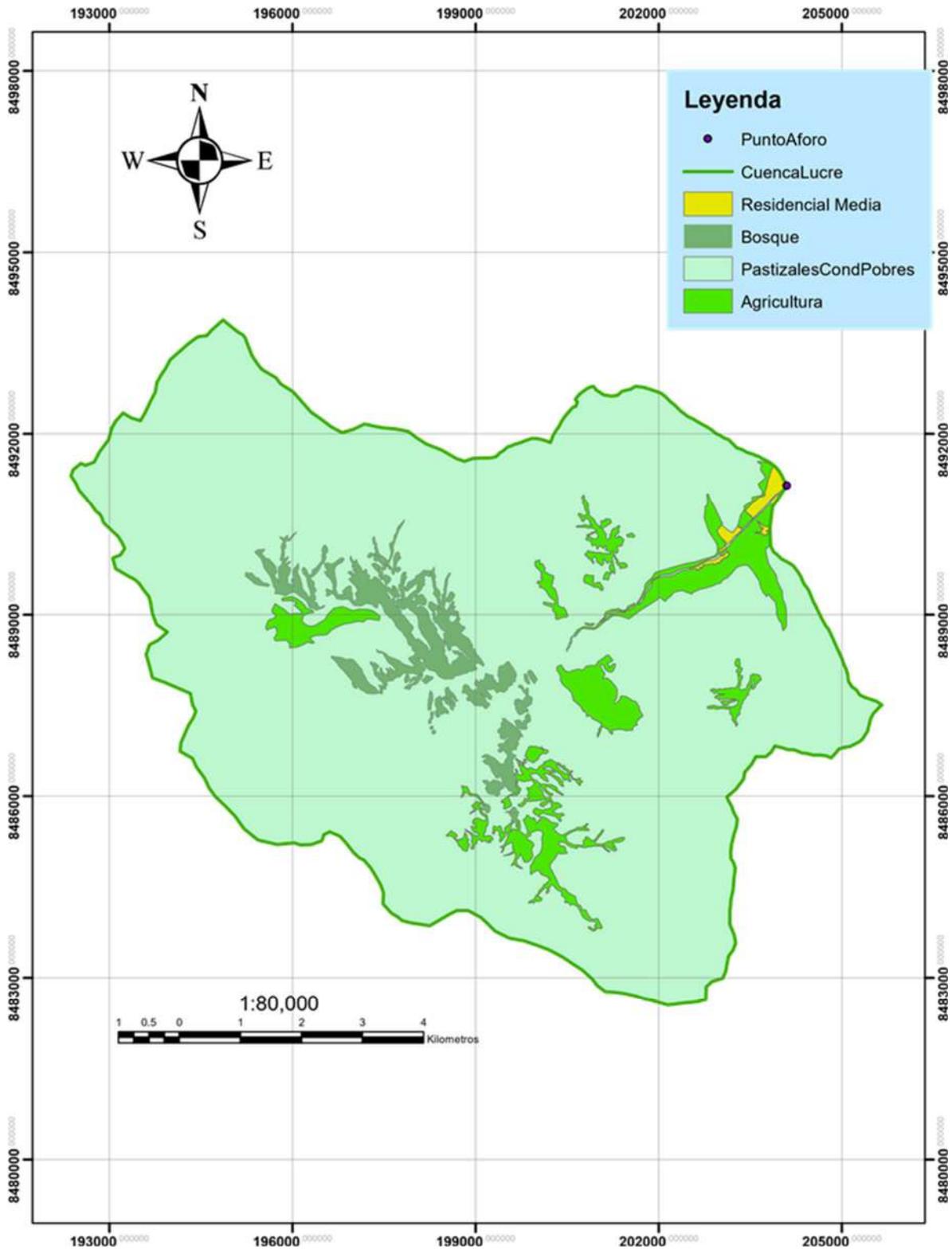
6.1.7 Determinación de Hidrograma de crecida y caudal máximo HEC HMS

Cuadro N°59: Números de curva de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II, la = 0.2s)

DESCRIPCIÓN DEL USO DE LA TIERRA		GRUPO HIDROLÓGICO DEL SUELO			
		A	B	C	D
Tierra cultivada ¹	sin tratamientos de conservación	72	81	88	91
	con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales:	condiciones pobres	68	79	86	89
	condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos:	condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques:	troncos delgados, cubierta pobre, sin hierba	45	66	77	83
	cubierta buena ²	25	55	70	77
Área abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75%		39	61	74	80
Área abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, condiciones aceptables cubierta de pasto en el 50 al 75%		49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables)		89	92	94	95
Distritos Industriales (72% impermeables)		81	88	91	93
Residencial ³ :					
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable ⁴				
505.9 m ² o menos	65	77	85	90	92
1012 m ²	38	61	75	83	87
1349 m ²	30	57	72	81	86
2023 m ²	25	54	70	80	85
4046.86 m ²	20	51	68	79	84
Parqueadores pavimentados, techos, accesos, etc. ⁵		98	98	98	98
Calles y carreteras:	Pavimentados con cunetas y alcantaril	98	98	98	98
	Grava	76	85	89	91
	Tierra	72	82	87	89

- 1 Para una descripción más detallada de los números de curva para usos agrícolas de la remítirse a Soil Conservation Service, 1972, Cap.9.
- 2 Una buena cubierta está protegida del pastizaje, y los desechos del retiro de la cubierta al suelo.
- 3 Los números de curva se calculan suponiendo que la escorrentía desde las casas y de sucesos se dirige hacia la calle, con un mínimo del agua del techo dirigida hacia el césped donde puede ocurrir infiltración adicional.
- 4 Las áreas permeables restantes (césped) se consideran como pastizales en buena forma para estos números de curva.
- 5 En algunos países con climas más cálidos se puede utilizar 95 como número de curva. (Fuente: Hidrología Aplicada (Ven te Chow))

Lámina N°6: Uso de Suelos



1. Cálculo de CN ponderada:

Area de la cuenca: A= 86.340 km²

Cuadro N°60: Datos para cálculo de CN ponderado

Uso de la tierra y Grupo Hidrológico de suelo	Curva Numero [C _n]	Area (km ²) [A _i]	[C _n] _i ×[A _i]
Tierra Cultivada CTC-A	62	5.287	327.791
Patizales Condiciones Pobres-C	86	77.337	6650.997
Bosques: Cubierta buena-A	25	3.403	85.070
Residencial-A	77	0.313	24.110
		86.340	7087.968

Por consiguiente:

$$CN = \frac{CN_1A_1 + CN_2A_2 + CN_3A_3 + \dots + CN_nA_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

$$CN = \frac{7087.968}{86.340}$$

Curva Numero Ponderada: CN= 82.094

2. Cálculo Abstracciones Iniciales:

Curva Numero Ponderada: CN= 82.094

- Determinamos la abstracción potencial:

$$S = \frac{25400}{CN} - 254$$

$$S = \frac{25400}{82.094} - 254$$

Abstracción Potencial: S= 55.403 mm

- Determinamos la abstracción inicial:

$$I_a = 0.20S$$

$$I_a = 0.20(55.403)$$

Abstracción Inicial:	I_a= 11.081 mm
-----------------------------	---------------------------------

3. Cálculo Tiempo de Concentración:

Utilizaremos la formula de Kirpich:

Longitud de recorrido del cauce principal: L= 14492.106 m
Pendiente media del cauce principal: S_p= 0.067 m/m

$$t_c = 0.0195 \frac{L^{0.77}}{S_c^{0.385}}$$

$$t_c = 0.0195 \frac{(14492.106)^{0.77}}{(0.067)^{0.385}}$$

Tiempo de concentración: t_c= 88.210 min

4. Cálculo Tiempo de Retardo:

Se utiliza la siguiente formula:

Tiempo de concentración: t_c= 88.210 min

$$t_L = 0.6(88.210)$$

Tiempo de retardo:	t_L= 52.926 min
---------------------------	----------------------------------

Imagen N°75: Modelos de Cuenca - Cuenca lucre – sub cuenca lucre

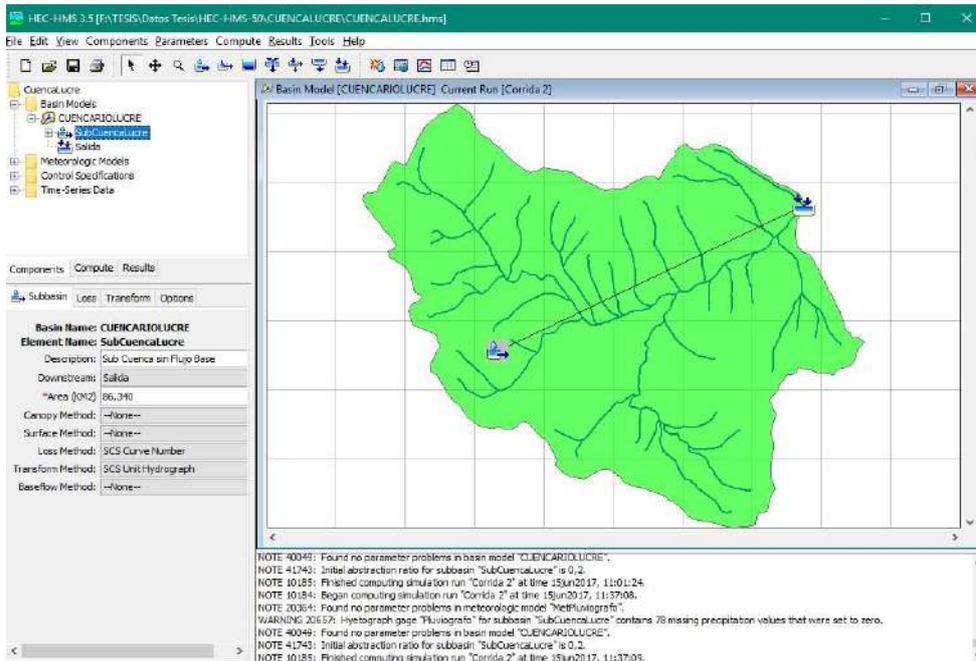


Imagen N°76: Modelos de Cuenca - Cuenca lucre – sub cuenca lucre –

Pérdida, ingreso de elementos hidrológicos

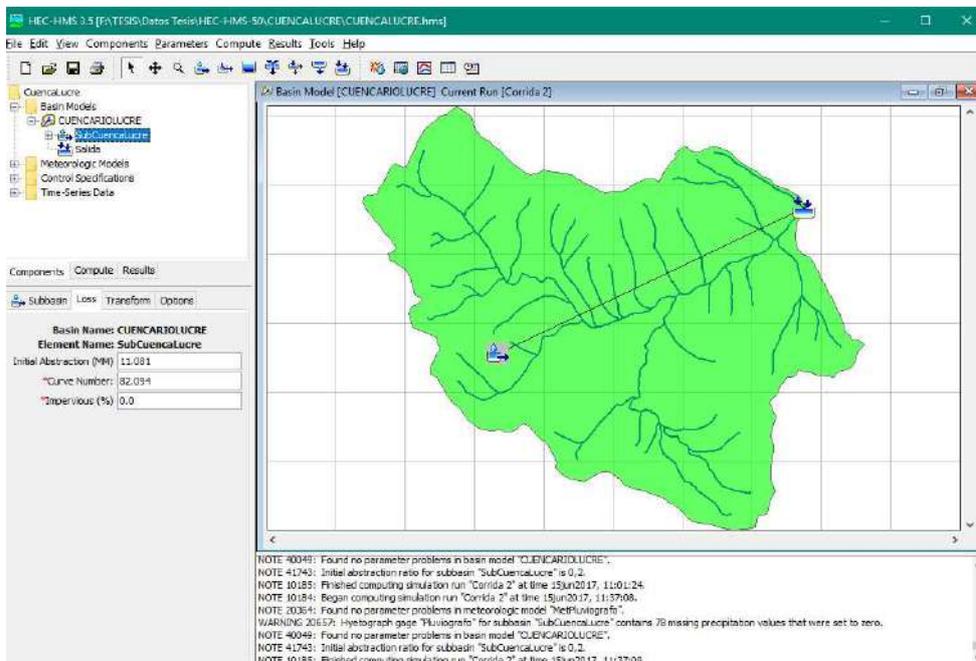


Imagen N°77: Modelos de Cuenca - Cuenca lucre – sub cuenca lucre – Transformar, ingreso tiempo de retardo

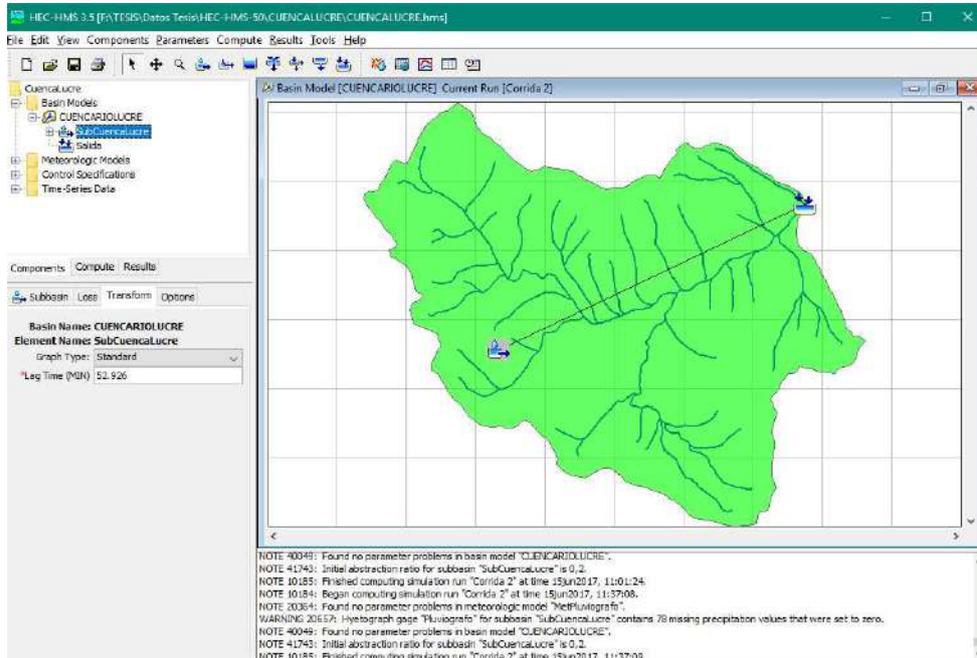


Imagen N°78: Modelos de Cuenca - Cuenca lucre – Salida

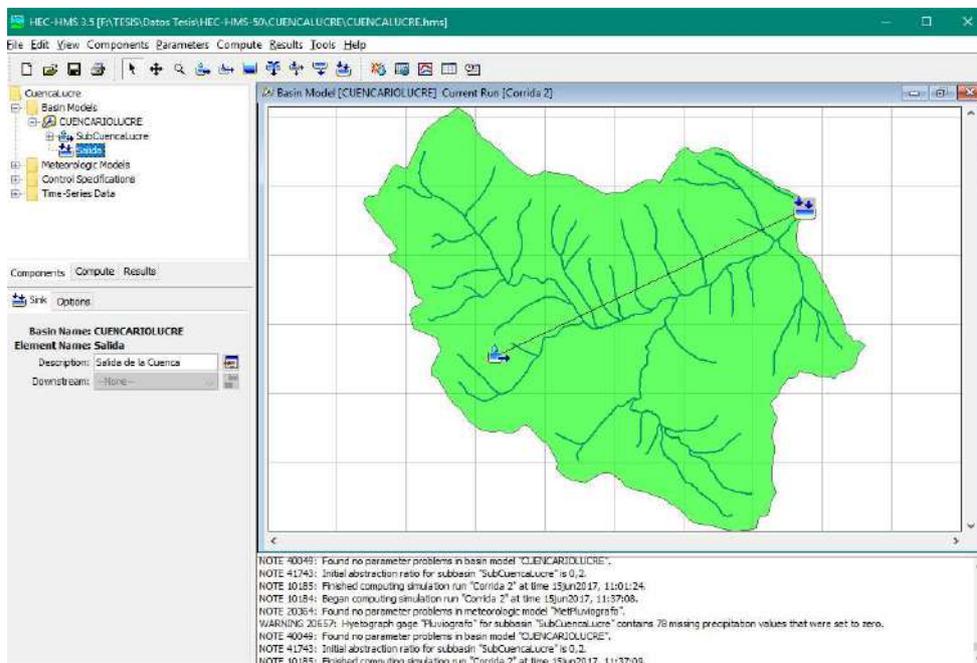


Imagen N°79: Modelos meteorológicos – Modelo Pluviógrafo – Modelos de Meteorología

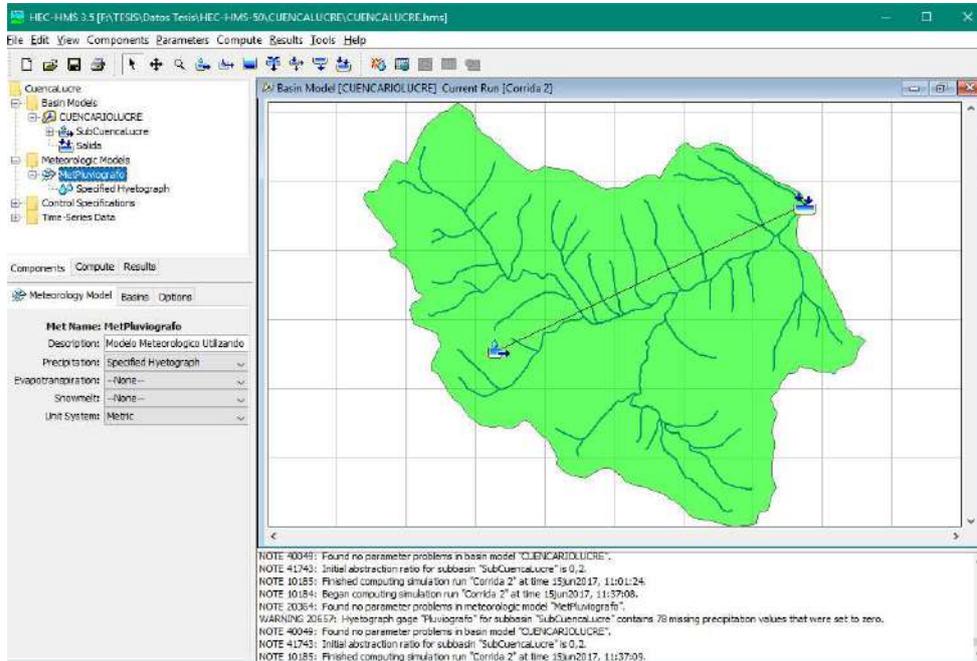


Imagen N°80: Modelos meteorológicos – Modelo Pluviógrafo – Cuenca

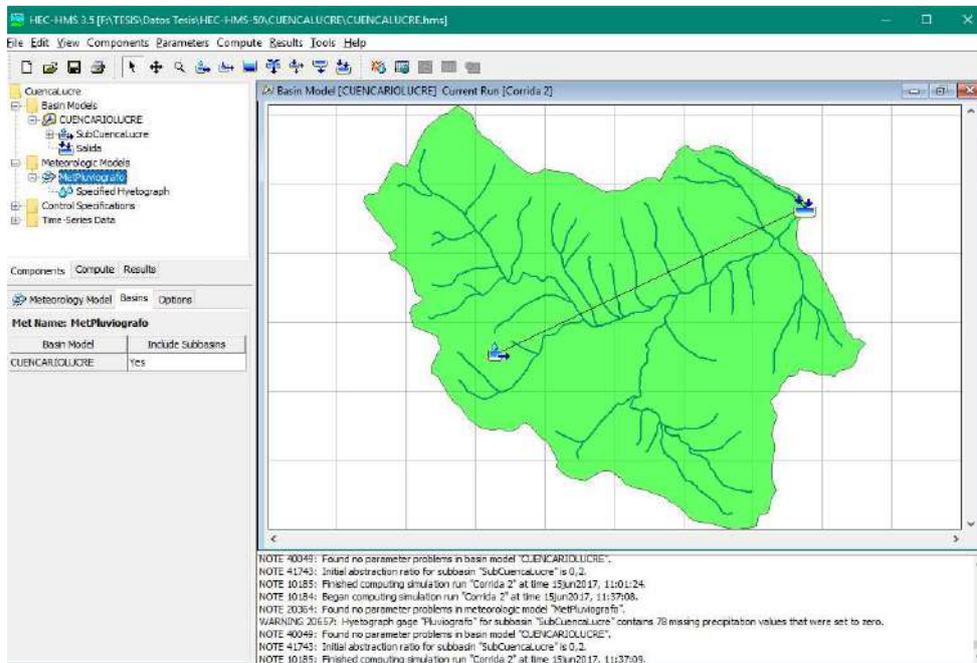


Imagen N°81: Modelos meteorológicos – Modelo Pluviógrafo – Hietograma especificado para la sub cuenca

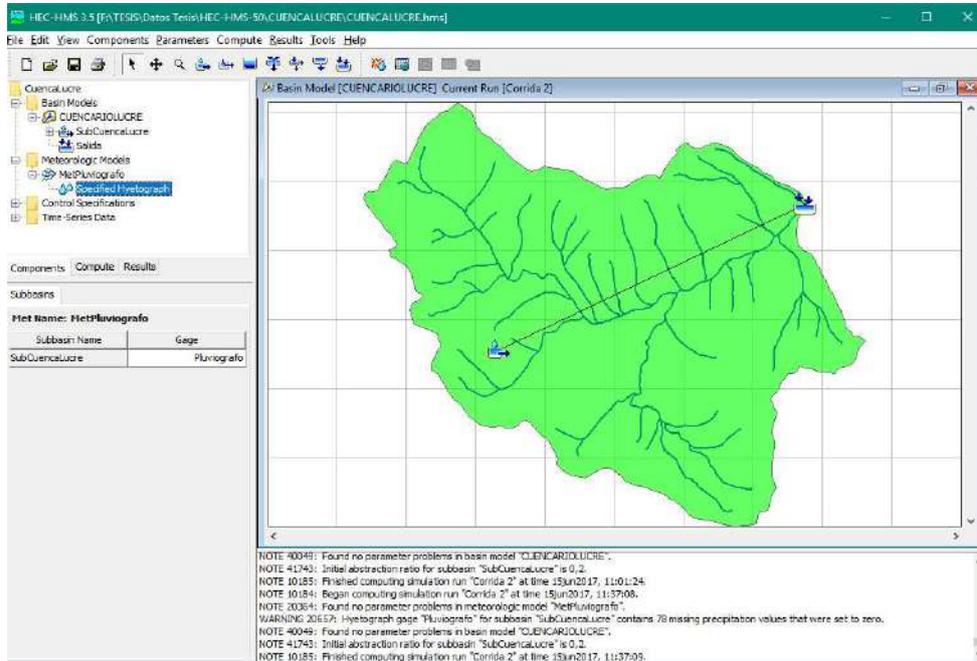


Imagen N°82: Datos de series de tiempo – Medidor de Precipitación – Pluviógrafo

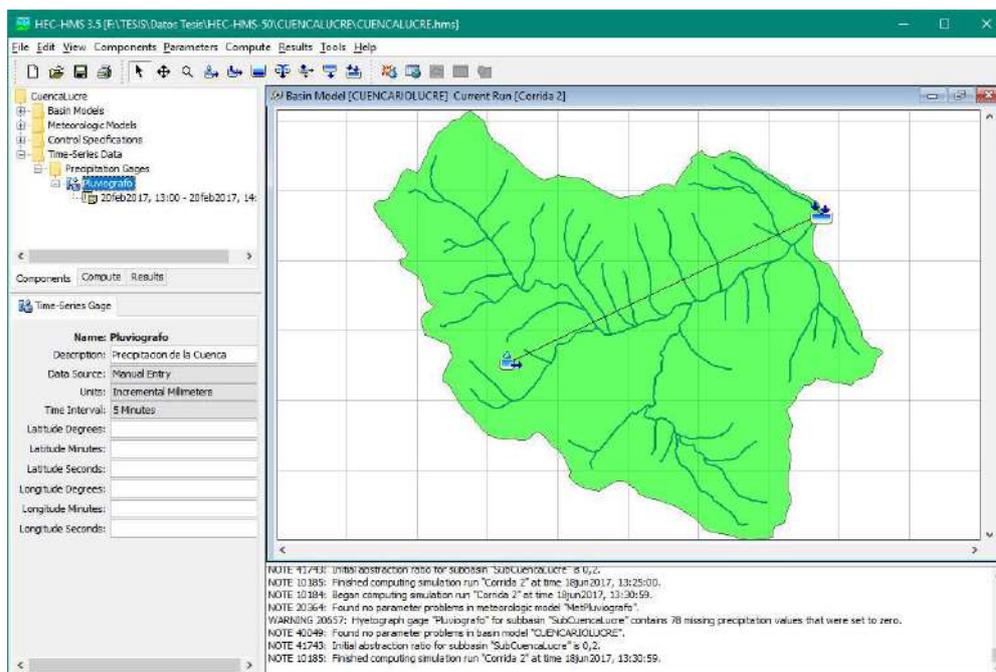


Imagen N°83: Datos de series de tiempo – Medidor de Precipitación – Pluviógrafo – 20feb2017, 13:00 – 20feb2017, 14:10 – tiempo de duración de la tormenta

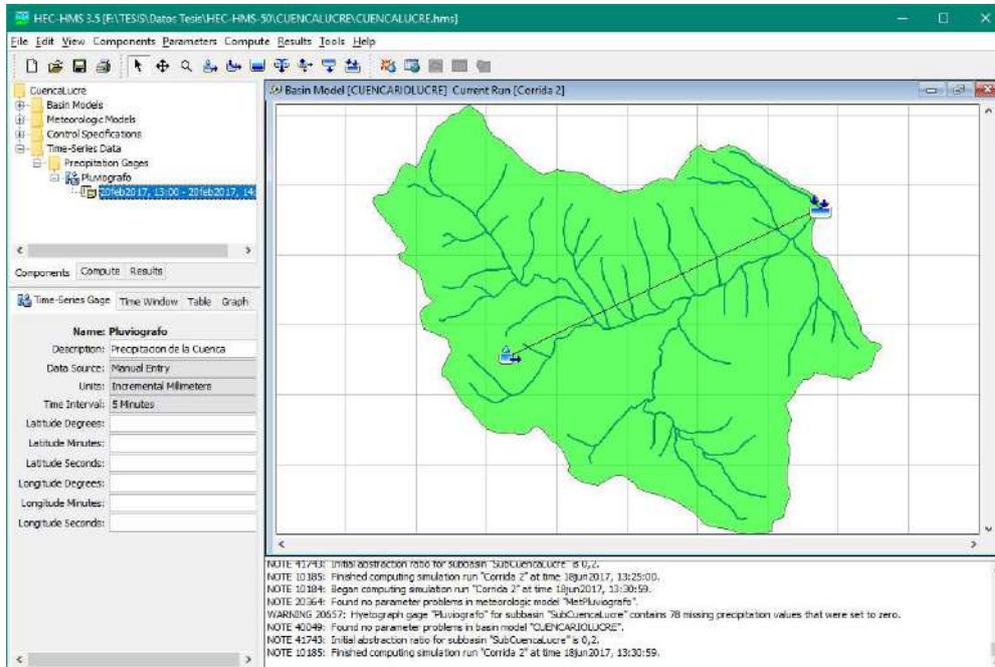


Imagen N°84: Datos de series de tiempo – Medidor de Precipitación – Pluviógrafo - 20feb2017, 13:00 – 20feb2017, 14:10 - Ventana de tiempo

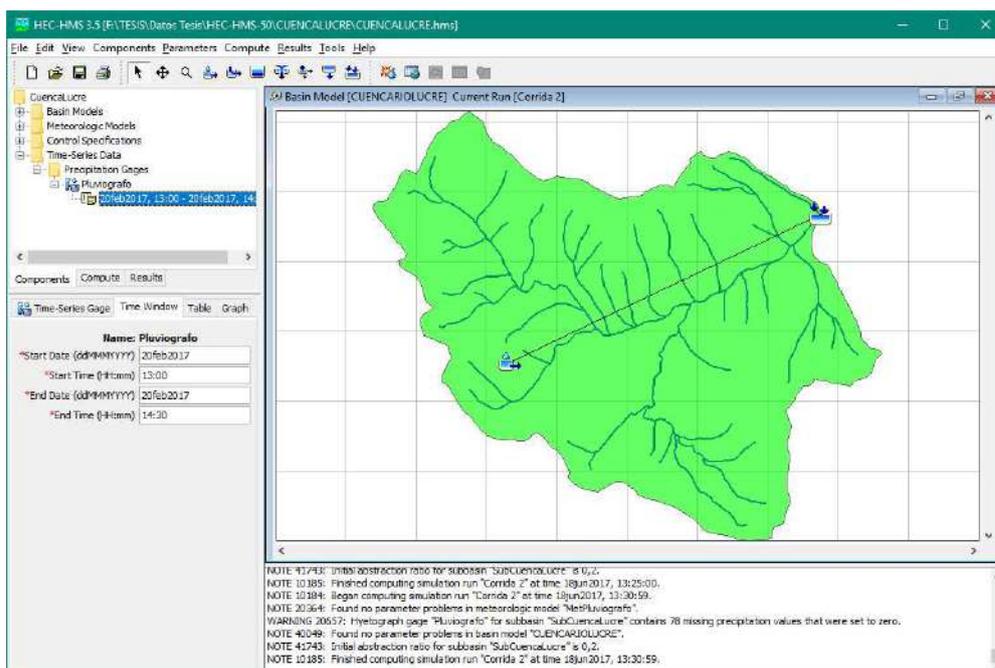


Imagen N°85: Datos de series de tiempo – Medidor de Precipitación – Pluviógrafo - 20feb2017, 13:00 – 20feb2017, 14:10 – Tabla obtenido del hietograma

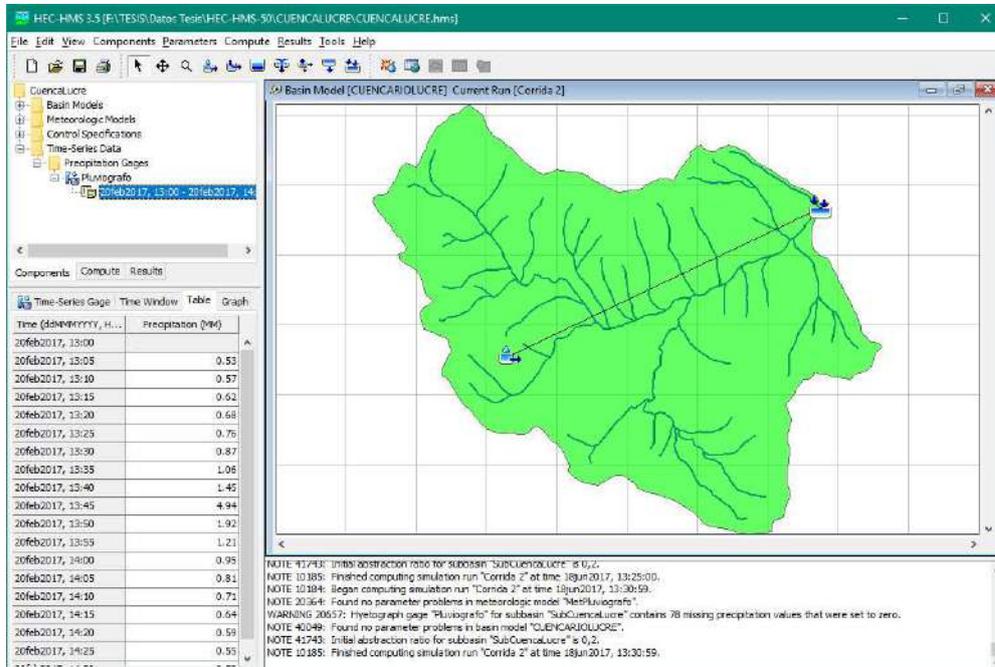


Imagen N°86: Datos de series de tiempo – Medidor de Precipitación – Pluviógrafo - 20feb2017, 13:00 – 20feb2017, 14:10 – Grafico de hietograma

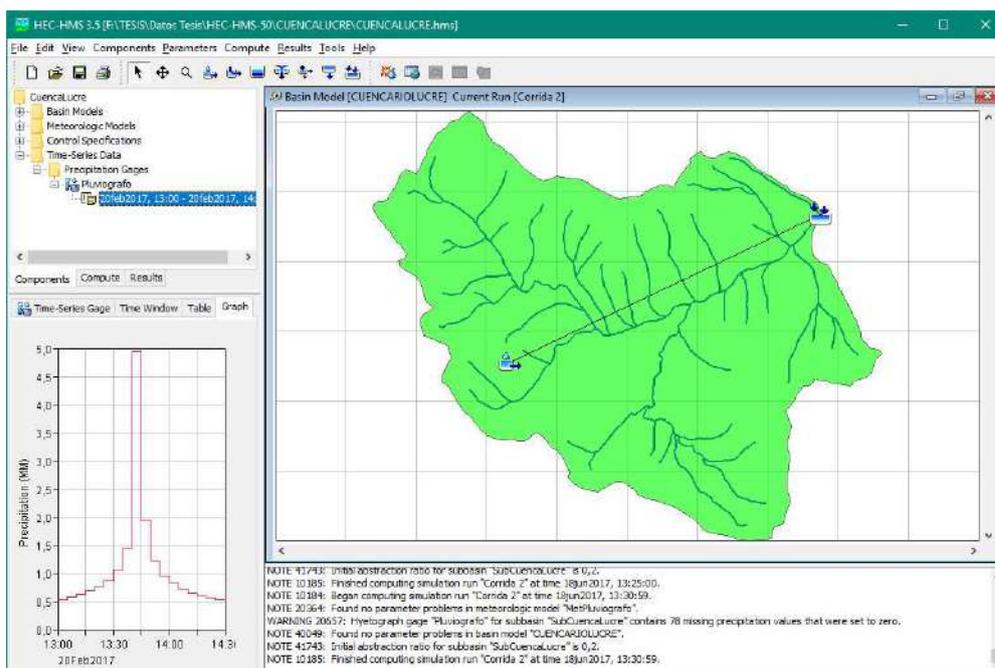


Imagen N°87: Resultado global T=50años

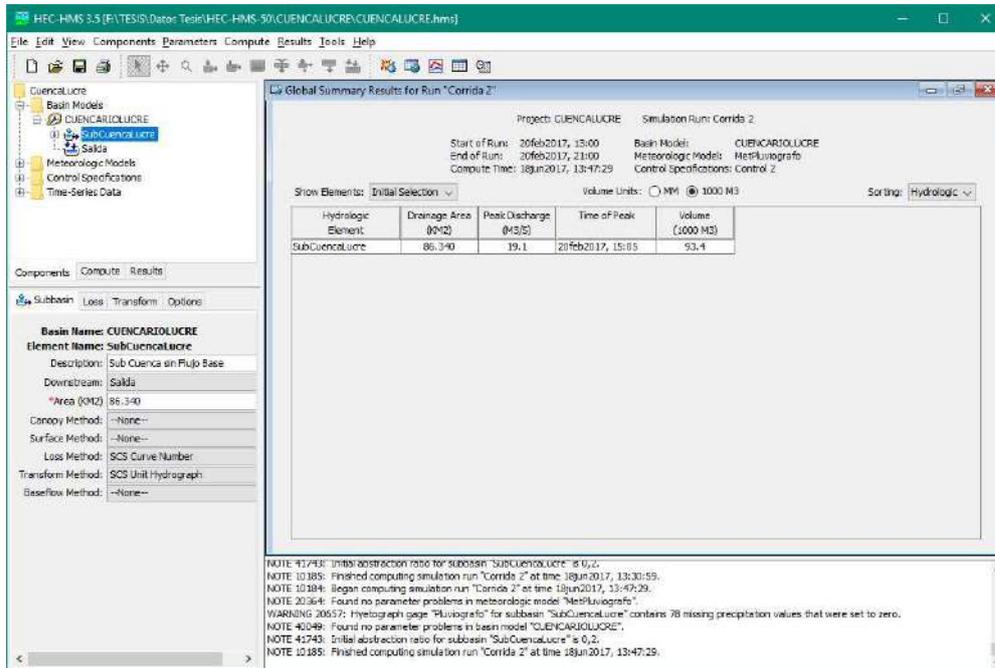


Imagen N°88: Hidrograma de Crecida T=50años, Cuenca Lucre

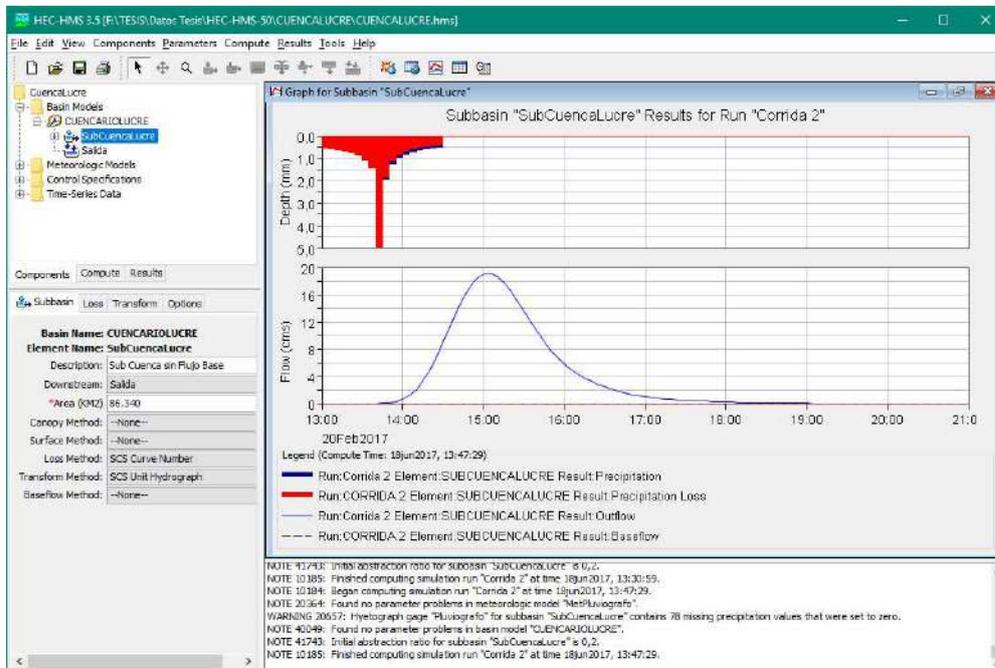


Imagen N°89: Resumen de los resultados para subcuenca T=50años

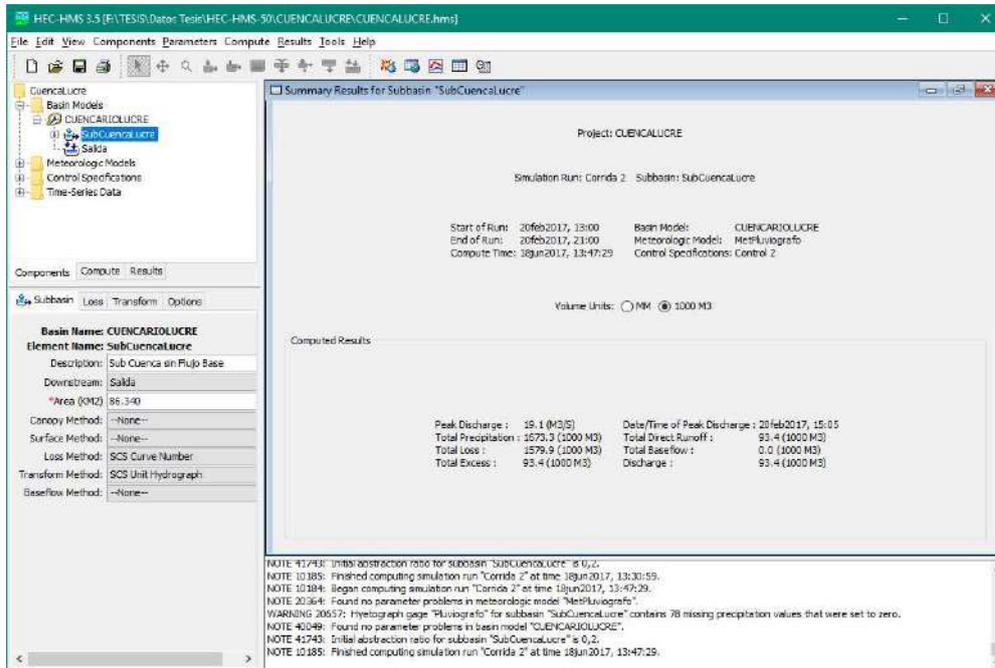


Imagen N°90: Resultados de series de tiempo para subcuenca T=50años

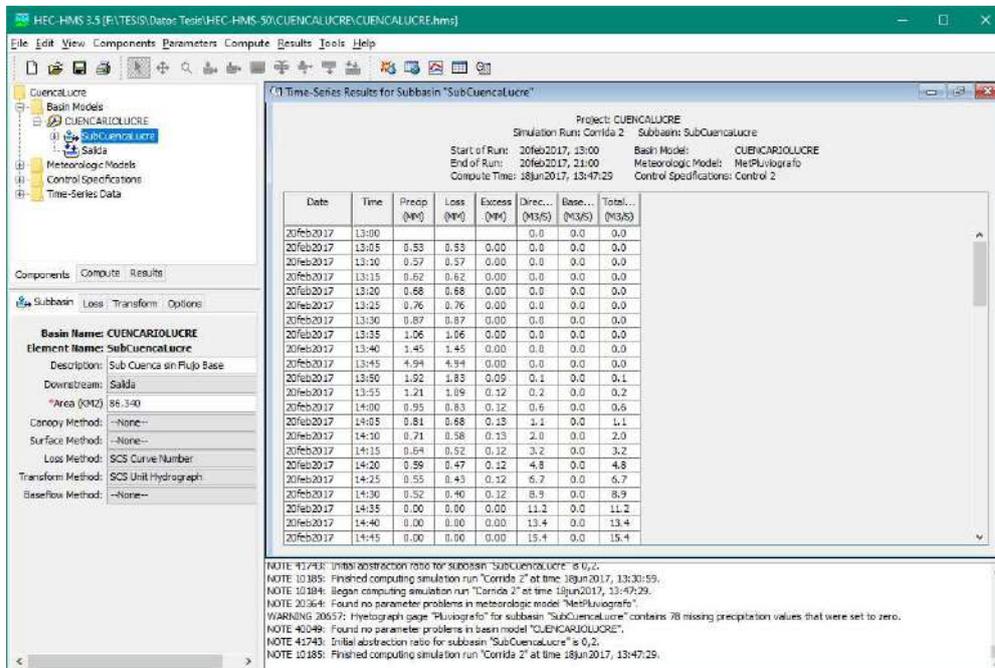


Imagen N°91: Resultado global T=100años

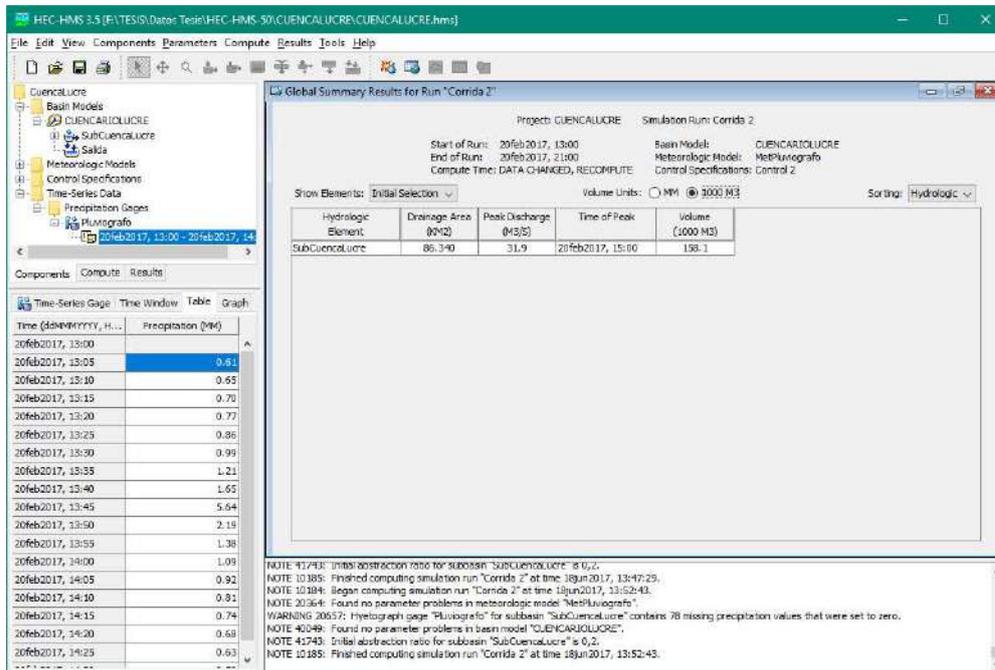


Imagen N°92: Hidrograma de Crecida T=100años, Cuenca Lucre

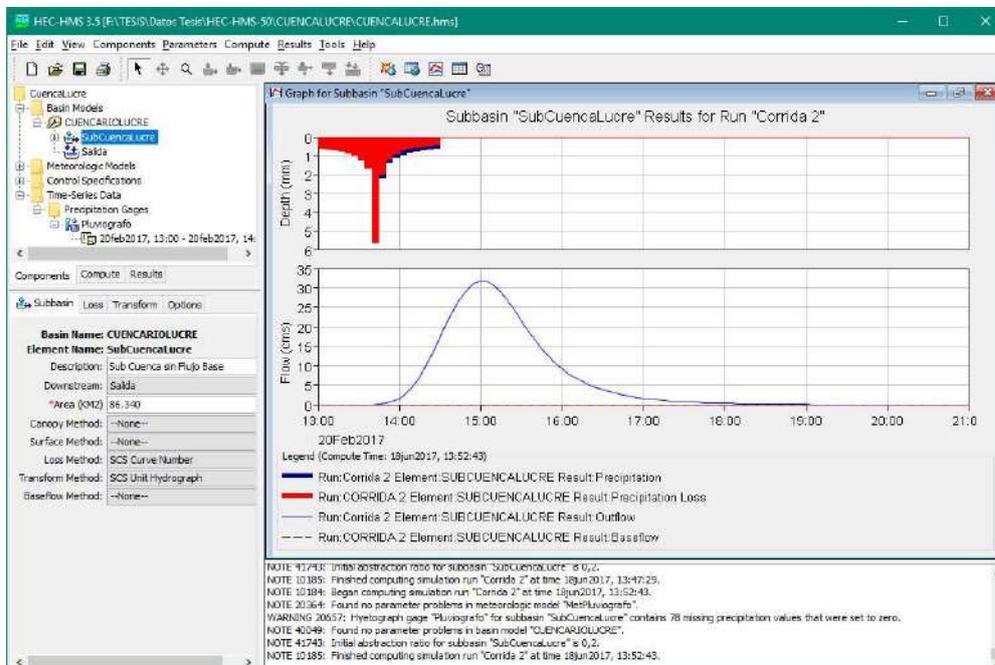


Imagen N°93: Resultado global T=250años

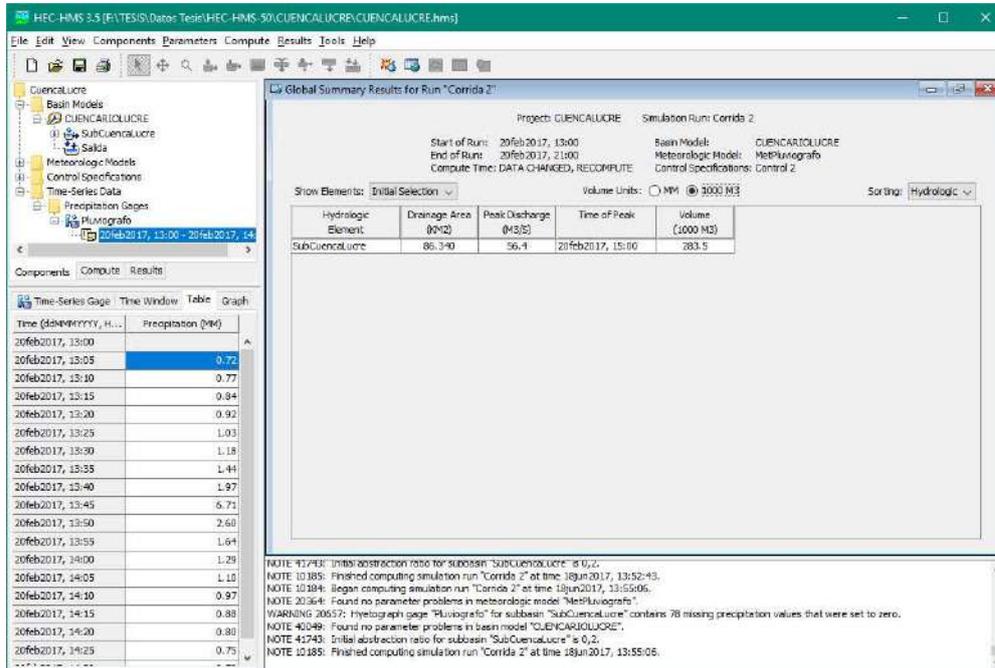
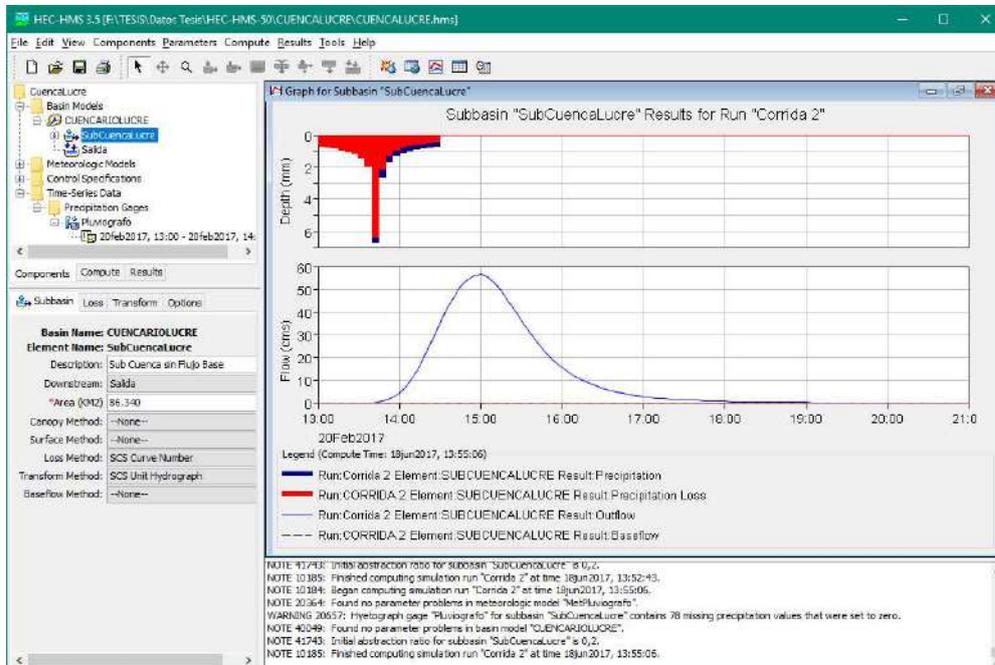


Imagen N°94: Hidrograma de Crecida T=250años, Cuenca Lucre



6.2 ANEXO 2 - DISEÑO HIDRÁULICO Y CÁLCULO ESTRUCTURAL

6.2.1 Diseño hidráulico

6.2.1.1 Determinación de ancho estable

Imagen N°95: Cálculo de Ancho estable recomendación práctica

CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

PROYECTO: Defensa Ribereña Rio Lucre

Información Inicial

Caudal (Q)	P. Retomo	Pendiente
19.10	50	0.00700

Ancho Estable del Cauze (B)

Recomendación Práctica	9.11
Método de Fegan	
Método de Simons y Henderson	
Método de Beneluy Altunin	
Método de Manning y Steinkjer	

RECOMENDACIÓN PRACTICA	
Q (M ³ /S)	ANCHO ESTABLE (B2)
3000	200
2400	190
1500	120
1000	100
500	70

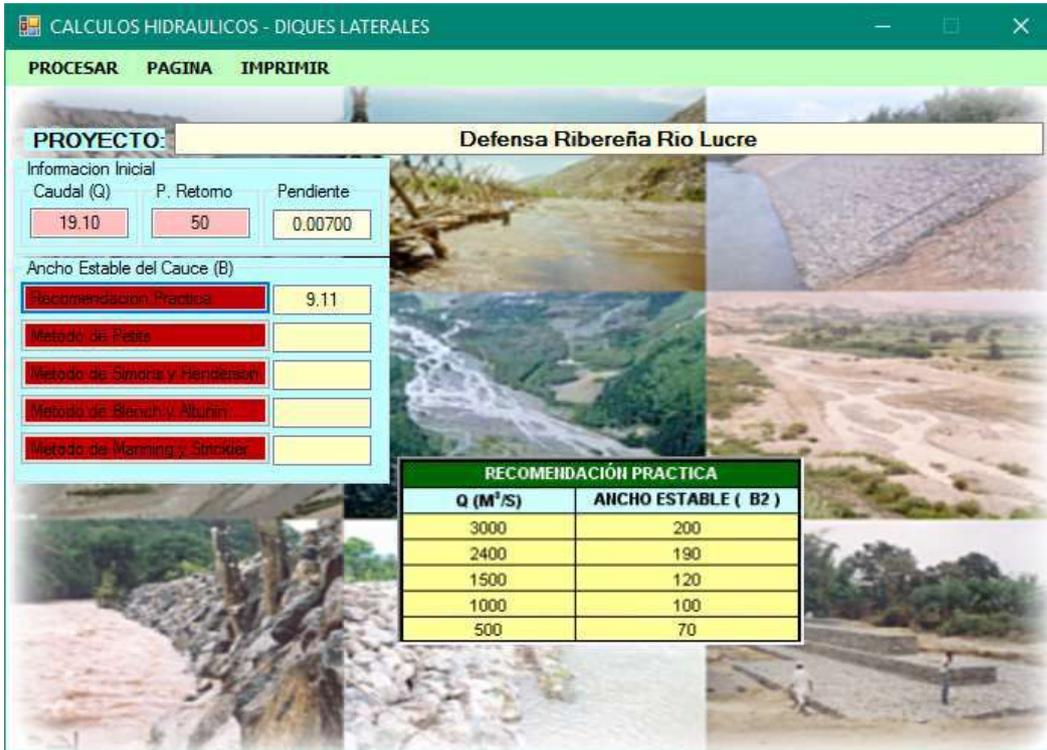
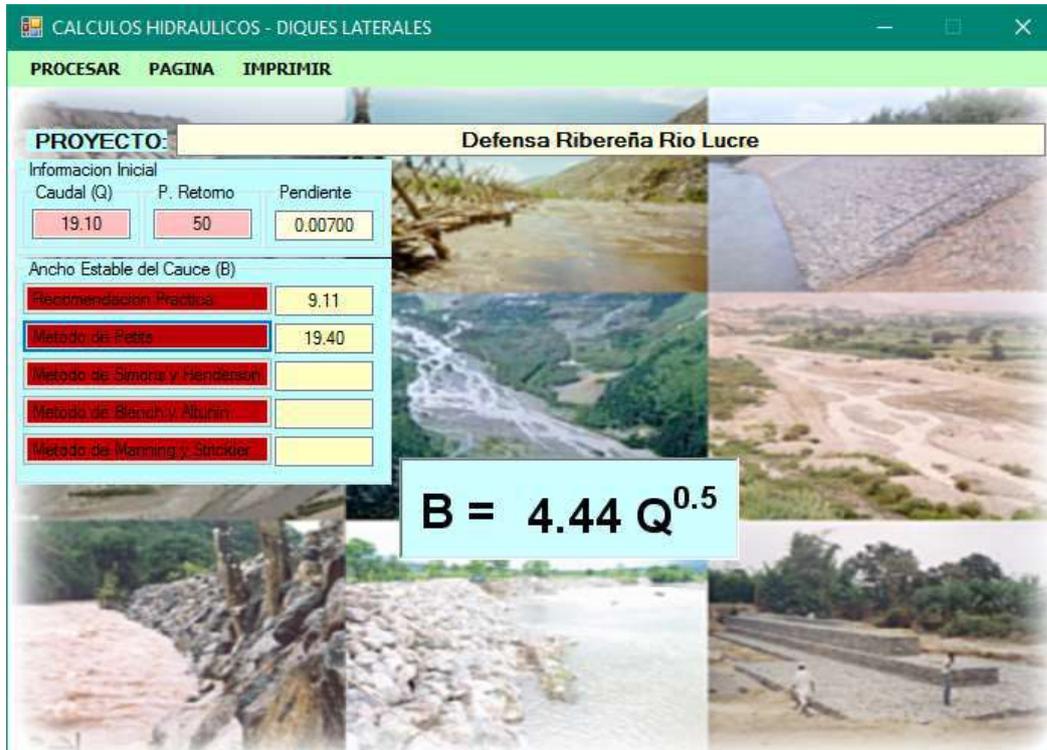


Imagen N°96: Cálculo de Ancho estable método Petits



CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

PROYECTO: Defensa Ribereña Rio Lucre

Información Inicial

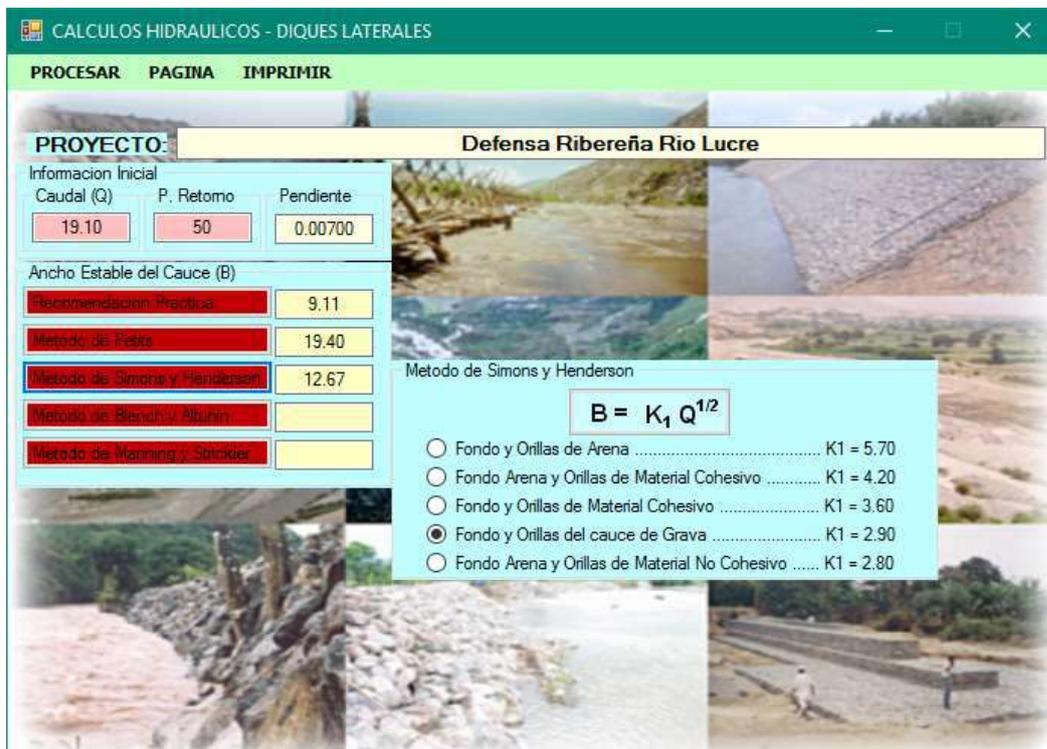
Caudal (Q)	P. Retomo	Pendiente
19.10	50	0.00700

Ancho Estable del Cauze (B)

Recomendación Práctica	9.11
Método de Petts	19.40
Método de Simons y Henderson	
Método de Blainy y Atunin	
Método de Manning y Strickler	

$B = 4.44 Q^{0.5}$

Imagen N°97: Cálculo de Ancho estable método Simons y Henderson



CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

PROYECTO: Defensa Ribereña Rio Lucre

Información Inicial

Caudal (Q)	P. Retomo	Pendiente
19.10	50	0.00700

Ancho Estable del Cauze (B)

Recomendación Práctica	9.11
Método de Petts	19.40
Método de Simons y Henderson	12.67
Método de Blainy y Atunin	
Método de Manning y Strickler	

Metodo de Simons y Henderson

$B = K_1 Q^{1/2}$

- Fondo y Orillas de Arena K1 = 5.70
- Fondo Arena y Orillas de Material Cohesivo K1 = 4.20
- Fondo y Orillas de Material Cohesivo K1 = 3.60
- Fondo y Orillas del cauce de Grava K1 = 2.90
- Fondo Arena y Orillas de Material No Cohesivo K1 = 2.80

Imagen N°98: Cálculo de Ancho estable método Blench y Altunin

CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

PROYECTO: Defensa Ribereña Rio Lucre

Información Inicial

Caudal (Q)	P. Retomo	Pendiente
19.10	50	0.00700

Ancho Estable del Cauze (B)

Recomendación Practica	9.11
Método de Retza	19.40
Método de Simons y Henderson	12.67
Método de Blench y Altunin	22.37
Método de Manning y Strickler	

Metodo de Blench y Altunin

$$B = 1.81(Q F_b/F_s)^{1/2}$$

Factor de Fondo (Fb)

0.80 - Mat. Finos (Dm<0.50 mm)

1.20 - Mat. Gruesos (Dm>0.50 mm)

Factor de Orilla (Fs)

0.10 - Mat. Suelos

0.20 - Mat. ligeramente Cohesivos

0.30 - Mat. Cohesivos



Imagen N°99: Cálculo de Ancho estable método Manning y Strickler

CALCULOS HIDRAULICOS - DIQUES LATERALES

PROCESAR PAGINA IMPRIMIR

PROYECTO: Defensa Ribereña Rio Lucre

Información Inicial

Caudal (Q)	P. Retomo	Pendiente
19.10	50	0.00700

Ancho Estable del Cauze (B)

Recomendación Practica	9.11
Método de Retza	19.40
Método de Simons y Henderson	12.67
Método de Blench y Altunin	22.37
Método de Manning y Strickler	12.47

Selección Tipo de Cauze

Metodo de Manning y Strickler

$$B = (Q^{1/2}/S^{1/5}) (n K^{5/3})^{3/(3+5m)}$$

Coefficiente - Tipo de Material (K)

10 - Valor Practico

12 - Mat. Aluvial

16 - Mat Facilmente erosionable

03 - Mat. muy resistente

Coefficiente Cauze (m)

0.50 - Rios de Cauzes Aluviales

0.70 - Rios de Cauzes Arenosos

1.00 - Rios de Cauze de Montaña



6.2.1.2 Cálculo de profundidad de socavación (hs)

PROFUNDIDAD DE SOCAVACION

Velocidad erosiva (m/s) $V_e = 1.04414$

$$V_e = 0.6 * \gamma_s^{1.18} * B * t_s^x$$

$$Q = K_s * b_o * t^{5/3} * S^{1/2}$$

Haciendo $a = K_s S^{1/2}$ (constantes)

$$a = \frac{Q}{b_o t^{5/3}}$$

$$a = 0.938$$

Velocidad real (m/s) $V_r = 19.4909$

$$Q = V_r t_s b_o = a b_o t^{5/3}$$

Despejando V_r

$$V_r = \frac{a b_o t^{5/3}}{t_s}$$

La erosión del fondo se detendrá a una profundidad que cumpla la condición:

$$V_e = V_r$$

Reemplazando valores de V_e y V_r

$$0.6 \gamma_s^{1.18} B t_s^x = \frac{a b_o t^{5/3}}{t_s}$$

Peso específico del suelo seco que se encuentra a la profundidad H_s (Ton/m³) $\gamma_s = 1.61$

Coficiente que depende de la frecuencia con que se repite la avenida que se estudia según el efecto de erosión $B = 0.82$

Cuadro N°61: Caudal de Diseño VS Coeficiente B

Probabilidad anual de que se presente el caudal de diseño (%)	Coeficiente B
100	0.77
50	0.82
20	0.86
5	0.94
2	0.97
1	1.00
0.3	1.03
0.2	1.05
0.1	1.07

Descarga de diseño (m³/s) Q = 19.10

Seccion estable determinada (m) b_o = 9.11

Tirante que corresponde a la profundidad a la que se desea evaluar la velocidad erosiva (m)

Para suelos cohesivos t_s = 1.99168

$$t_s = \left[\frac{a * t^{5/3}}{0.6\gamma_s^{1.18} B} \right]^{1/x}$$

Para suelos no cohesivos t_s = 1.93622

$$t_s = \left[\frac{a * t^{5/3}}{0.68D_m^{0.28} B} \right]^{1/x}$$

$$t_s = \left[\frac{1.024 * 1.47^{5/3}}{0.68 * 5.5^{0.28} * 0.82} \right]^{0.78}$$

Tirante normal (m) t = 1.62

Exponente para material no cohesivo en funcion del diametro caracteristico X = 0.288

6.2.2 ESTUDIO DE SUELOS

A. GENERALIDADES

OBJETIVO.

Se ha realizado el estudio geotécnico a nivel de cimentación del sector que conformara la defensa ribereña de la margen del río Lucre, sector puente colonial. La toma de muestras, las pruebas de laboratorio se realizaron con la finalidad de obtener el reconocimiento geotécnico del mismo, con aplicación al cálculo de la capacidad de carga y asentamientos del suelo a nivel de fundación de las estructuras de defensa ribereña.

MARCO NORMATIVO.

Se ha considerado como mínimo, lo estipulado en el Reglamento Nacional de Edificaciones en su Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones, la Norma Básica de Diseño Sismo-Resistente Norma E-030 y la Norma E-020 de Cargas.

B. ANTECEDENTES.

DESCRIPCIÓN DEL TERRENO.

Ubicación:	Provincia	Quispicanchi
	Distrito	Lucre
Morfología:	Cauce plano.	
Edificación:	Muro de contención de C°C°.	

SISMICIDAD DE LA ZONA.

El distrito de Lucre se encuentra geográficamente en una zona de sismicidad media. Según el Reglamento Nacional de Construcciones, con fines de diseño estructural, se considera en forma general los siguientes parámetros sísmicos de diseño para suelos del Departamento del Cusco:

PARÁMETRO	MAGNITUD	DESCRIPCIÓN
Zona	2	Mapa de Zonificación Sísmica
Factor de Zona	0,3g	Tabla N°1
Perfil de Suelo	Tipo S2	Suelos finos, blandos e<20cm
Parámetros del Suelo (Tabla N°2)	T _p = 0,6 seg. S = 1,2	Periodo Predominante. Factor de Amplificación del Suelo

C. INVESTIGACIÓN EXPLORATORIA Y MUESTREO.

Los trabajos de campo siguieron el siguiente procedimiento:

Prospecciones. - Se realizaron excavaciones con pozos a cielo abierto (03 calicatas) hasta los 2.00m de profundidad, suficiente para la carga estimada proveniente de la estructura que soportara el suelo y según nos muestra el diagrama de presiones inducidas en el suelo (Boussinesq)

TENSIÓN INDUCIDA EN EL SUBSUELO

Distancia al punto de aplicación de la carga:

$$r = 0.00 \text{ m}$$

Carga concentrada:

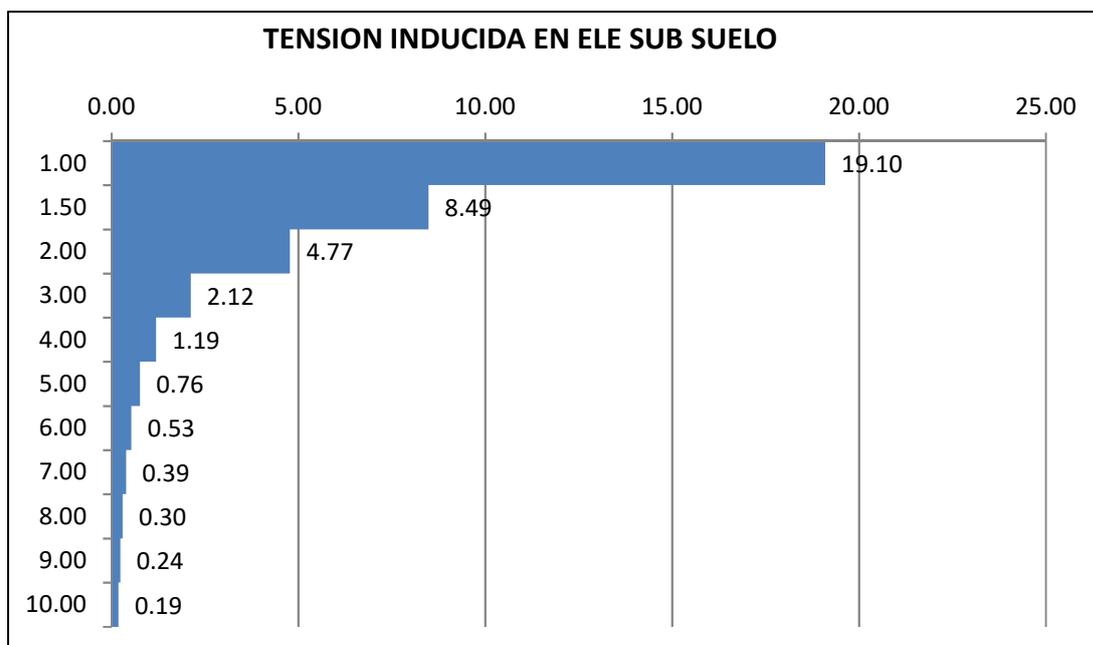
$$P = 40.00 \text{ Tn}$$

$$\Delta\sigma = \frac{P}{z^2} * P_0$$

Dónde:

$$P_0 = \frac{3}{2\pi} \left(\frac{1}{1 + \left(\frac{r}{z}\right)^2} \right)^{\frac{5}{2}}$$

Punto	Profundidad del punto de aplicación de la carga z m	Distancia al punto de aplicación de la carga r m	Carga concentrada P tn	Valor de influencia P_0	Incremento de esfuerzo bajo una carga puntual Δq tn/m ²
A	1.00	0.00	40	0.4775	19.10
A	1.50	0.00	40	0.4775	8.49
A	2.00	0.00	40	0.4775	4.77
A	3.00	0.00	40	0.4775	2.12
A	4.00	0.00	40	0.4775	1.19
A	5.00	0.00	40	0.4775	0.76
A	6.00	0.00	40	0.4775	0.53
A	7.00	0.00	40	0.4775	0.39
A	8.00	0.00	40	0.4775	0.30
A	9.00	0.00	40	0.4775	0.24
A	10.00	0.00	40	0.4775	0.19



Muestreo. -Debido al tipo de suelo encontrado, se tomaron muestras alteradas por estrato identificado Mab.

Estratigrafía. - Se realizó descripción de las capas de sedimentación del suelo.

Ensayos In situ. - Según las condiciones del suelo encontrado, se realizaron los siguientes procedimientos de identificación y muestreo in situ.

TÉCNICAS AUXILIARES	NORMAS APLICABLES
Pozos o Calicatas y trincheras	ASTM D 420, UNE 7-371:1975
Técnicas de muestreo	ASTM D 420
Descripción visual de Suelos y Rocas	ASTM D 2487-ISR
Standard Practice for Soil Investigation and Sampling by Auger Borings	ASTM D 1452-80(2000)

ENSAYOS DE LABORATORIO

Para determinar los parámetros de caracterización del terreno en cuanto a sus propiedades, índices y estructurales, se realizaron los siguientes ensayos normalizados:

ENSAYO DE LABORATORIO	NORMAS APLICABLES
Preparación de Muestras	ASTM D 420-69, UNE 103-100-95
Análisis granulométrico	ASTM D 422, UNE 103-101-95
Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock	ASTM D 4643, WK 14112
Limite Liquido y Plástico	ASTM D 4318, UNE 103-103-94
Clasificación Unificada de Suelos SUCS - AASHTO	ASTM D 2487/00

D. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA

CALICATA 01. MARGEN IZQUIERDA

- ✓ Primer Estrato de 0.00 a -0.40 m, corresponde a material inorgánico constituido por gravas, arenas, limos y piedras en matriz arcillosa.
- ✓ Segundo Estrato de -0.40 m a -3.00 m, corresponde a un suelo grueso identificado como una **GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO, ARENA Y BLOQUES GP – GM**, que presenta una consistencia media y color marrón claro.
- ✓ Se ha evidenciado nivel freático a -0.50m de profundidad.

CALICATA 02. MARGEN IZQUIERDA

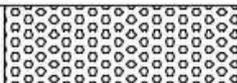
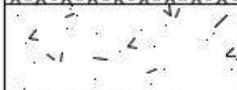
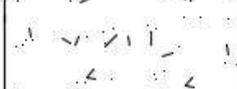
- ✓ Primer Estrato de 0.00 a -0.50 m, corresponde a material inorgánico constituido por gravas, arenas, limos y piedras en matriz arcillosa.
- ✓ Segundo Estrato de -0.50 m a -3.00 m, corresponde a un suelo grueso identificado como una **GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO, ARENA Y BLOQUES GP – GM**, que presenta una consistencia media y color marrón claro.
- ✓ Se ha evidenciado nivel freático a -0.50m de profundidad.

CALICATA 03. MARGEN IZQUIERDA

- ✓ Primer Estrato de 0.00 a -0.35 m, corresponde a material inorgánico constituido por gravas, arenas, limos y piedras en matriz arcillosa.
- ✓ Segundo Estrato de -0.35 m a -3.00 m, corresponde a un suelo grueso identificado como una **GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO, ARENA**

Y BLOQUES GP – GM, que presenta una consistencia media y color marrón claro.

- ✓ Se ha evidenciado nivel freático a -0.50m de profundidad.

ESC.	LITOLOGIA.	DESCRIPCION.	COTA N.F.	OBSERVACIONES
-0.50		RELLENO GRANULAR CONTAMINADO	0.50	-0.50 
-1.00		SUELO DE PARTICULAS GRUESAS GRAVA MAL GRADUADA	3.50	
-1.50		GP - GM		
-2.00		Qadm = 1.65		HUMEDAD
-2.50				
-3.00				
-3.50				BOLONERIA

E. CAPACIDAD DE CARGA.

Formula de Meyerhof (1963)

Meyerhof propuso una fórmula para calcular la carga última parecida a la de Terzaghi. Las diferencias consisten en la introducción de nuevos coeficientes de forma.

Introdujo un coeficiente s_q que se multiplica el factor N_q , factores de profundidad d_i y de pendiente i_i para el caso en que la carga transmitida a la cimentación sea inclinada en la vertical.

Los valores de los coeficientes N se obtuvieron de Meyerhof hipotizando varios arcos de prueba BF (v. mecanismo Prondtl), mientras que el corte a lo largo de los planos AF tenía valores aproximados.

A continuación, se presentan los factores de forma tomados de Meyerhof, junto con la expresión de la formula.

Carga vertical

$$q_{ult} = c * N_c * s_c * d_c + \gamma * D * N_q * s_q * d_q + 0.5 * B * N\gamma * s\gamma * d\gamma$$

Carga inclinada

$$q_{ult} = c * N_c * i_c * d_c + \gamma * D * N_q * i_q * d_q + 0.5 * B * N\gamma * i\gamma * d\gamma$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right)$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N\gamma = (N_q - 1) \tan(1.4\phi)$$

Factor de forma:

$$s_c = 1 + 0.2k_p \frac{B}{L}$$

Para $\phi > 10$

$$s_q = s\gamma = 1 + 0.1k_p \frac{B}{L}$$

Para $\phi = 0$

Factor de profundidad:

$$d_c = 1 + 0.2\sqrt{k_p} \frac{B}{L}$$

$$d_q = d\gamma = 1 + 0.1\sqrt{k_p} \frac{B}{L}$$

Para $\phi > 10$

$$d_q = d\gamma = 1$$

Para $\phi = 0$

Inclinación:

$$i_c = i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{90}\right)^2$$

$$i_\gamma = \left(1 - \frac{\theta}{\phi}\right)^2$$

Para $\phi > 0$

Para $\phi = 0$

$$i_\gamma = 0$$

$$k_p = \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)$$

θ = Inclinación de la resultante en la vertical.

Datos del suelo por calcular:

Calcular la Capacidad de Carga por B. Hansen, para la zapata y suelo que se indican:

Profund. de Desplante	D = 0.80 m	B/L =	1.60
Ancho de la zapata.	B = 1.60 m	D/B =	0.50
Longitud de la zapata	L = 1.00 m	NAF	
		D_f	0.50 m
Si $D_f < D$:	$\gamma = 1.610 \text{ ton/m}^3$	$\gamma_{prom} =$	15.79 kN/m^3
	$\gamma_{prom} = 1.235 \text{ ton/m}^3$	$\phi =$	0.5969 radianes
	$\phi = 34.2^\circ \text{C}$, (No poner 0)	$c =$	0.00 kg/cm^2
	$c = 0 \text{ k/Pa}$		

$$\gamma_{prom} = \frac{\gamma D_f + (\gamma D - \gamma D_f) \gamma}{D}$$

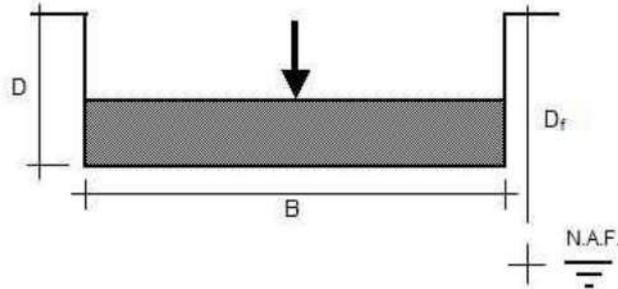


TABLA DE VALORES RESULTANTES:

Valores de forma y de profundidad < obtenidos por el Método de Hansen	$N_q =$	30.17
	$N_c =$	42.9
	$N_\gamma =$	29.73
	$s_c =$	2.12
	$d_c =$	1.2
	$s_q =$	2.09
	$d_q =$	1.13
	$s_\gamma =$	0.36
	$d_\gamma =$	1.00

El procedimiento de cálculo, de acuerdo con B. Hansen, considera factores de forma y de profundidad (en función de Φ , del ancho de zapata B, así como de la Prof. de desplante D).
 El valor N_c se modifica cuando el suelo es friccionante ($\Phi > 17$). En ese caso, el resultado será el que aparece en el recuadro inferior izquierdo (no incluye Factor de Seguridad).

$$q_{ult} = cN_c s_c d_c + \gamma' D N_q s_q d_q + 0.5 \gamma' B N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

$q_{ult} =$ **1034.3 k/Pa**
10.6 kg/cm²

SIN INCLUIR FACTOR DE SEGURIDAD

NOTA: Para suelos friccionantes, si $\Phi > 17$
 El valor de N_c cambia a:
 $5.14 [1 + (0.25 D/B) + (0.25 B/L)]$
 $N_c =$ 7.1
 Y por lo tanto q_{ult} será:
 $q_{ult} =$ **468.8 k/Pa**
 ó
= 4.8 kg/cm²
SIN INCLUIR FACTOR DE SEGURIDAD

Nota: Un Factor de Seguridad usual es de 3.00 para suelos plásticos y de 2.00 para suelos cohesivos.

$$q_{ult} =$$
 344.8 k/Pa
 Con F.S.(3) = **3.54 kg/cm²**
INCLUYENDO FACTOR DE SEGURIDAD

$$N_q = \left[\tan \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) \right]^2 e^{\pi \tan \phi}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = 1.5 (N_q - 1) \tan \phi$$

$$s_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$d_q = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D}{B}$$

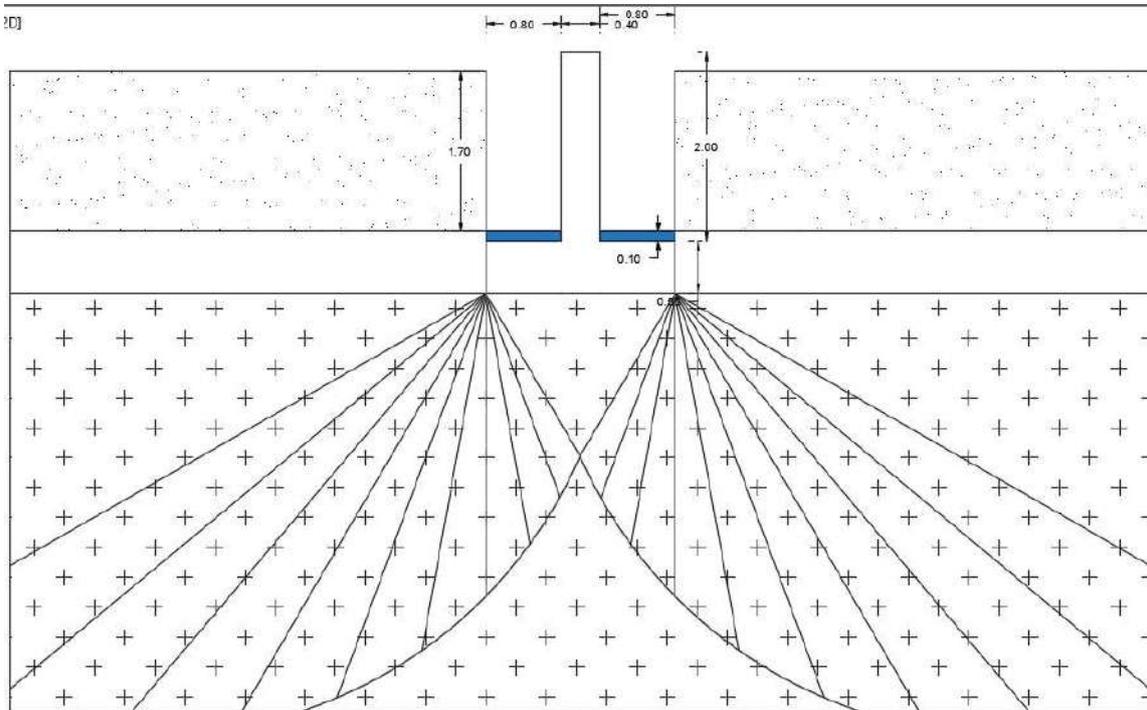
$$s_c = 1 + \frac{N_q B}{N_c L}$$

$$d_c = 1 + \frac{0.4 D}{B}$$

$$s_\gamma = 1 - \frac{0.4 B}{L}$$

$$d_\gamma = 1.000$$

Margen Izquierda



DATOS GENERALES.

Ancho de la cimentación	: 1.60 m
Largo de la cimentación	: 1.00 m
Profundidad plano de cimentación	: 0.80 m
Inclinación plano de cimentación	: 0.00°
Inclinación talud	: 0.00°
Factor de seguridad	: 3.00
Aceleración máxima horizontal	: 0.15
Asientos después de T años	: 5.00
Profundidad nivel freático	: 0.50 m

F. ASENTAMIENTOS

ASENTAMIENTOS DE SCHMERTMANN

Un método alternativo para calcular los asientos es el propuesto por Schmertmann (1970), el cual ha correlacionado la variación del bulbo tensiones a la deformación. Schmertmann por lo tanto propone considerar un diagrama de las deformaciones de forma triangular donde la profundidad a la cual se tienen deformaciones significativas se toma como igual a 4B, en el caso de cimentaciones corridas, para cimentaciones cuadradas o circulares es igual a 2B.

Según este acercamiento el asiento se expresa con la siguiente expresión:

$$w = C_1 * C_2 * \Delta_q * \sum \frac{I_z * \Delta z}{E}$$

En el cual:

Δ_q , representa la carga neta aplicada a la cimentación.

I_z , es un factor de deformación cuyo valor es nulo a la profundidad de 2B, para cimentaciones circulares o cuadradas, y a profundidad 4B, para cimentaciones corridas (lineales).

El valor máximo de I_z , se verifica a una profundidad respectivamente igual a :

B/2 para cimentaciones circulares o cuadradas.

B para cimentaciones corridas y bale:

$$I_{z \max} = 0.5 + 0.1 * \left(\frac{\Delta_q}{\sigma_{vi}} \right)^{0.5}$$

Donde σ'_{vi} representa la tensión vertical eficaz a la profundidad $B/2$ para cimentaciones circulares o cuadradas, y a profundidad B para cimentaciones corridas.

E_i representa el módulo de deformación del terreno correspondiente al estrato i -ésimo considerado en el cálculo.

Δz_i representa el espesor del estrato i -ésimo.

C_1 y C_2 son dos coeficientes correctores

El módulo E se considera igual a $2.5 q_c$ para cimentaciones circulares o cuadradas e igual a $3.5 q_c$ para cimentaciones corridas. En los casos intermedios, se interpola en función del valor de L/B . el término q_c que interviene en la determinación de E representa la resistencia a la puntaza obtenida con la prueba SPT.

ASIENTOS POR ESTRATO.

Z : Profundidad promedio del estrato; D_p : Incremento de tensiones; W_c : Asiento de consolidación; W_s : Asiento secundario (deformaciones viscosas); W_t : Asiento total.

Margen Izquierda

Estrato	Z (m)	Método	W_c (cm)	W_s (cm)	W_t (cm)
2	4,7	Schmertmann	0,607	0,206	0,814

Asiento total $W_t = 0,814\text{cm}$.

G. DETERMINACIÓN DEL ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA.

El objetivo de este ensayo es la determinación directa de la densidad in situ “ γ_d ” que posteriormente con los ensayos correspondientes de laboratorio (“ γ_d max” y “ γ_d min”), nos permitirán obtener la densidad relativa “Dr (%)” del material que estamos estudiando.

La técnica de este ensayo consiste en aplanar o aislar una superficie de 1 m², tratando de no modificar la estructura original del terreno a ensayar. Para estas determinaciones se utilizará una platina metálica con un aro en su parte media de aproximadamente 50cm de diámetro o más, dependiendo este valor, del tamaño máximo de la muestra a ensayar.

$$\gamma_d = \left(\frac{W_s}{V_2 - V_1} \right)$$

Posteriormente con las determinaciones hechas en el laboratorio de “ γ_d max” y “ γ_d min”.

Podemos calcular la densidad relativa del suelo granular con la siguiente ecuación:

$$Dr(\%) = \frac{\gamma_d - \gamma_{\min}}{\gamma_{\max} - \gamma_{\min}} \left(\frac{\gamma_{\max}}{\gamma_d} \right) * 100$$

Esta determinación de la densidad relativa “Dr” nos permite conocer el valor del ángulo de fricción efectivo “ ϕ ” de los materiales granulares, utilizando para ello la siguiente ecuación:

$$\phi' = \text{Arc tan} \left[0.575 + 0.360 \left(\frac{Dr(\%)}{100} \right)^{0.866} \right]$$

Con los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio, obtenemos una densidad Relativa $D_r = 23,91\%$; y empleando la relación de Giuliani Nicoll, obtenemos un $\phi = 34.20^\circ$ y corregido por corte local es $\phi = 24.37^\circ$

H. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- ✓ la zona presenta estratificación homogénea conformada por depósitos de origen fluvial.
- ✓ El terreno de fundación en la margen izquierda corresponde al segundo estrato y ha sido identificado como un suelo grueso clasificado como una **GRAVA MAL GRADUADA CON LIMO, ARENA Y BLOQUES GP – GM.**
- ✓ Se ha evidenciado nivel freático a 0.50m de profundidad.
- ✓ Se deberá cimentar a 0.80m de profundidad como mínimo.
- ✓ El esfuerzo admisible que presenta el suelo en la margen izquierda a una profundidad de 0.80m es 3.54 kg/cm².
- ✓ No se detectaron acciones físicas o químicas que puedan conducir a procesos de deterioro del suelo de fundación – estructura, por lo que se deberá utilizar cemento sin características especiales.

ENSAYOS DE LABORATORIO

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E - 107 - 99

PROYECTO : CONSTRUCCION DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL KILOMETRO 14+260 Y 14+492 MARGEN IZQUIERDA DEL RIO LUCRE,
DISTRITO DE LUCRE – PROVINCIA DE QUISPICANCHI – REGION CUSCO – 2017”

UBICACIÓN : LUCRE - QUISPICANCHI - CUSCO

PROFUNDIDAD : 1.50m

ESTRATO : SEGUNDO ESTRATO

SONDEO : 01 MD

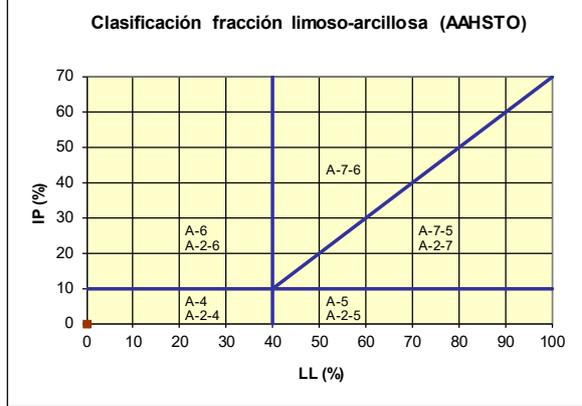
FECHA : ENERO 2017

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
100	100.00	100.00	0.00	0.00
80	97.14	97.14	2.86	2.86
63	93.56	93.56	6.44	3.58
50	89.32	89.32	10.68	4.24
40	85.23	85.23	14.77	4.09
25	80.22	80.22	19.78	5.01
20	76.08	76.08	23.92	4.14
12.5	70.43	70.43	29.57	5.65
10	62.35	62.35	37.65	8.08
6.3	54.08	54.08	45.92	8.27
5	47.25	47.25	52.75	6.83
2	44.12	44.12	55.88	3.13
1.25	37.93	37.93	62.07	6.19
0.4	30.74	30.74	69.26	7.19
0.160	22.58	22.58	77.42	8.16
0.080	11.48	11.48	88.52	11.10

Límite líquido LL	0.00%
Límite plástico LP	0.00%
Índice plasticidad IP	0.00%

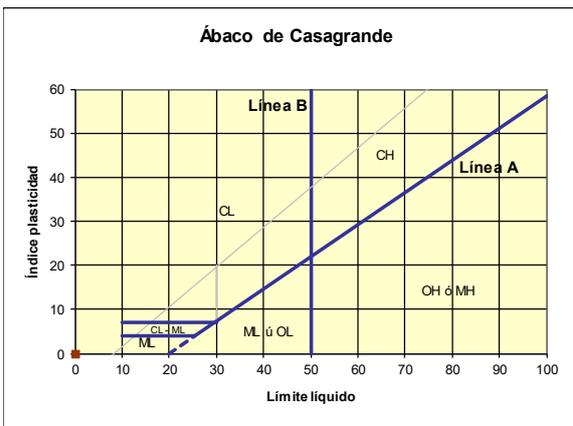
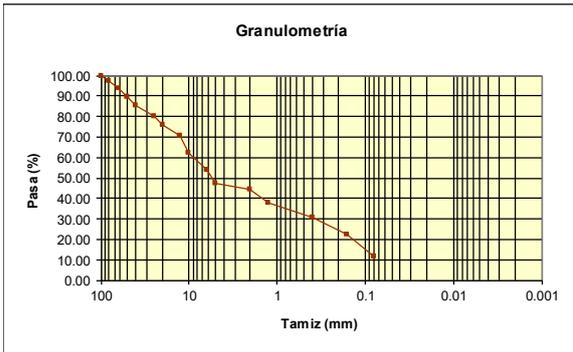
Pasa tamiz N° 4 (5mm):	47.25 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	11.48 %
D ₆₀ :	8.95 mm
D ₃₀ :	0.38 mm
D ₁₀ (diámetro efectivo):	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

Clasificación AAHSTO



Material granular
Excelente a bueno como subgrado
A-1-b Fragmentos de roca, grava y arena

Valor del índice de grupo (IG):



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
Grava mal graduada con limo con arena con bloques GP GM

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E - 107 - 99

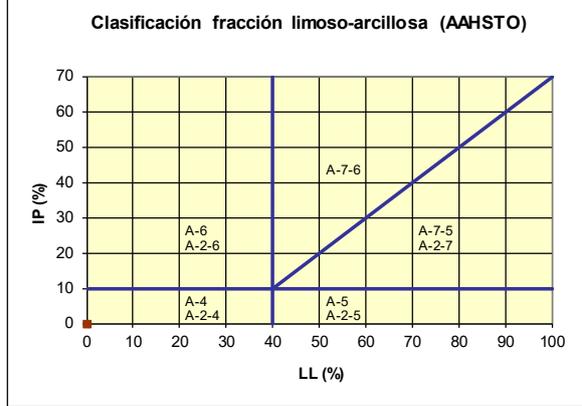
PROYECTO : CONSTRUCCION DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL KILOMETRO 14+260 Y 14+492 MARGEN IZQUIERDA DEL RIO LUCRE,
 DISTRITO DE LUCRE – PROVINCIA DE QUISPICANCHI – REGION CUSCO – 2017”
 UBICACIÓN : LUCRE - QUISPICANCHI - CUSCO
 PROFUNDIDAD : 1.50m
 ESTRATO : SEGUNDO ESTRATO
 SONDEO : 02 MD
 FECHA : ENERO 2017

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
100	100.00	100.00	0.00	0.00
80	97.02	97.02	2.98	2.98
63	94.12	94.12	5.88	2.90
50	90.32	90.32	9.68	3.80
40	86.24	86.24	13.76	4.08
25	81.53	81.53	18.47	4.71
20	73.58	73.58	26.42	7.95
12.5	66.32	66.32	33.68	7.26
10	60.43	60.43	39.57	5.89
6.3	53.96	53.96	46.04	6.47
5	46.26	46.26	53.74	7.70
2	42.36	42.36	57.64	3.90
1.25	36.29	36.29	63.71	6.07
0.4	28.64	28.64	71.36	7.65
0.160	19.06	19.06	80.94	9.58
0.080	10.36	10.36	89.64	8.70

Límite líquido LL	0.00%
Límite plástico LP	0.00%
Índice plasticidad IP	0.00%

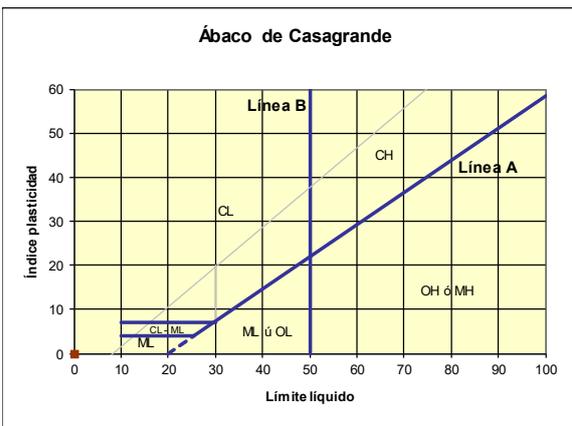
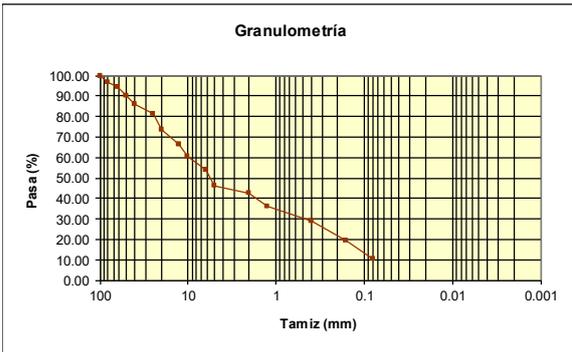
Pasa tamiz N° 4 (5mm):	46.26 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	10.36 %
D60:	9.75 mm
D30:	0.55 mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

Clasificación AAHSTO



Material granular
 Excelente a bueno como subgrado
A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

Valor del índice de grupo (IG):



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
 Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
Grava mal graduada con limo con arena con bloques GP GM

ENSAYO DE ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO MTC E - 107 - 99

PROYECTO : CONSTRUCCION DE DEFENSA RIBERENA ENTRE EL KILOMETRO 14+260 Y 14+492 MARGEN IZQUIERDA DEL RIO LUCRE,
DISTRITO DE LUCRE – PROVINCIA DE QUISPICANCHI – REGION CUSCO - 2017”

UBICACIÓN : LUCRE - QUISPICANCHI - CUSCO

PROFUNDIDAD : 1.50m

ESTRATO : SEGUNDO ESTRATO

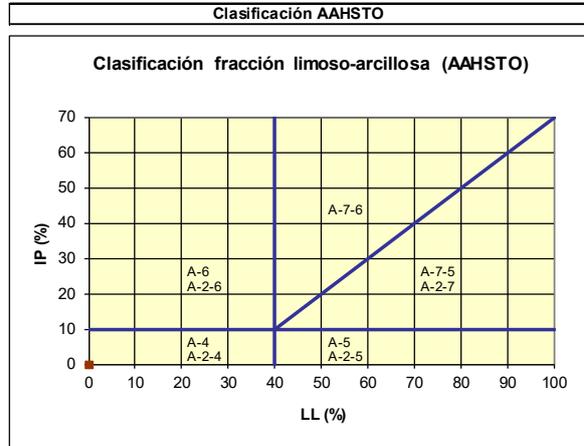
SONDEO : 03 MD

FECHA : ENERO 2017

Tamiz (mm)	Pasa (%)	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido parcial (%)
100	100.00	100.00	0.00	0.00
80	100.00	100.00	0.00	0.00
63	97.24	97.24	2.76	2.76
50	93.57	93.57	6.43	3.67
40	89.24	89.24	10.76	4.33
25	85.04	85.04	14.96	4.20
20	79.25	79.25	20.75	5.79
12.5	72.15	72.15	27.85	7.10
10	65.80	65.80	34.20	6.35
6.3	56.72	56.72	43.28	9.08
5	47.27	47.27	52.73	9.45
2	40.26	40.26	59.74	7.01
1.25	35.82	35.82	64.18	4.44
0.4	30.44	30.44	69.56	5.38
0.160	24.66	24.66	75.34	5.78
0.080	10.22	10.22	89.78	14.44

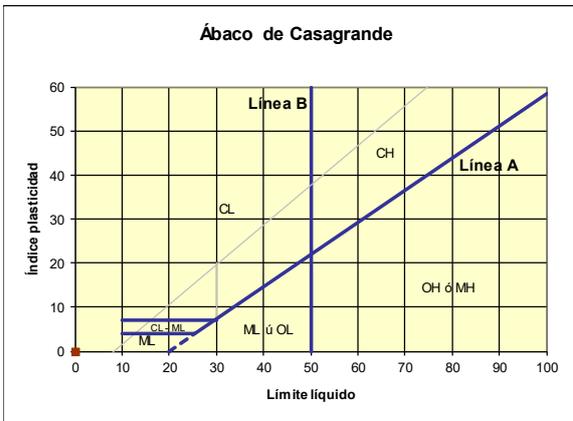
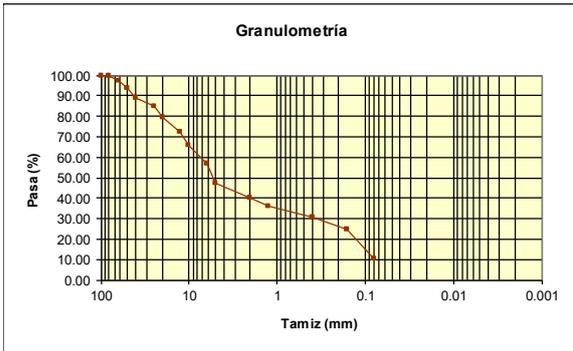
Limite líquido LL	0.00%
Limite plástico LP	0.00%
Índice plasticidad IP	0.00%

Pasa tamiz N° 4 (5mm):	47.27 %
Pasa tamiz N° 200 (0,080 mm):	10.22 %
D60:	7.64 mm
D30:	0.38 mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coefficiente de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	



Material granular
Excelente a bueno como subgrado
A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

Valor del índice de grupo (IG):



Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
Grava mal graduada con limo con arena GP GM

DENSIDAD NATURAL DEL SUELO

UNE-103-301-94

PROYECTO : Defensa ribereña km 14+260 y 14+492 del Rio Lucre
 UBICACIÓN : Lucre - Quispicanchi - Cusco
 SOLICITA : Universidad Alas Peruanas Margen Izquierda
 FECHA : Ene-17 Calicata N°01

DENSIDAD NATURAL	
Volumen Referencial (V1)	1.78
Masa Material Extraído	2.51
Volumen de Excavacion (V2)	3.34
Volumen Real (V2-V1)	1.56
Densidad Natural	1.608974359

$\gamma_{nat} = 1.61 \text{ tn/m}^3$

DENSIDAD MINIMA - DENSIDAD MAXIMA

UNE-103-105-93 UNE 103-106-93

MATERIAL SUELTO

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
DENSIDAD MINIMA			
Masa de Molde (M1)	2.55	2.52	2.54
Masa Molde + Material (M2)	6.85	6.84	6.87
Volumen Molde	2.813	2.813	2.813
Dmin	1.528617	1.535727	1.539282

$\gamma_{min} = 1.53 \text{ tn/m}^3$

MATERIAL COMPACTADO

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
DENSIDAD MAXIMA			
Masa de Molde (M1)	2.78	2.78	2.76
Masa Molde + Material (M2)	8.07	8.13	8.06
Volumen Molde	2.813	2.813	2.813
Dmax	1.880555	1.901884	1.884109

$\gamma_{max} = 1.89 \text{ tn/m}^3$

DENSIDAD RELATIVA Dr (%) = 24.66

DENSIDAD NATURAL DEL SUELO

UNE-103-301-94

PROYECTO : Defensa ribereña km 14+260 y 14+492 del Rio Lucre
 UBICACIÓN : Lucre - Quispicanchi - Cusco
 SOLICITA : Universidad Alas Peruanas Margen Izquierda
 FECHA : Ene-17 Calicata N°02

DENSIDAD NATURAL	
Volumen Referencial (V1)	1.78
Masa Material Extraído	2.54
Volumen de Excavacion (V2)	3.36
Volumen Real (V2-V1)	1.58
Densidad Natural	1.607594937

$\gamma_{nat} = 1.61 \text{ tn/m}^3$

DENSIDAD MINIMA - DENSIDAD MAXIMA

UNE-103-105-93 UNE 103-106-93

MATERIAL SUELTO

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
DENSIDAD MINIMA			
Masa de Molde (M1)	2.55	2.52	2.54
Masa Molde + Material (M2)	6.87	6.86	6.89
Volumen Molde	2.813	2.813	2.813
Dmin	1.535727	1.542837	1.546392

$\gamma_{min} = 1.54 \text{ tn/m}^3$

MATERIAL COMPACTADO

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
DENSIDAD MAXIMA			
Masa de Molde (M1)	2.78	2.78	2.76
Masa Molde + Material (M2)	8.09	8.11	8.13
Volumen Molde	2.813	2.813	2.813
Dmax	1.887664	1.894774	1.908994

$\gamma_{max} = 1.90 \text{ tn/m}^3$

DENSIDAD RELATIVA D_r (%) = 21.89

DENSIDAD NATURAL DEL SUELO

UNE-103-301-94

PROYECTO : Defensa ribereña km 14+260 y 14+492 del Rio Lucre
 UBICACIÓN : Lucre - Quispicanchi - Cusco
 SOLICITA : Universidad Alas Peruanas Margen Izquierda
 FECHA : Ene-17 Calicata N°03

DENSIDAD NATURAL	
Volumen Referencial (V1)	1.78
Masa Material Extraído	2.56
Volumen de Excavacion (V2)	3.36
Volumen Real (V2-V1)	1.58
Densidad Natural	1.617721519

$$\gamma_{nat} = 1.62 \text{ tn/m}^3$$

DENSIDAD MINIMA - DENSIDAD MAXIMA

UNE-103-105-93 UNE 103-106-93

MATERIAL SUELTO

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
DENSIDAD MINIMA			
Masa de Molde (M1)	2.55	2.52	2.54
Masa Molde + Material (M2)	6.89	6.84	6.87
Volumen Molde	2.813	2.813	2.813
Dmin	1.542837	1.535727	1.539282

$$\gamma_{min} = 1.54 \text{ tn/m}^3$$

MATERIAL COMPACTADO

	Ensayo 1	Ensayo 2	Ensayo 3
DENSIDAD MAXIMA			
Masa de Molde (M1)	2.78	2.78	2.76
Masa Molde + Material (M2)	8.12	8.14	8.15
Volumen Molde	2.813	2.813	2.813
Dmax	1.898329	1.905439	1.916104

$$\gamma_{max} = 1.91 \text{ tn/m}^3$$

$$\text{DENSIDAD RELATIVA } D_r (\%) = 25.17$$

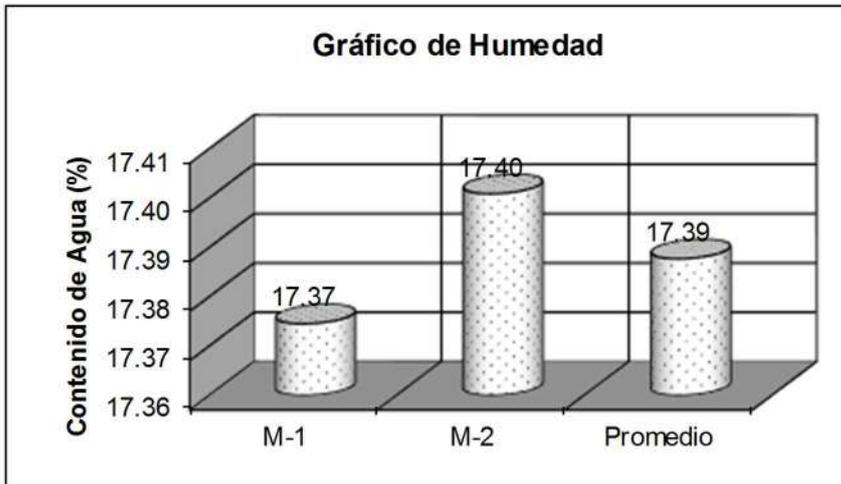
$$\text{DENSIDAD RELATIVA PROMEDIO } D_r (\%) = 23.91$$

$$\text{ANGULO DE FRICCION INTERNA } \phi = 34.20$$

$$\phi \text{ EFECTIVO CORRECCION POR CORTE LOCAL} = 24.37$$

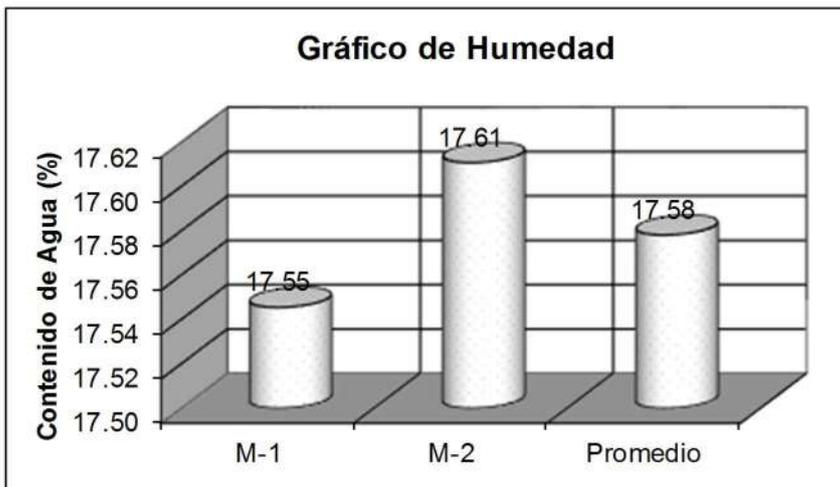
PROYECTO : Defensa ribereña km 14+260 y 14+492 del Rio Lucre
 UBICACIÓN : Lucre - Quispicanchi - Cusco
 CALICATA : 1
 SOLICITAN : Universidad Alas Peruanas
 FECHA : Ene-17

HUMEDAD NATURAL ASTM C 566 (MTC E 108)		
Muestra	M - 1	M - 2
Lado		
N° de Tarro	15	11
P. Del Tarro (gr)	50.25	49.25
Tarro + S. Humedo (gr)	101.93	102.55
Tarro + S. Seco (gr)	94.28	94.65
P. Del S. Humedo (gr)	51.68	53.30
P. Del S. Seco (gr)	44.03	45.40
P. Del Agua (gr)	7.65	7.90
% De Humedad	17.37	17.40
Humedad Promedio (%)=		17.39



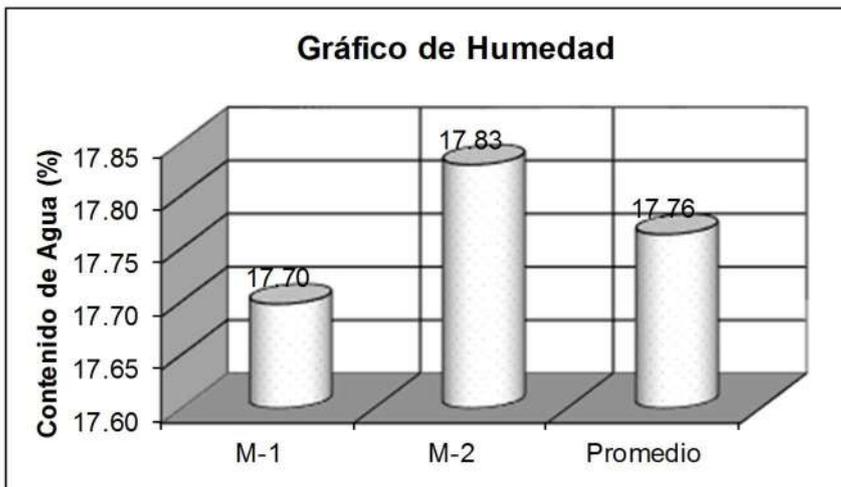
PROYECTO : Defensa ribereña km 14+260 y 14+492 del Rio Lucre
 UBICACIÓN : Lucre - Quispicanchi - Cusco
 CALICATA : 2
 SOLICITAN : Universidad Alas Peruanas
 FECHA : Ene-17

HUMEDAD NATURAL ASTM C 566 (MTC E 108)		
Muestra	M - 1	M - 2
Lado		
N° de Tarro	18	19
P. Del Tarro (gr)	50.25	49.25
Tarro + S. Humedo (gr)	101.97	102.61
Tarro + S. Seco (gr)	94.25	94.62
P. Del S. Humedo (gr)	51.72	53.36
P. Del S. Seco (gr)	44	45.37
P. Del Agua (gr)	7.72	7.99
% De Humedad	17.55	17.61
Humedad Promedio (%)=		17.58



PROYECTO : Defensa ribereña km 14+260 y 14+492 del Rio Lucre
 UBICACIÓN : Lucre - Quispicanchi - Cusco
 CALICATA : 3
 SOLICITAN : Universidad Alas Peruanas
 FECHA : Ene-17

HUMEDAD NATURAL ASTM C 566 (MTC E 108)		
Muestra	M - 1	M - 2
Lado		
N° de Tarro	18	19
P. Del Tarro (gr)	50.25	49.25
Tarro + S. Humedo (gr)	101.99	102.65
Tarro + S. Seco (gr)	94.21	94.57
P. Del S. Humedo (gr)	51.74	53.4
P. Del S. Seco (gr)	43.96	45.32
P. Del Agua (gr)	7.78	8.08
% De Humedad	17.70	17.83
Humedad Promedio (%)=		17.76





Ensayo de Granulometría



Ensayo de Densidad

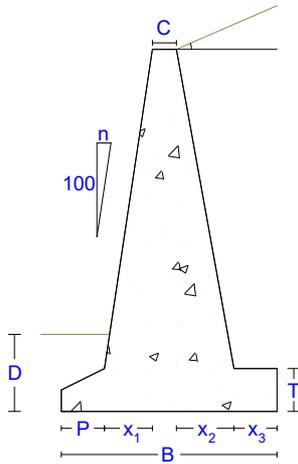


Porcentaje de Humedad

6.2.3 Diseño y cálculo estructural de muro de gravedad

Diseño de Muro de Gravedad

1) Datos:



Características Geométricas del Muro

Altura de muro de contención:	H=	3.20 m
Longitud de corona:	C=	0.40 m
Base de muro de contención:	B=	1.60 m
Longitud punta:	P=	0.40 m
Distancia x1:	x1=	0.10 m
Distancia x2:	x2=	0.30 m
Distancia x3:	x3=	0.40 m
Espesor de talón:	T=	0.50 m

Características del Suelo Portante

Angulo de fricción interna (suelo portante):	ØP=	34.20 °
Peso volumétrico (suelo portante):	γP	1610 kg/m ³
Capacidad portante del terreno:	Sadm=	3.54 kg/cm ²

Características del Suelo que soporta el Muro de Contención

Angulo de fricción interna (suelo relleno):	ØR=	34.20 °
Peso volumétrico (suelo relleno):	γR	1900 kg/m ³
Pendiente de relleno con horizontal:	β=	1.00 °

2) Calculo de Empuje Lateral del Suelo:

Hallamos el coeficiente de presión activa:

$$K_a = \cos \beta \times \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi_R}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi_R}} \quad K_a = 0.280451$$

Para β=0, usar:

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) \quad K_a =$$

Determinamos la fuerza activa:

$$P_a = 0.5 \gamma_R H^2 K_a \quad P_a = 2.728224 \text{ tn/m}$$

Hallamos las componentes de la fuerza activa:

Componente horizontal de Pa	Pah=	2.73 tn/m
Componente vertical de Pa	Pav=	0.05 tn/m

3) Calculo de las Características Geométricas del Muro de Contención:

a) Peso de Estructura de Concreto por metro lineal y Centro de Gravedad:

Peso volumétrico del Concreto: $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$

	Figura	Area (m ²)	Xg (m)	Yg (m)	AXg	AYg	Peso (tn)
Concreto	A1	0.14	0.47	1.40	0.06	0.19	0.32
	A2	1.08	0.70	1.85	0.76	2.00	2.59
	A3	0.41	1.00	1.40	0.41	0.57	0.97
	A4	0.05	0.27	0.33	0.01	0.02	0.12
	A5	0.10	0.20	0.13	0.02	0.01	0.24
	A6	0.60	1.00	0.25	0.60	0.15	1.44
Terreno	A7	0.41	1.10	2.30	0.45	0.93	0.77
	A8	1.08	1.40	1.85	1.51	2.00	2.05
	A9	0.00	1.37	3.20	0.01	0.01	0.01

Por consiguiente el centro de gravedad de la estructura de concreto es: $X_g = 0.78 \text{ m}$

$Y_g = 1.24 \text{ m}$

Por consiguiente el centro de gravedad del volumen de terreno es: $X_g = 1.32 \text{ m}$

$Y_g = 1.98 \text{ m}$

4) Calculo de la Estabilidad del Muro:

a.- Por Volteo:

b) Determinamos el momentos estabilizador:

Peso del Muro de contención:	Wc=	5.69	tn
Brazo c/r a la punta:	XgC=	0.78	m
Peso del volumen de terreno que esta sobre el talón del muro de contención:	WT=	2.83	tn
Brazo c/r a la punta:	XgT=	1.32	m
Componente vertical del empuje activo:	Pav=	0.05	tn
Brazo c/r a la punta:	Xp=	1.14	m

$$M_{es} = W_C X_{gC} + W_T X_{gT} + P_{av} X_p$$

Por consiguiente el momento estabilizador es: $M_{es} = 8.24 \text{ tn-m}$

c) Determinamos el momento de volteo:

Componente horizontal del empuje activo:	Pah=	2.73	tn
Brazo c/r a la punta:	Yp=	1.07	m

$$M_{vol} = P_{ah} Y_p$$

Por consiguiente el momento de volteo es: $M_{vol} = 2.91 \text{ tn-m}$

El factor de seguridad frente al volteo es: $F.S. = \frac{M_{es}}{M_{vol}} = 2.83 > 1.50 \text{ OK!}$

b.- Por Deslizamiento:

Determinamos el coeficiente de fricción:	$f = \text{coef} \times \text{tg} \phi_p$	f=	0.61
	$F_R = \sum V \times f$	FR=	5.24

El factor de seguridad frente al deslizamiento: $F.S. = \frac{F_R}{P_{ah}} = 1.92 > 1.80 \text{ OK!}$

4) Ubicación de la resultante en la base (c/r a la punta)

Determinamos su ubicación c/r a "O": $\bar{X} = \frac{M_{es} - M_{vol}}{\sum V} = 0.54 \text{ m}$

Por consiguiente la excentricidad es: $e = X - \frac{b}{2} = -0.26 \text{ m}$

5) Calculo de la presión actuante sobre el suelo

Para lo cual hacemos uso de la siguiente fórmula:

$$S_{base} = \frac{\sum V}{B} \left(1 \pm 6 \frac{e}{B}\right)$$

Donde: $\sum V$: Sumatoria de fuerzas verticales (tn)
B: Base del muro de contención (m)
e: excentricidad (m)

Por consiguiente: $S_{basemin} = 0.18 \text{ tn/m}^2$
 $S_{basemax} = 10.53 \text{ tn/m}^2 \Rightarrow S_{basemax} = 1.05 \text{ kg/cm}^2$

Se debe cumplir que: $S_{base} < S_{adm} \text{ terreno}$

1.05 < 3.54 **OK!**

6.2.4 Diseño de mezcla (Método de CAPECO)

Tabla A

Tipos de Construcción	SLUMP	
	Máximo (pulg)	Mínimo (pulg)
Zapatas y muros de cimentación reforzados	3	1
Zapatas simples, caissons y muros de subestructura	3	1
Vigas y muros reforzados	4	1
Columnas de edificios	4	1
Pavimentos y losas	3	1
Concreto masivo	2	1

Tabla B

Requerimientos aproximados de agua de mezclado para diferentes SLUMP y tamaño máximo de agregados			
SLUMP (pulg)	Agua en Kg/m ³ de C°		
	Tamaño máximo del agregado		
	1/2"	3/4"	1 1/2"
1/2" a 2"	190	175	160
2" a 3"	215	200	180
3" a 5"	240	215	195

Tabla C

Condiciones	K
Materiales de calidad muy controlada, dosificación por pesado, supervisión especializada constante	1.15
Materiales de calidad controlada, dosificación por volúmen, supervisión especializada esporádica	1.25
Materiales de calidad controlada, dosificación por volúmen, sin supervisión especializada	1.35
Materiales variables, dosificación por volúmen sin supervisión especializada	1.5

Tabla D

f _c (Kg/cm ²)	Relación a/c (en peso)	
	sin/aire incorporado	con/aire incorporado
140	0.8	0.71
175	0.67	0.54
210	0.58	0.46
245	0.51	0.4
280	0.44	0.35
315	0.38	Otro método

Tabla F

Tamaño Máximo (pulg)	Estimación del peso del C°	
	Peso del Concreto	
	C° sin aire	C° con aire
1/2"	2315	2235
3/4"	2355	2280
1"	2375	2315
1 1/2"	2420	2355

Tabla E

Volumen de agregado grueso seco compactado por unidad de volumen de concreto (m ³)				
Tamaño Máximo (pulg)	Modulo de Fineza de la Arena			
	2.40	2.60	2.80	3.00
1/2"	0.59	0.57	0.55	3.00
3/4"	0.66	0.64	0.62	0.53
1"	0.71	0.69	0.67	0.60
1 1/2"	0.76	0.74	0.72	0.65

DISEÑO DE MEZCLAS (METODO DE CAPECO)

Exigencias de la Especificación:

Resistencia a la compresión: $f_c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
 Tipo de construcción: Zapatas simples, caissons y muros de subestructura
 Agregado grueso máximo: $3/4''$
 Condiciones: Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión especializada esporádica

Calidad de los Materiales:

Cemento: Portald Tipo 1
Agregado Grueso: Peso unitario seco y compactado: 1624 kg/m^3
 Peso unitario: 1302 kg/m^3
 Contenido de humedad: 0.56%
 % de absorción: 2.10%
Agregado Fino: Modulo de fineza: 2.60
 Peso unitario: 1679 kg/m^3
 Contenido de humedad: 3.62%
 % de absorción: 1.92%

1) Selección del asentamiento:

Si el asentamiento no está especificado hacemos uso del Cuadro A: SLUMP = $3''$

2) Selección del tamaño máximo del agregado:

En este caso tenemos que el agregado máximo es: $3/4''$

3) Estimación del agua de mezclado:

Viene a ser la cantidad de agua por unidad de volumen de concreto para obtener un asentamiento determinado. La tabla B proporciona una estimación de agua para diferentes tamaños de agregado.

Debido a que el SLUMP es $3''$ y tenemos un agregado grueso $3/4''$ la cantidad de agua aproximadamente será:

Cantidad de agua: 215 kg/m^3

4) Selección de la relación agua-cemento:

Primero determinamos las condiciones en las cuales se está trabajando, para nuestro caso:

Materiales de calidad controlada, dosificación por volumen, supervisión especializada esporádica

Por lo cual la constante para incrementar la resistencia del concreto es: $K = 1.25$

Sabemos que: $f'_{cr} = K \times f'_c$

$$f'_{cr} = 218.75 \text{ kg/cm}^2$$

Hacemos la interpolación haciendo uso de la tabla D, en referencia al aire: **sin aire**

f_c	a/c
210.00	0.58
218.75	0.56
245.00	0.51

Por consiguiente, la relación agua cemento será: 0.56

5) Calculo del contenido de cemento:

El cemento requerido es igual al agua de mezclado entre la relación agua cemento, se debe precisar que si el proyecto indica un contenido mínimo de cemento la mezcla estará basada en este.

Sabemos que:

$$\text{Contenido de Cemento (Kg / m3)} = \frac{\text{Agua de mezclado (Kg / m3)}}{\text{Relación a / c (paraf 'cr)}}$$

Contenido de Cemento: 382.22 kg/m3 \approx 8.99 (bolsas aproximadamente)

6) Estimación del contenido de agregado grueso:

El volumen de agregado grueso seco compactado depende del tamaño máximo de agregado (pulg) y el módulo de fineza de la arena.

Teniendo presente que: Tamaño máximo (agregado): 3/4 "
Modulo de fineza (arena): 2.60

Sabemos que:

$$\text{Cantidad de Agregado (en kg)} = \left[\begin{array}{l} \text{Volúmen de Agregado} \\ \text{grueso(en m3)} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{l} \text{Peso unitario seco y} \\ \text{compactado (kg / m3)} \end{array} \right]$$

De la tabla E tenemos el volúmen del agregado grueso en (m3) 0.64

Agregado grueso: 1039.36 kg

7) Estimación del contenido de agregado fino:

Podemos estimar el peso del concreto fresco de acuerdo a la tabla F:

Teniendo presente que: Tamaño máximo (agregado): 3/4 "
Tipo de Concreto: sin aire

Peso del concreto: 2355 kg/m3

En base al peso del concreto se obtiene:

Agregado fino: 718.42 kg

8) Ajuste por contenido de humedad de los agregados:

Generalmente los agregados utilizados en la preparación de concreto, están húmedos por lo cual sus pesos secos se incrementan en el porcentaje de agua que contengan, tanto agua absorbida como superficial. Así el agua de mezclado debe ser reducida en una cantidad igual a la humedad que aportan los agregados.

Agregado Grueso: humedad total: 0.56 %
% de absorción: 2.10 %

Agregado Fino: humedad total: 3.62 %
% de absorción: 1.92 %

Así tenemos:

$$\left[\begin{array}{l} \text{Peso del Agregado} \\ \text{grueso húmedo (en kg)} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Peso del agregado} \\ \text{grueso seco (en Kg)} \end{array} \right] \times \left[1 + \frac{a}{100} \right]$$

Agregado Grueso: 1045.18 kg

$$\left[\begin{array}{l} \text{Peso del Agregado} \\ \text{fino húmedo (en kg)} \end{array} \right] = \left[\begin{array}{l} \text{Peso del agregado} \\ \text{fino seco (en Kg)} \end{array} \right] \times \left[1 + \frac{c}{100} \right]$$

Agregado Fino: 744.42 kg

Calculamos el agua de mezcla neta:

Agua en el agregado grueso:	-16.01 kg
Agua en el agregado fino:	12.21 kg
Agua de mezclado neta:	218.79 kg

9) Dosificación en peso resultante:

Cemento:	382.22	Kg	≈	8.99 (bolsas)
Agregado Grueso:	1045.18	Kg		
Agregado Fino:	744.42	Kg		
Agua de Mezclado	218.79	Kg		

10) Dosificación en volúmen resultante:

Partiendo de los resultados obtenidos y conocidos de los pesos unitarios saturados:

Agregado grueso:	1302 kg/m ³
Agregado fino:	1679 kg/m ³

Se tiene: Cemento:	382.22 Kg	≈	8.99 (bolsas)	≈	0.255 m ³
Agregado grueso:	0.803 m ³				
Agregado fino:	0.443 m ³				
Agua de Mezclado:	0.219 m ³				

La proporción cemento : arena : piedra : agua

$$\frac{0.255}{0.255} : \frac{0.443}{0.255} : \frac{0.803}{0.255} : 0.219$$

Por tanto la dosificación en volúmen resultante sera:

$$1 : 1.7 : 3.2 : 0.9$$

6.3 ANEXO 3 - SIMULACIÓN HIDRÁULICA HEC RAS

6.3.1 Simulación Hidráulica – Situación sin proyecto

Imagen N°100: Inicio de ventana principal del HEC RAS

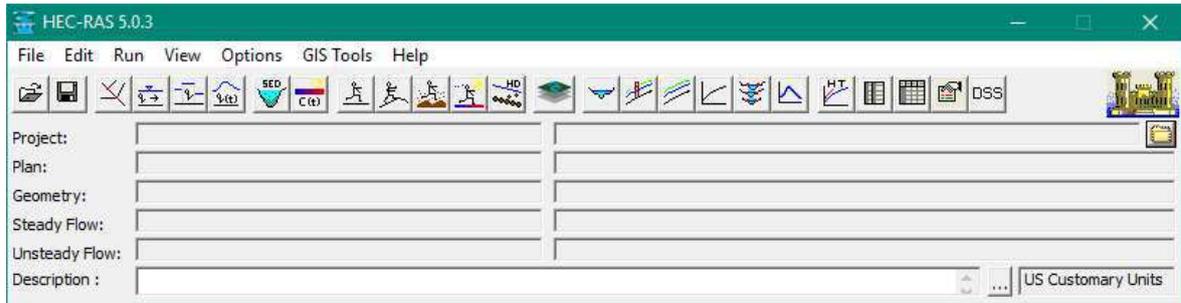


Imagen N°101: Ventana de creación de nuevo proyecto

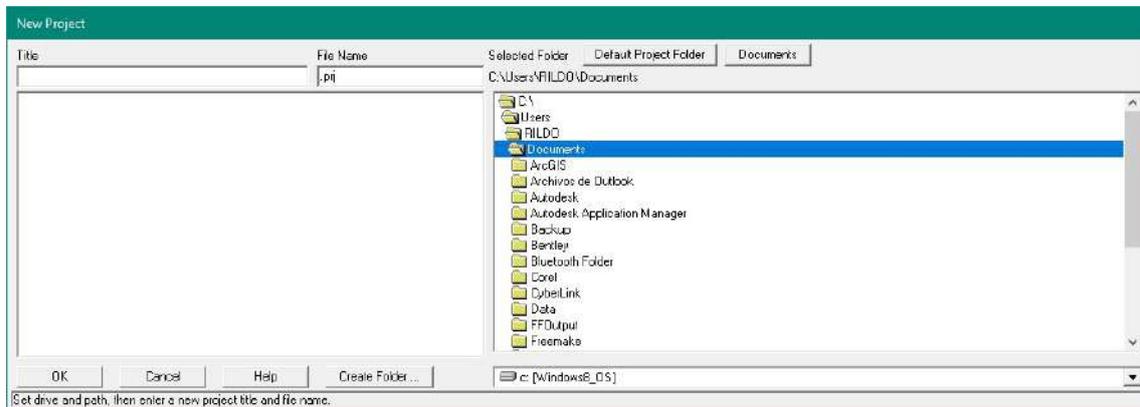


Imagen N°102: Ventana de ingreso de datos de sección transversales – situación sin proyecto

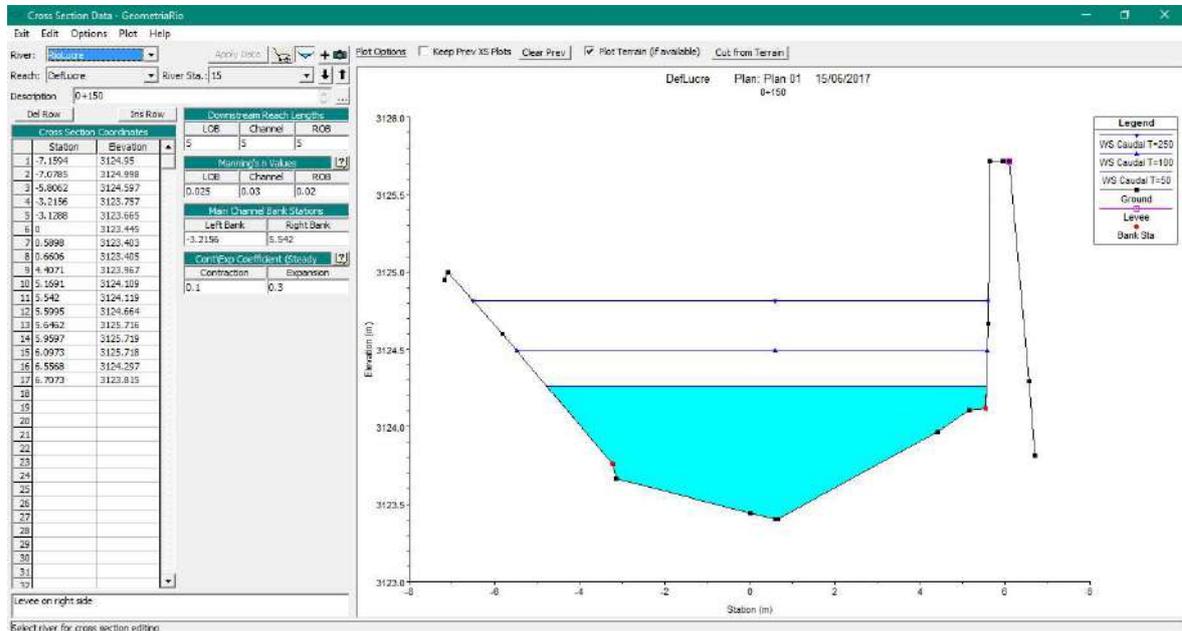


Imagen N°103: Geometría y vista en planta – situación sin proyecto

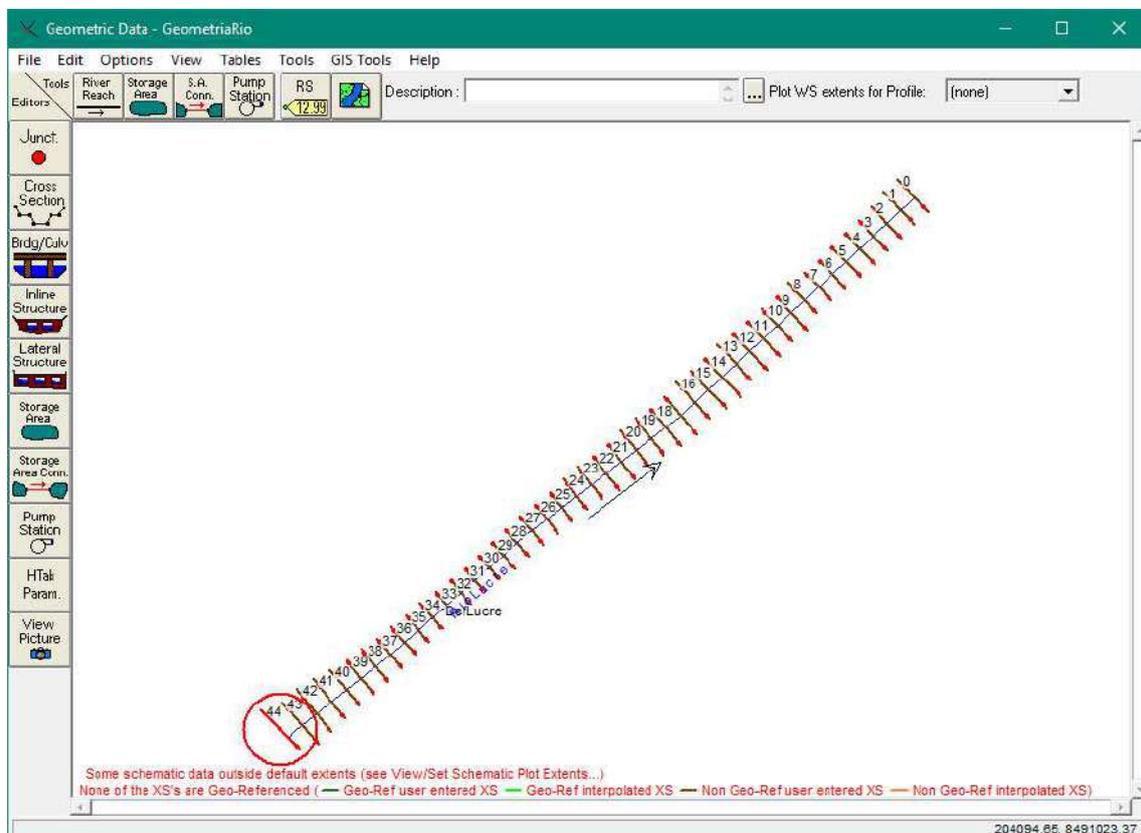


Imagen N°104: Flujo permanente – caudal de prueba

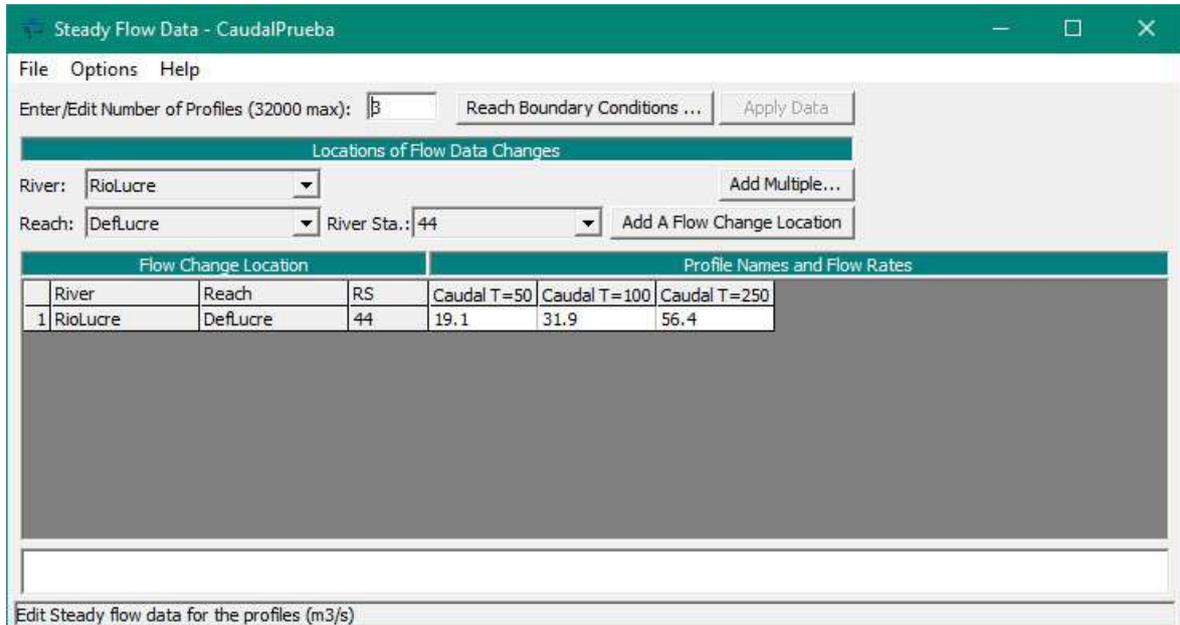


Imagen N°105: Corrida - simulación

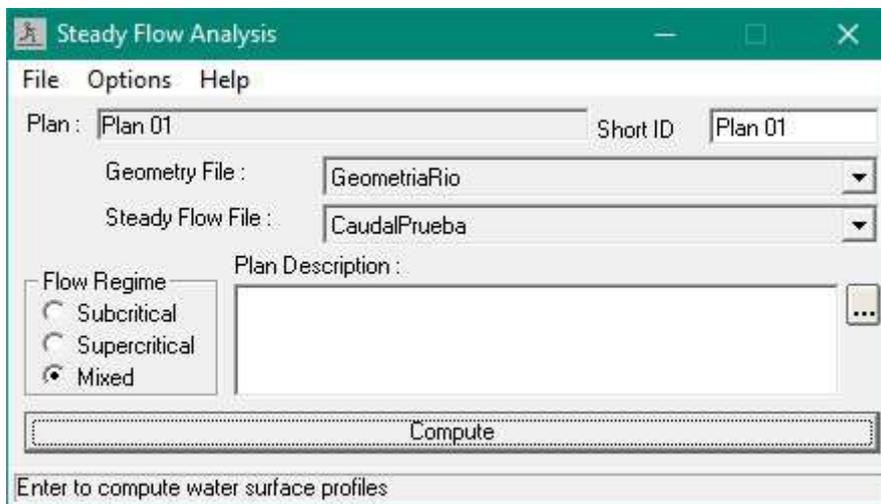
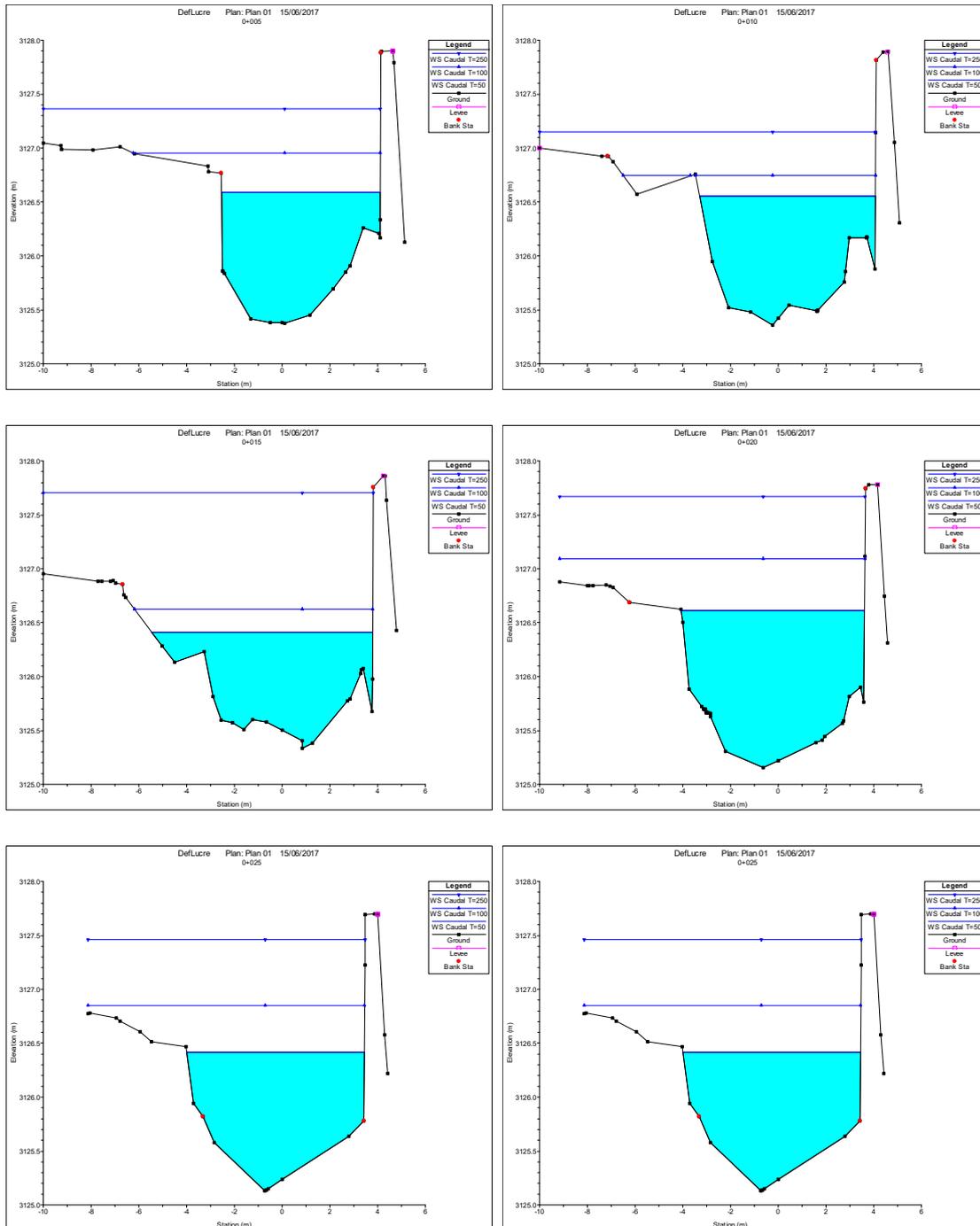
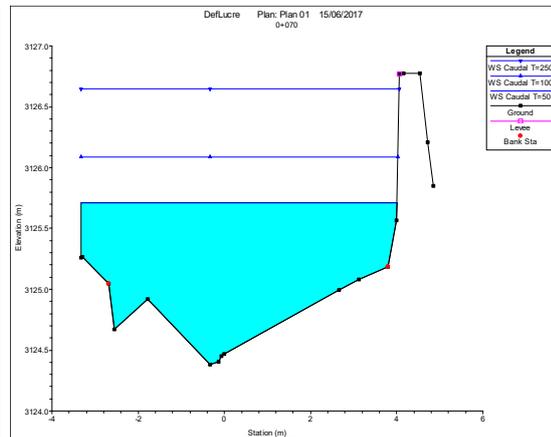
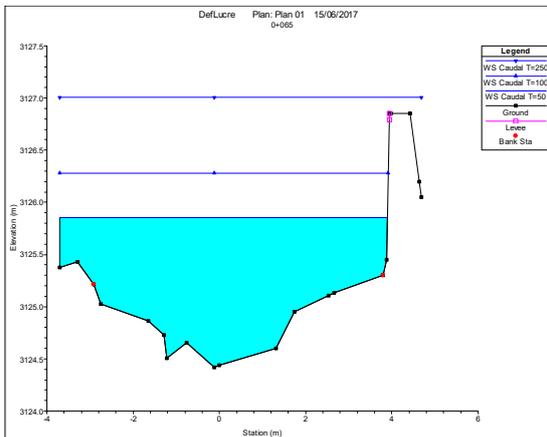
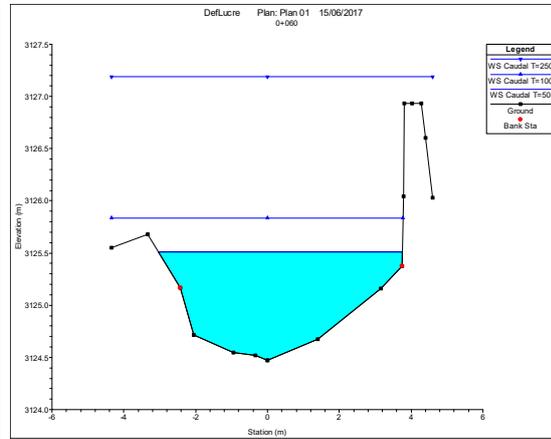
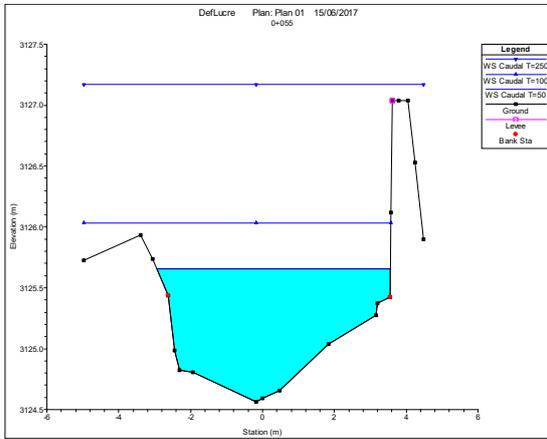
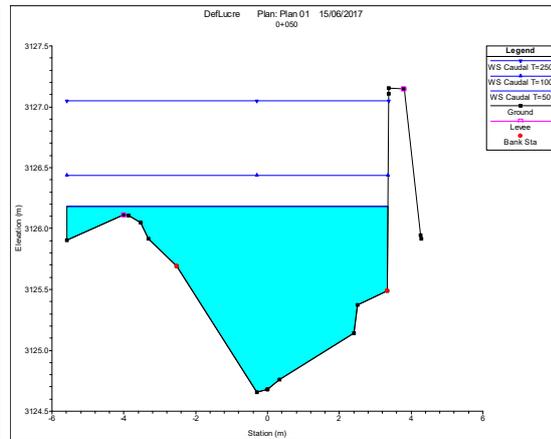
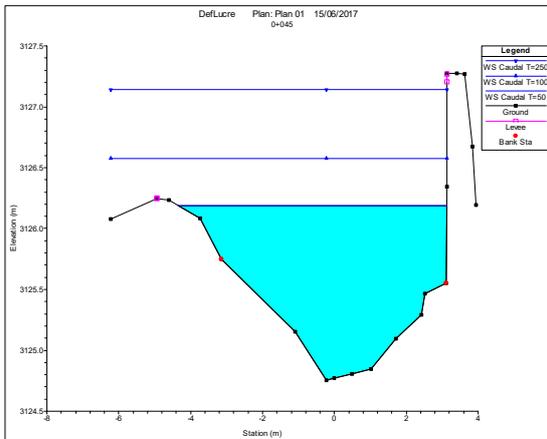
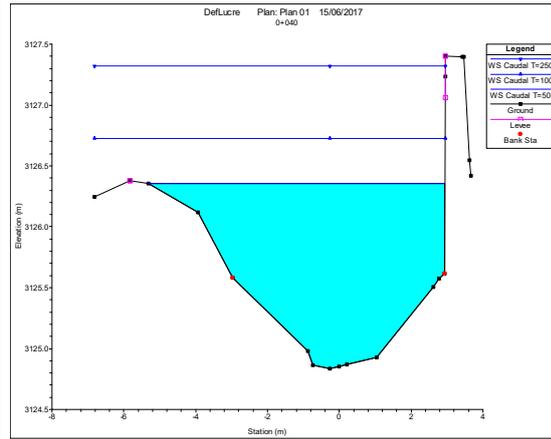
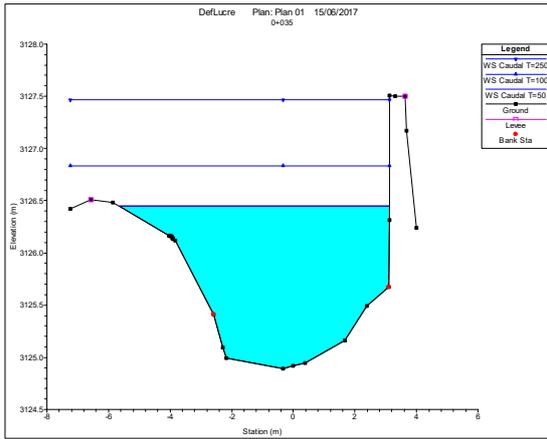
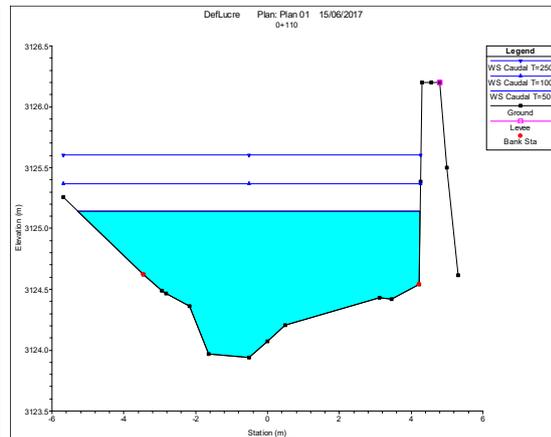
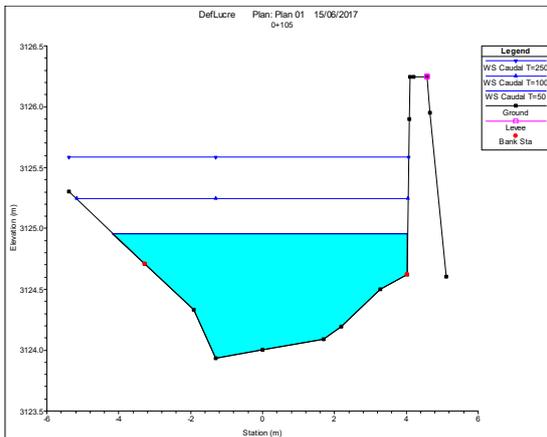
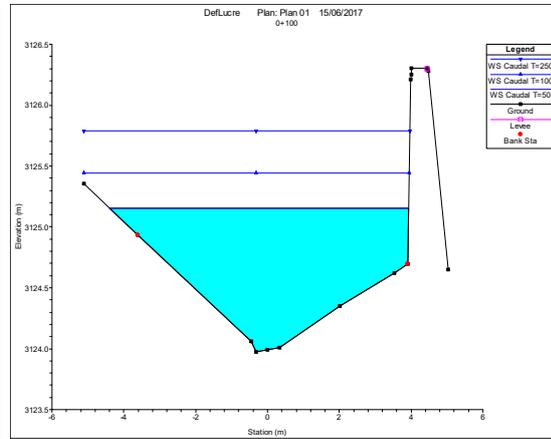
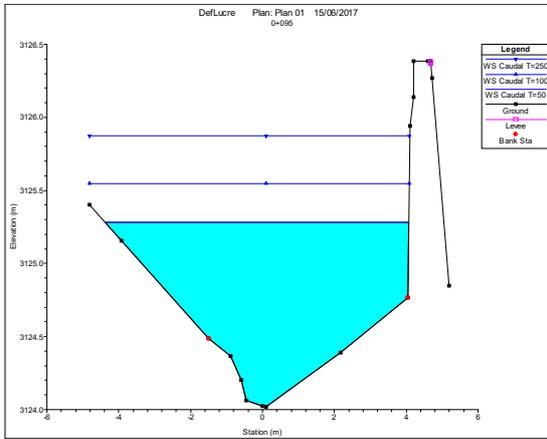
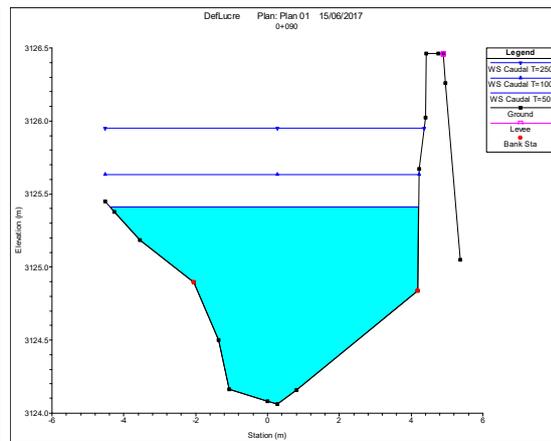
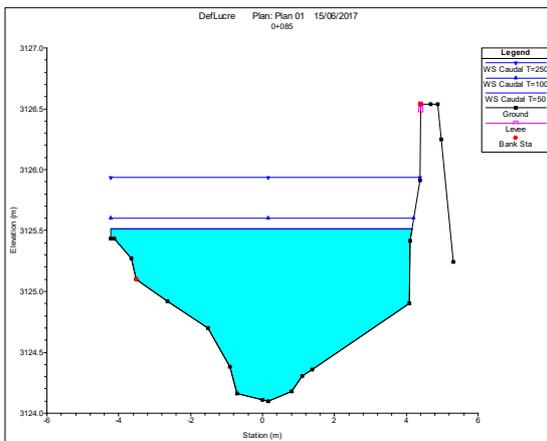
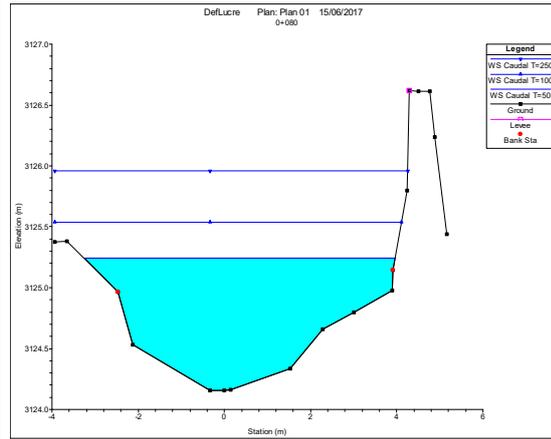
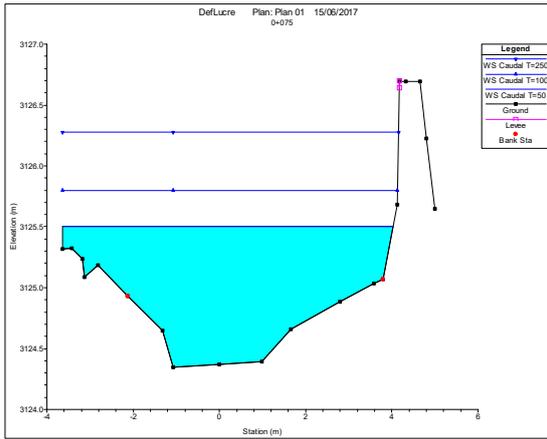
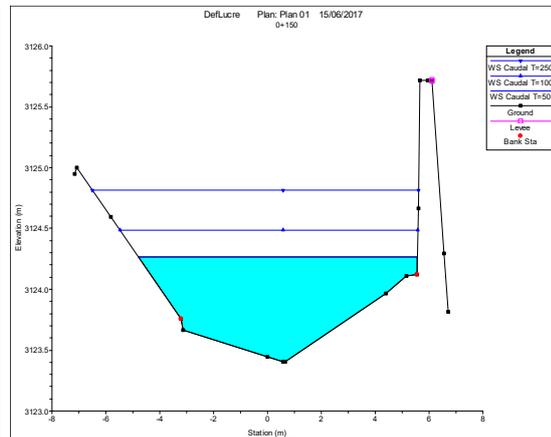
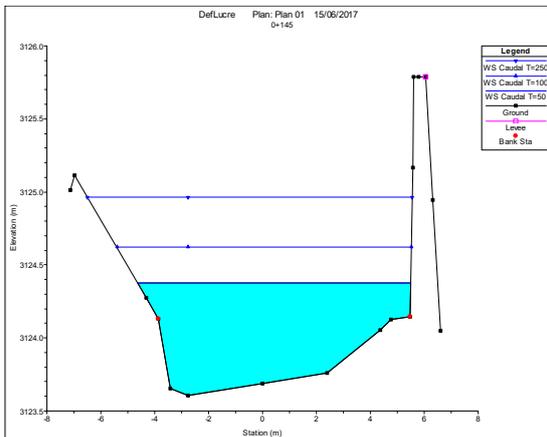
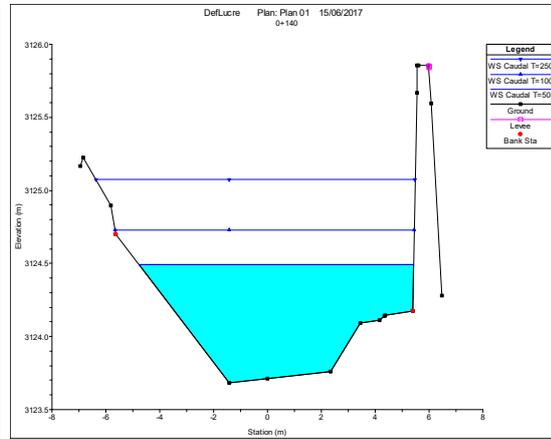
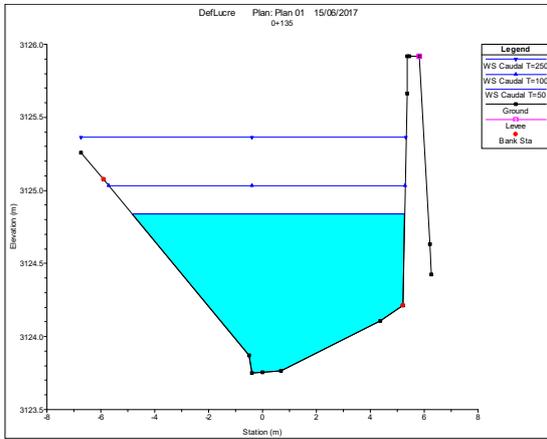
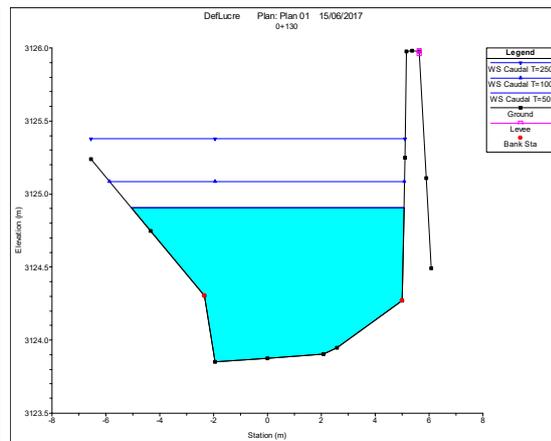
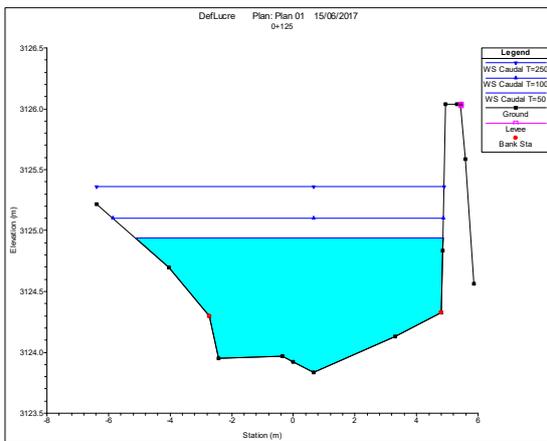
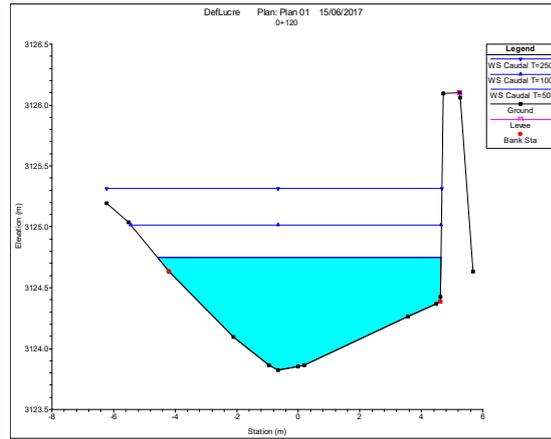
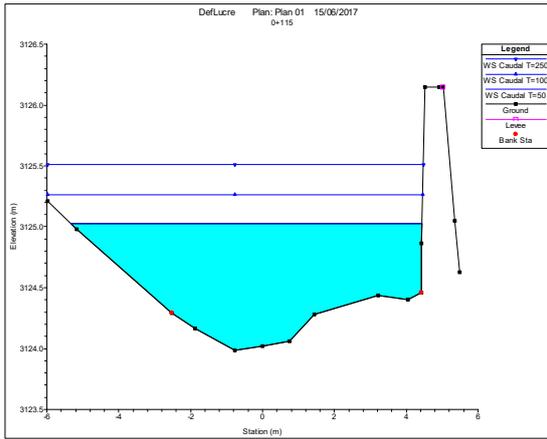


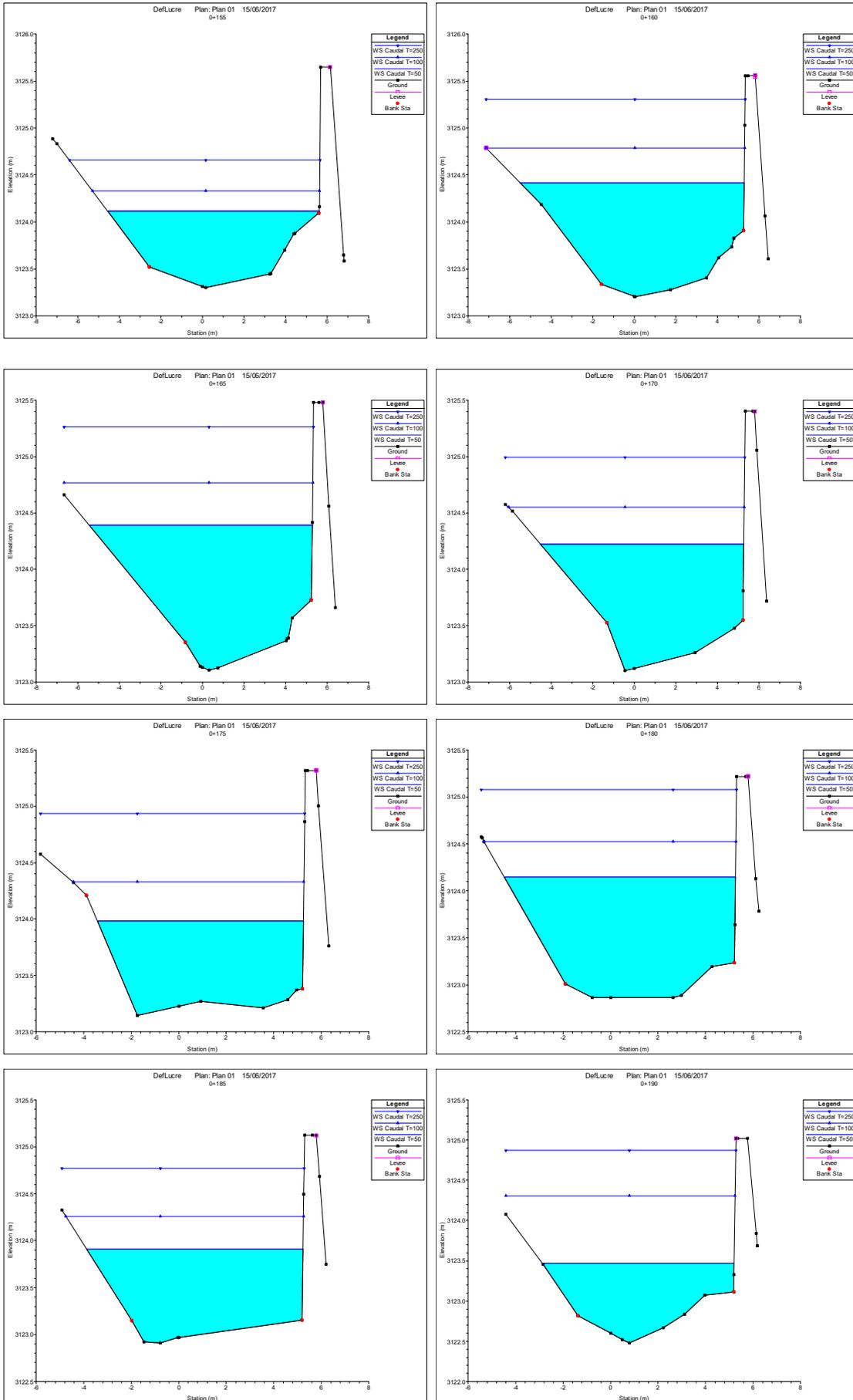
Imagen N°106: Secciones transversales de simulación hidráulica situación sin proyecto río lucre











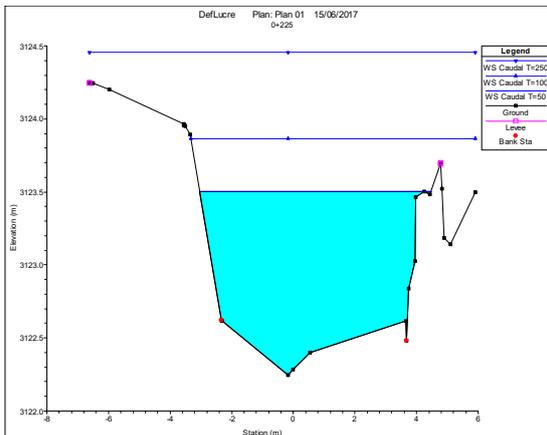
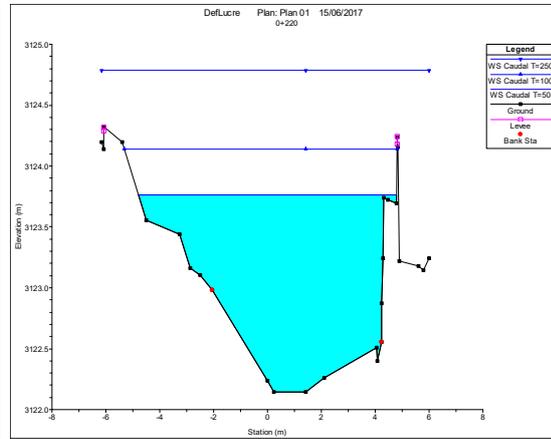
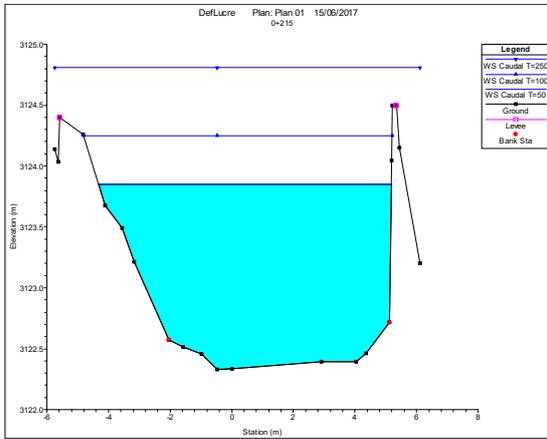
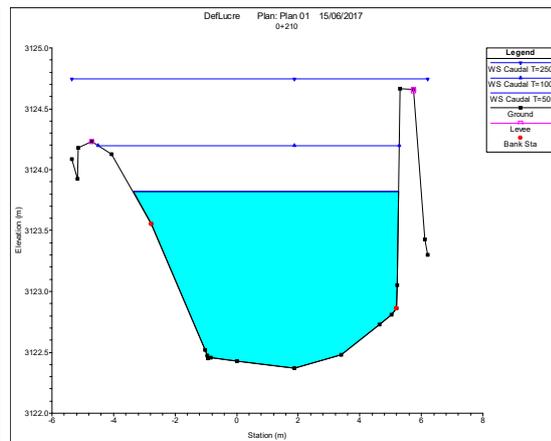
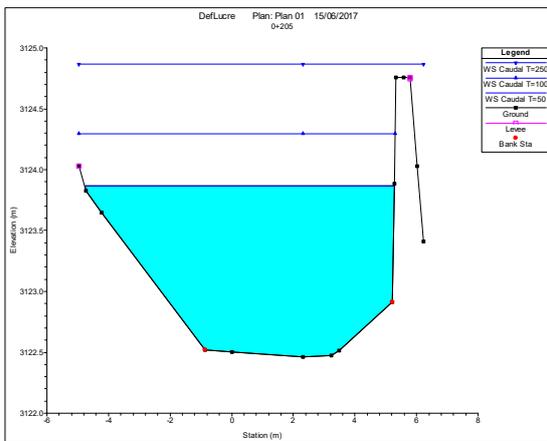
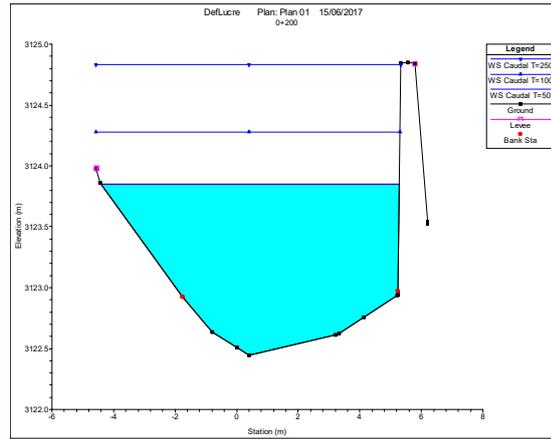
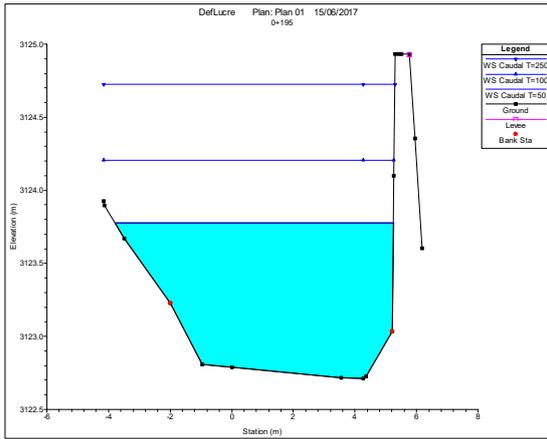
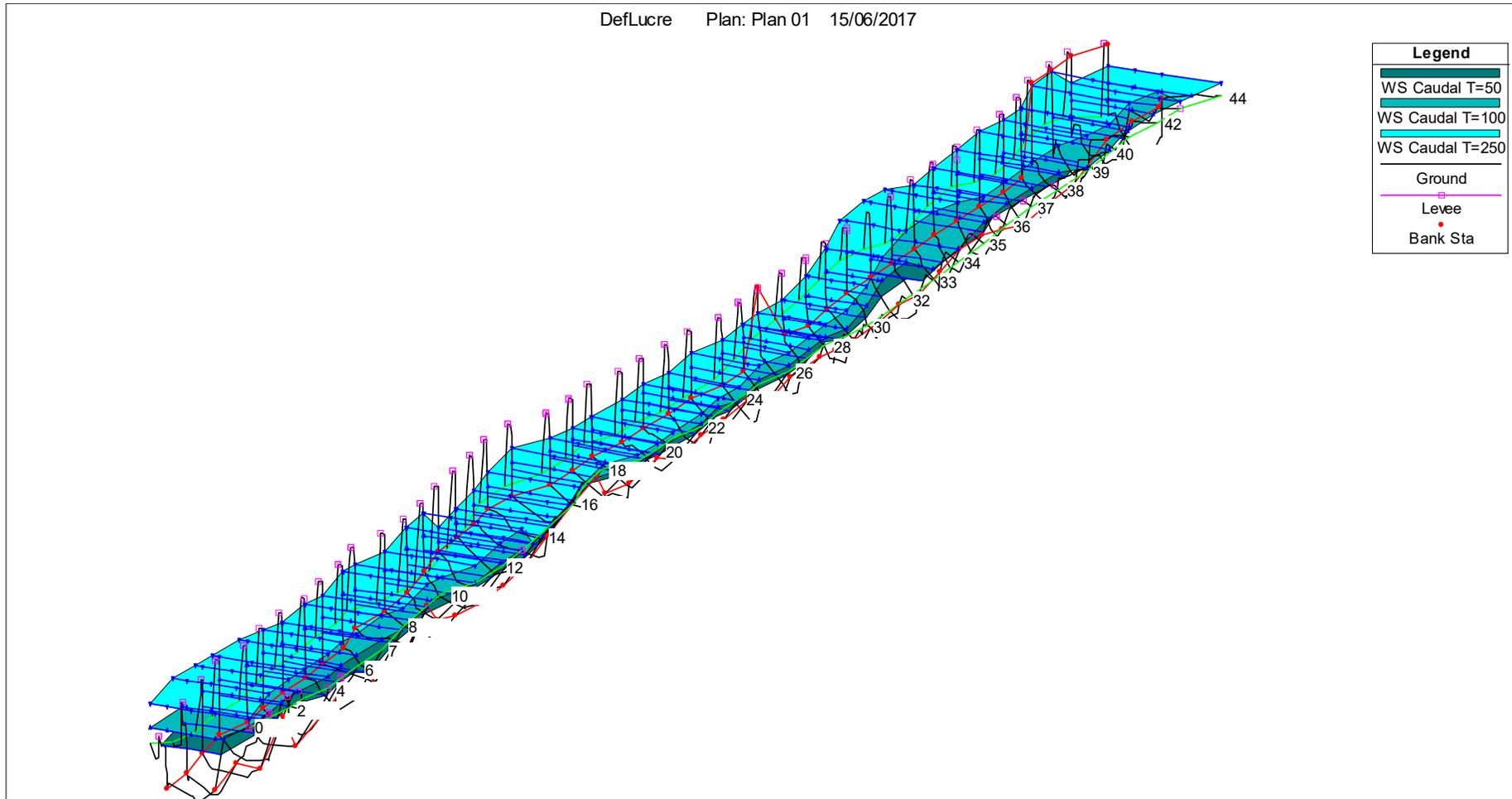


Imagen N°107: Simulación Hidráulica 3D del tramo en estudio – situación sin proyecto



Cuadro N°63: Resultados de Simulación Hidráulica – situación sin proyecto

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Max Chl Dpth (m)
DefLucre	44	Caudal T=50	19.10	3.10	6.17	6.64	1.03	1.22
DefLucre	44	Caudal T=100	31.90	3.69	8.87	10.35	1.04	1.58
DefLucre	44	Caudal T=250	56.40	4.31	14.49	14.12	1.06	1.99
DefLucre	43	Caudal T=50	19.10	2.99	6.39	7.37	1.02	1.20
DefLucre	43	Caudal T=100	31.90	3.97	8.03	10.36	1.44	1.39
DefLucre	43	Caudal T=250	56.40	4.42	13.09	14.09	1.34	1.79
DefLucre	42	Caudal T=50	19.10	3.18	6.00	9.26	1.26	1.08
DefLucre	42	Caudal T=100	31.90	3.98	8.03	9.98	1.42	1.29
DefLucre	42	Caudal T=250	56.40	2.66	21.98	13.82	0.63	2.37
DefLucre	41	Caudal T=50	19.10	2.18	8.77	7.69	0.65	1.46
DefLucre	41	Caudal T=100	31.90	2.32	14.16	12.78	0.64	1.94
DefLucre	41	Caudal T=250	56.40	2.72	21.53	12.79	0.62	2.51
DefLucre	40	Caudal T=50	19.10	2.81	6.94	7.44	0.90	1.28
DefLucre	40	Caudal T=100	31.90	3.12	11.14	11.58	0.83	1.72
DefLucre	40	Caudal T=250	56.40	3.41	18.22	11.59	0.76	2.33
DefLucre	39	Caudal T=50	19.10	2.85	7.14	8.25	0.86	1.32
DefLucre	39	Caudal T=100	31.90	3.56	10.03	10.97	0.96	1.63
DefLucre	39	Caudal T=250	56.40	3.37	18.52	10.98	0.73	2.40
DefLucre	38	Caudal T=50	19.10	2.34	8.74	8.78	0.65	1.56
DefLucre	38	Caudal T=100	31.90	2.78	12.71	10.36	0.68	1.95
DefLucre	38	Caudal T=250	56.40	3.23	19.30	10.37	0.67	2.58
DefLucre	37	Caudal T=50	19.10	2.58	7.77	8.24	0.75	1.52
DefLucre	37	Caudal T=100	31.90	3.05	11.40	9.75	0.78	1.89
DefLucre	37	Caudal T=250	56.40	3.59	17.21	9.76	0.78	2.48
DefLucre	36	Caudal T=50	19.10	2.99	6.52	7.47	0.95	1.44
DefLucre	36	Caudal T=100	31.90	3.36	10.16	9.35	0.91	1.82
DefLucre	36	Caudal T=250	56.40	3.94	15.44	9.36	0.90	2.39
DefLucre	35	Caudal T=50	19.10	2.84	7.13	8.95	0.86	1.52
DefLucre	35	Caudal T=100	31.90	3.66	9.37	8.95	1.00	1.77
DefLucre	35	Caudal T=250	56.40	4.09	14.91	8.96	0.93	2.39
DefLucre	34	Caudal T=50	19.10	4.02	4.78	6.49	1.46	1.09
DefLucre	34	Caudal T=100	31.90	4.37	7.65	8.53	1.30	1.47
DefLucre	34	Caudal T=250	56.40	3.47	17.75	9.44	0.73	2.61
DefLucre	33	Caudal T=50	19.10	4.10	4.72	6.79	1.51	1.04
DefLucre	33	Caudal T=100	31.9	4.61	7.23	8.11	1.42	1.36
DefLucre	33	Caudal T=250	56.4	3.31	18.59	8.93	0.68	2.72

DefLucre	32	Caudal T=50	19.1	2.69	7.32	7.6	0.85	1.44
DefLucre	32	Caudal T=100	31.9	3.14	10.57	7.62	0.83	1.86
DefLucre	32	Caudal T=250	56.4	3.67	16.35	8.4	0.79	2.59
DefLucre	31	Caudal T=50	19.1	3.01	6.52	7.34	0.99	1.33
DefLucre	31	Caudal T=100	31.9	3.57	9.29	7.36	0.99	1.71
DefLucre	31	Caudal T=250	56.4	4.43	13.4	7.38	1.03	2.27
DefLucre	30	Caudal T=50	19.1	3.47	5.77	7.66	1.18	1.16
DefLucre	30	Caudal T=100	31.9	4.18	8.04	7.76	1.24	1.46
DefLucre	30	Caudal T=250	56.4	5.13	11.73	7.78	1.28	1.93
DefLucre	29	Caudal T=50	19.1	3.85	5.03	7.21	1.4	1.09
DefLucre	29	Caudal T=100	31.9	4.51	7.34	8.04	1.39	1.38
DefLucre	29	Caudal T=250	56.4	5.5	10.77	8.19	1.44	1.81
DefLucre	28	Caudal T=50	19.1	2.6	7.43	8.39	0.85	1.42
DefLucre	28	Caudal T=100	31.9	3.97	8.14	8.44	1.25	1.5
DefLucre	28	Caudal T=250	56.4	5.24	10.98	8.6	1.45	1.84
DefLucre	27	Caudal T=50	19.1	2.87	6.97	8.58	0.91	1.35
DefLucre	27	Caudal T=100	31.9	3.77	8.92	8.73	1.08	1.57
DefLucre	27	Caudal T=250	56.4	5.09	11.72	8.88	1.3	1.89
DefLucre	26	Caudal T=50	19.1	3.18	6.38	8.46	1.05	1.26
DefLucre	26	Caudal T=100	31.9	3.91	8.69	8.89	1.14	1.53
DefLucre	26	Caudal T=250	56.4	5.16	11.61	8.9	1.33	1.85
DefLucre	25	Caudal T=50	19.1	3.27	5.9	8.32	1.19	1.17
DefLucre	25	Caudal T=100	31.9	3.88	8.46	9.05	1.2	1.47
DefLucre	25	Caudal T=250	56.4	5.03	11.61	9.06	1.35	1.81
DefLucre	24	Caudal T=50	19.1	3.57	5.42	8.21	1.34	1.02
DefLucre	24	Caudal T=100	31.9	4.18	7.89	9.22	1.33	1.31
DefLucre	24	Caudal T=250	56.4	5.28	11.16	9.46	1.45	1.65
DefLucre	23	Caudal T=50	19.1	2.75	7.18	9.52	0.94	1.2
DefLucre	23	Caudal T=100	31.9	3.53	9.42	9.94	1.07	1.43
DefLucre	23	Caudal T=250	56.4	5.02	11.73	9.96	1.39	1.66
DefLucre	22	Caudal T=50	19.1	3.03	6.61	9.77	1.08	1.04
DefLucre	22	Caudal T=100	31.9	3.73	9.05	10.44	1.16	1.28
DefLucre	22	Caudal T=250	56.4	5.11	11.62	10.45	1.44	1.53
DefLucre	21	Caudal T=50	19.1	3.49	5.49	9.2	1.42	0.93
DefLucre	21	Caudal T=100	31.9	4.02	8.08	10.1	1.36	1.19
DefLucre	21	Caudal T=250	56.4	5.17	11.29	10.89	1.51	1.5
DefLucre	20	Caudal T=50	19.1	2.61	7.64	10	0.87	1.1
DefLucre	20	Caudal T=100	31.9	3.62	9.32	10.74	1.11	1.27
DefLucre	20	Caudal T=250	56.4	4.9	12.27	11.29	1.35	1.53
DefLucre	19	Caudal T=50	19.1	2.6	7.72	10.12	0.86	1.06
DefLucre	19	Caudal T=100	31.9	3.54	9.59	10.95	1.07	1.23
DefLucre	19	Caudal T=250	56.4	4.66	12.99	11.68	1.25	1.53

DefLucre	18	Caudal T=50	19.1	2.62	7.32	10.11	0.98	1.09
DefLucre	18	Caudal T=100	31.9	3.42	9.36	11	1.18	1.29
DefLucre	18	Caudal T=250	56.4	4.32	13.22	12.06	1.27	1.62
DefLucre	17	Caudal T=50	19.1	3.43	5.57	10.19	1.48	0.81
DefLucre	17	Caudal T=100	31.9	3.96	8.08	11.09	1.48	1.04
DefLucre	17	Caudal T=250	56.4	4.72	12.05	11.86	1.45	1.39
DefLucre	16	Caudal T=50	19.1	3.44	5.61	10.12	1.43	0.77
DefLucre	16	Caudal T=100	31.9	4	8.16	10.92	1.4	1.01
DefLucre	16	Caudal T=250	56.4	4.85	12.1	12.04	1.43	1.36
DefLucre	15	Caudal T=50	19.1	3.49	5.61	10.34	1.44	0.86
DefLucre	15	Caudal T=100	31.9	4.13	7.99	11.05	1.46	1.08
DefLucre	15	Caudal T=250	56.4	5.01	11.81	12.11	1.49	1.41
DefLucre	14	Caudal T=50	19.1	3.59	5.47	10.18	1.49	0.81
DefLucre	14	Caudal T=100	31.9	4.26	7.78	10.93	1.51	1.03
DefLucre	14	Caudal T=250	56.4	5.15	11.54	12.05	1.54	1.36
DefLucre	13	Caudal T=50	19.1	2.24	9.06	10.79	0.7	1.21
DefLucre	13	Caudal T=100	31.9	2.59	13.34	12.45	0.7	1.58
DefLucre	13	Caudal T=250	56.4	3.04	19.84	12.48	0.7	2.1
DefLucre	12	Caudal T=50	19.1	2.28	9.03	10.72	0.7	1.29
DefLucre	12	Caudal T=100	31.9	2.59	13.41	11.96	0.68	1.67
DefLucre	12	Caudal T=250	56.4	3.12	19.34	11.99	0.71	2.16
DefLucre	11	Caudal T=50	19.1	2.77	7.35	9.79	0.91	1.12
DefLucre	11	Caudal T=100	31.9	3.22	10.79	11.34	0.91	1.45
DefLucre	11	Caudal T=250	56.4	3.83	15.87	11.51	0.93	1.89
DefLucre	10	Caudal T=50	19.1	3.25	5.88	8.68	1.26	0.84
DefLucre	10	Caudal T=100	31.9	3.55	9.04	9.7	1.14	1.18
DefLucre	10	Caudal T=250	56.4	3.74	15.63	11.13	0.95	1.79
DefLucre	9	Caudal T=50	19.1	2.01	9.97	9.74	0.59	1.29
DefLucre	9	Caudal T=100	31.9	2.46	13.77	10.6	0.63	1.66
DefLucre	9	Caudal T=250	56.4	3.04	19.76	10.76	0.67	2.22
DefLucre	8	Caudal T=50	19.1	2.81	7.05	9.12	0.96	1
DefLucre	8	Caudal T=100	31.9	3.24	10.36	10.01	0.94	1.35
DefLucre	8	Caudal T=250	56.4	3.82	15.6	10.21	0.92	1.87
DefLucre	7	Caudal T=50	19.1	3.85	5.12	8.08	1.46	0.99
DefLucre	7	Caudal T=100	31.9	2.67	12.66	9.65	0.69	1.82
DefLucre	7	Caudal T=250	56.4	3.3	18.18	9.68	0.73	2.39
DefLucre	6	Caudal T=50	19.1	2.63	7.52	9.05	0.85	1.07
DefLucre	6	Caudal T=100	31.9	2.9	11.5	9.44	0.79	1.49
DefLucre	6	Caudal T=250	56.4	3.62	16.44	9.46	0.83	2.01
DefLucre	5	Caudal T=50	19.1	2.06	9.77	9.69	0.6	1.41
DefLucre	5	Caudal T=100	31.9	2.42	13.94	9.87	0.6	1.83
DefLucre	5	Caudal T=250	56.4	3.08	19.42	9.89	0.66	2.39

DefLucre	4	Caudal T=50	19.1	1.9	10.71	10.05	0.53	1.4
DefLucre	4	Caudal T=100	31.9	2.25	15.1	10.26	0.54	1.83
DefLucre	4	Caudal T=250	56.4	2.85	21.39	11.18	0.6	2.41
DefLucre	3	Caudal T=50	19.1	1.98	9.74	8.61	0.57	1.45
DefLucre	3	Caudal T=100	31.9	2.49	13.18	9.78	0.63	1.83
DefLucre	3	Caudal T=250	56.4	3.12	19.47	11.56	0.68	2.37
DefLucre	2	Caudal T=50	19.1	1.71	11.7	9.5	0.46	1.52
DefLucre	2	Caudal T=100	31.9	2.17	15.6	10.02	0.51	1.92
DefLucre	2	Caudal T=250	56.4	2.8	22.59	11.87	0.58	2.48
DefLucre	1	Caudal T=50	19.1	2.07	9.79	9.57	0.57	1.62
DefLucre	1	Caudal T=100	31.9	2.56	13.52	10.13	0.62	2
DefLucre	1	Caudal T=250	56.4	2.91	22.39	12.16	0.6	2.64
DefLucre	0	Caudal T=50	19.1	2.93	6.8	7.52	0.91	1.26
DefLucre	0	Caudal T=100	31.9	3.39	10.24	9.23	0.91	1.62
DefLucre	0	Caudal T=250	56.4	3.83	16.89	12.51	0.86	2.21

6.3.2 Simulación Hidráulica – Situación con proyecto

Imagen N°108: Ventana de ingreso de datos de sección transversales – situación con proyecto

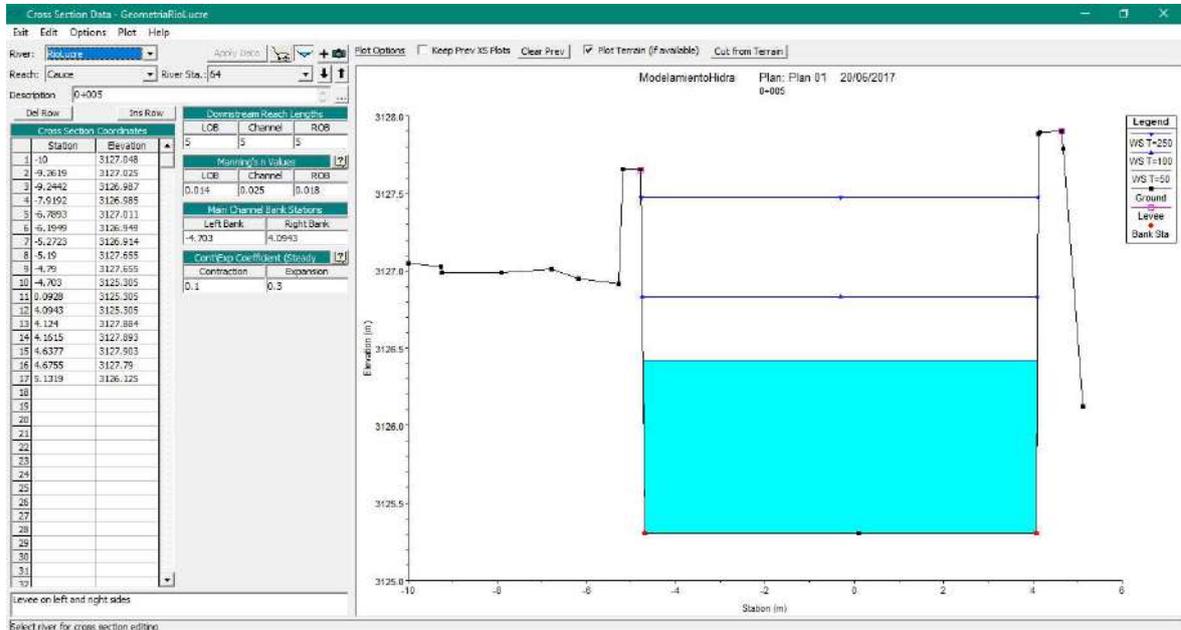


Imagen N°109: Geometría y vista en planta – situación con proyecto

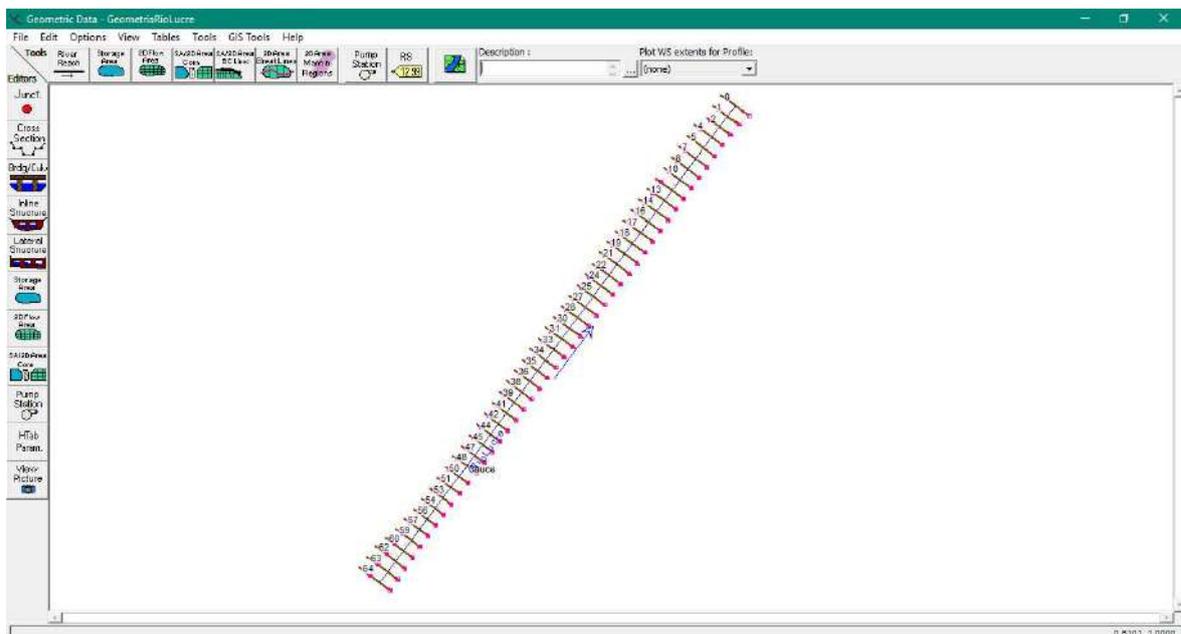
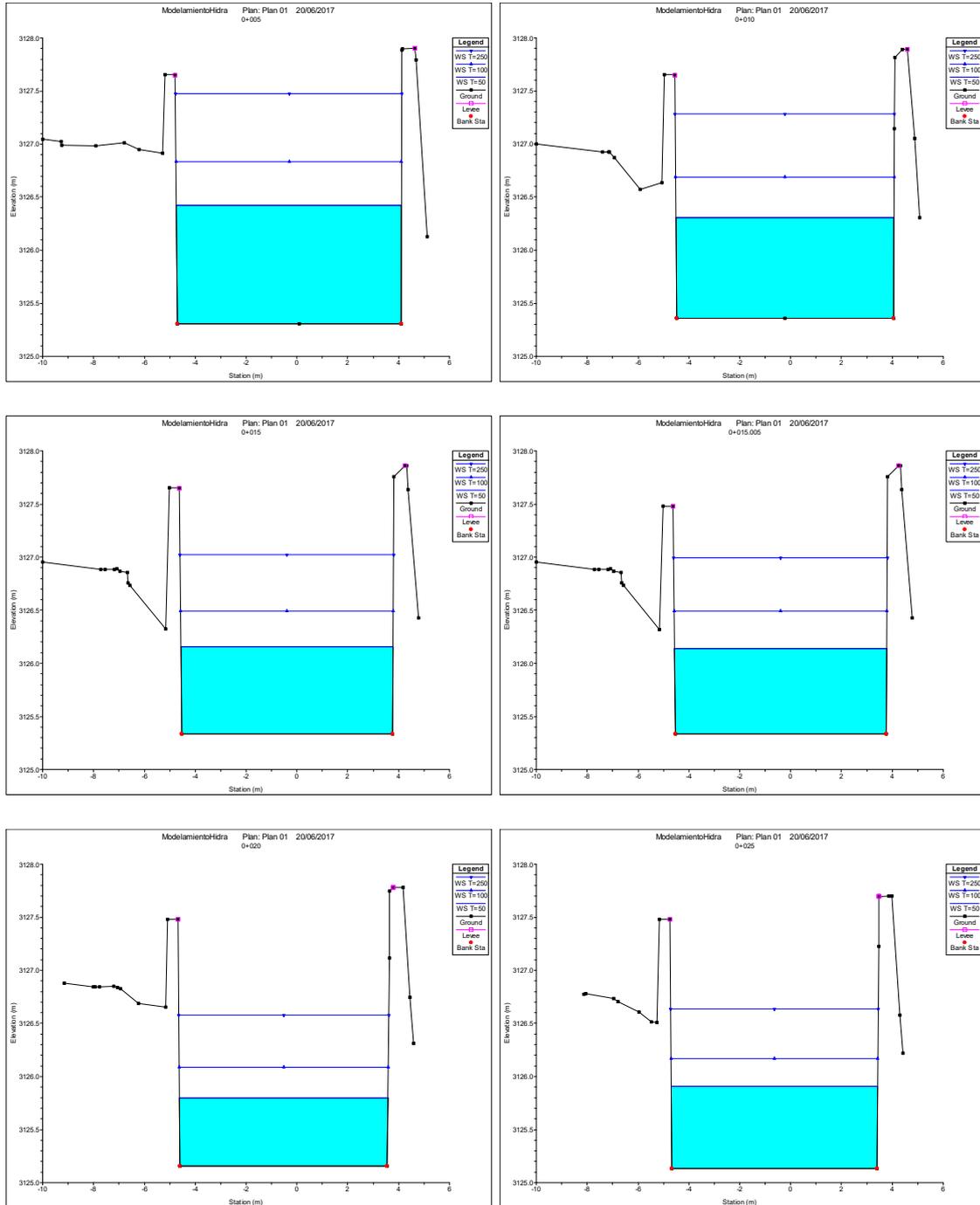
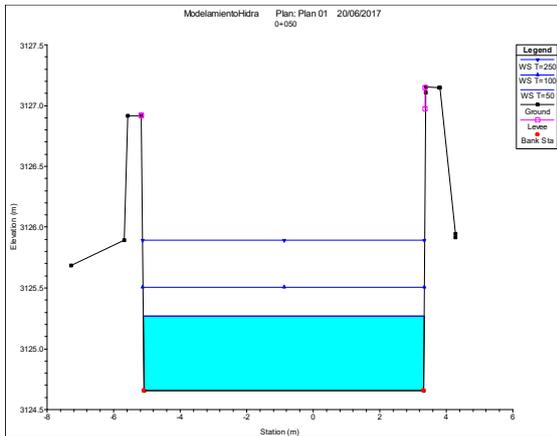
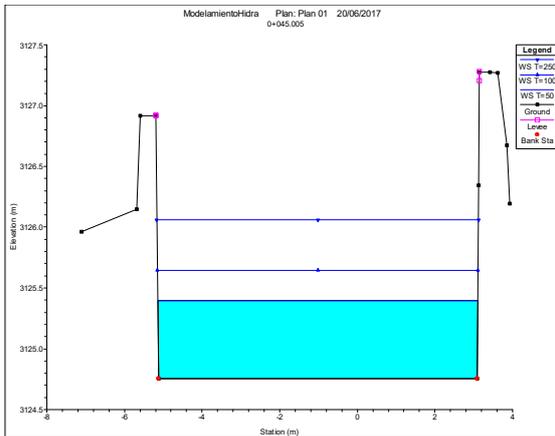
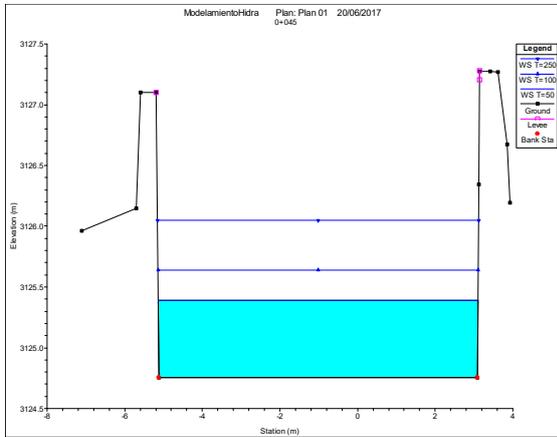
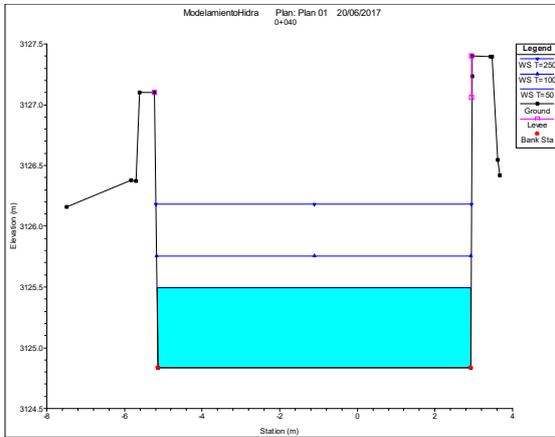
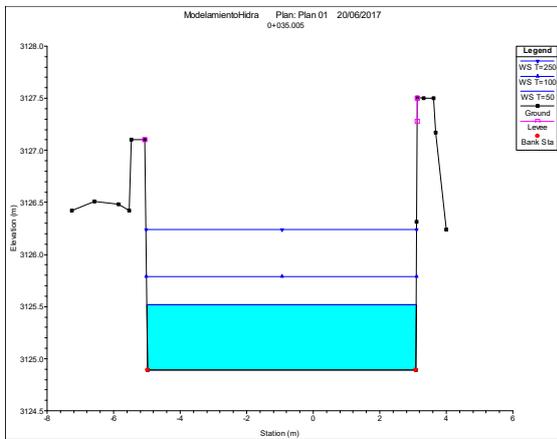
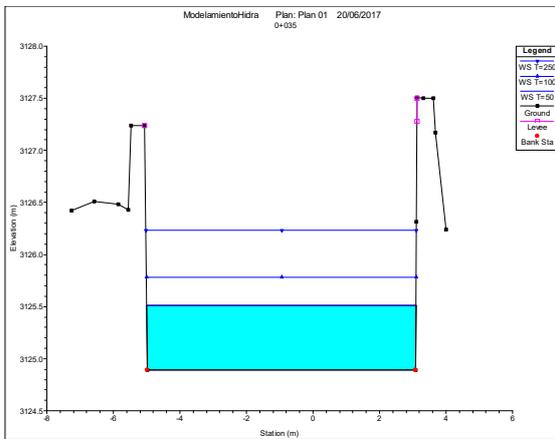
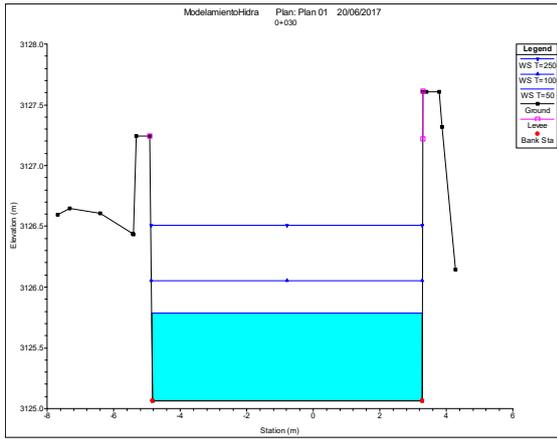
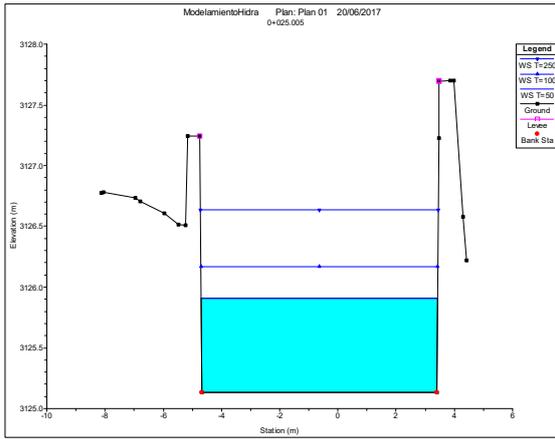
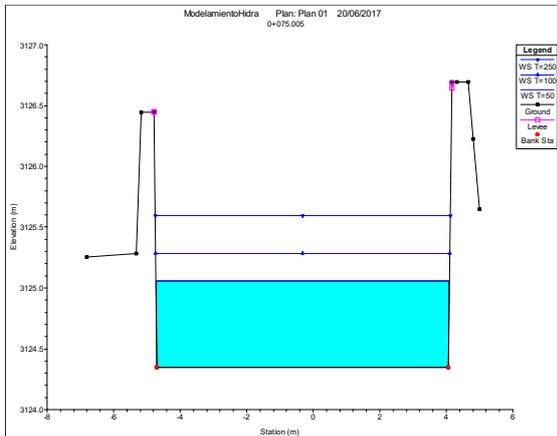
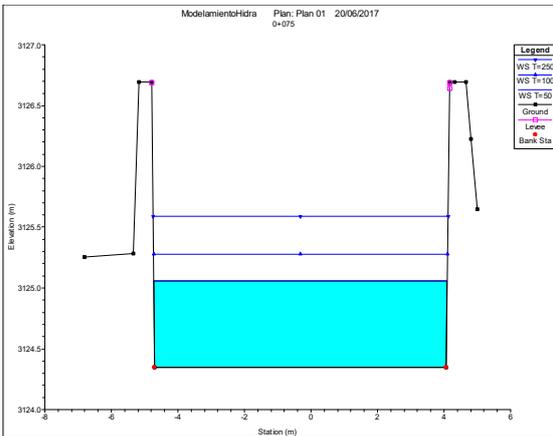
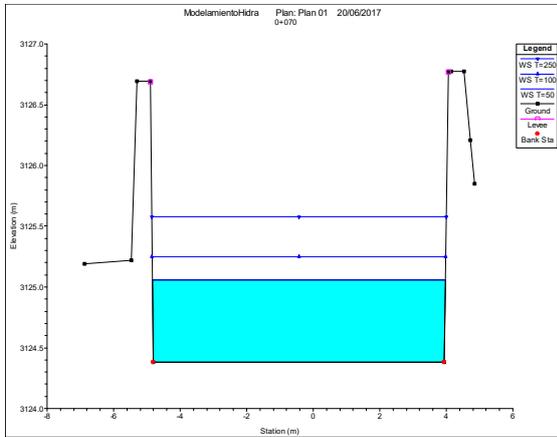
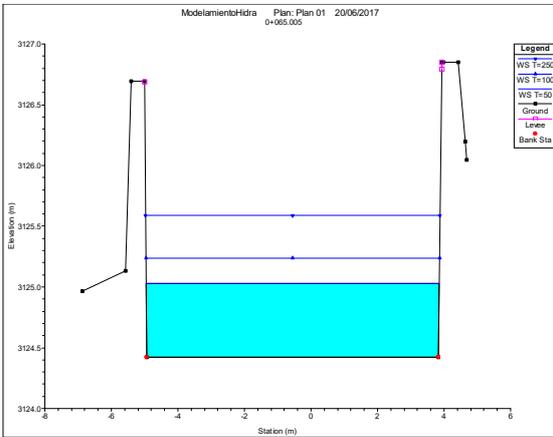
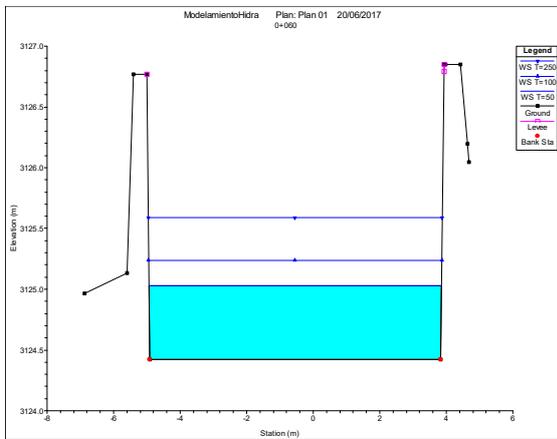
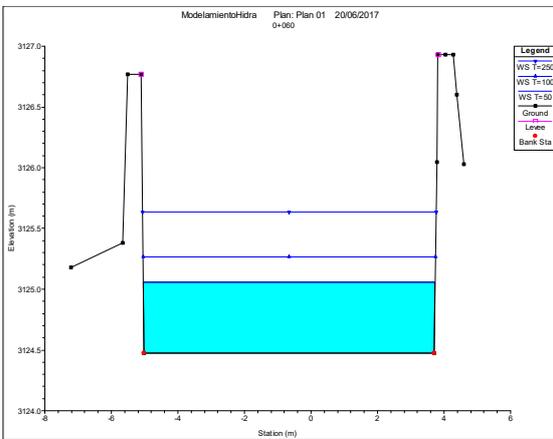
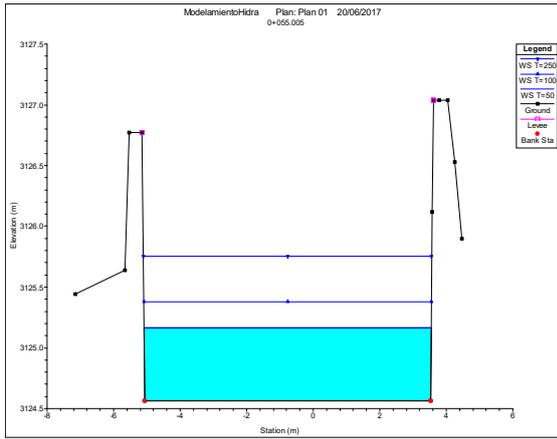
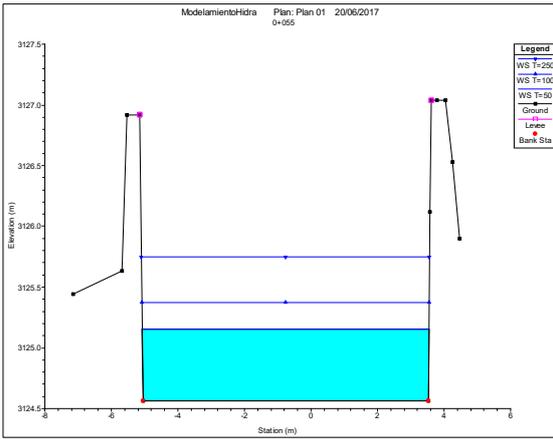
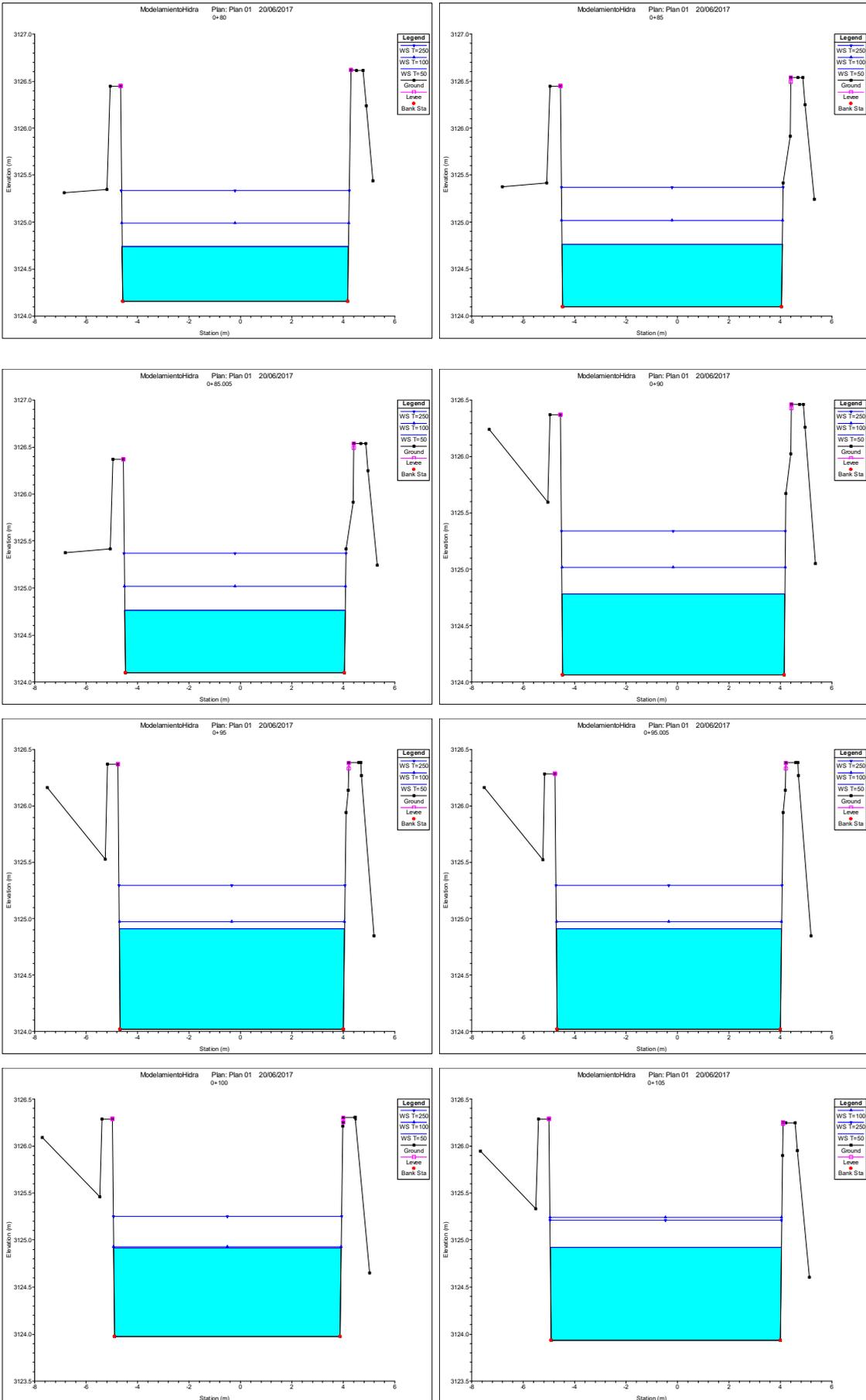


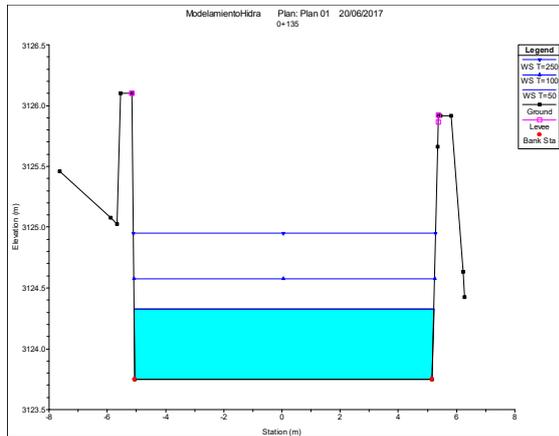
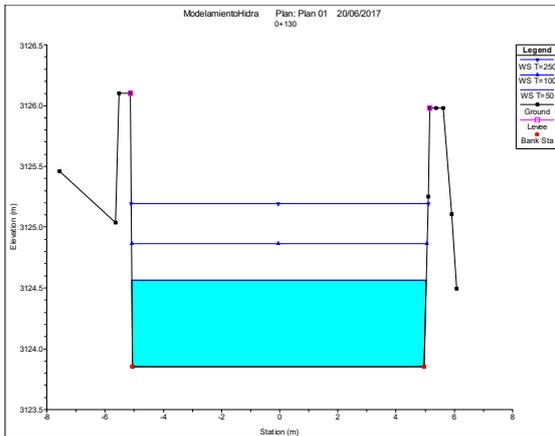
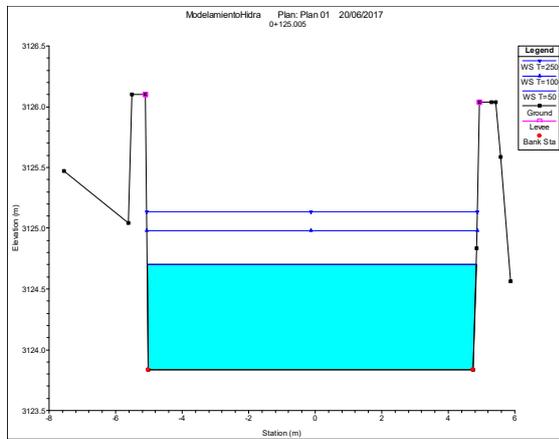
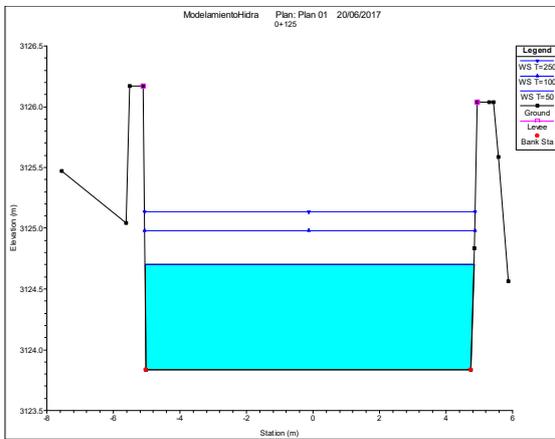
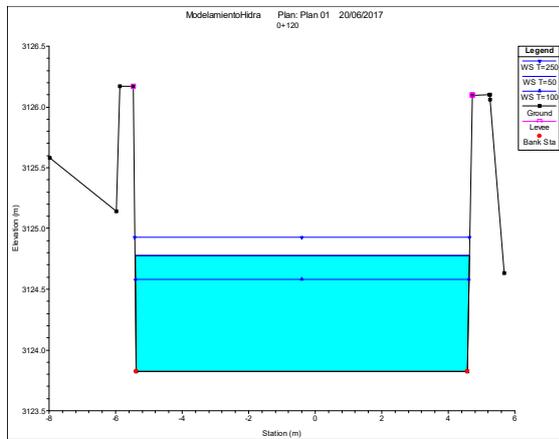
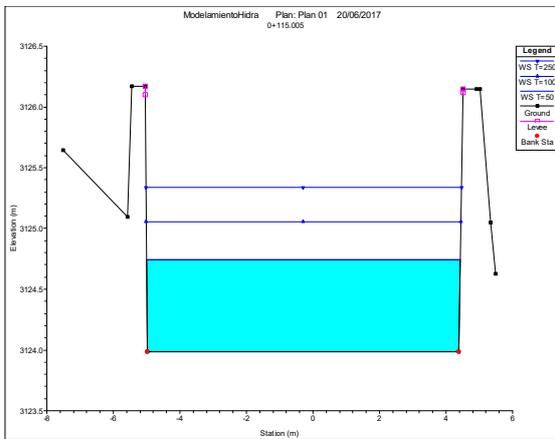
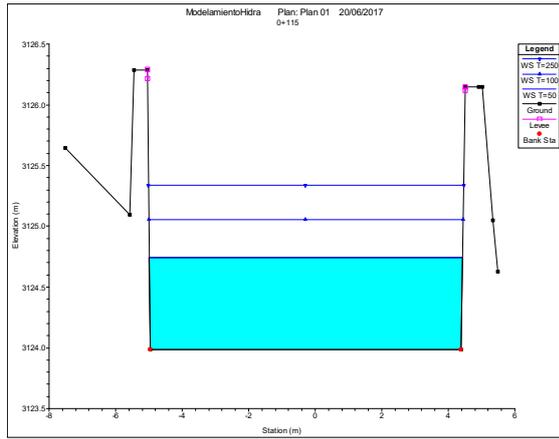
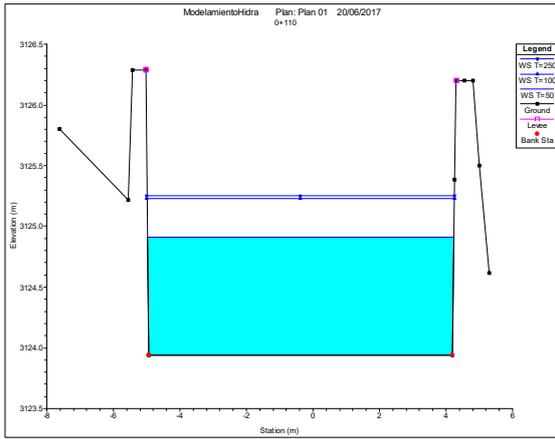
Imagen N°110: Secciones transversales de simulación hidráulica situación con proyecto río lucre

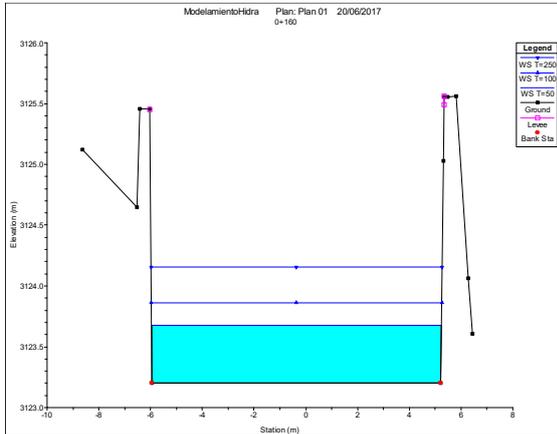
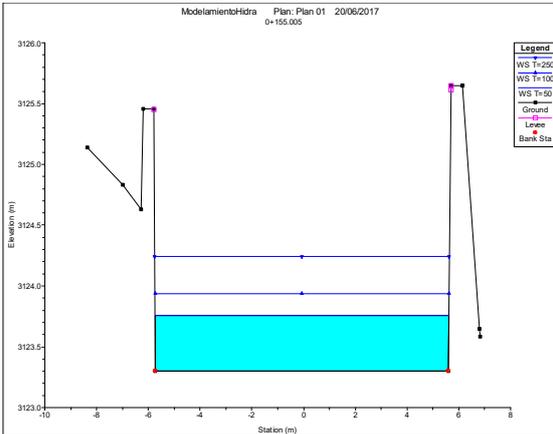
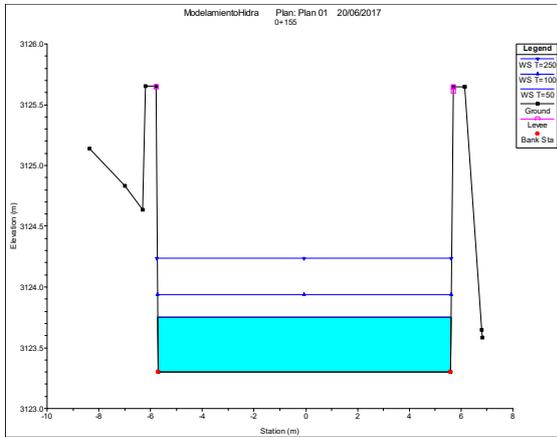
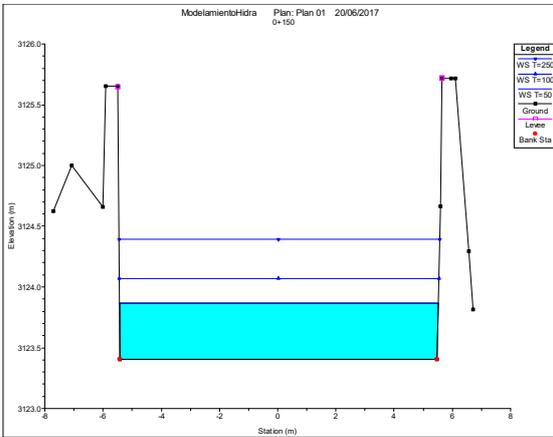
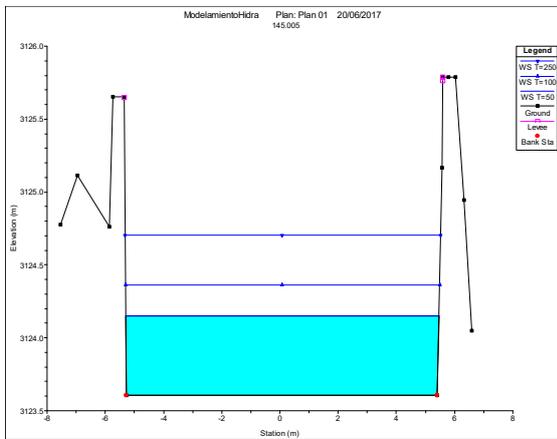
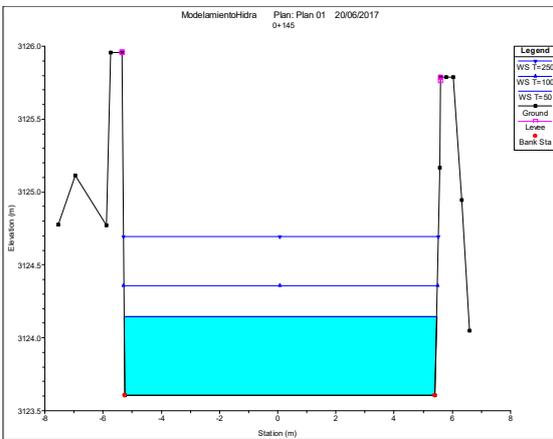
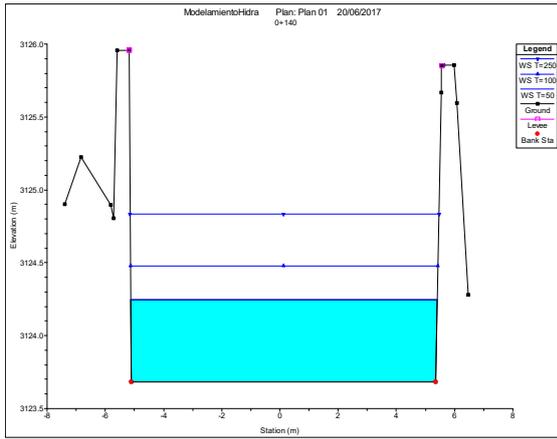
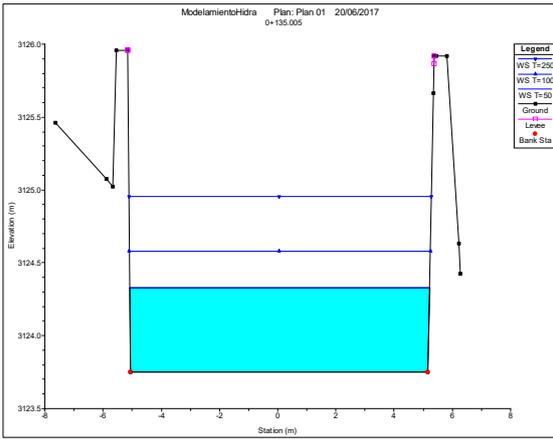


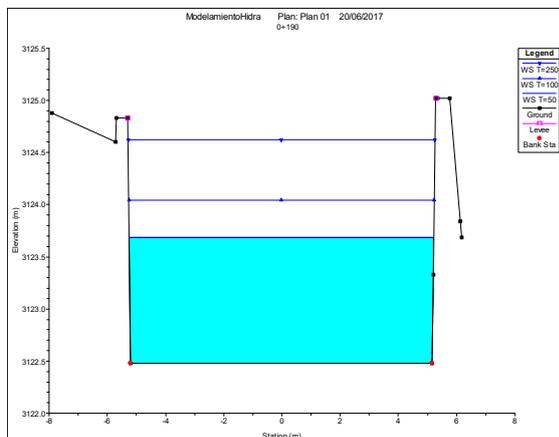
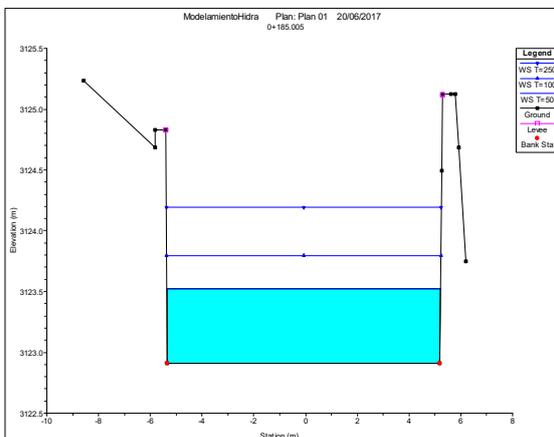
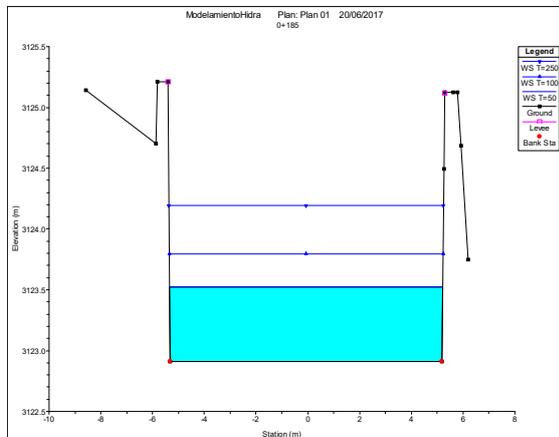
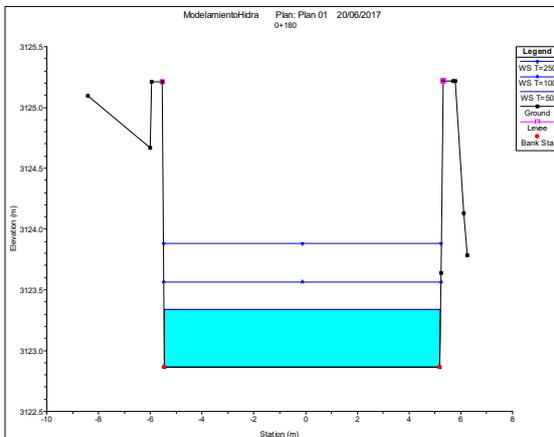
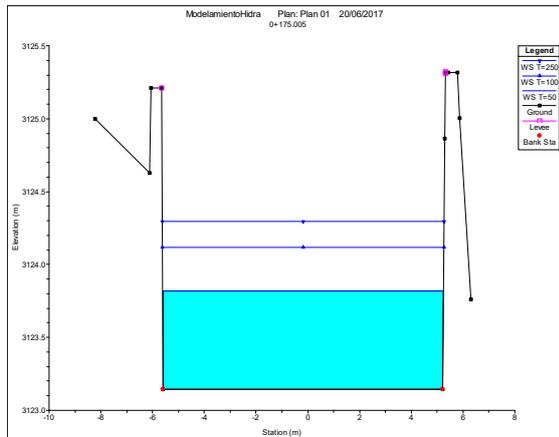
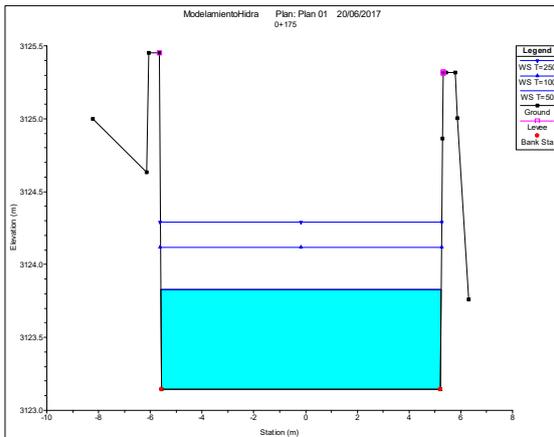
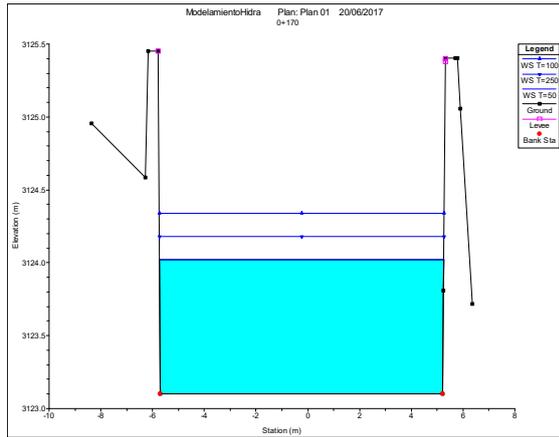
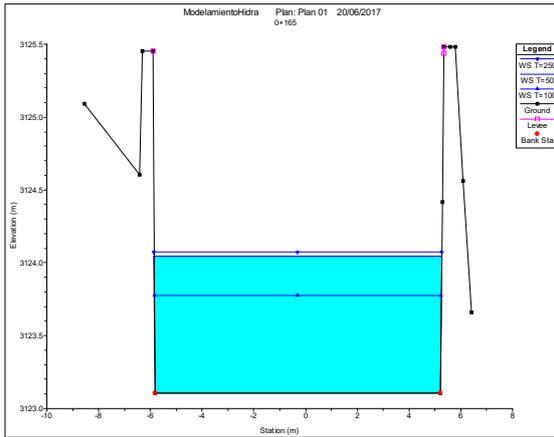


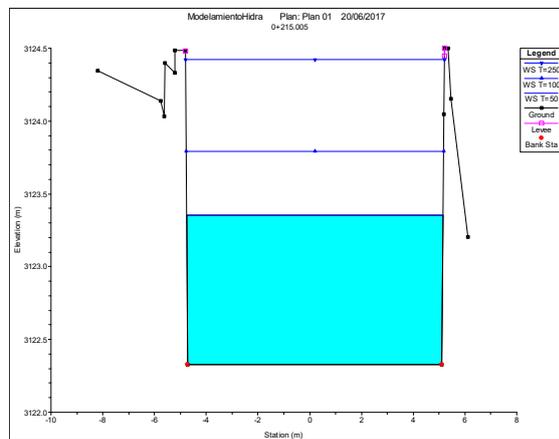
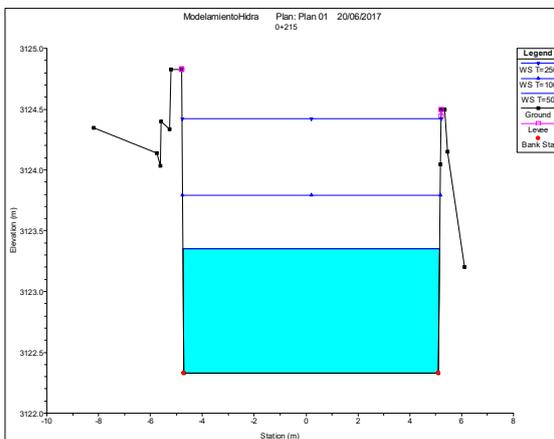
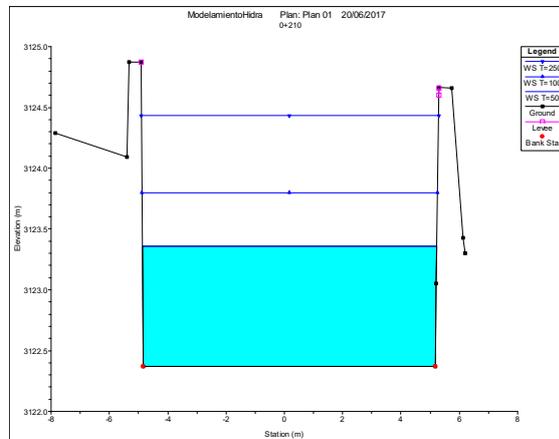
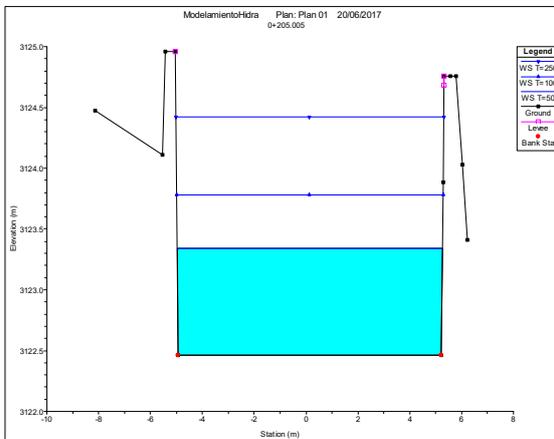
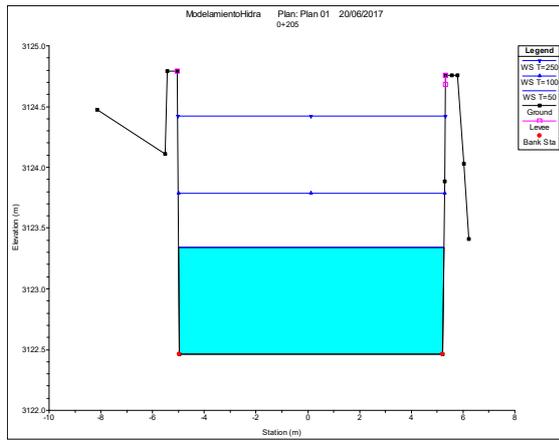
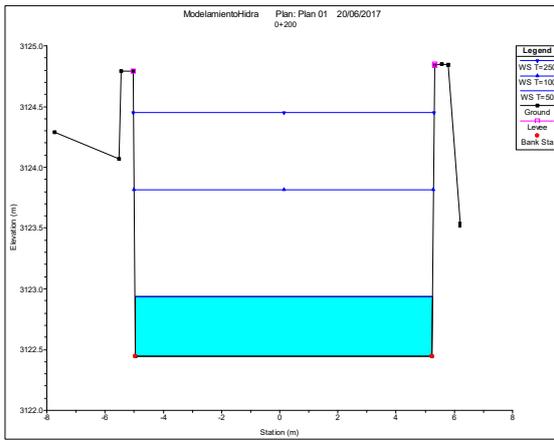
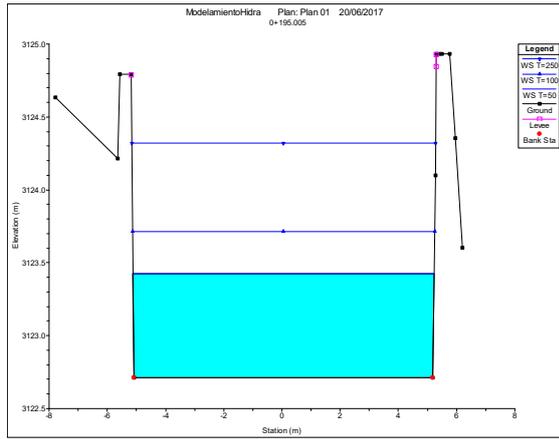
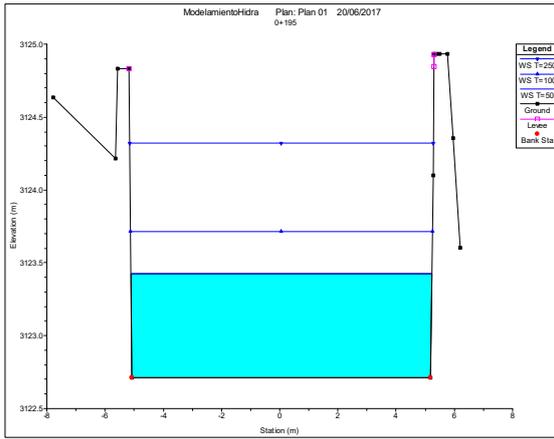












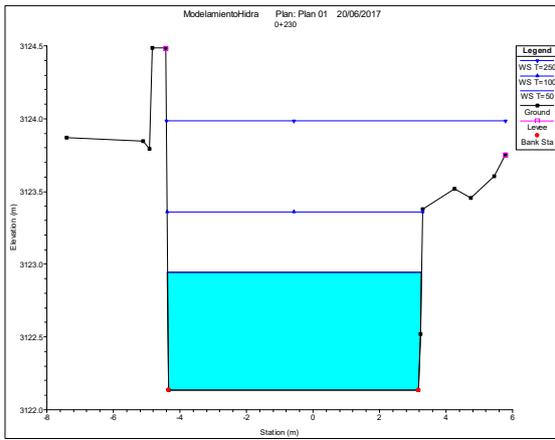
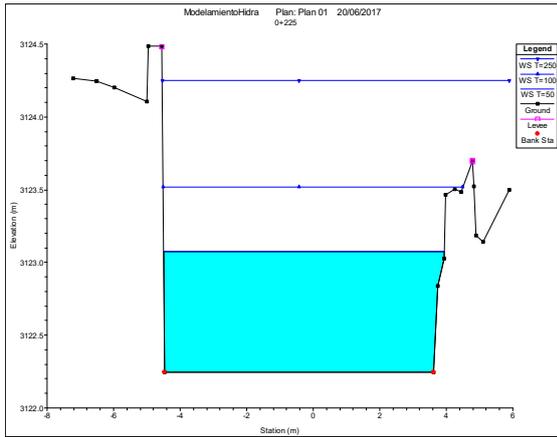
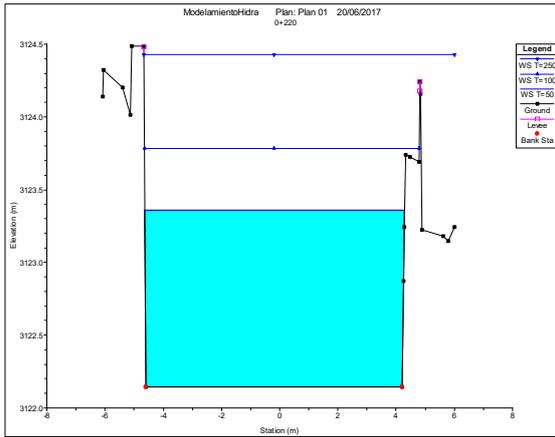
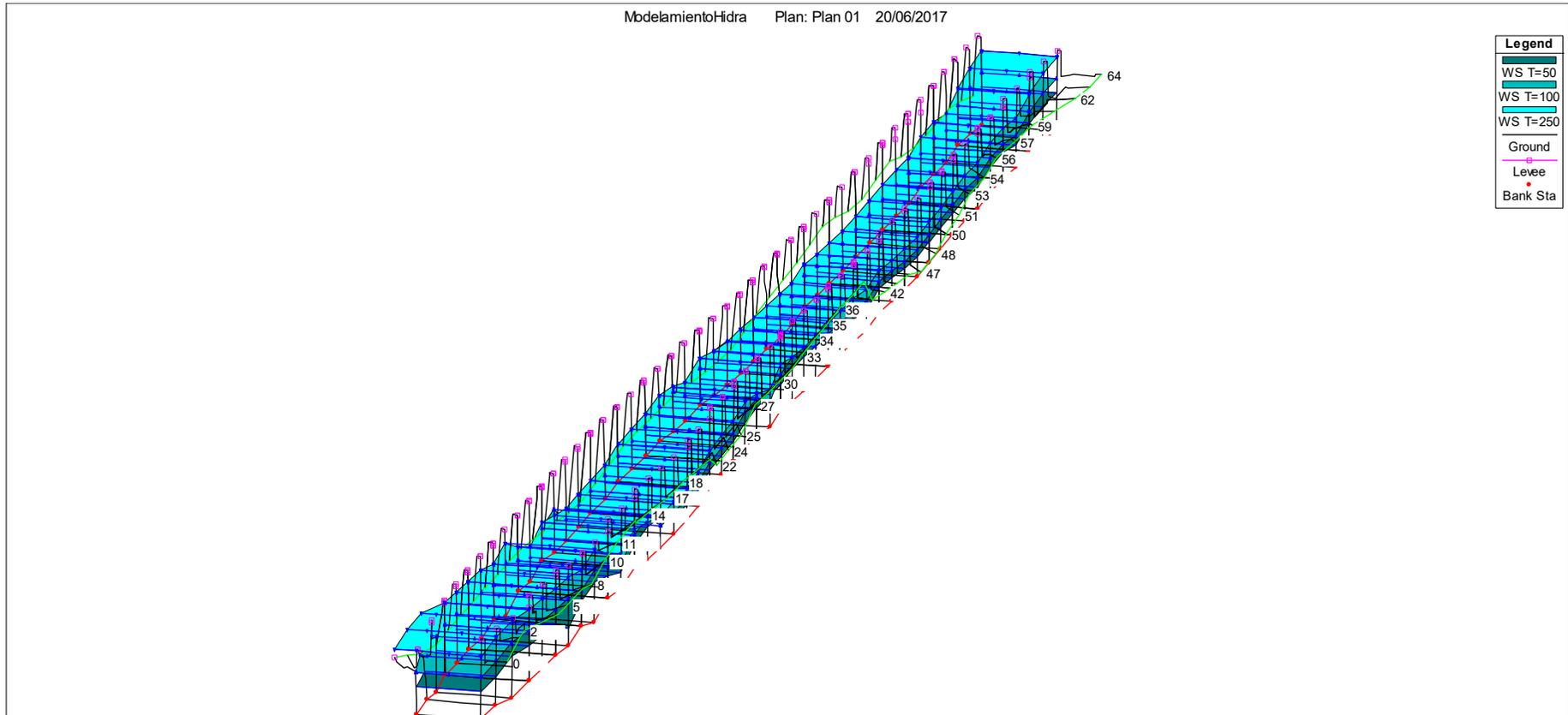


Imagen N°111: Simulación Hidráulica 3D del tramo en estudio – situación con proyecto



Cuadro N°64: Resultados de Simulación Hidráulica – situación con proyecto

Profile Output Table - Standard Table 1

File Options Std. Tables Locations Help

HEC-RAS Plan: Plan 01 River: RioLucre Reach: Cauce Profile: T=50 Reload Data

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl	Max Chl Dpth (m)
Cauce	35	T=50	19.10	2.17	8.83	8.98	0.70	0.99
Cauce	34	T=50	19.10	2.15	8.90	9.21	0.70	0.97
Cauce	33	T=50	19.10	2.69	7.12	9.42	0.99	0.76
Cauce	32	T=50	19.10	2.69	7.12	9.42	0.99	0.76
Cauce	31	T=50	19.10	2.00	9.60	10.05	0.65	0.96
Cauce	30	T=50	19.10	2.25	8.53	9.89	0.77	0.87
Cauce	29	T=50	19.10	2.25	8.54	9.89	0.77	0.87
Cauce	28	T=50	19.10	2.67	7.19	10.11	1.01	0.71
Cauce	27	T=50	19.10	3.22	5.95	10.30	1.35	0.58
Cauce	26	T=50	19.10	3.21	5.97	10.31	1.35	0.58
Cauce	25	T=50	19.10	3.24	5.91	10.52	1.38	0.56
Cauce	24	T=50	19.10	3.32	5.77	10.75	1.44	0.54
Cauce	23	T=50	19.10	3.29	5.82	10.76	1.43	0.54
Cauce	22	T=50	19.10	3.75	5.10	10.95	1.75	0.47
Cauce	21	T=50	19.10	3.75	5.10	11.34	1.79	0.45
Cauce	20	T=50	19.10	3.72	5.15	11.34	1.76	0.45
Cauce	19	T=50	19.10	3.60	5.31	11.21	1.67	0.47
Cauce	18	T=50	19.10	1.85	10.39	11.12	0.61	0.94
Cauce	17	T=50	19.10	1.90	10.08	10.98	0.63	0.92
Cauce	16	T=50	19.10	2.59	7.40	10.84	1.00	0.68
Cauce	15	T=50	19.10	2.62	7.30	10.85	1.02	0.67
Cauce	14	T=50	19.10	3.79	5.05	10.69	1.76	0.47
Cauce	13	T=50	19.10	2.94	6.50	10.57	1.20	0.62
Cauce	12	T=50	19.10	2.93	6.53	10.58	1.19	0.62
Cauce	11	T=50	19.10	1.53	12.54	10.46	0.45	1.20
Cauce	10	T=50	19.10	2.61	7.34	10.35	0.99	0.71
Cauce	9	T=50	19.10	2.61	7.34	10.35	0.99	0.71
Cauce	8	T=50	19.10	3.80	5.03	10.22	1.73	0.49
Cauce	7	T=50	19.10	2.14	8.97	10.24	0.73	0.88
Cauce	6	T=50	19.10	2.14	8.96	10.23	0.73	0.88
Cauce	5	T=50	19.10	1.94	9.90	10.09	0.62	0.99
Cauce	4	T=50	19.10	1.90	10.09	9.91	0.60	1.02
Cauce	3	T=50	19.10	1.90	10.10	9.92	0.60	1.02
Cauce	2	T=50	19.10	1.79	10.73	8.93	0.52	1.21
Cauce	1	T=50	19.10	2.84	6.81	8.44	1.00	0.83
Cauce	0	T=50	19.10	3.13	6.15	7.64	1.11	0.81

Total flow in cross section.

6.4 ANEXO 4 - COSTO Y PRESUPUESTO

6.4.1 Presupuesto

Presupuesto	0203006 CONSTRUCCION DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL Km 14 + 260 - 14 + 492 MARGEN IZQUIERDA DEL RIO LUCRE, DISTRITO DE LUCRE – PROVINCIA DE QUISPICANCHI – REGION CUSCO - 2017				Costo al	13/09/2016
Cliente	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE LUCRE					
Lugar	CUSCO - QUISPICANCHI - LUCRE					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
01	OBRAS PROVISIONALES					3,790.69
01.01	ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANA	m2	12.00	17162	2,059.44	
01.02	LETRINA DOMICILIARIA DE MADERA Y CALAMINA DE 120m X 120m	und	100	840.90	840.90	
01.03	CARTEL DE OBRA 3.60m X 2.40m	und	100	890.35	890.35	
02	OBRAS PRELIMINARES					5,083.65
02.01	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO CON PRESENCIA DE MALEZA Y	m2	1185.00	102	1208.70	
02.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO	m2	3,555.00	109	3,874.95	
03	MOVIMIENTO DE TIERRAS					12,910.59
03.01	CORTE EN TERRENO NORMAL CON MAQUINARIA	m3	424.16	5.05	2,142.01	
03.02	EXCAVACION MASIVA A MAQUINA EN TERRENO SEMIROCOSO (RETROEXCAVADORA S/LLANTAS)	m3	450.95	5.04	2,272.79	
03.03	DESVIO DE RIO PARA LA EXCAVACION DE PLATAFORMA	m	225.00	5.79	1302.75	
03.04	EXCAVACION CON MAQUINARIA DE ZANJAS BAJO AGUA	m3	206.64	6.30	1301.83	
03.05	NIVELACION Y APISONADO MANUAL DE FONDO DE ZANJA	m2	474.00	102	483.48	
03.06	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	459.06	1178	5,407.73	
04	TRANSPORTES DE MATERIAL Y AGREGADOS					64,863.76
04.01	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE PARA SER UTILIZADO EN	m3	459.06	18.13	8,322.76	
04.02	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D<=100m	m3	82.01	20.39	1672.18	
04.03	EXTRACCION DE PIEDRA MEDIANA DE 8" A 12" EN CANTERA	m3	395.94	27.19	10,765.61	
04.04	EXTRACCION Y SELECCION DE PIEDRA DE RIO DE 8" - 12"	m3	319.53	27.19	8,688.02	
04.05	ACARREO MANUAL DE P.G. (PROM. 8" - 12") 50m <D<100m	m3	715.47	32.63	23,345.79	
04.06	CARGUIO Y TRANSPORTE DE PIEDRA HABILITADA DESDE CANTERA HASTA LA OBRA D<18km VOLQUETE 15m3 (MANUAL)	m3	395.94	16.08	6,366.72	
04.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON VOLQUETE 8 A 10m3	m3	810.04	7.04	5,702.68	
05	MUROS DE ENCAUSAMIENTO H=2.70m					282,225.97
05.01	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	1362.93	29.43	40,110.03	
05.02	PREPARACION Y VACEADO C°S° F°c = 100 Kg/Cm2 (SOLADO)	m3	159.12	269.41	42,868.52	
05.03	PREPARACION Y VACEADO C°S° F°c = 175 Kg/Cm2 (MURO)	m3	534.82	370.89	198,359.39	
05.04	JUNTA DE MURO CON TECKNOPOR e=1"	m2	107.00	8.29	887.03	
06	CAPACITACIONES					1,050.00
06.01	IMPLEMENTACION DE TALLERES DE CAPACITACION PARA	gib	100	1050.00	1050.00	
07	KIT					12,937.00
07.01	KIT DE HERRAMIENTAS MANUALES	und	100	6,612.00	6,612.00	
07.02	KIT DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	und	100	6,325.00	6,325.00	
08	MITIGACION DE IMPACTOS AMBIENTALES					1,198.57
08.01	FORESTACION PARA DEFENSAS NATURALES (RIOS, QUEBRADAS), INCLUYE SUMINISTRO Y SEMBRADO	und	94.00	7.33	689.02	
08.02	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	1185.00	0.43	509.55	
09	FLETE					5,566.50
09.01	FLETE TERRESTRE	gib	100	5,566.50	5,566.50	
10	VARIOS					2,441.98
10.01	SEÑALIZACION EN OBRA DURANTE LA EJECUCION	m	500.00	125	625.00	
10.02	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO (PRUEBA A LA	und	30.00	35.00	1050.00	
10.03	DISEÑO DE MEZCLA	und	100	300.00	300.00	
10.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE PLACA RECORDATORIA	und	100	466.98	466.98	
	COSTO DIRECTO					392,068.71
	GASTOS GENERALES (17.64%)					69,175.89
						=====
	TOTAL PRESUPUESTO					461,244.60

SON : CUATROCIENTOS SESENTIUN MIL DOSCIENTOSCUARENTICUATRO Y 60/100 NUEVOS SOLES

6.4.2 Análisis de precios unitarios

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	0203006 CONSTRUCCION DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL Km 14 + 260 - 14 + 492 MARGEN IZQUIERDA DEL RIO LUCRE, DISTRITO DE LUCRE - PROVINCIA DE QUISPICANCHI - REGION CUSCO - 2017					
Partida	01.01 ALMACEN Y CASETA DE GUARDIANIA					
Rendimiento	m2/DIA	22.0000	EQ. 22.0000	Costo unitario directo por : m2		171.62
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
010101004	OFICIAL	hh	0.5000	0.1818	6.10	1.11
010101005	PEON	hh	3.0000	1.0909	4.95	5.40
Materiales						
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE :	kg		0.1500	5.00	0.75
02041200010009	CLAVO PARA CALAMINA	kg		2.0000	8.00	16.00
02041200020003	CLAVOS DE ALUMINIO DE 2"	und		2.5000	3.50	8.75
0231010001	MADERA TORNILLO	p2		3.2922	4.00	13.17
02310500010007	TRIPLAY LUPUNA 4' x 8' x 6 mm	pln		0.9660	120.00	115.92
02370300010005	CHAPA YALE 3610-60 2 GOLPES DE SOBRE	und		0.0780	7.00	0.55
02370600040003	BISAGRA DE FIERRO DE 3"	par		0.0780	3.50	0.27
0259010003	CALAMINA TIPO SABANA ROJA 1.10 X 3.05M	pza		0.2770	35.00	9.70
165.11						
Partida	01.02 LETRINA DOMICILIARIA DE MADERA Y CALAMINA DE 1.20m X 1.20m					
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		840.90
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
010101005	PEON	hh	2.0000	16.0000	4.95	79.20
Materiales						
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE :	kg		0.4000	5.00	2.00
02041200020003	CLAVOS DE ALUMINIO DE 2"	und		42.0000	3.50	147.00
0205270003	TUBERIA PVC SAL 4" X 3m	und		1.0000	5.00	5.00
02310000010005	MADERA AGUANO 2"X2"X10'	pza		8.0000	17.00	136.00
02310000010006	MADERA AGUANO 2"X4"X10'	pza		4.0000	20.00	80.00
02310000010007	MADERA AGUANO 1"X2"X2'	p2		21.7500	4.00	87.00
02310000010008	MADERA AGUANO 1"X3"X2'	p2		3.7000	4.00	14.80
02370600040003	BISAGRA DE FIERRO DE 3"	par		3.0000	3.50	10.50
0251020002	ARMELLA DE 12"	pza		2.0000	5.00	10.00
0259010003	CALAMINA TIPO SABANA ROJA 1.10 X 3.05M	pza		0.2770	35.00	9.70
0259010004	CALAMINA 2.44 X 0.83 X 3mm	pln		6.0000	32.00	192.00
0259010005	CALAMINA 1.83 X 0.83 X 3mm	pln		4.0000	15.00	60.00
0267080021	MALLA MOSQUITERO DE NAYLON BLANCO	m2		0.6000	9.00	5.40
0292010001	CORDEL	m		2.3000	1.00	2.30
761.70						
Partida	01.03 CARTEL DE OBRA 3.60m X 2.40m					
Rendimiento	und/DIA	2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : und		890.35
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
010101003	OPERARIO	hh	1.0000	4.0000	7.08	28.32
010101005	PEON	hh	3.0000	12.0000	4.95	59.40
87.72						
Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	87.72	2.63
2.63						
Subcontratos						
0400010003	SC CARTEL DE OBRA	und		1.0000	800.00	800.00
800.00						

Partida	02.01	LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO CON PRESENCIA DE MALEZA Y VEGETACION						
Rendimiento	m2/DIA	40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2		1.02		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.2000	4.95	0.99		
	Equipos						0.99	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.99	0.03		
							0.03	
Partida	02.02	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO						
Rendimiento	m2/DIA	800.0000	EQ. 800.0000	Costo unitario directo por : m2		1.09		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0010	7.08	0.01		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.0200	6.10	0.12		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0100	4.95	0.05		
0101030000	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0100	7.08	0.07		
							0.25	
	Materiales							
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRAI	kg		0.0500	4.63	0.23		
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg	bol		0.0350	4.75	0.17		
0231020002	MADERA CORRIENTE	p2		0.0667	2.50	0.17		
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal		0.0010	31.00	0.03		
							0.60	
	Equipos							
0301000021	MIRAS	hm	1.0000	0.0100	0.63	0.01		
0301000022	JALONES	hm	1.0000	0.0100	0.63	0.01		
0301000023	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	1.0000	0.0100	7.00	0.07		
0301000024	ESTACION TOTAL	hm	1.0000	0.0100	12.50	0.13		
0301000025	PRISMAS	hm	1.0000	0.0100	1.00	0.01		
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.25	0.01		
							0.24	
Partida	03.01	CORTE EN TERRENO NORMAL CON MAQUINARIA						
Rendimiento	m3/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m3		5.05		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1013	0.0041	7.08	0.03		
0101010005	PEON	hh	1.0013	0.0401	4.95	0.20		
							0.23	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.23	0.01		
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58	hm	1.0013	0.0401	120.00	4.81		
							4.82	
Partida	03.02	EXCAVACION MASIVA A MAQUINA EN TERRENO SEMIROCOSO (RETROEXCAVADORA S/LLANTA						
Rendimiento	m3/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m3		5.04		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0040	7.08	0.03		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0400	4.95	0.20		
							0.23	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.23	0.01		
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58	hm	1.0000	0.0400	120.00	4.80		
							4.81	
Partida	03.03	DESVIO DE RIO PARA LA EXCAVACION DE PLATAFORMA						
Rendimiento	m/DIA	50.0000	EQ. 50.0000	Costo unitario directo por : m		5.79		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.5625	0.0900	7.08	0.64		
0101010005	PEON	hh	0.6250	0.1000	4.95	0.50		
							1.14	
	Materiales							
0207010012	GRAVA DE 12" A 1" (PUESTO EN OBRA)	m3		0.0270	60.00	1.62		
02671100060005	SACOS DE POLIETILENO	und		2.0000	150	3.00		
							4.62	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.14	0.03		
							0.03	

Partida	03.04	EXCAVACION CON MAQUINARIA DE ZANJAS BAJO AGUA					
Rendimiento	m3/DIA	160.0000	EQ. 160.0000	Costo unitario directo por : m3		6.30	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0050	7.08	0.04	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0500	4.95	0.25	
						0.29	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.29	0.01	
03011700020001	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 hm		1.0000	0.0500	120.00	6.00	
						6.01	
Partida	03.05	NIVELACION Y APISONADO MANUAL DE FONDO DE ZANJA					
Rendimiento	m2/DIA	150.0000	EQ. 150.0000	Costo unitario directo por : m2		1.02	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	1.0000	0.0533	6.10	0.33	
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.0533	4.95	0.26	
						0.59	
	Equipos						
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLAN hm		1.0000	0.0533	8.00	0.43	
						0.43	
Partida	03.06	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO					
Rendimiento	m3/DIA	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3		11.78	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	0.1000	0.0800	6.10	0.49	
0101010005	PEON	hh	2.0000	1.6000	4.95	7.92	
						8.41	
	Materiales						
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3		0.1700	1.00	0.17	
						0.17	
	Equipos						
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLAN hm		0.5000	0.4000	8.00	3.20	
						3.20	
Partida	04.01	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE PARA SER UTILIZADO EN RELLENOS D<50m					
Rendimiento	m3/DIA	4.5000	EQ. 4.5000	Costo unitario directo por : m3		18.13	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	3.5556	4.95	17.60	
						17.60	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	17.60	0.53	
						0.53	
Partida	04.02	ACARREO Y ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE D<= 100m					
Rendimiento	m3/DIA	2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : m3		20.39	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	1.0000	4.0000	4.95	19.80	
						19.80	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	19.80	0.59	
						0.59	
Partida	04.03	EXTRACCION DE PIEDRA MEDIANA DE 8" A 12" EN CANTERA					
Rendimiento	m3/DIA	3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : m3		27.19	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010005	PEON	hh	2.0000	5.3333	4.95	26.40	
						26.40	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	26.40	0.79	
						0.79	

Partida	04.04	EXTRACCION Y SELECCION DE PIEDRA DE RIO DE 8" - 12"						
Rendimiento	m3/DIA	3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : m3		27.19		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	5.3333	4.95	26.40		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	26.40	0.79	26.40	
							0.79	
Partida	04.05	ACARREO MANUAL DE P.G. (PROM. 8" - 12") 50m <D<100m						
Rendimiento	m3/DIA	2.5000	EQ. 2.5000	Costo unitario directo por : m3		32.63		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	6.4000	4.95	31.68		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	31.68	0.95	31.68	
							0.95	
Partida	04.06	CARGUIO Y TRANSPORTE DE PIEDRA HABILITADA DESDE CANTERA HASTA LA OBRA D<18km V						
Rendimiento	m3/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m3		16.08		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	9.0000	2.4000	4.95	11.88		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	11.88	0.36	11.88	
0301040005	VOLQUETE DE 15m3	hm	0.1200	0.0320	120.00	3.84	11.88	
							4.20	
Partida	04.07	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON VOLQUETE 8 A 10m3						
Rendimiento	m3/DIA	60.0000	EQ. 60.0000	Costo unitario directo por : m3		7.04		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.4000	4.95	1.98		
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.98	0.06	1.98	
0301040006	VOLQUETE DE 10m3	hm	0.5000	0.0667	75.00	5.00	0.06	
							5.06	
Partida	05.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO						
Rendimiento	m2/DIA	30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2		29.43		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	2.1000	0.5600	7.08	3.96		
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.5333	6.10	3.25		
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.5333	4.95	2.64		
	Materiales						9.85	
0201040001	PETROLEO D-2	gal		0.1500	13.50	2.03		
02040100010001	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg		0.3000	5.00	1.50		
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE :	kg		0.4000	5.00	2.00		
0231020002	MADERA CORRIENTE	p2		5.5000	2.50	13.75		
							19.28	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	9.85	0.30	19.28	
							0.30	

Partida	05.02	PREPARACION Y VACEADO C°S° F°c = 100 Kg/Cm2 (SOLADO)					
Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3		269.41	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	4.1000	2.1867	7.08	15.48	
0101010004	OFICIAL	hh	4.0000	2.1333	6.10	13.01	
0101010005	PEON	hh	12.0000	6.4000	4.95	31.68	
						60.17	
	Materiales						
02070100010005	PIEDRA CHANCADA 3/4" (PUESTO EN OBR)	m3		0.7610	60.00	45.66	
0207020003	ARENA ENTRE LAS MALLAS N° 100 Y N° 4 (f m3			0.4610	60.00	27.66	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		5.0000	25.00	125.00	
0290130022	AGUA	m3		0.1755	1.00	0.18	
02903200090039	BALDE PLASTICO PARA AGUA SIN TAPA 5 und			0.0500	8.00	0.40	
						198.90	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	60.17	181	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 5 HP 112"	hm	10000	0.5333	6.00	3.20	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TIPO TROM	hm	10000	0.5333	10.00	5.33	
						10.34	
Partida	05.03	PREPARACION Y VACEADO C°S° F°c = 175 Kg/Cm2 (MURO)					
Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3		370.89	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010003	OPERARIO	hh	4.0999	2.1866	7.08	15.48	
0101010004	OFICIAL	hh	3.9999	2.1333	6.10	13.01	
0101010005	PEON	hh	12.0000	6.4000	4.95	31.68	
						60.17	
	Materiales						
02070100010005	PIEDRA CHANCADA 3/4" (PUESTO EN OBR)	m3		0.8030	60.00	48.18	
0207020003	ARENA ENTRE LAS MALLAS N° 100 Y N° 4 (f m3			0.4430	60.00	26.58	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol		9.0000	25.00	225.00	
0290130022	AGUA	m3		0.2190	1.00	0.22	
02903200090039	BALDE PLASTICO PARA AGUA SIN TAPA 5 und			0.0500	8.00	0.40	
						300.38	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	60.17	181	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 5 HP 112"	hm	0.9999	0.5333	6.00	3.20	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TIPO TROM	hm	0.9999	0.5333	10.00	5.33	
						10.34	
Partida	05.04	JUNTA DE MURO CON TECKNOPOR e=1"					
Rendimiento	m2/DIA	40.0000	EQ. 40.0000	Costo unitario directo por : m2		8.29	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0101010004	OFICIAL	hh	2.0000	0.4000	6.10	2.44	
						2.44	
	Materiales						
02100400010009	TECNOFOR DE 1'X4'X8'	m2		1.0500	5.50	5.78	
						5.78	
	Equipos						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.44	0.07	
						0.07	
Partida	06.01	IMPLEMENTACION DE TALLERES DE CAPACITACION PARA OBRAS					
Rendimiento	glb/DIA	8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : glb		1,050.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
01020100000013	CAPACITADOR TECNICO DE OBRA	glb		1.0000	750.00	750.00	
						750.00	
	Materiales						
0272040053	KIT DE MATERIAL DE CAPACITACION	glb		1.0000	300.00	300.00	
						300.00	
Partida	07.01	KIT DE HERRAMIENTAS MANUALES					
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		6,612.00	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Equipos						
0301010044	KIT DE HERRAMIENTAS	glb		1.0000	6,612.00	6,612.00	
						6,612.00	

Partida	07.02	KIT DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD						
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		6,325.00		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Equipos							
0301010045	KIT DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	estc		10000	6,325.00	6,325.00	6,325.00	
Partida	08.01	FORESTACION PARA DEFENSAS NATURALES (RIOS, QUEBRADAS), INCLUYE SUMINISTRO Y SE						
Rendimiento	und/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : und		7.33		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0400	7.08	0.28		
0101010005	PEON	hh	1.0000	0.4000	4.95	1.98	2.26	
	Materiales							
0271050142	ARBUSTO O PLANTON PARA FORESTACION	pza		10000	5.00	5.00	5.00	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	2.26	0.07	0.07	
Partida	08.02	LIMPIEZA FINAL DE OBRA						
Rendimiento	m2/DIA	300.0000	EQ. 300.0000	Costo unitario directo por : m2		0.43		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010003	OPERARIO	hh	0.1000	0.0027	7.08	0.02		
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.0800	4.95	0.40	0.42	
	Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	0.42	0.01	0.01	
Partida	09.01	FLETE TERRESTRE						
Rendimiento	glb/DIA	312.0000	EQ. 312.0000	Costo unitario directo por : glb		5,566.50		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Materiales							
0203020004	FLETE TERRESTRE NACIONAL O ZONAL	glb		10000	5,566.50	5,566.50	5,566.50	
Partida	10.01	SEÑALIZACION EN OBRA DURANTE LA EJECUCION						
Rendimiento	m/DIA	200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m		1.25		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Mano de Obra							
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.0800	4.95	0.40	0.40	
	Materiales							
02410500010002	CINTA SEÑALIZADORA COLOR AMARILLO-rl			0.0100	85.00	0.85	0.85	
Partida	10.02	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO (PRUEBA A LA COMPRESION)						
Rendimiento	und/DIA	24.0000	EQ. 24.0000	Costo unitario directo por : und		35.00		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Subcontratos							
04000100020002	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO (CO	und		10000	35.00	35.00	35.00	
Partida	10.03	DISEÑO DE MEZCLA						
Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : und		300.00		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.		
	Subcontratos							
0400010004	DISEÑO DE MEZCLA	und		10000	300.00	300.00	300.00	

Partida	10.04 SUMINISTRO E INSTALACION DE PLACA RECORDATORIA						
Rendimiento	und/DIA	4.0000	EQ. 4.0000	Costo unitario directo por : und		466.98	
Código	Descripción	Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
		Mano de Obra					
0101010003	OPERARIO		hh	0.5000	10000	7.08	7.08
0101010005	PEON		hh	10000	2.0000	4.95	9.90
							16.98
		Materiales					
02621400010025	PLACA RECORDATORIA		und		10000	450.00	450.00
							450.00

6.4.3 Relación de insumos

Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo

Código	Recurso	Unida	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Obra 0203006 CONSTRUCCION DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL Km 14 + 260 - 14 + 492					
MARGEN IZQUIERDA DEL RIO LUCRE, DISTRITO DE LUCRE – PROVINCIA					
DE QUISPICANCHI – REGION CUSCO - 2017					
Fecha 01/09/2016					
Lugar 081208 CUSCO - QUISPICANCHI - LUCRE					
Código	Recurso	Unida	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
MANO DE OBRA					
0101010003	OPERARIO	hh	2,320.9665	7.08	16,432.44
0101010004	OFICIAL	hh	2,385.3034	6.10	14,550.35
0101010005	PEON	hh	18,113.1195	4.95	89,659.94
0101030000	TOPOGRAFO	hh	35.5500	7.08	251.69
01020100000	CAPACITADOR TECNICO DE OBRA	gib	1.0000	750.00	750.00
					121,644.42
MATERIALES					
0201040001	PETROLEO D-2	gal	204.4395	13.50	2,759.93
0203020004	FLETE TERRESTRE NACIONAL O ZONAL	gib	1.0000	5,566.50	5,566.50
02040100010	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8	kg	408.8790	5.00	2,044.40
0204030001	ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm ² GRADO 60	kg	177.7500	4.63	822.98
02041200010	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	kg	2.2000	5.00	11.00
02041200010	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg	545.1720	5.00	2,725.86
02041200010	CLAVO PARA CALAMINA	kg	24.0000	8.00	192.00
02041200020	CLAVOS DE ALUMINIO DE 2"	und	72.0000	3.50	252.00
0205270003	TUBERIA PVC SAL 4" X 3m	und	1.0000	5.00	5.00
02070100010	PIEDRA CHANCADA 3/4" (PUESTO EN OBRA)	m3	550.5508	60.00	33,033.05
0207010012	GRAVA DE 1/2" A 1" (PUESTO EN OBRA)	m3	6.0750	60.00	364.50
0207020003	ARENA ENTRE LAS MALLAS N° 100 Y N° 4 (PUESTO	m3	310.2796	60.00	18,616.78
0207070001	AGUA PUESTA EN OBRA	m3	78.0402	1.00	78.04
02100400010	TECNOPOR DE 1"X4'X8'	m2	112.3500	5.50	617.93
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bol	5,608.9800	25.00	140,224.50
02130300010	YESO BOLSA 28 kg	bol	124.4250	4.75	591.02
02310000010	MADERA AGUANO 2"X2"X10'	pza	8.0000	17.00	136.00
02310000010	MADERA AGUANO 2"X4"X10'	pza	4.0000	20.00	80.00
02310000010	MADERA AGUANO 1"X2"X2'	p2	21.7500	4.00	87.00
02310000010	MADERA AGUANO 1"X3"X2'	p2	3.7000	4.00	14.80
0231010001	MADERA TORNILLO	p2	39.5064	4.00	158.03
0231020002	MADERA CORRIENTE	p2	7,733.2335	2.50	19,333.08
02310500010	TRIPLAY LUPUNA 4' x 8' x 6 mm	pln	11.5920	120.00	1,391.04
02370300010	CHAPA YALE 3610-60 2 GOLFES DE SOBREPON	und	0.9360	7.00	6.55
02370600040	BISAGRA DE FIERRO DE 3"	par	3.9360	3.50	13.78
0240020001	PINTURA ESMALTE	gal	3.5550	31.00	110.21
02410500010	CINTA SEÑALIZADORA COLOR AMARILLO-ROJO	rll	5.0000	85.00	425.00
0251020002	ARMELLA DE 1/2"	pza	2.0000	5.00	10.00
0259010003	CALAMINA TIPO SABANA ROJA 1.10 X 3.05M	pza	3.6010	35.00	126.04
0259010004	CALAMINA 2.44 X 0.83 X 3mm	pln	6.0000	32.00	192.00
0259010005	CALAMINA 1.83 X 0.83 X 3mm	pln	4.0000	15.00	60.00
02621400010	PLACA RECORDATORIA	und	1.0000	450.00	450.00
0267080021	MALLA MOSQUITERO DE NAYLON BLANCO	m2	0.6000	9.00	5.40
02671100060	SACOS DE POLIETILENO	und	450.0000	1.50	675.00
0271050142	ARBUSTO O PLANTON PARA FORESTACION	pza	94.0000	5.00	470.00
0272040053	KIT DE MATERIAL DE CAPACITACION	gib	1.0000	300.00	300.00
0290130022	AGUA	m3	145.0600	1.00	145.06
02903200090	BALDE PLASTICO PARA AGUA SIN TAPA 5 gl	und	34.6970	8.00	277.58
0292010001	CORDEL	m	2.3000	1.00	2.30
					232,374.36

EQUIPOS

0301000021	MIRAS	hm	35.5500	0.63	22.40
0301000022	JALONES	hm	35.5500	0.63	22.40
0301000023	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	35.5500	7.00	248.85
0301000024	ESTACION TOTAL	hm	35.5500	12.50	444.38
0301000025	PRISMAS	hm	35.5500	1.00	35.55
0301010044	KIT DE HERRAMIENTAS	glb	1.0000	6,612.00	6,612.00
0301010045	KIT DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	estc	1.0000	6,325.00	6,325.00
0301040005	VOLQUETE DE 15m3	hm	12.6701	120.00	1,520.41
0301040006	VOLQUETE DE 10m3	hm	54.0297	75.00	4,052.23
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP	hm	208.8875	8.00	1,671.10
03011700020	RETROEXCAVADORA SOBRE LLANTAS 58 HP 1/2 y3	hm	45.3788	120.00	5,445.46
03012900010	VIBRADOR DE CONCRETO 5 HP 1 1/2"	hm	370.0782	6.00	2,220.47
03012900030	MEZCLADORA DE CONCRETO TIPO TROMPO 9 P3 (8	hm	370.0790	10.00	3,700.79

32,321.04
SUBCONTRATOS

04000100020	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO (COMPRESION	und	30.0000	35.00	1,050.00
0400010003	SC CARTEL DE OBRA	und	1.0000	800.00	800.00
0400010004	DISEÑO DE MEZCLA	und	1.0000	300.00	300.00

2,150.00

Total S/. 388,489.82

6.4.4 Presupuesto analítico

Proyecto:

CONSTRUCCION DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL Km 14 + 260
 - 14 + 492 MARGEN IZQUIERDA DEL RIO LUCRE, DISTRITO DE
 LUCRE – PROVINCIA DE QUISPICANCHI – REGION CUSCO - 2017

Concepto	Costo Base del servicio(s/.) (H)	Numero de meses (Nm)	Costo total servicio (S/.) (Cs)	Desagregado según fuentes
				Cofinanciamiento
Dirección Técnica y Administrativa				
Evaluador exp. Técnico	3,500.00	0.50	1,750.00	1,750.00
Supervisor de obra	3,800.00	3.00	13,300.00	13,300.00
Residente de Obra	3,500.00	3.00	12,250.00	12,250.00
Asistente técnico	2,100.00	3.00	6,300.00	6,300.00
Maestro de obra	1,900.00	3.00	5,700.00	5,700.00
Otros				
Seguro (1.8 % MONC+IGV)	160,117.34	0.02	3,400.89	3,400.89
Alquiler de oficina para la obra	75.00	3.00	225.00	225.00
Guardiania	900.00	3.00	2,700.00	2,700.00
Almacenero de obra	1,000.00	3.00	3,000.00	3,000.00
Asistente Administrativo	1,500.00	3.00	4,500.00	4,500.00
Útiles de escritorio y otros	2,050.00	1.00	2,050.00	2,050.00
Expediente Técnico	9,500.00	1.00	9,500.00	9,500.00
Liquidaciones	4,500.00	1.00	4,500.00	4,500.00
Totales			69,175.89	69,175.89

6.4.5 Fórmula polinómica

Presupuesto 0203006 CONSTRUCCION DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL Km 14 + 260 - 14 + 492 MARGEN IZQUIERDA DEL RIO LUCRE, DISTRITO DE LUCRE – PROVINCIA DE QUISPICANCHI – REGION CUSCO - 2017

Fecha Presupuesto 13/09/2016

Moneda NUEVOS SOLES

Ubicación Geográfica 08120€ CUSCO - QUISPICANCHI - LUCRE

$K = 0.308*(Mr / Mo) + 0.133*(Ar / Ao) + 0.412*(Cr / Co) + 0.064*(Mr / Mo) + 0.083*(Hlr / Hlo)$

Monom	Factor	(%)	Símbolo	Indice	Descripción
1	0.308	100.000	M	47	MANO DE OBRA INC. LEYES SOCIALES
2	0.133	100.000	A	05	AGREGADO GRUESO
3	0.412	100.000	C	21	CEMENTO PORTLAND TIPO I
4	0.064	100.000	M	48	MAQUINARIA Y EQUIPO NACIONAL
5	0.083	71.084	HI	37	HERRAMIENTA MANUAL
		28.916		39	INDICE GENERAL DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

6.5 ANEXO 5 - ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

A. GENERALIDADES

Estas disposiciones son de norma y su objetivo es el de cubrir todos los tipos de obras o construcciones que se encuentren en los proyectos de infraestructura hidráulica.

Las presentes especificaciones son de orden general pudiéndose hacer las modificaciones a juicio del profesional responsable previo una sustentación técnica-económica de los cambios a efectuarse observando las características particulares de la obra y tomando en consideración las sugerencias del Inspector, tendientes a facilitar la ejecución de la misma.

A.1. ALCANCE DE LAS ESPECIFICACIONES

Las presentes Especificaciones Técnicas describen el trabajo que deberá realizarse para la ejecución de la obra denominada **“CONSTRUCCIÓN DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL KILOMETRO 14 + 260,00 Y 14 + 492,00 MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO LUCRE, DISTRITO DE LUCRE – PROVINCIA DE QUISPICANCHI – REGIÓN CUSCO - 2017”**

A.2. MEDIDAS DE SEGURIDAD

Las partidas programadas en el Presupuesto de Obra se ejecutarán cumpliendo estrictamente el Reglamento Nacional de Edificaciones y el A.S.T.M-180, lo que permitirá lograr una adecuada calidad y secuencia de la construcción, así como el debido control de los materiales a utilizarse. Todos los trabajos se desenvolverán dentro de las mejores prácticas constructivas a fin de asegurar su correcta ejecución y con los materiales de mejor calidad y garantía en el mercado.

A.3. VALIDEZ DE LAS ESPECIFICACIONES

En el caso de existir divergencia entre los documentos del proyecto:

- ✓ Los planos tienen validez sobre las especificaciones técnicas, metrados y presupuesto
- ✓ Las especificaciones técnicas tienen validez sobre metrados y Presupuestos.
- ✓ Los metrados tienen validez sobre los presupuestos.

Los metrados son referenciales y la omisión parcial o total de una partida no dispensará al Residente de su ejecución, si está prevista en los planos y/o las especificaciones técnicas.

Las especificaciones se complementan con los planos y con los metrados respectivos en forma tal que las obras deben ser ejecutadas en su totalidad, aunque estos figuren en uno solo de los documentos.

Detalles menores de trabajos y materiales no usualmente mostrados en las Especificaciones, Planos y Metrados, pero necesarios para la obra, deben ser incluidos por el Residente dentro de los alcances, de igual manera que si se hubiesen mostrado en los documentos mencionados.

Consultas. - Todas las consultas relativas a la construcción serán formuladas por el Residente al Inspector de la Obra, el mismo que en todo momento contribuirá a la solución de los problemas técnico – constructivos que se generen en obra, asumiendo la corresponsabilidad de sus decisiones.

Solo cuando se generen cambios sustanciales y existan discrepancias considerables de compatibilidad con el terreno y las solicitudes de uso,

las consultas, así como las propuestas de solución del Residente e Inspector, serán derivadas al proyectista para dar opinión.

Similitud de Materiales o Equipo. - Cuando las especificaciones técnicas o planos indiquen “igual o semejante”, solo la Municipalidad o su representante decidirán sobre la igualdad o semejanza.

A.4. CAMBIOS POR EL RESIDENTE DE OBRA

El Residente de Obra notificará por escrito, (haciendo constar en el cuaderno de obra), la especificación de cualquier material o procedimiento que se indique y considere posiblemente inadecuado o inaceptable de acuerdo con las leyes, reglamentos y ordenanzas de las autoridades competentes, así como ejecutará cualquier trabajo necesario que haya sido omitido. Si no se hace esta notificación, las infracciones u omisiones, en caso de suceder, serán asumidas por el Residente de Obra sin costo alguno para la Municipalidad.

La Municipalidad a través del Inspector aceptará o denegará también por escrito dicha notificación.

A.5. MATERIALES Y MANO DE OBRA

Todos los materiales o artículos suministrados para las obras que cubren estas especificaciones, deberán ser nuevos de primer uso, de utilización actual en el mercado nacional e internacional, de la mejor calidad dentro de su respectiva clase.

En cuanto a la mano de obra, la Municipalidad, a través de la Dirección de Obras, suministrará el personal necesario, pudiendo si el convenio con los beneficiarios así lo establece, considerar mano de obra no calificada suministrada por los beneficiarios, en coordinación con el Residente de Obra.

A.6. INSPECCIÓN

El Inspector de la Obra deberá velar por la correcta ejecución de los trabajos y los materiales utilizados, debiendo en todo momento establecer mecanismos de asistencia en los posibles problemas que se generen en obra, sugiriendo y determinando soluciones acordes a las necesidades de obra y los recursos existentes.

Todos los materiales y la mano de obra empleada estarán sujetos a la inspección de la Municipalidad de Lucre, a través del órgano competente, quien tiene el derecho de rechazar el material que se encuentre dañado, defectuoso o la mano de obra deficiente y exigir su corrección.

Así mismo el Inspector de la obra deberá asegurarse que los materiales a emplear deban ser guardados en la obra en forma adecuada, sobre todo siguiendo las indicaciones dadas por el fabricante o manuales de instalaciones y almacenaje. Por lo que de ser necesario se deberá considerar un almacén, a fin de asegurar la salvaguarda de estos materiales, este ambiente será entregado de manera provisional por los beneficiarios.

Si el Inspector del Municipio encontrara que una parte del trabajo ya ejecutado ha sido efectuado en disconformidad con los requerimientos de la obra, podrá optar por aceptar todo, nada o parte de dicho trabajo.

A.7. INTERFERENCIA CON LOS TRABAJOS DE OTROS

Si hubiese alguna interferencia deberá comunicarla por escrito al Inspector de Obras. Comenzar el trabajo sin hacer esta comunicación, significa que, de surgir complicaciones entre los trabajos correspondientes a las diferentes partidas, éste será asumido por el Residente de obra.

A.8. INTERFERENCIA CON OBRAS PÚBLICAS

En el caso eventual de que alguna obra pública (Instalaciones de teléfono, electricidad agua y desagüe), interrumpa con el normal avance de la obra, el Residente deberá comunicar al Inspector a fin de que éste comunique al Organismo pertinente para coordinar trabajos de reubicación, ampliación, reposición, etc. de dichas Obras públicas para así poder continuar con la obra.

A.9. RESPONSABILIDAD POR MATERIALES

El Municipio no asume ninguna responsabilidad por pérdidas de materiales o herramientas a cargo del Residente. Si éste lo desea puede establecer las guardianías que crea conveniente, bajo su responsabilidad y riesgo.

Cuando sea requerido por el Inspector, el Residente de obra deberá retirar de la obra el equipo o materiales excedentes que no vayan a tener utilización futura en su trabajo.

Al término de los trabajos el Residente deberá disponer la limpieza de los desperdicios que existen ocasionados por materiales y equipos empleados en su ejecución.

MATERIALES.

Todos los materiales que se empleen en la construcción de la obra serán nuevos y de primera calidad.

Los materiales que vinieran envasados deberán entrar en la obra en sus recipientes originales intactos y debidamente sellados.

B. NORMAS TÉCNICAS

Las presentes especificaciones están basadas en diversos documentos editados por entidades responsables de la ejecución de obras como:

- ✓ Reglamento Nacional de Edificaciones 2006
- ✓ A.S.T.M. (American Society Testing and Material's)
- ✓ A.C.I (American Concrete Institute)

C. DE LOS MATERIALES

C.1. FUENTES DE ABASTECIMIENTO Y REQUISITOS DE CALIDAD

Las fuentes de abastecimiento de todos los materiales, deben ser aprobados por un profesional responsable, antes de que las entregas principien. Muestras preliminares, representativas del tipo y cantidad prescrita deberán ser suministradas por el abastecedor para su examen y prueba, de acuerdo con los métodos que se hacen referencia en estas especificaciones.

C.2. MATERIALES

I. AGREGADO FINO (UNIDAD DE MEDIDA: M3)

Consistirá en arena natural o zarandeada, o una combinación de ambos tipos. Las características granulométricas de este material deberán estar dentro de los parámetros estándar indicados en el diseño de mezclas y/o las especificaciones técnicas de cada partida.

II. AGREGADO GRUESO (UNIDAD DE MEDIDA: M3)

Consistirá en hormigón, piedra angulosa o una combinación de estas, debiendo ser duras, químicamente estables, sin materias extrañas u orgánicas adheridas a él.

Todo el agregado grueso, al momento de ser empleado, deberá estar libre de polvo, aceites, grasas u otras materias que perjudiquen su adherencia con el concreto o disminuyan el rendimiento de éste.

Las características granulométricas de éste material deberán estar dentro de los parámetros estándar indicados en el diseño de mezclas y/o las especificaciones técnicas de cada partida.

III. CEMENTO (UNIDAD DE MEDIDA: BOLSAS)

El tipo de cemento a usarse en el presente proyecto será el cemento Portland ASTM tipo I, con peso específico de 3.15 kg/cm³. y de fabricación reciente, en buen estado de conservación, con un peso de 42.5 Kg.

IV. AGUA (UNIDAD DE MEDIDA: M3)

El agua a utilizarse para la mezcla del concreto y el curado debe ser preferiblemente agua potable, libre de sulfatos, carbonatos, materias en suspensión o en general soluciones químicas que perjudiquen el buen rendimiento de la mezcla, así como el fraguado, asimismo no se debe utilizar agua que contenga materia orgánica.

V. MADERA (UNIDAD DE MEDIDA: PIES²)

La madera para el encofrado, será aserrada deberá garantizar estanqueidad, con alineamiento tanto horizontal como vertical. Debe realizarse un correcto apilado para su secado, de ser necesario serán preservadas con sustancias químicas. (pentaclorofenol, sales, etc.) o de aceites sucios (quemados) o petróleo aplicado con brocha o mediante inmersión de las mismas tablas.

VI. PIEDRA (UNIDAD DE MEDIDA: M3)

Este elemento mineral, sólido no debe ser terroso ni de aspecto metálico, preferentemente debe proporcionar una superficie regular y plana de canto rodado sí fuera de río o de lo contrario superficie rugosa sí fuera de cantera. Estos deben ser compactos. No se empleará tobas o piedras deleznales, deben estar exentas de impurezas que perjudiquen la adherencia con el concreto.

VII. HORMIGÓN (UNIDAD DE MEDIDA: M3)

Consistirá en agregado de piedra canto rodado, y arena natural o triturada, debiendo ser duras, químicamente estables, sin materias extrañas u orgánicas adheridas a él, procedentes del río.

En los casos en los que no se consignen, este deberá ser bien gradada y de conformidad por el Residente para el uso respectivo.

Todo el agregado, al momento de ser empleado, deberá estar libre de polvo, aceites, grasas u otras materias que perjudiquen su adherencia con el concreto o disminuyan el rendimiento de éste.

VIII. CLAVOS Y ALAMBRES (UNIDAD DE MEDIDA: KG)

Los clavos a emplearse en la fijación de los diferentes tipos de encofrado serán de acuerdo al espesor de la madera entre 3" y 4", igualmente los tipos de alambres para la fijación de los encofrados de madera serán de alambre negro N°8, éste estará libre de óxido y en buen estado de conservación.

D. DE LA HERRAMIENTA Y EQUIPO

Se deberá prever plantas de construcción y equipo, suficientes para ejecutar el trabajo de acuerdo a los planos, especificaciones y el programa de avance aprobado.

Las herramientas manuales serán determinadas por el Residente en su requerimiento.

Para la mezcla de concreto, mezcladoras de concreto trompo 9 - 11p3.

E. MANO DE OBRA

La mano de obra deberá en lo posible ser de la zona para fomentar el empleo en zonas deprimidas de extrema pobreza.

**CONSTRUCCIÓN DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL KILOMETRO 14 + 260
Y 14 + 492 MARGEN IZQUIERDA, DISTRITO DE LUCRE - QUISPICANCHI -
CUSCO - 2017”**

01.00.00 OBRAS PROVISIONALES

01.01.00 ALMACÉN Y CASETA DE GUARDIANÍA

DESCRIPCIÓN:

Comprende la construcción provisional principal y acondicionamiento y/o instalación de guardianía para el cuidado de materiales en las principales obras del proyecto.

La residencia acondicionará instalaciones provisionales para su uso, estas deberán contar con equipamiento mínimo y darles mantenimiento. Se prevé,

sin ser limitativos, el acondicionamiento de ambientes bajo techo el mismo estará distribuido en los principales puntos.

Los planos de las construcciones temporales o provisionales deben ser presentados a la Supervisión para su aprobación tanto de las áreas como su ubicación dentro de la obra

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Las construcciones temporales provisional para, vestuarios, guardianía entre otras.

vestuario guardianía, SS.HH. entre otros necesarios para el buen funcionamiento de la obra.

Estas obras provisionales estarán constituidas por materiales como madera tornillo, calamina galvanizada 0.3 mm de espesor, triplay de 4.0mm de espesor y otros materiales livianos que permitan y faciliten el montaje y desmontaje en corto plazo.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

Metro Cuadrado (m²).

**01.02.00 LETRINA DOMICILIARA DE MADERA Y CALAMINA DE
1.20m X 1.20m**

DESCRIPCIÓN:

Esta partida de letrina son servicios higiénicos provisionales las cuales serán construidas provisionalmente para el servicio de las personas de la obra.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Esta partida comprende el método de construcción del servicio higiénico provisional de madera y calaminas de la medida especificadas.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

Se medirá esta partida por unidades (Und), considerando el largo por el ancho de la partida ejecutada, o sumando por partes de las mismas para dar un total.

01.03.00 CARTEL DE OBRA DE 3.60m X 2.40m

DESCRIPCIÓN:

El cartel de obra, es la identificación de la obra. En el cartel de obra, se indica información general de la obra, tales como el nombre del proyecto, monto de inversión, plazo de ejecución, entidad financiera, la entidad que ejecuta y otros datos de interés general. El cartel de obra permite informar a la población de los alcances del Proyecto.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

El cartel de obra se construirá según diseño y dimensiones establecidas en el expediente técnico o definido por la entidad promotora de la obra.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La unidad de medida es la Unidad (Und).

02.00.00 OBRAS PRELIMINARES

**02.01.00 LIMPIEZA MANUAL DEL TERRENO CON PRESENCIA DE
MALEZA Y VEGETACIÓN**

DESCRIPCIÓN:

Comprende los trabajos de limpieza de las malezas y vegetación que existe en el área de trabajo de acuerdo al replanteo general al inicio de la obra, de modo que el terreno quede limpio, libre de toda vegetación y su superficie resulte apta para iniciar los demás trabajos no incluye elementos enterrados de ningún tipo.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Limpieza de terreno con presencia de malezas y vegetación, se realizará con picos, lampas y carretillas. El producto de la limpieza se eliminará a botaderos autorizados o al volquete municipal recolector de basura.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La unidad de medida es metro cuadrado (m²)

02.02.00 TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO

DESCRIPCIÓN:

Comprende trabajos de topográficos necesarios para el trazo y replanteo de la obra, tales como: ubicación y fijación de ejes, linderos y líneas de referencia por medio de puntos ubicados en elementos inamovibles. Los niveles y cotas de referencia indicados en los planos se fijan de acuerdo a estos y después se verificarán las cotas del terreno, etc.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

El trazo consiste en llevar al terreno los ejes y estacas de nivelación, establecidos en los planos adecuadamente. El replanteo consiste en la ubicación e identificación de todos los elementos que se detallan en los planos durante el proceso de construcción. Para ello se colocará el equipo topográfico en un punto estratégico sin obstrucciones que facilite el trabajo.

Se recomienda primeramente emparejar el terreno antes del replanteo eliminando montículos, plantas arbustos y todo obstáculo que puede interrumpir el trabajo continuo.

Para la realización de esta partida será necesario equipos tales como, estación total, prismas, wincha metálica, comba, pico, etc.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La unidad de medida es metro cuadrado (m²)

03.00.00 MOVIMIENTO DE TIERRAS

03.01.00 CORTE EN TERRENO NORMAL CON MAQUINA

DESCRIPCIÓN:

Comprende trabajos de corte necesario para dar al terreno los niveles y/o pendientes indicados en planos en un terreno normal. El corte se ejecutará con maquinaria pesada.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

El maestro de obra definirá mediante trazos las ares a realizar corte, se recomienda que el participante trabaje con mucho cuidado para evitar

cualquier accidente. La excavación del terreno se realizará respetando el trazo y las medidas en los planos respectivos.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La unidad de medida es: metro cubico (m³)

03.02.00 EXCAVACIÓN MASIVA A MAQUINA EN TERRENO SEMIROCOSO (RETROEXCAVADORA S/LLANTAS)

DESCRIPCIÓN:

Comprende trabajos de excavación de zanja de acuerdo a los niveles y pendientes indicados en los planos. para base de muro haciendo uso de maquinaria pesada sobre terreno normal.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

El maestro de obra definirá mediante trazos las ares a realizar corte.
Se recomienda al participante que labore con cuidado para prevenir accidentes

En esta partida se realizará la excavación para la base del muro y la instalación de la uña de estabilidad nivelante. El trabajo se realizará haciendo uso de una retroexcavadora en una longitud de 220.00 m. y un ancho de 2.00 m.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La unidad de medida es: metro cubico (m³)

03.03.00 DESVÍO DE RIO PARA LA EXCAVACIÓN DE PLATAFORMA

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Comprende el trazo y habilitación de un dique temporal o una zanja para el desvío en la dirección del río para evitar que ingrese agua a la zona de trabajo de tal modo que no cauce dificultades en la ejecución de las obras.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Se efectuará el desvío usando 04 sacos de polietileno rellenos con grava y arena de 1/2" a 1" de diámetro y con ayuda de sus herramientas manuales como picos palas etc., los cuales serán colocados en hilera uno a continuación de otro hasta evitar que el agua del cauce ingrese a la zona donde se están efectuando los trabajos. Y en el caso de haber excavado zanjas de desvío, una vez terminada la ejecución de la obra definitiva, los desvíos deberán ser rellenos y/o nivelados hasta quedar el terreno como en su estado original.

Materiales a Utilizar: Se utilizará sacos de polietileno en un número de cuatro rellenos con grava de tamaño de 1/2" a 1"

UNIDAD DE MEDICIÓN:

Metro Lineal (ml)

03.04.00 EXCAVACIÓN CON MAQUINARIA DE ZANJAS BAJO AGUA

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Es aquella que se ejecuta por debajo del nivel freático y que exige el uso continuo de equipo de bombeo para abatirlo. No se considera como excavación húmeda aquella donde el origen del agua sea: lluvias,

infiltraciones, fugas de acueducto, aguas procedentes de alcantarillados existentes y aguas pérdidas o de corrientes superficiales que puedan ser corregidas o desviadas sin necesidad de bombeo.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

La excavación podrá ejecutarse con maquinaria pesada retroexcavadora ser el caso, este será transportado según el caso mediante buguies. El Ejecutor tomará en cuenta que las excavaciones programadas no son de un solo tipo, sino como se indica en los planos.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

Metro Cúbico (m³)

03.05.00 NIVELACIÓN Y APISONADO MANUAL DE FONDO DE ZANJA

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Comprende el suministro de la mano de obra y herramientas menores para efectuar el refine, nivelación y compactación hasta alcanzar las cotas exigidas, de acuerdo a lo indicado en los planos.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

El material de relleno será extendido y colocado en capas de 10 cm de espesor máximo, debiendo lograrse un grado de compactación de por lo menos 90% del Proctor – Modificado.

Es preciso recomendar que a la compactación antes especificada se llegue en forma rápida con el uso correcto del equipo apropiado y con la cantidad de agua correspondiente al óptimo contenido de humedad.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La medición será por metro cuadrado (m²)

03.06.00 RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Se refiere al material excavado no clasificado que será colocado en la zona de relleno de acuerdo a los planos.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Para el relleno con material propio no clasificado se requerirá el manejo de plancha compactadora que requieren de combustible para su funcionamiento.

El maestro de obra definirá los niveles hasta donde se realizara el relleno. Vaciar el material de rellenó en capas de 0.10 m. seguido de ello compactar con el equipo. Realizar este procedimiento hasta alcanzar la altura señalada.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La unidad de medida es: metro cuadrado (m²)

04.00.00 TRANSPORTE DE MATERIAL Y AGREGADOS

**04.01.00 ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE PARA SER
UTILIZADO EN RELLENOS D<50m**

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

El material excedente proveniente de las excavaciones de las zanjas y zapatas, así como de la excavación masiva, será utilizado en rellenos la cual será acarreado al lugar donde se utilizará el relleno utilizando carretillas y herramientas manuales a distancias de 50 metros.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

El material excedente será utilizado en lugar donde se requiere del material excedente.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

El acarreo del material excedente para utilizar en rellenos se medirá por unidad de Metro Cúbico (M3), considerando el largo por el ancho por la altura del material a ser utilizados en rellenos.

**04.02.00 ACARREO Y ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE
D<=100m**

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Consiste en la eliminación de material excedente producto de las excavaciones, este material deberá ser depositado en botaderos o donde indique el Residente.

Herramientas a Utilizar: Se usará para esta partida buguies (carretillas)

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Los trabajos de excavación se efectuarán con el fin de obtener la sección indicada en los planos o la que ordene el Residente. Todos los taludes de los cortes serán conformados y perfilados con la inclinación adecuada, según el tipo de material. Este se realizará por el camino existente en la obra.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

Metro Cubico (m³)

04.03.00 EXTRACCIÓN DE PIEDRA MEDIANA DE 8” A 12” EN CANTERA

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

La piedra será de buena calidad, densa, tenaz, durable, sana, sin defectos que afecten su estructura, libre de grietas y sustancias extrañas adheridas e incrustaciones cuya posterior alteración pudiera afectar la estabilidad de la obra.

El tamaño de la piedra deberá ser lo más regular posible, y tal que sus medidas estén comprendidas entre la mayor dimensión de la abertura de la malla y dos veces dicho valor.

Antes de su colocación en obra, la piedra deberá ser aprobada por el Ingeniero Inspector.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

El trabajo consiste el suministro de la mano de obra, herramienta y equipo. Así como de todas las operaciones necesarias para la selección, acopio, carguío y transporte de piedra de 8” – 12”, para ser depositado en obra en los lugares previamente determinados para la Inspección.

La selección y acopio de piedra de 8” – 12” se realizará mediante el empleo de mano de obra, como también se puede emplear cargador frontal para dichos trabajos, los que serán verificados y aprobados por la Inspección.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

El método de medición de esta partida será por metro cubico (m3).

**04.04.00 EXTRACCIÓN Y SELECCIÓN DE PIEDRA DE RIO DE 8” -
12”**

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Comprende trabajos de extraer y seleccionar piedras de cantera según la necesidad de la obra. La extracción se realizará manualmente.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Se recomienda primeramente limpiar la superficie del área donde se va a extraer la piedra de arbustos y elementos no deseados.

Luego con ayuda de picos y lampas se empieza a remover el banco de hormigón, seleccionando las piedras del tamaño requerido.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La unidad de medida es: metro cubico (m3)

**04.05.00 ACARREO MANUAL DE P.G. (PROM. 8" - 12")
50m<D<100m**

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Comprende en trasladar la piedra grande en forma manual, también haciendo uso de carretillas hacia el lugar de la obra a una distancia de 50m y 100m para el acopio y la ejecución de la obra correspondiente.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Se recomienda trasladar el material con mucho cuidado para evitar accidentes.

Se trasladará el material manualmente, con sacos vacíos y carretillas, procurando no exceder la capacidad de esfuerzo del ser humano.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La unidad de medida es: metro cubico (m³)

**04.06.00 CARGUÍO Y TRANSPORTE DE PIEDRA HABILITADA
DESDE CANTERA HASTA LA OBRA D<18km VOLQUETE 15m³
(MANUAL)**

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Esta labor será realizada por un volquete con capacidad de 15 m³ que transportarán al material hasta el lugar de construcción de la obra. La piedra será de buena calidad, densa, tenaz, durable, sana, sin defectos que afecten su estructura, libre de grietas y sustancias extrañas adheridas e incrustaciones cuya posterior alteración pudiera afectar la estabilidad de la obra.

Antes de su colocación en obra, la piedra deberá ser aprobada por el Ingeniero Inspector.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Se inicia el proceso de carguío de piedra habilitada desde la cantera por parte de los participantes a un lugar adecuado donde acceda el volquete y facilite el trabajo, los participantes con herramienta manuales cargaran el material al volquete u otro medio de transporte para ser conducido a obra.

Se debe tener en cuenta el establecer las medidas de seguridad y protección para el personal de trabajo.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

El método de medición de esta partida será por metro cubico (m3).

**04.07.00 ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE CON
VOLQUETE 15m3**

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Comprende la eliminación del material producido por excavaciones que se encuentran en el área del terreno destinado a la construcción de la obra.

En lo posible se evitará la polvareda excesiva, aplicando un conveniente sistema de regadío o cobertura.

Materiales y equipos: Herramientas manuales, Volquete de 15 M3, Cargador s/llantas 100-115 HP 2-2.25 YD3

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

El material excedente se localizará en lugares que no perjudiquen el normal desarrollo de la obra. Se cargará en los camiones volquetes, mediante cargadores mecánicos.

Se eliminará a botaderos previamente autorizados por el Supervisor, quien solicitará al Residente los permisos y licencias pertinentes.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

El trabajo ejecutado se medirá en metros cúbicos (m³) de eliminación de material excedente, que cumpla con la especificación anterior y aceptada por el Ing. Supervisor.

05.00.00 MUROS DE ENCAUSAMIENTO H = 2.70m

05.01.00 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Esta partida comprende el suministro, ejecución y colocación de las formas de madera necesarias para el vaciado del concreto de los diferentes elementos que conforman las estructuras y el retiro del encofrado en el lapso que establecido.

Materiales a Utilizar

Los alambres que se empleen para amarrar los encofrados, no deberán atravesar las caras del concreto que queden expuestas en la obra terminada, dicho alambre será negro recocado # 8. En general, se deberá unir los encofrados por medio de clavos (para madera con cabeza de 3") que puedan ser retirados posteriormente, se usará petróleo diésel n° 2 para cubrir las caras de la madera corriente.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

El diseño y seguridad de las estructuras provisionales, andamiajes y encofrados serán de responsabilidad única del Residente. Se deberá cumplir con la norma ACI 347.

Los encofrados deberán ser diseñados y construidos en tal forma que resistan plenamente, sin deformarse, el empuje del concreto al momento del vaciado y el peso de la estructura mientras ésta no sea auto portante.

El Residente deberá proporcionar planos de detalle de todos los encofrados al Inspector, para su aprobación.

Las juntas de unión serán calafateadas, a fin de impedir la fuga de la lechada de cemento, debiendo cubrirse con cintas de material adhesivo para evitar la formación de rebabas.

Los encofrados serán convenientemente humedecidos antes de depositar el concreto y sus superficies interiores debidamente lubricadas para evitar la adherencia del mortero. Previamente, deberá verificarse la absoluta limpieza de los encofrados, debiendo extraerse cualquier elemento extraño que se encuentre dentro de los mismos.

Antes de efectuar los vaciados de concreto, el Inspector verificará los encofrados con el fin de aprobarlos, prestando especial atención al recubrimiento del acero de refuerzo, los amarres y los arriostres.

En el caso de utilizarse acelerantes de fragua, previa autorización del Inspector, los plazos podrán reducirse de acuerdo al tipo y proporción del acelerante que se emplee; en todo caso, el tiempo de desencofrado se fijará de acuerdo a las pruebas de resistencia efectuadas en muestras de concreto.

Todo encofrado, para volver a ser usado, no deberá presentar alabeos ni deformaciones y deberá ser limpiado cuidadosamente antes de ser colocado nuevamente.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

El método de medición de esta partida será por metro cuadrado (m²).

**05.02.00 PREPARACIÓN Y VACIADO C°S° f'c = 100 kg/cm²
(SOLADO)**

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Se refiere a los trabajos que son necesarios realizar a fin de suministrar, habilitar, preparar, e instalar en sus posiciones finales el concreto para solados, compuesto por Cemento, Arena, Grava y agua, en la dosificación que apruebe el Inspector de Obra según el respectivo diseño de mezclas definido en el expediente, para el presente caso la resistencia mínima a la compresión requerida a los 28 días será de 100 kg/cm².

Materiales a Utilizar

Entre los materiales se tienen: grava, cemento, arena y agua.

Los equipos a utilizar será un vibrador de agua de 1 ½" con un motor de una capacidad de 5 hp, una mezcladora de 09 p3 – de un motor de 8 hp.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

El procedimiento constructivo y las especificaciones de los materiales a usar será el que corresponde a las especificaciones técnicas, debiendo de considerar que el concreto a utilizar cumpla con dichos requisitos. Los encofrados deberán ser aprobados y revisados por el Inspector de Obra previamente al vaciado con concreto de tal manera que verifique las dimensiones finales según los planos.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

El método de medición de esta partida será por metro cubico (m3).

05.03.00 PREPARACIÓN Y VACIADO C°S° f'c = 175 kg/cm² (MURO-ZAPATA)

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Se refiere a los trabajos que son necesarios realizar a fin de suministrar, habilitar, preparar, e instalar en sus posiciones finales el concreto estructural compuesto por cemento, arena, grava y agua en las dosificaciones que apruebe el Inspector de Obra según el respectivo diseño de mezclas proporcionado por el Residente, para el presente caso la resistencia mínima a la compresión requerida a los 28 días será de 175 kg/cm².

Materiales y Equipos a Utilizar

Entre los materiales se tienen: grava, cemento, arena y agua.

Como equipos están: mezcladora de concreto de 09 p3 y vibrador de 1 ½" de 5 HP.

La cantidad de cemento por m³, relación A/C y agregados será determinada en base al diseño de mezclas correspondiente.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

El procedimiento constructivo y las especificaciones de los materiales a usar será el que corresponde a las normas técnicas de concreto descritas adelante, debiendo de considerar que el concreto a utilizar cumpla con dichos requisitos. Tanto los encofrados y el refuerzo de acero deberán ser aprobados y revisados por el Supervisor de Obra previamente al vaciado con concreto de tal manera que verifique las dimensiones finales según los planos.

Esta partida comprende:

Transporte de mezcla de concreto con buguies (distancia hasta 0.30 km.), distancia del trompo al punto del vaciado.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

Metro Cubico (m³)

Especificaciones Técnicas de Materiales para Concreto:

▪ **Cemento:**

El cemento deberá ser del tipo Portland, originario de fábricas aprobadas, despachado únicamente en sacos o bolsas sellados de marca. La calidad del cemento Portland deberá ser equivalente a la de las Especificaciones ASTM-C-150 AASHTO M-85, Clase I. En todo caso, el cemento deberá ser aceptado solamente con aprobación expresa del Supervisor, que se basará en los certificados de ensayo emanados de Laboratorios reconocidos. Cemento pasado o recuperado de la limpieza de los sacos o bolsas no deberá ser usado en la obra.

▪ **Aditivos:**

El uso de aditivos deberá previamente ser aprobado por el Supervisor. Todos los aditivos deberán ser medidos con una tolerancia de tres por ciento (3%) en más o menos, antes de echarlos a la mezcladora.

▪ **Agregado Fino:**

El agregado fino para el concreto deberá satisfacer los requisitos de la AASHTO M-6

El agregado fino consistirá de arena natural y otro material inerte con características similares, sujeto a aprobación por parte del Inspector. Será limpio libre de impureza, sales y sustancias orgánicas.

El agregado fino deberá cumplir con los siguientes requisitos:

ENSAYO	LÍMITES	MÉTODO DE PRUEBA
Partículas friables	1 % Máx.	T - 112
Carbón y lignito	1 % Máx.	T - 113
Material menor que la malla N°200:		T - 111
Concreto sujeto a abrasión	4 % Máx.	
Concreto no sujeto a abrasión	5 % Máx.	
Pérdida en ensayo de durabilidad con sulfato de sodio	10 % Máx.	T - 104

GRANULOMETRÍA		MÉTODO DE PRUEBA
MALLA	% QUE PASA	
3/8 "	100	100
N° 4	95 – 100	95 – 100
N° 16	45 – 80	45 – 80
N° 50	10 – 30	10 – 30
N° 100	2 – 10	2 – 10

- Agregado Grueso:

El agregado grueso para el concreto deberá satisfacer los requisitos de AASHTO M-80

El agregado grueso deberá consistir de grava, o piedra triturada, con una resistencia última mayor que la del concreto en que se va a emplear, químicamente estable, durable, sin materias extrañas y orgánicas adheridas a su superficie.

El tamaño máximo del agregado grueso, no deberá exceder los 2/3 de espacio libre entre barras de refuerzo.

El agregado grueso deberá cumplir con los siguientes requisitos:

ENSAYOS	LÍMITES	MÉTODO DE PRUEBA
Fragmentos suaves		
Carbón y líquido	5% Máx.	T - 89
Terrones de arcilla	1% Máx.	T - 113
Material pasante de malla N° 200	0.25% Máx.	T - 11
Abrasión en la Maquinaria de Los Ángeles	1% Máx.	T - 11
	40% Máx.	T - 96
Pérdida en ensayo de durabilidad con sulfato de sodio	12% Máx.	T - 104

GRANULOMETRÍA	% QUE PASA							MÉTODO DE PRUEBA
	DESIGNACIÓN	2½"	2"	1½"	1"	¾"	½"	
Nº 7 (½" - Nº 4)					100	90-100	40-70	0-15
Nº 67 (¾"-Nº 4)				100	90-100	-----	20-55	0-10
Nº 7 (1" - Nº 4)			100	95-100	-----	25-60	-----	0-10
Nº 467 (1½"-Nº 4)		100	95-100	-----	35-70	-----	10-30	0-5
Nº 357 (2" - Nº 4)	100	95-100	-----	35-70	35-70	10-30	-----	0-5
Nº 4 (1½" - ¾")		100	90-100	20-55	0-15	-----	0-5	-----
Nº 3 (2" - 1")	100	90-100	35-70	0-15	-----	0-5	-----	-----

▪ Agua:

Como requisito de carácter general y sin que ello implique excluir la realización de ensayos que permitan verificar su calidad, podrán emplearse como aguas de amasado y curado todas aquellas fuentes reconocidas como potable o sobre las que se posea experiencia por haber sido empleadas para tal fin.

El agua empleada para amasar y curar el hormigón deberá ser de propiedades colorantes nulas, deberá ser clara, libre de glúcidos (azúcares) y de aceites. Además, no deberá contener sustancias que puedan producir efectos desfavorables sobre el fraguado, la resistencia o la durabilidad del hormigón o sobre las armaduras.

Previamente a su empleo, será necesario investigar y asegurarse de que la fuente de provisión no esté sometida a influencias que puedan modificar su

composición y características con respecto a las conocidas que permitieron su empleo como resultado satisfactorio.

Requisitos Previos

Se considerará apta para el amasado y/o curado de hormigones y morteros, el agua cuyas propiedades y contenido en sustancias disueltas están comprendidas dentro de los límites siguientes:

- El contenido máximo de material orgánico, expresada en oxígenos consumidos, será de 3mg/(3ppm)
- El contenido de residuo sólido disuelto no será mayor de 5g/l (5000ppm).
- El pH está comprendido entre 5.5 y 8.5.
- El contenido de sulfatos, expresados en ion SO₄ será menor de 0.6 g/l (600ppm)
- El contenido de cloruros, expresados Cl, será menor de 1g/(1000ppm)
- El contenido de carbonatos y bicarbonatos alcalinos (alcalinidad total) expresado en NaHCO₃, será menor de 1g/l (1000ppm).
- Requisitos opcionales, si la variación de color es una característica que se desea controlar, el contenido de fierro, expresado en ion férrico, será de una parte por millón (1 ppm).

Requisitos Definitivos

Cuando el agua ensayada no cumpla uno o varios de los requisitos previos establecidos, se podrán realizar ensayos comparativos empleando en un caso el agua en estudios y en otro agua destilada o potable, manteniendo

además similitud en materiales a utilizar y procedimientos, con el fin de obtener ensayos reproducibles.

Dichos ensayos se realizarán, de preferencia, con el mismo cemento que será usado y consistirán en la determinación del tiempo de fraguado del cemento y resistencia a compresión del mortero a las edades de 7 días y 28 días.

Cuando la concentración de sales, especialmente de cloruros, exceda los límites establecidos, se realizará también ensayos de resistencia a la compresión a las edades de 180 días y 365 días.

Los tiempos de fraguado inicial y final de la pasta que contiene el agua en estudio podrán ser hasta 25% menor y 25% mayor, que los correspondientes a la pasta que contiene el agua de referencia.

La reducción de resistencia del mortero que contiene el agua en estudio a cualquier edad de ensayo, podrá ser como máximo del 10%.

Método de Construcción

Dosificación

El diseño de la mezcla debe ser presentado por el Residente para la aprobación por el Supervisor. Basado en mezclas de prueba y ensayos de compresión, el Supervisor indicará las proporciones de los materiales.

Igualmente, el Diseño de Mezclas deberá incluir el tipo de consistencia que se utilizará según el Cuadro que sigue. La consistencia del concreto se medirá por el Método del Asiento en el Cono de Abrahams, expresado en número entero de centímetros (A.A.S.H.T.O. T-119).

La toma de muestra para la medición de la consistencia se hará entre el 1/4 y los 3/4 de la descarga, en cantidad suficiente para tres medidas, la media aritmética de las mismas será el valor característico.

TIPO DE CONSISTENCIA	MEDIDA EN EL CONO DE ABRAHAMS – (cm.)	TOLERANCIA (cm.)
Seca	0 – 2	0
Plástica	3 – 5	+ 1
Blanda	6 – 9	+ 1
Fluida	10 – 15	+ 2
Líquida	> 16	+ 3

Mezcla y Entrega

El concreto deberá ser mezclado en cantidades solamente para su uso inmediato, no será permitido reemplazar el concreto añadiéndole agua, ni por otros medios.

Vaciado de Concreto

Todo concreto debe ser vaciado antes de que haya logrado su fraguado inicial y en todo caso dentro de 30 minutos después de iniciar el mezclado.

Compactación

La compactación del concreto se ceñirá a la norma ACI-309. Las vibradoras deberán ser de un tipo y diseño aprobados, no deberán ser usadas como medio de esparcimiento del concreto. La vibración en cualquier punto deberá ser de duración suficiente para lograr la consolidación, pero no deberá prolongarse al punto en que ocurre la segregación.

Acabado de las Superficies de Concreto

Inmediatamente después del retiro de los encofrados, todo alambre o dispositivo de metal que sobresalga, usado para sujetar los encofrados y que pase a través del cuerpo del concreto, deberá ser quitado o cortado hasta, por lo menos, dos centímetros debajo de la superficie del concreto.

Los rebordes del mortero y todas las irregularidades causadas por las juntas de los encofrados deberán ser eliminados.

La existencia de zonas excesivamente porosas puede ser, a juicio del Inspector, causa suficiente para el rechazo de una estructura.

Todas las juntas de expansión o construcción en la obra terminada deberán ser cuidadosamente acabadas y exentas de todo mortero.

Curado y Protección del Concreto

Todo concreto será curado por un período no menor de 7 días consecutivos, mediante un método aprobado o combinación de métodos aplicable a las condiciones locales. El Residente deberá tener todo el equipo necesario para el curado o protección del concreto disponible y listo para su empleo antes de empezar el vaciado del concreto. El sistema de curado que se usará deberá ser aprobado por el Inspector y será aplicado inmediatamente después del vaciado a fin de evitar agrietamientos, resquebrajamiento y pérdidas de humedad del concreto.

Muestras

Se tomarán como mínimo 9 muestras estándar por cada llenado, rompiéndose 3 a 7 días, 3 a 14 días y 3 a 28 días y considerándose el promedio de cada grupo como resistencia última de la pieza. Esta

resistencia no podrá ser menor que la exigida en el proyecto para la partida respectiva.

05.04.00 JUNTA DE MURO CON TECKNOPOR e =1”

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Las juntas de construcción indicadas en los planos estructurales se ubicarán y ejecutarán de modo de no debilitar la estructura.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Al hacer las juntas de construcción y antes de continuar el trabajo, se procederá a limpiar el concreto, quitándose las partes de él que estén blandas, humedeciendo abundantemente la superficie y colocando luego una capa de lechada, enseguida se procederá a la colocación de las planchas de tecknopor.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

Se medirá esta partida por Metro Cuadrado (m²), considerando el largo por el ancho de la partida ejecutada, o sumando por partes de las mismas para dar un total.

06.00.00 CAPACITACIONES

**06.01.00 IMPLEMENTACIÓN DE TALLERES DE CAPACITACIÓN
PARA OBRAS**

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Esta partida consiste en brindar capacitación a la población sobre lo referente de los trabajos ejecutados en el presente proyecto con referente a la prevención contra desastres naturales

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Se realizará con el empleo de diapositivas y material didáctico con el objetivo de dar a conocer las diferentes capacitaciones referentes a la prevención de desastres

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La unidad de medición a usarse será el global (Glb).

07.00.00 KIT

07.01.00 KIT DE HERRAMIENTAS MANUALES

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Comprende el aprovisionamiento de herramientas necesarias para los trabajadores de la obra.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Se asegurará que los trabajadores cuenten con las herramientas suficientes para el desarrollo de los trabajos de construcción de muro según el detalle de herramientas citado en el presente expediente según el promedio de participantes.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La unidad de medida es: Unidad (Und.)

07.02.00 KIT DE IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Comprende el aprovisionamiento de implementos de seguridad para los trabajadores de la obra.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Se asegurará que los implementos de seguridad cumplan con los estándares de calidad según la normatividad de seguridad en obra correspondiente y la calidad suficiente para el promedio de participantes, tratando de asegurarse que cada uno cuente con el equipo mínimo de seguridad en obra

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La unidad de medida es: Unidad (Und.)

08.00.00 MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

08.01.00 FORESTACIÓN PARA DEFENSAS NATURALES (RÍOS, QUEBRADAS), INCLUYE SUMINISTRO Y SEMBRADO

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Comprende trabajos de recuperación de ares verdes circundantes al río antes de la ejecución de la obra, para lo cual se utilizarán especies arbóreas nativas en el lado posterior de la estructura (muro).

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Se inicia cuadrando el terreno, para esto se marca un punto base de inicio con una estaca sobre una esquina del terreno.

Luego desde el punto base del inicio y con el cordel se forma un triángulo con lados de 3, 4 y 5 metros, de manera que el lado de 5 metros quede hacia el interior de terreno y los otros dos lados formen una L. una vez que se tenga el terreno con la ubicación trazada para el sembrío de las plantas el siguiente paso es aperturar los hoyos , que cumplen el rol de albergar a las plantas, proporcionándoles las condiciones óptimas del espacio, humedad y estructura de suelo para instalarse y desarrollarse sin problemas.

Es recomendable transportar a las plantas en las primeras horas de la mañana, al anochecer y cuando el día este nublado y lluvioso, se puede proteger con un toldo de carrocería para evitar el efecto desecante del viento. Previamente los plantones deben estar listos, y el área escogida para los plantones deben estar preparadas, solo así se logrará aprovechar el momento óptimo para plantar.

La plantación debe efectuarse con cuidados requeridos y en forma oportuna, durante el periodo de plena precipitación y concluir por lo menos un mes

antes de la finalización de las lluvias. Esta permite garantizar una buena altura de las plantas y desarrollo satisfactorio de sus raíces.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La unidad de medida es: Unidad (Und.)

08.02.00 LIMPIEZA FINAL DE OBRA

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Comprende los trabajos que deben ejecutarse para la eliminación de basura, elementos sueltos, residuos y desperdicios existentes.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Se realizará una vez finalizada la ejecución de cada frente de trabajo.

De acuerdo a las instrucciones impartidas por el responsable técnico que verificara la culminación de los trabajos de cada frente, disponiendo la limpieza del área para su entrega.

Los desperdicios, así como las basuras (papeles, maleza, etc.) se acumulan en un lugar determinado para la quema o su eliminación en botaderos a través de un camión recolector

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La unidad de medida es: Metro cuadrado (m²)

09.00.00 FLETE

09.01.00 FLETE TERRESTRE

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Comprende los trabajos que deben ejecutarse para el traslado de materiales desde la ciudad de origen hasta la obra.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Se asegurará que los transportes de materiales sean ejecutados con las especificaciones mínimas de transporte dadas por el fabricante, tratando en lo posible de no deteriorar los materiales granulares.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La unidad de medida es: Global (Glb.)

10.00.00 VARIOS

10.01.00 SEÑALIZACIÓN EN OBRA DURANTE LA EJECUCIÓN

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Comprende trabajos que deben determinar el área de ejecución y protección de obra.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Se asegura que la delimitación sea tal que permita la ejecución y la circulación de los trabajadores en la obra, estando de acuerdo a la necesidad y progresión en la ejecución de la obra.

Se realizará con cintas señaladores amarillos asegurado en poste de madera con base de concreto, de ser necesario y de acuerdo a la peligrosidad de los trabajos se determinará el concurso de un participante para informar a los transeúntes de los trabajos que se vienen realizando y direccionando la circulación hacia vías alternas.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

La unidad de medida es: Metro (m.)

10.02.00 PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO (PRUEBA A LA COMPRESIÓN)

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

La partida trata acerca de los controles necesarios para garantizar la calidad del concreto que será colocado en obra.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

Las pruebas para el concreto manufacturado en obra deben de constar en la rotura de por lo menos tres cuerpos de prueba, briquetas o cilindros.

El muestreo se realizará en campo, cerca de la estructura en ejecución.

El desmolde se realizará a las 24 horas como mínimo para evitar alteraciones en las muestras.

El tiempo normal para la prueba de los cilindros será de veintiocho días, pero para anticipar información que permitirá la marcha de la obra sin demoras extremas, dos de los cilindros de cada prueba serán probados a la edad de siete días, calculándose la resistencia que tendrá a los veintiocho días. En casos especiales, cuando se trate de concreto de alta resistencia y ejecución rápida, es aceptable la prueba de cilindros a las 24 horas, sin abandonar el control con pruebas a 7 y 28 días.

La ruptura de los moldes de concreto se realizará en laboratorios debidamente autorizados por la supervisión.

En caso de que el muestreo presente defectos o resultados el supervisor está en la potestad de tomar las decisiones pertinentes.

En adición a lo anterior, la Supervisión podrá tomar muestras del cemento en la fábrica y/o en el área de las obras, para hacer los ensayos que considere necesarios. No se podrá emplear cemento alguno hasta que la

Supervisión esté satisfecha con los resultados de los ensayos correspondientes y los apruebe por escrito.

Toma de muestras y ensayos

a) Agregados

Los ensayos deberán llevarse a cabo de acuerdo con las normas de la ASTM C-31. La Supervisión ordenará la ejecución de los siguientes ensayos de rutina para el control y el análisis de los agregados en las varias etapas de las operaciones de tratamiento, transporte, almacenamiento y dosificación:

- Análisis granulométrico (ASTM C 136)
- Material que pasa por la malla N° 200 (ASTM C 117)
- Impurezas orgánicas en la arena (ASTM C 40)

El Ejecutor deberá proporcionar por su cuenta las facilidades que sean necesarias para la toma inmediata de muestras representativas para los ensayos. El Ejecutor deberá suministrar muestras del agregado procesado, del sitio que le indique la Supervisión, con un mínimo de 30 días de anticipación a la fecha programada para comenzar la colocación del concreto.

b) Concreto

La resistencia a la compresión se determinará ensayando cilindros normalizados de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura, elaborados y curados de acuerdo con la norma ASTM C 31.

Las muestras para los cilindros serán tomadas y ensayadas por el Ejecutor, bajo el control de la Supervisión. Se tomarán tres muestras por cada tanda de vaciado para obtener una información amplia de la resistencia del concreto en cada sección de la obra.

Normalmente, al principio de los trabajos de concreto, será oportuno tomar, además de las tres muestras sacadas para cada prueba a los 28 días, tres muestras más para su ensayo de rotura a los 7 días, con el objeto de obtener una más rápida información acerca de la calidad de cada vaciado y del avance en el endurecimiento.

La Supervisión podrá exigir la toma de muestras adicionales, además de las arriba mencionadas cuando lo juzgue necesario.

El Ejecutor deberá ofrecer una amplia colaboración a la Supervisión durante la ejecución de todas las investigaciones y pruebas, suministrando oportunamente personal, equipo necesario, herramientas y transporte que se le solicite.

Equipo y proceso de dosificación y de mezclado

El Ejecutor deberá contar con un equipo completo de dosificación y mezclado como para satisfacer la demanda del vaciado de concreto, de manera que se minimicen, las juntas de construcción. Así mismo, deberá suministrar, en número suficiente, los equipos de transporte y vibrado, sometiendo a la aprobación del Supervisor, los metrados, medios y equipos que se proponen a utilizar.

i. Equipo

El Ejecutor deberá proveer el equipo de dosificación, transporte y mezclado necesarios para la ejecución del trabajo requerido. Dicho equipo de dosificación deberá ser capaz de combinar una mezcla uniforme dentro del tiempo límite especificado (los agregados, el cemento, los aditivos y el agua), transporte y de descargar la mezcla sin segregarla. Además, deberá tener facilidades adecuadas para la dosificación exacta y el control de cada uno de los materiales que integran el concreto.

ii. Tiempo de mezcla

El tiempo de preparación para cada tanda, dependerá del equipo utilizado, el cual debe de ser aprobado por el Supervisor.

La idoneidad de la mezcla se determinará por el método señalado en el código ACI 318-95.

No se permitirá sobre mezclar en exceso, hasta el punto que se requiera añadir agua para mantener la consistencia requerida. Dicho concreto será desechado.

En caso de que el equipo de dosificación no produzca resultados satisfactorios deberá ponerse fuera de uso hasta que se repare o reemplace.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

Por unidad (unid).

10.03.00 DISEÑO DE MEZCLA

a) Generalidades

El diseño de los diferentes tipos de concreto será efectuado en un laboratorio por cuenta del Ejecutor y verificado por el Supervisor en su laboratorio.

Las dosificaciones de los diferentes tipos de concreto serán efectuadas por el Ejecutor de acuerdo con los ensayos de laboratorio; el Ejecutor será el único responsable del cumplimiento de las resistencias especificadas para las estructuras. Estas dosificaciones deberán ser aprobadas por la

Supervisión antes de comenzar los trabajos de concreto, sin que ello signifique disminución alguna de la responsabilidad que le compete al Ejecutor por los resultados obtenidos.

Para mejorar las cualidades de durabilidad de los concretos expuestos a climas donde se producen variaciones de temperatura y en altitudes mayores de 3.000 m.s.n.m., será necesario incluir aditivos incorporadores de aire u otros aditivos similares.

La incorporación del aireador dará como consecuencia la disminución de la resistencia del concreto, por lo cual, el Ejecutor deberá utilizar mayor cantidad de cemento para obtener la resistencia requerida. Debido a esto, se recomienda que el Ejecutor haga los ensayos de laboratorio respectivos.

El contenido total de agua de cada dosificación deberá ser la cantidad mínima necesaria para producir una mezcla plástica que tenga la resistencia especificada, y la densidad, uniformidad y trabajabilidad deseadas.

Todos los materiales que integran el concreto deberán medirse por peso separadamente y dosificarse mecánicamente.

b) Control y ajustes

El control de la dosificación de todos los materiales del concreto deberá hacerse de acuerdo con las especificaciones del ACI o las instrucciones de la Supervisión. El Ejecutor deberá suministrar todo el equipo y los dispositivos necesarios para determinar y controlar la cantidad exacta de cada uno de los materiales que componen cada mezcla de acuerdo al diseño de mezclas aprobado por el Supervisor. Siempre que sea indispensable, se cambiará la proporción de los ingredientes para mantener la calidad requerida de acuerdo con estas especificaciones.

Las dosificaciones previstas y ensayadas en el laboratorio se podrán modificar, previa la aprobación del Supervisor, a medida que sea necesario, a fin de obtener resultados satisfactorios en la resistencia o en otras características del concreto.

c) Prescripciones en el caso de no alcanzarse la resistencia requerida

Cuando los resultados de las pruebas no cumplan con todas las condiciones especificadas para la resistencia a la compresión a los 28 días, la Supervisión podrá ordenar que se tomen las siguientes medidas:

Variaciones de la dosificación de la mezcla.

Inclusión de aditivos en el concreto.

Extracción de un número suficiente de testigos de concreto en obra, correspondiente a la prueba o grupo de pruebas no satisfactorias. Estas

muestras serán tomadas y probadas de acuerdo con las normas ASTM C 42, con el fin de establecer si las pruebas precedentes son representativas o no.

Ejecución de una prueba de carga sobre la parte de la estructura correspondiente a la prueba no satisfactoria.

Otras pruebas que serán fijadas por la Supervisión.

En el caso de que los resultados de las investigaciones adicionales arriba mencionadas no sean satisfactorios, la Supervisión podrá ordenar el refuerzo o la demolición de la estructura defectuosa.

La mayor dosificación de cemento, la inclusión de aditivos en el concreto, los trabajos para la obtención de testigos, las pruebas de carga, las reparaciones, refuerzo de las estructuras, reconstrucciones y demolición, serán a cuenta y cargo del Ejecutor y se ejecutarán según las instrucciones indicadas por la Supervisión.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

Por unidad (Und).

**10.04.00 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PLACA
RECORDATORIA**

DESCRIPCIÓN DE LA PARTIDA:

Este ítem se refiere a la instalación de placa de recordatorio que será colocado al final de la obra.

MÉTODO DE EJECUCIÓN:

El método de construcción e instalada será de acuerdo a las medidas.

UNIDAD DE MEDICIÓN:

El método de medición de esta partida será por unidad (Und).

6.6 ANEXO 6 - PROGRAMACIÓN DE OBRA.

6.7 ANEXO 7 - ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

I. Impacto Ambiental.

A. Objetivo.

El objetivo de este estudio de impacto ambiental es el de identificar, definir y evaluar los impactos que se puedan generar sobre los recursos naturales y el medio ambiente por el desarrollo de las actividades de construcción y explotación del proyecto, a partir de las cuales se plantearán las medidas de mitigación más adecuadas.

B. Antecedentes.

El poblado de Lucre, tiene como actividad económica fundamental la agricultura, la ganadería, etc. debido a unas condiciones climáticas y altitudinales especiales, los mejores terrenos de cultivo son irrigados por el río Lucre, por ello están ubicados a las riberas del mismo y a niveles inferiores. Así mismo se tienen muy buenos terrenos de cultivo en áreas circundantes a la laguna de Lucre, terrenos estos que lamentablemente también son inundados. Así mismo existe una gran tendencia a la apertura al turismo ofreciendo como atractivo la riqueza paisajística de la zona, así como del Humedal Huacarpay.

El proyecto Tratamiento Paisajístico y Encauzamiento del río Lucre, consiste en la construcción de obras de encauzamiento del río, así como de protección y conservación del entorno paisajístico, el proyecto abarca el recorrido del río Lucre a partir del puente denominado PUENTE COLONIAL, hasta el puente AMARGURA (220 ml). Este proyecto por sus características se considera un proyecto social, ya que beneficiará a la población de la zona con una mejoría en la calidad de vida a través de la protección de su agricultura y ganadería que son sus principales fuentes generadoras de riqueza.

La legislación peruana, así como la internacional exigen que cualquier actividad humana sobre el medio ambiente, deben tener un estudio de impacto ambiental el cual permita conocer y prever los impactos positivos y negativos generados por el proyecto.

C. Ámbito del estudio.

Corresponde al territorio que interacciona con la construcción de las obras de encauzamiento del Río Lucre, así como las obras propias de tratamiento paisajístico que se ejecutarán. Estas obras están íntegramente ubicadas en el distrito de Lucre y a riberas del río Lucre.

D. Estado actual.

- Medio físico.

Situación y características generales.

El área del estudio está ubicada en la sub-cuenca del río Lucre, la misma que íntegramente se ubica en el distrito de Lucre, provincia de Quispicanchi departamento del Cusco.

Lucre es un área urbana con categoría de pueblo, su población se ubica a lo largo del río Lucre el mismo que desemboca en la laguna de Huacarpay, en la zona es de enorme interés, la riqueza paisajista, pues últimamente se está incrementando notablemente la afluencia ecoturística en la zona.

- **Medio biológico.**

Vegetación.

La zona se caracteriza por la abundancia de agua, aves de ambiente acuático sedentarias, migrantes y accidentales.

Las comunidades arbóreas, matorral y herbáceas, se consideran recursos importantes en la periferia inmediata del ambiente acuático, por el rol dentro del ciclo hidrobiológico de la sub-cuenca. Existen diversas especies de flora y fauna importantes para la biodiversidad, las mismas que están amenazadas y de las cuales quedan muy pocos ejemplares.

El estado clímax se compone de tres estratos definidos: arbóreo superior, arbustivo intermedio y herbáceo inferior.

El estrato superior está constituido por diferentes especies:

- Especies importantes por su aprovechamiento como combustible, se destaca el Molle *Shinus molle* Escallonia sp. el capulí *Prunus capollin*, que es indicador de esta formación y es frecuente, mientras el Chachacomo, *Escallonia resinosa* es escaso en la zona.
- Especies importantes por su gran valor económico: el Aliso *Alnus jorullensis* y el Sauce *Salix humboldtiana*.
- Especies que se desarrollan preferentemente a orillas del río Lucre la Tara *Caesalpinia spinosa* y el Sauco *Sambucus peruviana*.
- Especies de mención especial el Pisonay *Erythina falcata* especie aparentemente exótica por estar ausente en las comunidades vegetales naturales; también puede observarse quishuar *Buddleia incana*.

En el estrato arbustivo predominan la retama *Spartium junceum*, especie naturalizada; el roque *Colletia spinosissima*, frecuente y muy utilizada como combustible; el Huaramhuay.

Tecoma sambucifolia: la Chillca *Baccaris polyantha*; Mutuy Ccasia *hooqueriana* y *C. letopetiolata*; *Cantuta buxifolia*; *chinchilcuma Mutisia ssp* entre otras especies muchas de ellas pluvifolias.

En el estrato herbáceo inferior predominan la *Festuca ssp*, el Kikuyo *pennisetum clandestinum*, *Verbena sp. argemone mexicana*, *Poa sp.* *Bromus sp.* además también predominan plantas medicinales y de uso tradicional como la Salvia o Ñuccho salvia la Muña. etc.

Fauna

Entre la fauna tienen mayor importancia tres aves endémicas del Perú *Oreonympha nobilis*, *Asthenes ottonis* y *Poospiza caesar*.

- **Medio humano.**

Paisaje.

El entorno paisajístico de la zona se caracteriza principalmente por su comportamiento agrícola, así que la vegetación natural ha sufrido alteraciones significativas por la intervención humana.

Usos del Suelo.

La mayor cantidad del suelo se utiliza con fines agrícolas, siendo el maíz uno de sus principales productos, así como la papa, verduras como la cebolla, zanahorias, etc.

La ganadería es también una actividad importante en la zona pues los pobladores crían principalmente ganado vacuno y ovino como fuente de sustento estos animales son pastoreados principalmente en zonas circundantes a las lagunas de Lucre y Huacarpay.

Actividad económica.

La población que vive en la zona es de media a baja, la principal actividad de la zona es la agricultura y la ganadería de subsistencia. Sin embargo, en la zona también existen otras actividades simultáneas a la agricultura como son el turismo, debido al importante interés ecoturístico de la zona.

Servicios básicos.

Lucre cuenta con los mínimos servicios básicos de agua, desagüe, energía eléctrica. Lamentablemente no se usa adecuadamente los servicios de desagüe pues en la actualidad numerosas viviendas eliminan sus aguas servidas directamente en el río Lucre con la consecuente contaminación de sus aguas. Los trabajos de tratamiento paisajístico a realizar también estarán orientados a controlar este aspecto en el río Lucre.

Valores sociales y culturales.

El Instituto Nacional de Cultura ha declarado como Parque Arqueológico toda la zona de los humedales pues así como el Parque Arqueológico de Piquillacta existen muchos restos arqueológicos así mismo se declara a Lucre como Reserva Turística Nacional.

E. Descripción del proyecto.

El ámbito del proyecto está ubicado entre los puentes COLONIAL y AMARGURA, del entorno del río Lucre, fundamentalmente sus riberas. El

proyecto trata de la construcción de sistemas de encauzamiento del río, así como el tratamiento paisajístico al área circundante. Se pretende construir un encauzamiento totalmente integrado al entorno paisajístico actual de la zona.

- **Fase de construcción.**

La fase de construcción se refiere a las siguientes acciones:

- Movimiento de Tierras.
- Circulación de maquinaria pesada como tractores, volquetes, etc.
- Construcción de muros de encauzamiento.
- Construcción de obras civiles paralelas a las obras de encauzamiento.
- Tratamiento paisajístico en la zona.

- **Fase de explotación.**

En este caso, la fase de explotación se refiere al resguardo y seguridad que las obras brindarán a los terrenos circundantes al río Lucre, así mismo la preservación del entorno paisajístico.

- **Evaluación de los impactos.**

Para caracterizar y evaluar los impactos producidos por la construcción y explotación del Tratamiento Paisajístico y Encauzamiento del río Lucre, se procede a realizar una matriz de interacciones entre las acciones que compone el proyecto y los factores sobre los cuales inciden estas acciones.

Para cada una de las interacciones encontradas en la matriz de interacciones se realiza una caracterización del impacto producido por la

acción en el factor considerado. Esta caracterización determina la importancia del efecto o impacto.

F. Identificación de las acciones susceptibles a producir impacto.

Para identificar las acciones susceptibles de producir impacto en el proyecto que se evalúa, se diferencian diversos aspectos con la finalidad de precisar más detalladamente la causa de los impactos. A estos aspectos los denominaremos acciones y dentro de este proyecto diferenciaremos los siguientes:

- Fase de construcción.

- Movimiento de tierras
- Circulación de maquinaria pesada como tractores, volquetes, etc.
- Construcción de muros de encauzamiento.
- Descolmatación del lecho de río
- Extracción de material pétreo para construcción de muros.
- Construcción de obras civiles paralelas a las obras de encauzamiento.
- Tratamiento paisajístico en la zona.

- Fase de explotación

- Tratamiento paisajístico y protección de las riberas del río.

- Factores ambientales considerados.

Las acciones anteriormente mencionadas pueden tener una incidencia tanto positiva como negativa sobre determinados aspectos del medio físico, natural y socioeconómico. Estos aspectos son los factores ambientales, que en este proyecto se diferencia en:

- Atmosférico

- Hidrológico
- Faunístico
- Vegetación
- Paisajístico
- Acústico
- Socioeconómico
- Ordenación del territorio.

- Identificación de las interacciones acción - factor.

ACCIONES						
FASE DE CONSTRUCCION					FASE DE	
					EXPLOTACIÓN	
TRABAJOS PRELIMINARES			OBRAS DE ENCAUZAMIENTO		OPERACIÓN DE OBRAS	
MOVIMIENTO DE TIERRAS	MOVIMIENTO DE MAQUINAS	EXPLOTACIÓN DE CANTERAS	CONSTRUCCION DE MUROS Y TRATAMIENTO PAISAJÍSTICO.	PROTECCIÓN DE ENTORNO PAISAJÍSTICO.		
FACTORES	Atmósfera	X	X			
	Hidrología	X		X	X	X
	Fauna	X	X	X	X	X
	Vegetación	X		X	X	X
	Paisaje	X		X	X	X
	Acústico	X	X	X	X	
	Socio económico.	X		X	X	X

R	Protección de Territorio					X
E						
S						

G. Caracterización de los Impactos.

Metodología.

Para cada una de las interacciones encontradas en la Matriz de Leopold se realiza una caracterización del efecto producido por la acción en el factor considerado, esta caracterización es la que nos determina la importancia del efecto.

Los parámetros con los cuales se caracterizan los impactos son los siguientes:

Signo:

El signo de un impacto indica el carácter beneficioso (+) o perjudicial (-) de éste.

Intensidad:

La intensidad se refiere al grado de incidencia sobre el factor en el ámbito específico donde se actúa. Se valora de 1 a 5. El cinco significa una destrucción total del factor en el área que se produce el efecto. La puntuación cualitativa del parámetro es:

- 1 = Mínimo, sin daño potencial, tiene solución
- 2 = Leve, poco daño potencial, tiene fácil solución.
- 3 = Moderado: algo perjudicial, tiene solución.
- 4 = Notable, perjudicial pero no fatal difícil de corregir.

- 5 = Severo, muy perjudicial o potencialmente fatal, se necesita mucho esfuerzo para recuperar.

Direccionalidad:

Según la forma en que la infraestructura incide sobre el medio, el efecto puede ser directo o indirecto.

- 1 = Directo, aquel que la infraestructura provoca directamente alteraciones al medio.
- 2 = Indirecto, aquel que se desencadena por la interdependencia del medio respecto a la situación de la infraestructura.

Extensión:

La extensión hace referencia al área de influencia del impacto en relación con el medio del proyecto.

- 1 = Aislado, el impacto queda reducido a la misma zona donde se lleva a cabo la actividad.
- 2 = Confinado, el impacto sale afuera, pero queda reducido a una zona pequeña adyacente.
- 3 = Local, el impacto se extiende fuera de los alrededores de la actividad.
- 4 = Regional, el impacto se extiende fuera de la comunidad local, en la que se sitúa la actividad.
- 5 = Global, el impacto fuera de la región, en que se sitúa la actividad.

Tiempo de latencia:

Según el período de tiempo que tarda en manifestarse un impacto en el medio, el efecto puede ser:

- 1 = Corto plazo, se considera un plazo de un año.
- 2 = Medio plazo, se considera un plazo medio de cinco años.
- 3 = Largo plazo, se considera un plazo de tiempo a partir de los cinco años.

Persistencia:

La persistencia hace referencia al período de tiempo durante el cual el medio padece la alteración, el efecto puede ser:

- 1 = Puntual, el efecto del impacto tendrá una duración menor a un mes.
- 2 = De uno a doce meses
- 3 = Entre uno y cinco años.
- 4 = Más de cinco años
- 5 = Permanente.

Reversibilidad:

La reversibilidad representa la posibilidad de reconstruir las condiciones iniciales una vez producido el efecto: la puntuación será:

- 1 = Reversible a corto plazo, se pueden reconstruir las condiciones iniciales en un año
- 2 = Reversible a medio plazo, se pueden recuperar las condiciones en un plazo superior a dos años
- 3 = Reversible a largo plazo se pueden reconstruir las condiciones iniciales en un plazo superior a los cinco años.

- 4 = Casi reversible, es casi imposible reconstruir las condiciones iniciales una vez producido el impacto.
- 5 = Irreversible, es imposible reconstruir una vez producido el impacto.

Recuperación:

Según las características de los impactos respecto a su posible tratamiento, el efecto puede ser:

- 1 = Recuperable, cuando se pueden realizar prácticas o medidas correctoras viables que disminuyan o anulen el efecto del impacto, se consigna o no alcanzar o mejorar las condiciones originales.
- 2 = Irrecuperable, supone una alteración del medio que no es posible restaurar por la acción natural o humana.

Frecuencia:

- 1 = Irregular, supone una alteración cierta, pero imprevisible situaría en el tiempo.
- 2 = Periódica, supone una alteración reiterada e intermitente del medio.

Continuidad:

- 1 = Discontinuo, se manifiesta mediante alteraciones irregulares en su permanencia.
- 2 = Continuo, se manifiesta en forma de alteraciones regulares en su permanencia.

Manifestación:

Según el tipo de manifestación que se observa en la alteración originada en el medio, el efecto puede ser:

- 1 = Simple, efecto que se manifiesta en uno solo de los componentes ambientales sin incidencia en otros posibles a considerar.
- 2 = Acumulativo, efecto que se manifiesta en forma progresiva y en orden creciente.
- 3 = Sinérgico, efecto que produce unas alteraciones, que inducen a otras alteraciones y se acumulan.

Una vez conocidos los impactos y caracterizados sus efectos, se habrán de valorar cualitativa y cuantitativamente, según las necesidades y posibilidades. En cualquier caso, se ha de definir la magnitud del impacto, ya sea positiva o negativa, y clasificarse de acuerdo a la siguiente escala:

IMPACTO AMBIENTAL COMPATIBLE: Aquel que no precisa medidas de corrección para restablecer la situación original una vez realizada la obra.

IMPACTO AMBIENTAL MODERADO: Aquel que requiere un cierto tiempo para restablecer las condiciones originales del medio.

IMPACTO AMBIENTAL SEVERO: Aquel que, para la recuperación de la situación original, requiere unas medidas correctoras.

IMPACTO AMBIENTAL CRÍTICO: Aquel que produce una pérdida permanente de calidad en el medio sin posibilidad de recuperación con medidas correctoras.

Además de evaluar los impactos concretos de las acciones, se valora con estos mismos conceptos el impacto global del proyecto.

La magnitud del impacto del proyecto **será positiva** si la valoración global es **compatible, moderado o severo**. En este caso el proyecto es **realizable**.

La magnitud del impacto del proyecto **será negativa** y por lo tanto el proyecto **no será realizable** si la valoración global de este es **crítica**.

II. Evaluación y valoración de los impactos.

A continuación, se procede al análisis de todos los impactos producidos por la interacción de una acción del proyecto con un factor del entorno biofísico o socioeconómico. Para cada uno de los impactos detectados en la matriz de interacciones, se usa el siguiente cuadro basado en los campos definidos.

CARACTERIZACIÓN		PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Signo			
Intensidad			
Direccionalidad			
Extensión			
Tiempo de Latencia			
Persistencia			
Reversibilidad			
Recuperación			
Frecuencia			
Continuidad			
Manifestación			
Importancia			

Impacto ambiental compatible	
Impacto ambiental moderado	
Impacto ambiental severo	
Impacto ambiental crítico	

Los impactos analizados son clasificados según las fases y las acciones descritas, y desglosadas con más detalle.

Fase de construcción.

- Movimiento de tierras
- Circulación de maquinaria pesada como tractores, volquetes, etc.
- Construcción de muros de encauzamiento.
- Descolmatación del lecho de río
- Extracción de material pétreo para construcción de muros.
- Construcción de obras civiles paralelas a las obras de encauzamiento.
- Tratamiento paisajístico en la zona.

Fase de explotación

- Descolmatación periódica del lecho de río y tratamiento paisajístico de riberas.

IMPACTOS

Fase de construcción.

- Emisión de partículas sólidas a la atmósfera.
- Contaminación acústica.
- Contaminación atmosférica.
- Aguas de escorrentías (río y laguna)
- Vibración.
- Impacto paisajístico.

Fase de explotación.

- Trabajos periódicos de descolmatación de lecho de río con maquinaria pesada (una vez por año).
- Incremento de actividad agrícola.

EVALUACIÓN Y VALORACIÓN

Impacto número 1 : Emisión de partículas sólidas a la atmósfera.

Acción implicada : Movimiento de tierras - movimiento de maquinaria.

Factor receptor : Atmósfera, hidrología, fauna, vegetación, paisaje, edafología y socio económico.

Efecto producido : Proliferación de partículas sólidas en la atmósfera y vegetación.

CARACTERIZACIÓN		PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Signo		-	Negativo
Intensidad		3	Moderado
Direccionalidad		2	Indirecto
Extensión		2	Confinado
Tiempo de Latencia		1	Corto plazo
Persistencia		2	1 - 12 meses
Reversibilidad		1	Corto plazo
Recuperación		1	Recuperable
Frecuencia		1	Irregular.
Continuidad		1	Discontinuo
Manifestación		2	Acumulativo
Importancia		-16	

Impacto ambiental compatible	
Impacto ambiental moderado	
Impacto ambiental severo	xxxxxxxxxxxxxxxx
Impacto ambiental crítico	

Impacto número 2 : Contaminación acústica.

Acción implicada : Movimiento de maquinaria.

Factor receptor : Atmósfera, y acústico.

Efecto producido : Aumento de ruido, molestias a la fauna y a las personas.

CARACTERIZACIÓN		PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Signo		-	Negativo
Intensidad		1	Mínimo
Direccionalidad		1	Directo
Extensión		3	Local
Tiempo de Latencia		1	Corto plazo
Persistencia		2	1 - 12 meses
Reversibilidad		1	Corto plazo
Recuperación		1	Recuperable
Frecuencia		1	Irregular.
Continuidad		1	Discontinuo
Manifestación		1	Simple
Importancia		-13	

Impacto ambiental compatible	
Impacto ambiental moderado	xxxxxxxxxxxxxxxx
Impacto ambiental severo	
Impacto ambiental crítico	

Impacto número 3 : Emisión de gases a la atmósfera.

Acción implicada : Movimiento de maquinaria.

Factor receptor : Atmósfera, fauna, vegetación, paisaje.

Efecto producido : Pérdida de calidad del aire en la zona.

CARACTERIZACIÓN		PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Signo		-	Negativo
Intensidad		1	Mínimo
Direccionalidad		1	Directo
Extensión		3	Local
Tiempo de Latencia		1	Corto plazo
Persistencia		2	1 - 12 meses
Reversibilidad		1	Corto plazo
Recuperación		1	Recuperable
Frecuencia		1	Irregular.
Continuidad		1	Discontinuo
Manifestación		2	Acumulativo
Importancia		-14	

Impacto ambiental compatible	
Impacto ambiental moderado	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
Impacto ambiental severo	
Impacto ambiental crítico	

Impacto número 4 : Aguas de escorrentía (río y laguna).

Acción implicada : Movimiento de tierras.

Factor receptor : Hidrología, y edafología.

Efecto producido : Cambios en la estructura del suelo superficial turbidez en lecho de río y laguna, así como generar erosión.

CARACTERIZACIÓN		PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Signo		-	Negativo
Intensidad		3	Moderado
Direccionalidad		1	Directo
Extensión		4	Local
Tiempo de Latencia		1	Corto plazo
Persistencia		2	1 - 12 meses
Reversibilidad		2	Medio plazo
Recuperación		1	Recuperable
Frecuencia		2	Periódico
Continuidad		1	Discontinuo
Manifestación		2	Acumulativo
Importancia		-18	

Impacto ambiental compatible	
Impacto ambiental moderado	
Impacto ambiental severo	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
Impacto ambiental crítico	

Impacto número 5 : Vibración.

Acción implicada : Movimiento de tierras y maquinaria, trabajos de descolmatación.

Factor receptor : Edafología.

Efecto producido : Vibración del suelo

CARACTERIZACIÓN		PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Signo		-	Negativo
Intensidad		3	Moderado
Direccionalidad		1	Directo
Extensión		4	Local
Tiempo de Latencia		1	Corto plazo
Persistencia		1	Puntual
Reversibilidad		1	Corto plazo
Recuperación		1	Recuperable
Frecuencia		2	Periódico
Continuidad		2	Continuo
Manifestación		2	Acumulativo
Importancia		-18	

Impacto ambiental compatible	
Impacto ambiental moderado	
Impacto ambiental severo	xxxxxxxxxxxxxxxx
Impacto ambiental crítico	

Impacto número 6 : Eliminación de zonas agrícolas.

Acción implicada : Transformación de usos de suelo.

Factor receptor : Vegetación, fauna, paisaje, ordenación del territorio y socioeconómico.

Efecto producido : Pérdida de terrenos de uso agrícola

CARACTERIZACIÓN		PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Signo		-	Negativo
Intensidad		4	Notable
Direccionalidad		1	Directo
Extensión		1	Aislado
Tiempo de Latencia		1	Corto plazo
Persistencia		5	Permanente
Reversibilidad		5	Irreversible
Recuperación		2	Irrecuperable
Frecuencia		2	Periódico
Continuidad		1	Discontinuo
Manifestación		1	Simple
Importancia		-23	

Impacto ambiental compatible	
Impacto ambiental moderado	
Impacto ambiental severo	xxxxxxxxxxxxxxxx
Impacto ambiental crítico	

Impacto número 7 : Impacto paisajístico moderado.

Acción implicada : Transformación de los usos del suelo.

Factor receptor : Vegetación, fauna, paisaje, ordenamiento del territorio.

Efecto producido : Degradación del paisaje.

CARACTERIZACIÓN		PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Signo		-	Negativo
Intensidad		2	Leve
Direccionalidad		1	Directo
Extensión		3	Local
Tiempo de Latencia		1	Corto plazo
Persistencia		2	1 - 12 meses
Reversibilidad		1	Corto plazo
Recuperación		1	Recuperable
Frecuencia		2	Periódico
Continuidad		2	Continuo
Manifestación		1	Simple
Importancia		-16	

Impacto ambiental compatible	
Impacto ambiental moderado	XXXXXXXXXXXXXXXXXX
Impacto ambiental severo	
Impacto ambiental crítico	

Impacto número 8 : Impacto paisajístico compatible.

Acción implicada : Construcción de muros de encauzamiento con gaviones.

Factor receptor : Paisaje de las riberas del río.

Efecto producido : Encauzamiento del río Lucre.

CARACTERIZACIÓN		PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Signo		-	Negativo
Intensidad		1	Mínimo
Direccionalidad		1	Directo
Extensión		1	Aislado
Tiempo de Latencia		1	Corto plazo
Persistencia		1	Puntual
Reversibilidad		1	Corto plazo
Recuperación		1	Recuperable
Frecuencia		1	Irregular
Continuidad		1	Discontinuo
Manifestación		1	Simple
Importancia		-10	

Impacto ambiental compatible	xxxxxxxxxxxxxxxx
Impacto ambiental moderado	
Impacto ambiental severo	
Impacto ambiental crítico	

Impacto número 9 : Calidad del agua en río Lucre y humedal Lucre / Huacarpay.

Acción implicada : Evitar ingreso de aguas residuales en río Lucre.

Factor receptor : Hidrología, socioeconómico, vegetación y fauna.

Efecto producido : Mejor calidad de vida y recuperación del humedal.

CARACTERIZACIÓN		PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Signo		+	Positivo
Intensidad		5	Severo
Direccionalidad		2	Indirecto
Extensión		4	Regional
Tiempo de Latencia		1	Corto plazo
Persistencia		5	Permanente
Reversibilidad		5	Irreversible
Recuperación		1	Recuperable
Frecuencia		2	Periódico
Continuidad		2	Continuo
Manifestación		3	Sinérgico
Importancia		+30	

Impacto ambiental compatible	xxxxxxxxxxxxxxxxxxx
Impacto ambiental moderado	
Impacto ambiental severo	
Impacto ambiental crítico	

Impacto número 10: Tratamiento paisajístico (riberas río).

Acción implicada : Tratamiento de entorno paisajístico.

Factor receptor : Mejor calidad de vida, flora, fauna, socio económico.

Efecto producido : Recuperación del entorno paisajístico de las riberas del río Lucre.

CARACTERIZACIÓN		PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Signo		+	Positivo
Intensidad		5	Severo
Direccionalidad		2	Indirecto
Extensión		4	Regional
Tiempo de Latencia		1	Corto plazo
Persistencia		5	Permanente
Reversibilidad		5	Irreversible
Recuperación		1	Recuperable
Frecuencia		2	Periódico
Continuidad		2	Continuo
Manifestación		3	Sinérgico
Importancia		30	

Impacto ambiental compatible	
Impacto ambiental moderado	
Impacto ambiental severo	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx
Impacto ambiental crítico	

Impacto número 11 : Incremento de la actividad económica.

Acción implicada : Tratamiento paisajístico y encauzamiento río Lucre.

Factor receptor : Hidrología, Fauna, vegetación, agricultura y socio económico.

Efecto producido : Interés ecoturístico de la zona.

CARACTERIZACIÓN		PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Signo		+	Positivo
Intensidad		5	Severo
Direccionalidad		2	Indirecto
Extensión		4	Regional
Tiempo de Latencia		1	Corto plazo
Persistencia		5	Permanente
Reversibilidad		5	Irreversible
Recuperación		1	Recuperable
Frecuencia		2	Periódico
Continuidad		2	Continuo
Manifestación		3	Sinérgico
Importancia		+ 30	

Impacto ambiental compatible	xxxxxxxxxxxxxxxxxxx
Impacto ambiental moderado	
Impacto ambiental severo	
Impacto ambiental crítico	

Síntesis de Impactos

Se realiza un resumen de los distintos impactos considerados, así como su importancia por la ejecución de trabajos de tratamiento paisajístico y encauzamiento del río Lucre.

Resumen de los impactos producidos.

IMPACTO	Factor afectado			IMPORTANCIA	IMPACTO AMBIENTAL			
	Medio físico	Medio biótico	Medio humano		Comp a	Moderado	Severo	Crítico
Emisión partículas sólidas	x	x	x	-16			x	
Contaminación acústica	x		x	-13		x		
Emisión gases a la atmósfera	x		x	-14		x		
Aguas de escorrentías	x		x	-18			x	
Vibración	x			-13		x		
Eliminación zonas agrícolas.	x	x	x	-23			x	
Impacto Paisajístico moderado	x	x	x	-16		x		
Impacto Paisajístico compatible	x	x	x	-10	x			
Calidad del agua río Lucre	x		x	+30	x			
Tratamiento Paisajístico	x	x	x	+30	x			
Actividad económica	x	x	x	+30	x			

III. Medidas correctoras

Identificación.

Analizaremos las medidas correctoras orientadas a minimizar el impacto ambiental de la obra “Tratamiento Paisajístico y Encauzamiento del río Lucre”.

Las medidas correctoras son las modificaciones o incorporaciones que se hacen en un proyecto para evitar, reducir, modificar o compensar el efecto del proyecto en el medioambiente, y adecuar el proyecto a las oportunidades que ofrece el medio para asegurarse el éxito.

Estas medidas se pueden clasificar en:

- Medidas protectoras: Son las que evitan el impacto modificando alguno de los elementos del proceso o proyecto.
- Medidas correctoras o curativas: Son aquellas que se orientan a la eliminación, reducción o modificación del efecto.
- Medidas compensatorias: Son aquellas que se refieren a los impactos inevitables que no admiten una corrección, pero sí una compensación, mediante otros efectos de signo positivo.

Partiendo de la premisa de que siempre es mejor no producir los impactos que tener que corregirlos, se ha intentado, en aquellas fases del proyecto que lo permitan, incorporar en el propio proyecto las medidas para evitar estos impactos.

Análisis de los impactos atenuados.

Fase de construcción:

Impacto número 1: Emisión de partículas sólidas en la atmósfera.

Acción implicada : Movimientos de tierras y maquinaria.

Medida correctora : Riegos periódicos para evitar polvo.

CARACTERIZACIÓN		PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Signo		-	Negativo
Intensidad		2	Leve
Direccionalidad		2	Indirecto
Extensión		2	Confinado
Tiempo de Latencia		1	Corto plazo
Persistencia		1	Puntual
Reversibilidad		1	Corto plazo
Recuperación		1	Recuperable
Frecuencia		1	Irregular
Continuidad		1	Discontinuo
Manifestación		2	Simple
Importancia		-14	

Impacto ambiental compatible	
Impacto ambiental moderado	xxxxxxxxxxxxxxxx
Impacto ambiental severo	
Impacto ambiental crítico	

Impacto número 2 : Contaminación acústica.

Acción implicada : Movimiento de maquinaria

Medidas correctoras: Se comprobará el correcto funcionamiento de la maquinaria y de no cumplir las exigencias adecuadas, serán inmediatamente sustituidos por otros.

CARACTERIZACIÓN		PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Signo		-	Negativo
Intensidad		1	Mínimo
Direccionalidad		1	Directo
Extensión		2	Confinado
Tiempo de Latencia		1	Corto plazo
Persistencia		1	Puntual
Reversibilidad		1	Corto plazo
Recuperación		1	Recuperable
Frecuencia		1	Irregular
Continuidad		1	Discontinuo
Manifestación		1	Simple
Importancia		-11	

Impacto ambiental compatible	
Impacto ambiental moderado	xxxxxxxxxxxxxxxxxxx
Impacto ambiental severo	
Impacto ambiental crítico	

Impacto número 6 : Eliminación de zonas agrícolas.

Acción implicada : Transformación de usos de suelo.

Medidas correctoras : Protección de otros terrenos de cultivo a través de las obras de encauzamiento del río Lucre.

CARACTERIZACIÓN		PUNTUACIÓN	PONDERACIÓN
Signo		+	Positivo
Intensidad		1	Mínimo
Direccionalidad		1	Directo
Extensión		1	Aislado
Tiempo de Latencia		1	Corto plazo
Persistencia		5	Permanente
Reversibilidad		5	Irreversible
Recuperación		2	Irrecuperable
Frecuencia		2	Periódico
Continuidad		2	Continuo
Manifestación		3	Sinérgico
Importancia		+23	

Impacto ambiental compatible	xxxxxxxxxxxxxxxxxx
Impacto ambiental moderado	
Impacto ambiental severo	
Impacto ambiental crítico	

Síntesis de los impactos.

Para resumir los capítulos anteriores, sobre impactos y medidas correctoras, se presenta un resumen de la importancia de los diferentes efectos sobre el medio con la aplicación de las medidas correctoras

IMPACTO	IMPORTAN CIA con medidas c.	Comp a	Moder ado	Severo	Crítico
Emisión partículas sólidas	-14		x		
Contaminación acústica	-11		x		
Emisión gases a la atmósfera	-14		x		
Aguas de escorrentías	-18		x		
Vibración	-13		x		
Eliminación zonas agrícolas.	+23			x	
Impacto Paisajístico Moderado	-16		x		
Impacto Paisajístico compatible	-10	x			
Calidad del agua río Lucre	+30	x			
Tratamiento Paisajístico	+30	x			
Actividad económica	+30	x			

A continuación, se presenta un resumen con los porcentajes de los impactos que se producen en cada una de las fases, y en la totalidad del proyecto, dependiendo que se apliquen medidas correctoras o no.

	IMPACTO			
	COMPATIBLE	MODERADO	SEVERO	CRÍTICO
CONSTRUCCIÓN				
EXPLOTACIÓN				
TOTAL				

IV. Programa de vigilancia ambiental.

El programa de vigilancia ambiental tiene como objeto instrumentar un plan a medio y largo plazo que establezca controles periódicos, que permitan detectar las desviaciones de los efectos previstos en las medidas protectoras o detectar efectos no previstos y, en consecuencia, redimensionar estas medidas o adoptar otras nuevas.

De esta forma se asegura la protección del medio ambiente y recursos naturales de las zonas que pueden verse afectadas por la construcción y el funcionamiento de la obra en estudio.

La ejecución del Programa de Vigilancia Ambiental (PVA) comienza antes que la obra, ya que se deberán realizar estudios a detalle complementarios a este documento.

Todas las recomendaciones contenidas, deberán ser consideradas, como guía de orientación tanto para los constructores y supervisores de obras.

Se buscará siempre minimizar los efectos de la construcción sobre el ambiente, bajo la supervisión de un representante ambiental del Ministerio de Agricultura, cuyas funciones pueden ser ejecutadas por el inspector de obras, bajo la asesoría técnica de la dirección General de Medio Ambiente del Ministerio (DGMA). dicho representante Ambiental trabajará en estrecho contacto ó coordinación con los ingenieros responsables de la obra.

Los responsables de la construcción deben procurar producir el menor impacto ambiental durante la construcción sobre los suelos, cursos del agua, calidad del aire, organismos vivos y comunidades indígenas y demás asentamientos humanos.

Resultados de la evaluación ambiental.

De acuerdo a la evaluación realizada las posibles fuentes de impacto ambiental identificadas se resumen en las siguientes consideraciones:

Por la ejecución:

No existe la posibilidad de afectar bosques naturales, tampoco se afectará ecosistemas frágiles. Se utilizará maquinaria pesada en buen estado mecánico para evitar la contaminación del aire (nivel de ruidos, polvo, calidad del aire, mal olor, gases) El transporte de materiales no se realizará por terrenos de cultivo. Se utilizará explosivos solamente lo requerido, no será necesario talar árboles. Las excavaciones no afectarán las raíces de los árboles cercanos.

Plan de Supervisión ambiental.

La supervisión deberá cumplir con las siguientes normas durante la construcción, además de velar para que se cumplan a cabalidad.

Sobre la vegetación.

Para los trabajos donde se requiera, el uso de madera, se utilizará solamente madera aserrada y autorizada y no se cortará madera a no ser que ésta sea deficiente en cuyo caso se buscará reciclar en lo posible la madera ya utilizada.

En las áreas boscosas se evitará, en lo posible mayores contactos forestales con el fin de permitir los movimientos de la fauna.

Sobre los valores culturales.

Durante la ejecución de la obra se tendrá en cuenta la protección de canales de sistemas de riego antiguos si existieran, para lo cual se tendrá que trabajar con sumo cuidado para no dañar de ninguna forma los restos arqueológicos de la zona.

Sobre la extracción de materiales.

Las zonas para extracción de material pétreo o roca de construcción de áreas de préstamo serán seleccionadas; previo un análisis de alternativas y su explotación será sometida a aprobación por parte de la DGMA quien exigirá la presentación del respectivo estudio del plan de explotación y posterior recuperación morfológico y revegetalización.

Cuando la calidad del material lo permita se aprovecharán los materiales de los cortes para realizar rellenos o como fuente de materiales constructivos con el fin de minimizar la necesidad de explotar otras fuentes y disminuir los costos ambientales y económicos.

Los desechos de los cortes no podrán ser dispuestos a media ladera ni arrojados a los cursos de agua. Estos serán acarreados a botaderos seleccionados en el diseño de la obra y dispuestos adecuadamente con el fin de no causar problemas de deslizamientos y erosión posteriormente.

V. Recomendaciones.

Comportamiento del personal.

Con el fin de prevenir efectos ambientales que usualmente se producen por una inadecuada educación ambiental de las personas que laboran en los proyectos de diseño y construcción se presentan a continuación una serie de normas generales de comportamiento durante la misma de los cuales deben seguirse en su integridad.

Sobre la flora y la fauna.

- Se debe prohibir estrictamente el porte y uso de armas de fuego en el área de trabajo, excepto por el personal de vigilancia autorizado
- Quedan terminantemente prohibidas las actividades de caza en las áreas aledañas a la zona de construcción, así como la compra a lugareños de animales silvestres, (vivos embalsamados o pieles) cualquiera que sea su objetivo se controlara la presencia de animales domésticos tales como gatos, perros, cerdos etc. Principalmente en áreas silvestres.
- La pesca por parte de los trabajadores en ríos quebradas lagunas y cualquier cuerpo de agua por medios de dinamita o barbasco queda prohibido. Esta solo podrá ser ejecutada con anzuelos.

- Si por algún motivo han de efectuar quemas, esta sólo podrá ser autorizado por el Inspector de obra en su calidad de representante ambiental.
- Se evitará que los trabajadores de la obra de defensa ribereña que se realicen en zonas boscosas o próximas a éstas a movilizarse fuera de las áreas de trabajo sin la autorización del jefe de campamento.

Sobre la calidad y uso de las aguas.

Se evitará la captación de aguas en fuentes susceptibles de secarse o que presenten conflictos con los usos por parte de las comunidades locales.

Por ningún motivo la institución constructora podrá lavar sus vehículos o maquinaria en ríos o quebradas ni arrojar desperdicios a los cuerpos de agua.

Mediadas sanitarias y de seguridad ambiental.

Debido a la común ocurrencia de epidemias de enfermedades infecto contagiosas, en especial aquellas de transmisión venéreas que se suele presentar en las poblaciones cercanas a los campamentos de ejecución del proyecto encauzamiento y defensa ribereña sistema de espigones y en general de grandes proyectos de ingeniería, así como aquellas que se producen por ingestión de aguas y alimentos contaminados como el cólera se presentan las siguientes normas de tipo sanitario y de seguridad.

DE LOS TRABAJADORES.

Para ingresar a trabajar en la construcción. Todos los trabajadores deberán someterse a un examen médico el cual debe incluir examen de laboratorio con el fin de prevenir epidemias.

Es importante hacer una campaña educativa por medios de unas conferencias y de afiches informativos sobre las normas elementales de higiene y de comportamiento.

Se tendrá especial cuidado en hervir las aguas y el lavado de alimentos que se consumen crudos con aguas igualmente hervida cuando estos se preparen en los campamentos de los constructores.

Se realizarán periódicamente brigadas de salud ocupacional entre los trabajadores.

DE LOS CAMPAMENTOS.

Los campamentos deben quedar en lo posible alejados de las zonas pobladas con el fin de evitar problemas sociales en los mismos, sin embargo, cuando las carreteras crucen por áreas ambientales sensibles como zonas boscosas etc. Se evitará ubicar en dichas zonas.

El diseño de construcciones de campamentos tendrá máximo cuidado tener que realizar cortes y rellenos, así como remoción de vegetales hasta donde esto sea posible.

En ningún caso los campamentos quedarán ubicadas aguas arriba de las fuentes de abastecimiento de agua de núcleos poblados por los riesgos sanitarios que esto implica.

Los campamentos contarán con pozos sépticos. Por ningún motivo se verterán aguas en los cuerpos de agua.

No se arrojarán desperdicios sólidos de los campamentos a las corrientes de agua o a media ladera estos se depositarán adecuadamente en un pequeño relleno sanitario manual.

El pozo séptico y la fosa de residuos sólidos deberán ser excavados a mano y su construcción deberá cumplir con los requerimientos ambientales de impermeabilización y tubería de infiltración.

La alimentación diaria del personal especialmente de aquel localizado en áreas boscosas deber ser lo suficientemente balanceada y variada con el fin de reducir la necesidad de cazar o pescar ilícitamente; los campamentos, contendrán equipos de extinción de incendios y material de primeros auxilios.

En lo posible los campamentos serán prefabricados. En caso de realizar montaje de campamentos de madera de la región. Se deberán seleccionar en lo posible los árboles que queden en la franja de las riberas con el fin de evitar la tala innecesaria de árboles. El campamento será desmantelado una vez sean abandonados excepto en el caso en que pudieran ser donados a las comunidades para beneficio común como para ser destinados a escuelas o centros de salud.

En el caso de desmantelar los campamentos los residuos resultantes deberán ser retirados y dispuestos adecuadamente. Los materiales deberán ser utilizados o donados a las comunidades.

SOBRE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS.

Las siguientes medidas están diseñadas para prevenir el deterioro ambiental evitando problemas de contaminación sobre las aguas, suelo y atmósfera.

El equipo móvil, incluyendo maquinaria pesada, deberá estar en buen estado mecánico y de carburación de tal manera que se queme el mínimo necesario de combustible minimizando así las emisiones atmosféricas. Así mismo el estado de los silenciadores de los motores debe ser bueno para evitar el exceso de ruidos. Igualmente se

prevendrán los escapes de combustible o lubricantes que puedan afectar los suelos o cursos de agua.

Estos equipos deben operarse de tal manera que causen el mínimo deterioro posible a los suelos vegetales y cursos de agua en el sitio de las obras.

El aprovisionamiento de combustible y el mantenimiento del equipo móvil y maquinaria incluyendo lavado y cambio de aceite deberá realizarse tal manera que estas actividades no contaminen los suelos o las aguas. Los patios para estas actividades deberán estar ubicados en forma aislada de cualquier curso de agua.

Los cambios de aceite de las maquinarias deberán ser cuidadosos, disponiéndose el aceite de desecho en bidón o canecas para ser retirado a sitios adecuados en las poblaciones cercanas. por ningún motivo estos aceites serán vertidos a las corrientes de agua o al suelo.

Síntesis

Este estudio evalúa el impacto ambiental que se crea en la construcción de infraestructura de encauzamiento del río Lucre, así como el tratamiento paisajístico que se dará al área circundante a las riberas del río Lucre e indirectamente al humedal Huacarpay, el mismo que ofrece un expectante potencial ecoturístico.

La construcción y explotación del proyecto conlleva unas acciones que tienen una incidencia, ya sea positiva o negativa, en el medio receptor. Para evaluar esta incidencia se diferencia sobre que factor ambiental tendrá efecto:

- Atmosférico
- Hidrológico

- Faunístico
- Vegetación
- Paisajístico
- Edafológico
- Acústico
- Socioeconómico
- Ordenación del territorio

Una vez evaluadas las acciones de la fase de construcción y explotación de la obra de:

**“CONSTRUCCION DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL KILOMETRO
14+260.00 Y 14+492.00 MARGEN IZQUIERDA DEL RIO LUCRE,
DISTRITO DE LUCRE – PROVINCIA DE QUISPICANCHI – REGIÓN
CUSCO - 2017”**

Se concluye que el impacto generado es de un 75 % moderado y 25 % severo, es decir que para la recuperación de la situación original del medio se requieren algunas medidas correctoras.

Mediante la aplicación de las medidas correctoras especificadas en el presente estudio, previstas para la fase de la construcción, se obtiene una reducción del impacto severo a un 15%, transformándose algunos impactos de severos a moderados. Las aplicaciones de medidas correctoras compensan los impactos producidos, de manera que permiten obtener un impacto moderado de un 10%.

Sí consideramos las dos fases del proyecto por separado, observamos que la fase que aporta un impacto negativo más importante es la fase de construcción de la infraestructura debido a la eliminación de zonas agrícolas, por ejemplo. En cambio, la fase de explotación aporta un impacto positivo muy importante debido a la protección de otros terrenos de cultivo, la mejoría de la calidad del agua, la recuperación del entorno paisajístico del río Lucre, la recuperación del humedal de Huacarpay, incremento de la actividad

económica y el aumento calidad de vida para los pobladores del distrito de Lucre.

Aplicando las medidas correctoras propuestas en este estudio y considerando los efectos positivos que genera la explotación de este proyecto, podemos concluir manifestado que el proyecto resulta **EJECUTABLE.**

6.8 ANEXO 8 - PLANOS

6.8.1 Ubicación.

6.8.2 Planta – perfil.

6.8.3 Sección típica – detalles de muro.