



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y**  
**AGRIMENSURA**



**MODELACIÓN DE FLUJO DEL SISTEMA ACUÍFERO DE LA**  
**CUENCA TOTORANI**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. IDME AGUILAR BRIAN ALBERT**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR**

**PUNO – PERÚ**

**2020**



## DEDICATORIA

A Dios, por concederme el privilegio de estudiar en esta prestigiosa Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura y haberla concluido.

A mis padres Alberto Idme Valero y Bradni Aguilar Chañi, a mis hermanitos Albert Brandon y Jhosedam Edu, a todos ellos que han hecho posible para realizarme como tal y llegar a realizar una de mis metas.

A mi Tío Víctor Condori Titi, porque siempre me apoyo en Vida y contribuyo a mi formación con su consejo, experiencia y que siempre me ha demostrado su cariño.

A todos ellos mi más profunda gratitud para siempre.



## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano, por haberme acogido en sus aulas y darme una enseñanza que enmarca un aprendizaje práctico y teórico.

A la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura por haberme considerado participe del proceso de aprendizaje.

A los docentes por haber impartido sus conocimientos, deseo expresar mi agradecimiento a todos ellos que han contribuido todos los días en mi aprendizaje, por la entrega sincera a lograr un mundo con equidad y trabajo.

Al Ingeniero Arturo Joels Ventura Mamani, director del presente trabajo de investigación, por guiar con mucha sabiduría y esmero.



## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTOS	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN .....	10
ABSTRACT.....	11

### CAPÍTULO I

#### INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes .....	14
1.2. Planteamiento del problema.....	15
1.3. Hipótesis de la investigación .....	16
1.3.1. Hipótesis general.....	16
1.3.2. Hipótesis específica.....	16
1.4. Objetivos de investigación.....	16
1.4.1. Objetivo General. ....	16
1.4.2. Objetivos específicos. ....	16

### CAPÍTULO II

#### REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Cuenca Hidrológica .....	17
2.1.1. La hidrología .....	17
2.1.2. Cuenca.....	18
2.1.3. Modelo hidrológico.....	18



2.1.4.	Modelos de simulación hidrológica .....	18
2.2.	Características Fisiográficas .....	21
2.2.1.	Área, pendiente y elevación de una cuenca .....	21
2.2.2.	Perfil y pendiente del cauce .....	22
2.2.3.	Curva hipsométrica .....	23
2.2.4.	Red de drenaje y aspectos geomorfológicos .....	24
2.2.5.	Forma de la cuenca.....	25
2.3.	Precipitación .....	25
2.3.1.	Fenómenos meteorológicos.....	26
2.3.2.	Elementos climatológicos .....	27
2.3.3.	Estación climatológica .....	29
2.3.4.	Tipos de precipitación .....	30
2.3.5.	Consistencia de los datos de precipitación.....	31

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1.	Ubicación .....	35
3.2.	Material de estudio.....	36
3.3.	Método .....	36
3.4.	Tamaño de la muestra.....	39
3.5.	Procedimiento .....	40
3.5.1.	Funciones del modelo hidrológico .....	42
3.6.	Características fisiográficas de la sub cuenca.....	45
3.6.1.	Área y perímetro de la cuenca.....	45
3.6.2.	Longitud del cauce principal del río y longitud .....	46
3.6.3.	Pendiente media del cauce principal .....	48



3.6.4.	Pendiente media de la cuenca .....	48
3.6.5.	Elevación media de la cuenca .....	49
3.6.6.	Curva hipsométrica .....	49
3.7.	Hietograma.....	51
3.7.1.	Elaboración de hietogramas .....	52
3.8.	Fase de gabinete.....	52
3.9.	Análisis de la información disponible .....	53

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>63</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>65</b>
<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>66</b>
<b>ANEXO .....</b>	<b>68</b>

ÁREA : Sistemas de Información Geográfica

TEMA: Manejo de Cuencas Hidrográficas

FECHA DE SUSTENTACION 10 DE ENERO DE 2020



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Clasificación de modelos hidrológicos en función: la forma, la aleatoriedad, variación espacial y temporal de los fenómenos hidrológicos.....	21
Figura 2.	Curvas elevaciones – volúmenes y elevación áreas.....	22
Figura 3.	Curva hipsométrica .....	23
Figura 4.	Cuenca hidrográfica .....	24
Figura 5.	Influencia de la forma de la cuenca en el hidrograma .....	25
Figura 6.	La cuenca de drenaje como sistema hidrológico. ....	26
Figura 7.	Mapa de ubicación nacional y regional .....	36
Figura 8.	Mapa de la sub cuenca Totorani .....	38
Figura 9.	Mapa de redes de Ríos en la lámina.....	39
Figura 10.	Unidades de drenaje del Modelo Hidrológico- sub cuenca Totorani .....	44
Figura 11.	Mapa de escorrentía y su correspondiente .....	47
Figura 12.	Curva hipsométrica de la sub cuenca del Totorani. ....	50
Figura 13.	Hietograma de la de precipitación para la sub cuenca Totorani .....	52
Figura 14.	Caudales simulados en la sub cuenca Totorani.....	55
Figura 15.	Flujo de agua en años del sistema acuífero de la cuenca Totorani por años .. .....	61
Figura 16.	Flujo de agua en años del sistema acuífero de la cuenca Totorani por meses . .....	61



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Relación de los eventos seleccionados para la simulación.....	54
Tabla 2.	Total caudal simulado (m <sup>3</sup> /s) .....	54
Tabla 3.	Análisis de varianza del flujo en metros cúbicos .....	56
Tabla 4.	Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III).....	56
Tabla 5.	Flujo de Medias en años .....	57
Tabla 6.	Relación de los eventos seleccionados para la simulación.....	58
Tabla 7.	Análisis de la varianza.....	58
Tabla 8.	Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I) .....	59
Tabla 9.	Test: Duncan Alfa=0,05 .....	60
Tabla 10.	Test: Duncan Alfa=0,05 .....	60



## ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

<b>PMO</b>	Plan Maestro Optimizado
<b>EMSAPUNO</b>	Empresa de Saneamiento de Puno
<b>SIG</b>	Sistemas de Información Geográfica
<b>HEC-HMS</b>	Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System
<b>Tlag</b>	Cálculo del tiempo de retardo
<b>MDE</b>	modelo de elevación digital



## RESUMEN

La presente investigación titulada Modelamiento de Flujo del sistema acuífero de micro cuenca de Totorani, ubicada en el Departamento de Puno, Distrito de Mañazo, lugar Totorani, que la microcuenca tiene galerías filtrantes ubicadas junto a la Carretera Tiquillaca, Vilque, Mañazo, se ubica a una altitud 3960 msnm. El objetivo principal es determinar el modelo para pronosticar el caudal del sistema acuífero de micro cuenca de Totorani, para el uso doméstico e industrial en la ciudad de Puno. Que en los últimos años la extracción del agua subterránea se ha visto incrementada para satisfacer las demandas en diferentes usos: como domésticos, municipales e industria, Ocasionando un desabastecimiento del recurso agua en los acuíferos a consecuencia de las bajas en las precipitaciones. en esta investigación se logró el estudio de recurso hídricos, que nos permite tomar decisiones referidas a la disponibilidad del recurso; dentro del contexto en estudios se determinó los parámetros de la cuenca área, pendiente, tiempo de concentración, precipitación de la cuenca, como las mediciones específicas, que nos ha permitido mejorar el conocimiento del recurso hídrico. Para el cual se ha modelado escenarios hídricos, en función al incremento del consumo doméstico en la ciudad de Puno. En esta investigación se modeló con el criterio cuantitativo en el cual, se ha tomado los datos observados y contrastar con los niveles simulados y el método tradicional de aforo. En conclusión, se llegó en esta investigación que los gastos de flujo de agua esta por encima de  $18.5 \text{ m}^3/\text{s}$ , según los análisis de varianza de flujo, flujo de media y Test de Duncan a una probabilidad de 0.05 de un nivel de significancia, se puede decir que hay un crecimiento de flujo de  $31.49$  a  $40 \text{ m}^3$  por año.

**Palabras clave:** Consumo, demanda, disponibilidad



## ABSTRACT

The present investigation entitled Flow Modeling of the Totorani micro-basin aquifer system, located in the Department of Puno, Mañazo District, Totorani place, that the micro-basin has filtering galleries located next to the Tiquillaca Highway, Vilque, Mañazo, is located at an altitude 3960 meters above sea level. The main objective is to determine the model to forecast the flow of the Totorani micro-basin aquifer system, for domestic and industrial use in the city of Puno. That in recent years the extraction of groundwater has been increased to meet the demands of different uses: such as domestic, municipal and industry, causing a shortage of water resources in aquifers as a result of low rainfall. In this research, the study of water resources was achieved, which allows us to make decisions regarding the availability of the resource; Within the context of studies, the parameters of the basin area, slope, concentration time, and precipitation of the basin were determined, as well as specific measurements, which has allowed us to improve our knowledge of the water resource. For which water scenarios have been modeled, based on the increase in domestic consumption in the city of Puno. In this research, it was modeled with the quantitative criterion in which the observed data has been taken and contrasted with the simulated levels and the traditional gauging method. In conclusion, it was reached in this research that the water flow costs is above 18.5 m<sup>3</sup> / s, according to the analysis of variance of flow, mean flow and Duncan's Test at a probability of 0.05 of a significance level, it can be said that there is a flow growth from 31.49 to 40 m<sup>3</sup> per year.

**Keywords:** Consumption, demand, availability, modeling



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

Según “datos publicados por el equipo técnico encargado de realizar el Plan Maestro Optimizado (PMO) sustitutorio de EMSAPUNO, que abastecen con agua potable al sector operacional 9, el mismo que comprende los barrios y urbanizaciones de Alto Puno, Alto Huáscar, Alto Llavini, ubicados en la zona norte de la ciudad lacustre.

reconocieron la reducción del caudal de los afluentes que abastecen a los barrios y urbanizaciones ubicados en la zona norte de la ciudad de Puno”. (EMSA PUNO SA, 2012)

El acceso al agua, una fuente de vida no sustituible, es un derecho humano individual, colectivo y fundamental, y su conservación es una responsabilidad fundamental colectiva de toda la humanidad. Todos los seres vivos tienen derecho al agua. El agua es parte de la herencia común de la humanidad. (García et al., 2016)

Esta creciente preocupación por el agua a nivel mundial, tanto como elemento de consumo, así como factor integrante de nuestro hábitat, justifica sobremanera el estudio de la hidrogeología dentro de cualquier zona en que se encuentre presente. Para el uso doméstico, el modelo permite manejar eficazmente situaciones complejas, permite la evaluación de enfoques alternativos para el desarrollo y la gestión del agua subterránea y tratar al sistema acuífero de una manera integral (Ayenew & Tilahun, 2008).

En la actualidad el tema del agua subterránea es prioritario de tal manera que se debería considerar como seguridad nacional. El problema se está agravando con el aumento de la demografía, la deforestación y el crecimiento acelerado de las ciudades, El aumento de la población incrementa la demanda de los recursos hídricos, en consecuencia “la escasez



de agua dulce y su contaminación ocupan respectivamente el segundo y tercer lugar del problema ambiental mundial”(PNUMA, 1999).

En la actualidad el estudio del agua subterránea ha tomado gran relevancia, ya que es un recurso vital que coadyuva a mejorar la calidad de vida de la población y es fundamental para el desarrollo de cualquier población.



## 1.1. Antecedentes

(EMSA PUNO SA, 2012) Según datos publicados por el equipo técnico encargado de realizar el Plan Maestro Optimizado (PMO) sustitutorio de EMSAPUNO, que abastecen con agua potable al sector operacional 9, el mismo que comprende los barrios y urbanizaciones de Alto Puno, Alto Huáscar, Alto Llavini, ubicados en la zona norte de la ciudad lacustre. reconocieron la reducción del caudal de los afluentes que abastecen a los barrios y urbanizaciones ubicados en la zona norte de la ciudad de Puno.

“El acceso al agua, una fuente de vida no sustituible, es un derecho humano individual, colectivo y fundamental, y su conservación es una responsabilidad fundamental colectiva de toda la humanidad. Todos los seres vivos tienen derecho al agua. El agua es parte de la herencia común de la humanidad.” (MARTÍNEZ et al., 2018) Esta creciente preocupación por el agua a nivel mundial, tanto como elemento de consumo, así como factor integrante de nuestro hábitat, justifica sobremanera el estudio de la hidrogeología dentro de cualquier zona en que se encuentre presente. Para el uso doméstico, el modelo permite manejar eficazmente situaciones complejas, permite la evaluación de enfoques alternativos para el desarrollo y la gestión del agua (Ayenew, et al., 2008). El problema se está agravando con el aumento de la demografía, la deforestación y el crecimiento acelerado de las ciudades, El aumento de la población incrementa la demanda de los recursos hídricos, en consecuencia “la escasez de agua dulce y su contaminación ocupan respectivamente el segundo y tercer lugar del problema ambiental mundial” (PNUMA, 1999).



## 1.2. Planteamiento del problema.

El sistema acuífero de la sub cuenca Totorani; es la principal fuente de abastecimiento de la parte norte de la ciudad de Puno. La extracción del agua del acuífero es a través de galerías filtrantes ubicados sobre las márgenes de los ríos Totorani, En la actualidad ha tomado gran importancia el estudio del agua subterránea, por ser un recurso vital para la vida por ello se desarrollará el estudio sobre el flujo en acuíferos con elementos que influyen dentro de este contexto generales que se realizarán a través de modelamientos.

Conocer características del acuífero en la zona puntual de estudio, así como los movimientos del agua subterránea y el medio que la contiene mediante la determinación geología, hidrogeología, grado de confinamiento, permeabilidad, pendiente, evapotranspiración y precipitación de la cuenca, para predecir el comportamiento para años futuros, así mismo prevenir zonas de abatimientos de agua para uso doméstico.

### **Problema general**

¿De qué manera influirá las propiedades geomorfológicas (pendiente, área, índice de compacidad) en el sistema acuífero de la cuenca totorani?

### **Problemas específicos**

¿Cuáles serán las propiedades geométricas del acuífero para estimar los métodos indirectos, para alimentar al modelo?

¿Relacionar los niveles agua para diferentes tiempos?



### **1.3. Hipótesis de la investigación**

#### **1.3.1. Hipótesis general**

Ho = No existe diferencia significativa entre las medias de decaimiento de caudal el acuífero totorani que influya en el área de la investigación.

H1= Si existe la diferencia significativa en los factores que originan el decaimiento del caudal en el acuífero tototari.

#### **1.3.2. Hipótesis específica**

H1= Si existe la diferencia significativa en los factores que originan el decaimiento del agua en el acuífero tototari.

Ho = No existe la diferencia significativa en los factores que originan el decaimiento del agua en el acuífero tototari.

H1 = Existe diferencia significativa el comportamiento de los niveles de agua en el acuífero para diferentes tiempos.

Ho = No existe diferencia significativa el comportamiento de los niveles de agua en el acuífero para diferentes tiempos.

### **1.4. Objetivos de investigación**

#### **1.4.1. Objetivo General.**

Determinar el modelo para pronosticar el caudal en el sistema acuífero de micro cuenca de Totorani, para el uso doméstico e industrial en la ciudad de Puno.

#### **1.4.2. Objetivos específicos.**

Determinar los factores que originan el decaimiento del agua en el acuífero Totorani.

Predecir el comportamiento de los niveles de agua en el acuífero para diferentes tiempos.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. Cuenca Hidrológica

##### 2.1.1. La hidrología

La Hidrología es una ciencia básica en Ingeniería del Agua, necesaria para su uso por profesionales dedicados a proyectos de recursos hídricos, y que, además, posee un amplio abanico de problemas científicos actualmente bajo una intensa investigación.(Cabrera & Eng, n.d.)

La Hidrología, según Dingman (1994), es la ciencia que se enfoca al ciclo hidrológico global y a los procesos involucrados en la parte continental de dicho ciclo, es decir, es la geociencia que describe y predice:

- Las variaciones espaciales y temporales del agua en las etapas terrestre, oceánica y atmosférica del sistema hídrico global.
- El movimiento del agua sobre y debajo de la superficie terrestre, incluyendo los procesos químicos, físicos y biológicos que tienen lugar a lo largo de su trayectoria.

En general los objetivos de la Hidrología son:

- Adquirir los conocimientos teóricos básicos de los fenómenos hidrológicos, para resolver los problemas que en este campo se presenten en nuestro país.
- Conocer la cantidad, frecuencia y naturaleza de ocurrencia del proceso lluvia-escurrimiento sobre la superficie terrestre.
- Determinar eventos de diseño, a partir de los datos hidrológicos de los diferentes fenómenos hidrológicos que son registrados en las redes de medición.



### **2.1.2. Cuenca**

Es una zona de la superficie terrestre en donde (si fuera impermeable) las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida (Aparicio, 1992).

La cuenca hidrológica es la unidad básica de estudio, la cual está limitada por el parteaguas, que es una línea imaginaria formada por los puntos de mayor elevación topográfica y la separa de otras cuencas (Escalante y Reyes, 2008).

### **2.1.3. Modelo hidrológico**

Se puede definir modelo como una representación simplificada del mundo real, que permite tener una idea de lo que ocurre bajo ciertas circunstancias. Los modelos hidrológicos intentan representar los diferentes procesos que se dan dentro de un espacio (generalmente una cuenca) y que transforman, en principio, una precipitación en escorrentía. (Pascual & Martin, 2016)

### **2.1.4. Modelos de simulación hidrológica**

(Saghafian et al., 2000) Menciona que los modelos de simulación hidrológica pueden beneficiarse enormemente de las capacidades del sistema de información geográfica (SIG) para la manipulación de datos espaciales de entrada / salida. Los algoritmos de preprocesamiento basados en SIG que operan en datos de elevación que se aplican para obtener mapas de dirección y acumulación de flujo. Usando los mapas derivados y otros datos de entrada físicos, se pueden generar mapas cinemáticos de tiempo de viaje, histogramas de área de tiempo e hidrogramas de escorrentía parcial y total en un marco de modelado distribuido.



Los modelos hidrológicos entendidos como una aproximación al funcionamiento real del ciclo del agua en una cuenca vertiente se pueden clasificar en físicos y abstractos. A su vez los modelos abstractos de acuerdo con la aleatoriedad de las variables empleadas pueden ser estocásticos o deterministas.

En concreto, en los modelos de parámetros distribuidos. A diferencia de los modelos de parámetros agregados, los distribuidos prestan mayor atención a la distribución espacial de los datos en la cuenca, pero no sólo a los asociados con el escurrimiento superficial del agua, sino que también a factores climáticos como las precipitaciones. Con ellos se supera la escala de trabajo habitual de los modelos hidráulicos, los cuales se ciñen casi exclusivamente al cauce como consecuencia de la utilización de las secciones transversales de los ríos para realizar los cálculos. Los modelos hidrológicos distribuidos se aproximan mucho más a la realidad al aceptar que la esorrentía es una respuesta hidrológica continua en el espacio y en el tiempo que afecta de distinta manera a toda la superficie de la cuenca. Se reafirma el hecho de que es importante poder consultar la información sobre lo que sucede en cualquier punto de la cuenca.

Además (MARTÍNEZ et al., 2018) define un modelo de un sistema como la conceptualización de las interrelaciones y respuestas de un sistema real, a la que se incorpora la esencia del mismo, y que es capaz de predecir las interacciones principales y sus respuestas a un conjunto de condiciones propuesto, es decir es la representación artificial del sistema.

Los modelos hidrológicos pueden dividirse en dos categorías: Modelos físicos y modelos abstractos.



### **Modelos físicos**

Son aquellos modelos en que se usa una representación material del sistema, este tipo de modelos comprende:

#### **a) Modelos a escala**

Son aquellos que representan el sistema en una escala reducida, tal como los modelos de una estructura de control de una obra hidráulica.

#### **b) Modelos Análogos**

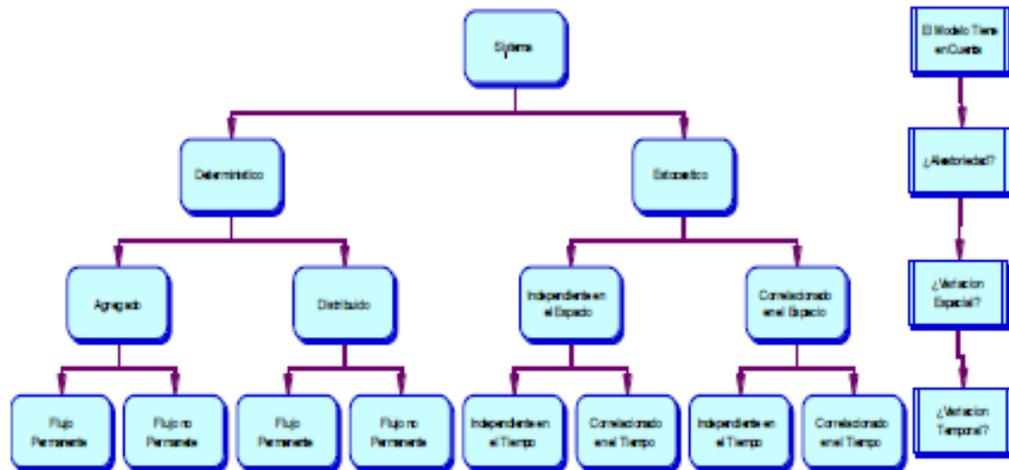
Que usan otro sistema físico que posea propiedades similares a las del prototipo.

### **Modelos abstractos**

Este tipo de modelos son los más extendidos en hidrología, representan el sistema en forma matemática, por lo general se los conoce como modelos matemáticos. Están constituidos por un conjunto de ecuaciones que describen y representan el sistema real, describiendo las variables de entrada y salida. Estas variables pueden ser funciones del espacio y del tiempo y también pueden ser variables probabilísticas o aleatorias.

Tratar de desarrollar un modelo con variables aleatorias que dependen de las tres dimensiones espaciales y del tiempo es una tarea ardua, por tal razón y por propósitos prácticos es necesario simplificar el modelo.

El modelo puede localizarse en un árbol de acuerdo con las alternativas, tal como se muestra en la Figura



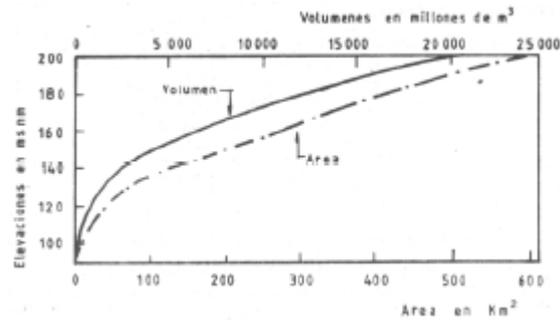
**Figura 1.** Clasificación de modelos hidrológicos en función: la forma, la aleatoriedad, variación espacial y temporal de los fenómenos hidrológicos.

**Fuente:** V.T. Chow

## 2.2. Características Fisiográficas

### 2.2.1. Área, pendiente y elevación de una cuenca

Es la relación que muestra la variación del área con respecto a la elevación. Se obtiene determinando el área que encierra cada curva de nivel y generalmente se utiliza para definir las características que tendrá el vaso de un embalse, es decir una presa y se acostumbra relacionar dichos valores con lo que sería la capacidad o volumen de agua a almacenar, siendo común representar los tres valores anteriores por medio de una gráfica que se denomina “Curva Elevaciones – Capacidades – Áreas” como la figura que se muestra a continuación y que se usa para realizar el funcionamiento del vaso y el tránsito de avenidas por el vaso. (Díaz Delgado et al., 1999)



**Figura 2.** Curvas elevaciones – volúmenes y elevación áreas.

**Fuente:** Díaz Delgado

### 2.2.2. Perfil y pendiente del cauce

El proceso de degradación a que se ve sometida una cuenca hidrográfica, al igual que el caudal máximo, están muy influenciados por la configuración topográfica, debido a que el poder erosivo se manifiesta en mayor o menor grado de acuerdo a los distintos grados de pendiente, Para determinar la pendiente media de una cuenca se utiliza el mapa topográfico y el modelo digital de elevación, cuyo procedimiento se expresa en la Ecuación

$$PM= 100 [(H. L) / A]$$

Donde:

PM: Pendiente media (%)

H: Equidistancia entre curvas medidas (km)

L: Longitud de las curvas de nivel (km); A: Superficie (km<sup>2</sup>).

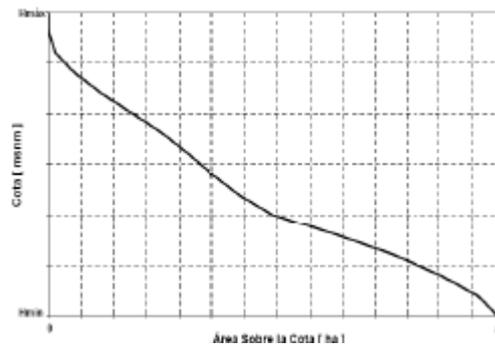
Según la clasificación la pendiente refleja los diferentes tipos de relieve, considerándose muy plano a un relieve menor del 0.5 %; plano a 0.5 a 1 %, de 1 a 3 % suave; de 3 a 12 % presenta lomadas; 12 a 20 % relieve accidentado; 20 a 50% muy fuerte; escarpado cuando se distribuye entre

50 y 75 %, y mayor al 75 % se corresponde a un relieve muy escarpado.

(Breña & Jacobo, 2006)

### 2.2.3. Curva hipsométrica

Es la representación gráfica del relieve de una cuenca; es decir la curva hipsométrica indica el porcentaje de área de la cuenca o superficie de la cuenca en Km<sup>2</sup> que existe por encima de una cota determinada, representado en coordenadas rectangulares.



**Figura 3.** Curva hipsométrica

**Fuente:** (FERNABDEZ, n.d.)

#### **Construcción Curva Hipsométrica**

Para construir la curva hipsométrica se utiliza un mapa con curvas de nivel, el proceso es como sigue:

- Se marcan subáreas de la cuenca siguiendo las curvas de nivel, por ejemplo, de 100 en 100 m.
- Con el planímetro ó software adecuado (AutoCad, Ilwis, ArcView, etc), se determinan las áreas parciales de esos contornos.
- Se determinan las áreas acumuladas, de las porciones de la cuenca.
- Se determina el área acumulada que queda sobre cada altitud del contorno. Se plotean las altitudes, versus las correspondientes áreas

acumuladas que quedan sobre esas altitudes. (MARTÍNEZ et al., 2018)

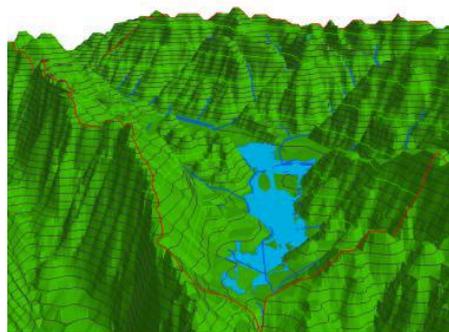
#### 2.2.4. Red de drenaje y aspectos geomorfológicos

Es exponer la terminología e índices con los cuales el hidrólogo define y analiza a una cuenca hidrográfica, para describir sus principales características físicas, que condicionan su comportamiento hidrológico; desarrollando los diversos métodos de cálculo y presentación de resultados.

**Geomorfología**, estudia las formas superficiales del relieve terrestre (geo=tierra, morfo=forma; logia=estudio o tratado).

**Cuenca**, es una zona de la superficie terrestre en donde las gotas de lluvia que caen sobre ella tienden a ser drenadas por el sistema de corrientes hacia un mismo punto de salida.

**Cuenca hidrográfica**, espacio geográfico cuyos aportes hídricos naturales son alimentados exclusivamente por las precipitaciones y cuyos excedentes en agua o en materias sólidas transportadas por el agua forman, en un punto espacial único, una desembocadura.



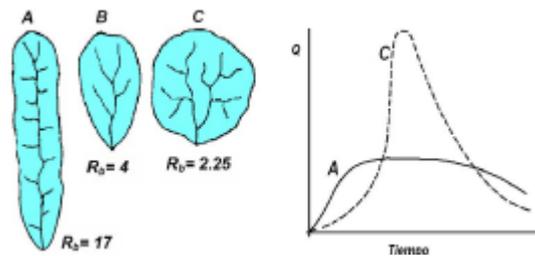
**Figura 4.** cuenca hidrográfica

**Fuente:** FERNABDEZ, n.d

### 2.2.5. Forma de la cuenca

La forma de la cuenca afecta en las características de descarga de la corriente, principalmente en los eventos de flujo máximo.

En general, los escurrimientos de una cuenca de forma casi circular serán diferentes a los de otra, estrecha y alargada, aunque tengan la misma área, ver Figura.



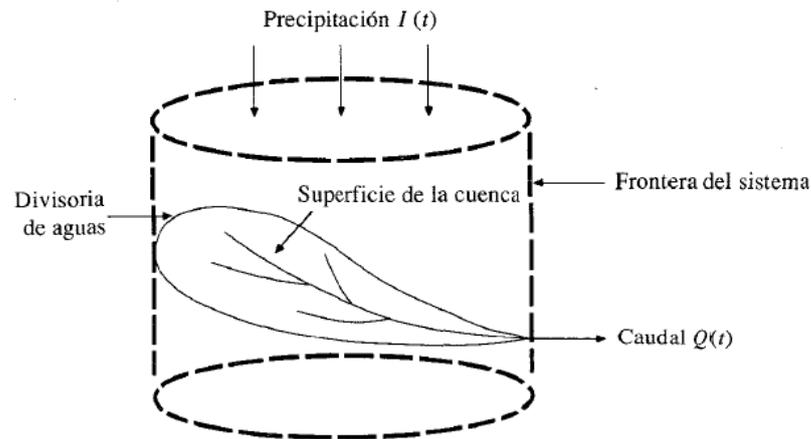
**Figura 5.** Influencia de la forma de la cuenca en el hidrograma

**Fuente:** FERNABDEZ, n.d

### 2.3. Precipitación

Según (Díaz Delgado et al., 1999) da ha conocer que: Fenómeno físico que consiste en la transferencia de volúmenes de agua, en sus diferentes formas (lluvia, nieve, granizo, etc.) de la atmósfera a la superficie terrestre.

(Triviño Pérez & Ortiz Rojas, 2004) a precipitación incidente es la entrada al sistema, y queda definida como la distribuida en el plano superior del espacio de la cuenca; el caudal es la salida, y es el resultante de la interacción de los distintos planos dentro de los límites de la cuenca: el flujo que se concentró en el espacio del sistema hidrológico y se cuantifica a la salida de la cuenca. La evaporación y el flujo subsuperficial también son salidas, pero si no intervienen como componentes que contribuyen al caudal modelado, se consideran pérdidas que escapan de los límites de la cuenca.



**Figura 6.** La cuenca de drenaje como sistema hidrológico.

**Fuente:** Chow et al. (1994, p 8)

Al utilizar el concepto de sistema, el esfuerzo de simplificación del mundo real está dirigido a la construcción de un modelo de relación de entradas y salidas en lugar de a la más compleja (por imposible) tarea de la representación exacta de los datos del sistema, que puede no ser significativo desde el punto de vista práctico. No hay que olvidar que el objetivo de un modelo y del análisis del sistema hidrológico es estudiar y comprender su funcionamiento de manera que se pueda predecir su salida: un modelo del sistema hidrológico es una aproximación del actual sistema; sus entradas y salidas son variables hidrológicas medibles y su estructura se basa en el concepto de simplificación del sistema. (Alvarez Muñoz, 2016)

### 2.3.1. Fenómenos meteorológicos

La precipitación es un fenómeno físico que consiste en la transferencia de volúmenes de agua, en sus diferentes formas (lluvia, nieve, granizo, etc.) de la atmósfera a la superficie terrestre. El proceso de generación de la precipitación involucra la humedad en la atmósfera la cual es influenciada



por factores climáticos tales como el viento, la temperatura y la presión atmosférica. La humedad de la atmósfera es necesaria pero la precipitación no ocurre si no se tiene la suficiente condensación.

Debido a la condensación sobre núcleos, se forman gotas de tamaño entre 100 y 500  $\mu$ , que debido al propio peso, se precipitan. En la caída, al chocar con otras gotas, van creciendo y pueden alcanzar diámetros entre 5 y 7 mm.

Las masas de aire continental por lo general contienen muy poca humedad, por lo que la mayoría de la precipitación proviene de corrientes de aire húmedo que se genera sobre los océanos.

Otros fenómenos meteorológicos son:

**A- Rocío** se forma por condensación directa sobre el suelo o sobre objetos ubicados cerca de él. Se presenta principalmente durante la noche, cuando la superficie de la tierra se ha enfriado por irradiación

**B- Escarcha** está constituida por cristales de hielo y se forma del mismo modo que el rocío, salvo que en este caso el vapor de agua contenido en el aire, pasa directamente al estado sólido tomando la forma de cristales de hielo con apariencia de escamas, agujas, plumas o abanicos.

**C- Cancellada** es un depósito de hielo constituido por granos más o menos separados con inclusiones de aire que ha quedado encerrado. Ocasionalmente se presenta adornado con ramificaciones cristalinas. **3**

### 2.3.2. Elementos climatológicos

La agresión del agua al suelo se puede producir superficialmente (partículas de suelo arrastradas aisladamente), o en profundidad del perfil (partículas de suelo arrastradas masivamente).

Los factores físicos que determinan la erosión hídrica son:



### **Factores climáticos:**

- **La lluvia**, con sus variaciones locales en cuanto a cantidad, intensidad y distribución.
- **Temperatura** con su acción directa sobre las formas de vida. Altas temperaturas descomponen rápidamente la materia orgánica, haciendo que el suelo pierda la capacidad de absorción de agua, repercutiendo finalmente en un mayor escurrimiento con fuerza degradativa.

**Factor de cobertura vegetal:** La parte aérea de la cubierta vegetal y su arquitectura foliar y caulinar interceptan la lluvia, amortiguando su fuerza de impacto de las gotas sobre el suelo, contribuyendo a disminuir su energía cinética inicial. La hojarasca caída y las raíces de las plantas protegen el suelo y mejoran su estructura, la infiltración y la capacidad de retención de agua, además de retardar el escurrimiento.

La vegetación también influye en los efectos del sol y el viento sobre la superficie del suelo. En cuanto a las masas forestales, existen distintos antecedentes en relación a su influencia sobre los recursos hídricos. Se ha evaluado positivamente el impacto de las plantaciones forestales en regiones montañosas, sobre la reducción de la erosión de los suelos y en la consolidación de cauces.

**Factores edáficos:** En el suelo, la textura, la agregación del suelo, la distribución de las partículas, la permeabilidad del perfil, la humedad inicial del suelo y la pedregosidad superficial son los principales factores determinantes de la erosión de los mismos. Los suelos con estructuras bien desarrolladas, estables y migajosas resisten por más tiempo la separación



de partículas, absorbiendo las lluvias más rápidamente, reduciendo la magnitud del escurrimiento destructivo.

**Factores topográficos:** El grado de inclinación del terreno incide debido a que las pérdidas de suelo son mucho mayores en los terrenos de pendiente abrupta e irregular.

En relación a la longitud de la pendiente toma notable importancia, en lo referido a los efectos de la pérdida de suelo en una ladera.

La orientación de las laderas se relaciona con las condiciones climáticas para el desarrollo de la cobertura vegetal. Las laderas con orientación al sur, en el hemisferio sur, están expuestas a menor radiación solar, como consecuencia de ello el suelo posee un mayor contenido de humedad, por la falta de evaporación edáfica, generando un suelo más saturado con una tendencia a provocar más escurrimiento que una ladera con exposición norte. (Breña & Jacobo, 2006)

### 2.3.3. Estación climatológica

La idea básica que persiguió la modernización de las redes hidrológicas, fue contar con una red combinada de estaciones climatológicas, hidro climatológicas y observatorios meteorológicos, capaz de cubrir automáticamente y por sí sola la variación espacial y temporal de los fenómenos atmosféricos. Esto reduciría los costos de operación y mantenimiento de la red combinada, al mismo tiempo que permitiría conocer y difundir la información hidrometeorológica, prácticamente al momento de ser recolectada. (Springall, 1970)



#### 2.3.4. Tipos de precipitación

Los principales tipos de precipitación son:

**1. Llovizna** es un riego tenue compuesto exclusivamente de pequeñas gotas de agua de tamaños bastante uniforme. Las gotas son tan pequeñas que parecen flotar en el aire y siguen las evoluciones del movimiento de éste.

Además, deben cumplir el requisito de que sean muy numerosas y encontrarse muy próximas unas de otras.

**2. Lluvia** es una precipitación de agua líquida en la que las gotas son más grandes que las de la llovizna. Cuando hay viento en superficie puede apreciarse que la trayectoria de caída de las gotas sufre una inclinación en la dirección de éste.

**3. Nieve** es precipitación de agua en estado sólido en forma de cristales de hielo, en su mayor parte ramificados. Aún a temperaturas inferiores a las de congelación, estos cristales están rodeados de una delgada capa líquida, y cuando chocan unos contra otros quedan soldados constituyendo grandes copos.

**4. Aguanieve** mezcla de nieve y lluvia.

**5. Lluvia** congelante cuando la humedad ambiente ya condensada se precipita en forma líquida, a través del aire frío. Al chocar contra el suelo o la superficie de los objetos expuestos a la intemperie (con temperaturas inferiores a 0°C), el agua se congela dando como resultado la formación de una capa de hielo glaseado.

**6. Granizo** cuando se presentan nubes de tormenta de gran desarrollo vertical, la gota de lluvia generada dentro de la nube es arrastrada hacia



niveles superiores donde las temperaturas son inferiores a  $0^{\circ}\text{C}$  y se congela. Al caer se va fundiendo, pero en su camino puede chocar nuevamente con las corrientes ascendentes que la llevarán a zonas de congelación, aumentando su tamaño repetidas veces hasta que por su propio peso caerán a superficie. Por el gran tamaño que adquirieron, en su reiterado proceso de congelación, no alcanzarán a fundirse por completo al llegar al suelo y por lo tanto se presentarán en estado sólido con la dureza del hielo. Son comúnmente llamadas piedras de granizo o pedrisco. Además, en su caída, pueden soldarse con otros granizos formando terrones irregulares. (Díaz Delgado et al., 1999)

### **2.3.5. Consistencia de los datos de precipitación**

Los errores en la medición de la precipitación se pueden agrupar en dos tipos básicos:

- error en la medida puntual
- error en la evaluación espacial

Una gran parte de los posibles errores son intrínsecos a la medición y por tanto inevitables. Los errores en la medición puntual son debidos al instrumento de medición y a la perturbación aerodinámica (velocidad del viento) en las trayectorias de las partículas de agua causada por el pluviómetro, o debidos a la mala operación y ubicación del instrumento. A fin de estimar el error en la medida puntual de la precipitación, se debe tener en cuenta que:

- Hay muy pocos sitios donde la condición de representatividad sea satisfecha.



- La medida de la lluvia no se puede repetir si se tiene duda acerca de su precisión.
- La muestra tomada en el pluviómetro es extremadamente pequeña en relación al conjunto de las precipitaciones que pretende representar

Se puede decir que:

$$P = P_m + \Delta P$$

Donde:

P : Precipitación verdadera

P<sub>m</sub>: Precipitación medida en el pluviómetro

ΔP : Corrección total que debe efectuarse a la precipitación media

Donde ΔP puede descomponerse en errores de operación, instrumento, efecto aerodinámico en las trayectorias de las partículas causados por el instrumento, ubicación del instrumento, etc. La base para estimar la distribución espacial de la precipitación (por ejemplo, en una cuenca), es la medida puntual registrada en los distintos puntos de la red pluviométrica. La precisión de la evaluación depende de la densidad de la red, la calidad de los instrumentos, instalaciones y observadores. El error en la estimación espacial de la precipitación se puede descomponer en:

$$\Delta PC = \Delta P + \Delta PG + \Delta PF$$

Siendo:

ΔPC: Error en la evaluación de la precipitación espacial

ΔP : Error en la medida de la precipitación puntual



$\Delta$ PG: Error por no ser suficientemente representativa la precipitación puntual de la zona que representa, que puede ser muy grande si la densidad de la red es muy pequeña

$\Delta$ PF: Error en la precipitación de las zonas altas de montaña donde no hay instrumentos y es necesario estimarla a partir de extrapolaciones de lo que ocurre en las zonas más bajas (perfil pluviométrico)

Para obtener una calidad y confiabilidad aceptable de los datos puntuales temporales de la precipitación, para su posterior análisis, manejo, y utilización, se siguieron tres etapas:

- Análisis de consistencia, homogenización y regionalización de la precipitación
- Relleno de series mensuales mediante correlación múltiple
- Estimación de la precipitación espacial (en subcuencas) aplicando técnicas geoestadísticas.

A continuación, se describen las etapas, que comprende a su vez varios subprocesos.

Paralelamente se presenta una síntesis de los resultados obtenidos en cada etapa.

La regionalización es la etapa que define la calidad de los datos y su consistencia. Los resultados que se obtienen al concluirla son la identificación de las estaciones con datos consistentes y confiables, y la validación de estos datos para su uso y aplicación en posteriores análisis. Se definen grupos regionales de estaciones pluviométricas, cuyos registros presentan un comportamiento temporal homogéneo a nivel mensual y



anual. La principal herramienta utilizada para esta etapa es el vector regional.(Pascual Aguilar & Díaz Martín, 2016)



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Ubicación

El área de estudio es la sub cuenca Totorani en donde se ubica la captación Totorani la sub cuenca se ubica al Norte Oeste de la ciudad de Puno; con una actividad no despreciable potencialidad agrícola-ganadera.

#### Ubicación Política

Región: Puno

Departamento: Puno

Provincia: Puno

Distrito: Puno

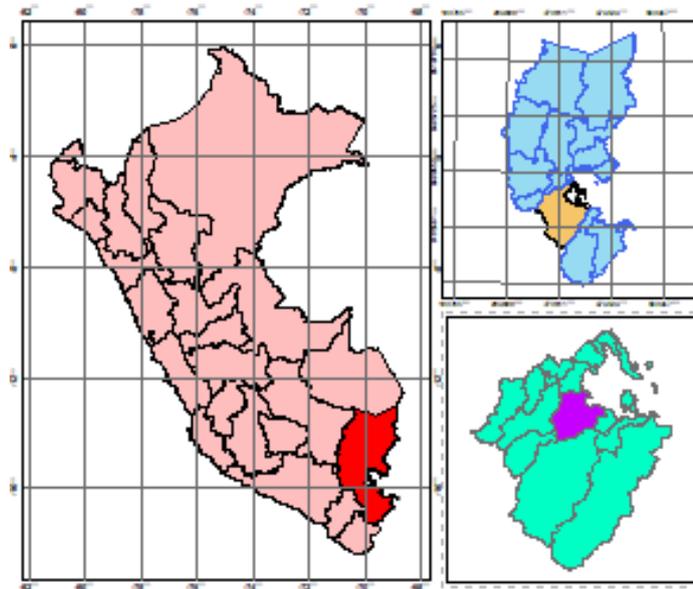
Lugar: Totorani

#### Ubicación Geográfica

Latitud: 15°48'33.36"S

Longitud: 70° 6'35.69"O

Altitud: 3971.00 m.s.n.m



**Figura 7.** Mapa de ubicación nacional y regional

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.2. Material de estudio

Debido a la importancia que tiene para la zona, en el presente trabajo se analizará la Sub cuenca de Totorani en donde se ubica la captación Totorani, mediante un modelo hidrológico, de tal manera que se puedan comparar los resultados obtenidos entre el modelo actual y el que se modelará y considerar la conveniencia de la actualización de la modelación hidrológica. subcuenca

### 3.3. Método

Para el desarrollo del presente trabajo se realizó los siguientes procedimientos.

En este trabajo de investigación se emplearán método hidrológico, que obtendremos un sistema de pronóstico que constituyen el conjunto de procedimientos a través de las cuales se desarrollara el tema de estudio.

Para facilitar el proceso de cálculo en la modelación hidrológica, es conveniente utilizar algunas herramientas comúnmente empleadas en la modelación hidrológica, tales como los llamados Sistemas de Información Geográfica (SIG) y herramientas computacionales



- Empleo de SIG aplicados a la modelación hidrológica para el procesamiento de la información espacial, para ello existen softwares libre y comercial para el procesamiento de los archivos vectoriales y ráster que representan alguna variable o característica hidrológica.
- Utilización de herramientas computacionales, que incluyen software, algoritmos, programas o códigos, software libre o comercial para la simulación de los siguientes procesos:
  - Simulación lluvia-escorrentamiento
  - Tránsito hidrológico
  - Ajustes del pronóstico/actualización
  - Ajuste de las simulaciones conforme a los datos observados
  - Actualización de las condiciones del modelo
  - Modificación de entradas o parámetros

### **Parámetros hidrológicos y el HEC-HMS**

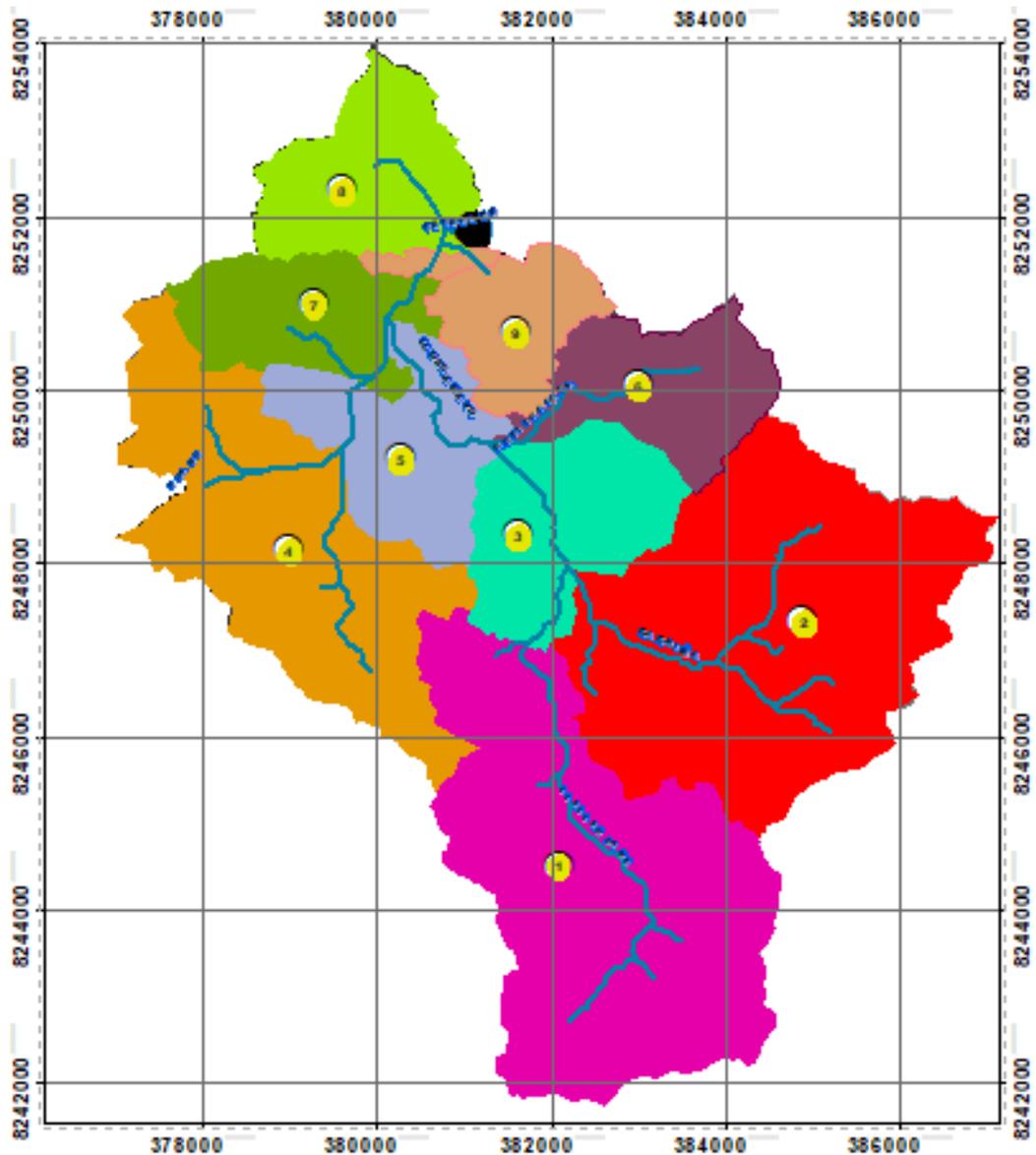
Los archivos ArcGis generalmente son exportados al HEC-HMS, para completar el modelo de cuenca como dato de fondo mas no así influyen en los cálculos y parámetros de la cuenca. Los parámetros hidrológicos primero necesitan ser estimados y luego ingresados al HEC-HMS, además se puede agregar o quitar elementos hidrológicos y sus conexiones para reflejar las áreas a modelarse finalmente se desarrollan el componente meteorológico en HEC-HMS y obtener con ello resultados de precipitación en caudales.

### **Mapa de base de cuenca sub cuenca Totorani**

Gracias a capas creadas, antes mencionadas por estas instituciones, capas base se procedió a delimitar la sub cuenca en estudio las mismas que son motivo de estudio de la presente tesis, esta delimitación se logra a partir del Divurition

Acuarium, es decir de las cotas más altas que circundan a las cuencas, o se encuentran dentro de las áreas de interés y de estudio, como se puede observar en las siguientes figuras trabajada:

**Figura 8.** Mapa de la sub cuenca Totorani

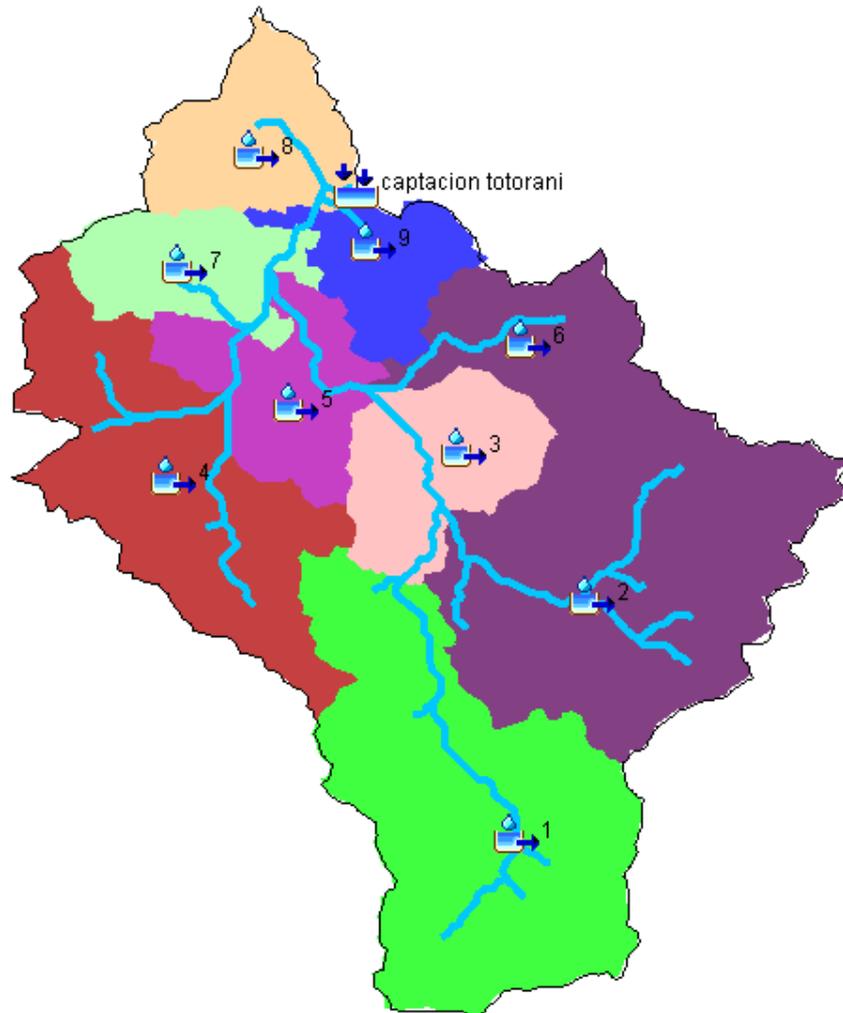


Fuente: Elaboración propia

### Mapa de tipos de Ríos

Es importante la identificación de las categorías de Ríos que se presenta en dicha área de estudio lo que permitirá trabajar con los parámetros hidrológicos de la

cuenca. Por lo que se prioriza la muestra de las diferentes categorías de Ríos, así como su inclusión dentro del contexto de la cuenca en estudio, muestra el mapa de redes de Ríos en la lámina (P-02).



**Figura 9.** Mapa de redes de Ríos en la lámina

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.4. Tamaño de la muestra

La población está constituida por todo la sub cuenca Totorani, que se encuentran ubicado en parte Nor Oeste del distrito de Puno. Para el presente estudio se tomará como muestra la sub cuenca Totorani por sus características fisiográficas y siendo uno de los lugares donde se ubica el rio Totorani quien es fuente principal de



abastecimiento de agua para consumo humano de la parte norte de la ciudad de Puno, meteorológicas disponibles para el estudio, con un periodo que abarca desde el 2012 al 2018.

### 3.5. Procedimiento

Las características hidráulicas del cauce requeridas para los tránsitos de crecientes se obtuvieron a través de visitas de campo.

El sistema hidrológico de la cuenca se conforma por microcuencas, delimitadas mediante un análisis GIS, las cuales son usadas como referencia para crear el sistema en el modelo HEC HMS. El modelo hidrológico conecta las subcuencas mediante uniones que representan a los cauces.

La distribución espacial de las tormentas se corrige mediante un factor de reducción por área.

El proceso de transformación lluvia-escorrentía se realiza utilizando tres cuestiones básicas:

#### ➤ **Fase I. Tratamiento de la precipitación.**

Información histórica de precipitación máxima en 24 horas

Para el cálculo de máximas avenidas, se ha utilizado los registros de precipitación máxima en 24 horas de estaciones ubicadas próximos a la sub cuenca Totorani.

Con base en los registros mensuales de precipitación máxima en 24 horas, reportados para las estaciones seleccionadas, los registros anuales de precipitación máxima en 24 horas usados para la evaluación de la cuenca.

Para el procesamiento estadístico de la precipitación máxima en 24 horas los registros históricos de la precipitación máxima en 24



horas de las estaciones consideradas, ha sido elaborada con el objeto de evaluar el mejor ajuste estadístico utilizando todas las distribuciones de probabilidad disponibles (Normal, Log Normal 2 parámetros, Gumbel, Log Gumbel, etc.), en el software HIDROESTA, desarrollado por el Ing. (Villon Bejar, 2002). Para ello se ha considerado como mejor ajuste, el menor valor de delta y que también dicho valor se acerque al promedio de todas las distribuciones que aplicaron.

Determinación de los hietogramas de diseño, Una vez obtenida la información de precipitación de diseño de cada uno de las unidades de drenaje del modelo hidrológico, se procedió a realizar la generación de los hietogramas de diseño, es decir la distribución temporal de las precipitaciones máximas en 6 horas. Para ello utilizaremos la metodología del SCS.

Cálculo del tiempo de retardo (Tlag), La metodología utilizada para el cálculo del Tlag es la fórmula modificada de Snyder, ya que las unidades de drenaje que conforman la cuenca tienen áreas mayores a los 30 km<sup>2</sup>.

## **Fase II. Síntesis de la lluvia efectiva.**

Generación de isoyetas de la precipitación máxima Con la finalidad de obtener la precipitación ponderada para un periodo de retomo determinado, sobre el área de la sub cuenca, se aplicó el método de las isoyetas, que consiste en localizar en un espacio georeferenciado las estaciones pluviométricas, para luego trazar curvas de igual valor

de precipitación, considerando de esta manera los efectos orográficos.

➤ **Fase III. Simulación de la escorrentía superficial.**

En esta metodología, los SIG se utilizan para el pre- y postprocesado de la información geográfica, orientándose principalmente a la edición de cartografía y discretización de variables hidrológicas. Precisamente, Maidment (1993) definió varias posibilidades en el uso combinado de estos instrumentos y los modelos hidrológicos: evaluación e inventarios hidrológicos; determinación de parámetros hidrológicos; construcción de modelos hidrológicos anexados a un SIG; y construcción de modelos hidrológicos integrados en un SIG. En nuestro caso, estamos ante el tercer tipo, el más frecuente de los cuatro, lo que implica que tanto la herramienta como el modelo mantienen bases de datos separadas que entran en contacto debido a un proceso de intercambio y conversión de la información. Sin embargo, el modelo propuesto va un paso por delante gracias a que el algoritmo ha sido diseñado con una perspectiva geográfica que facilita su implementación en un SIG profesional, es decir, las operaciones lógicas y de cálculo han sido formuladas de tal manera que pueden ser aplicadas directamente a las capas de información, adaptándose sin grandes esfuerzos a las funciones y lenguajes de programación de los SIG.

**3.5.1. Funciones del modelo hidrológico**

El modelo hidrológico precisa para su aplicación toda una serie de datos que le son suministrados durante la implementación de las distintas fases que lo



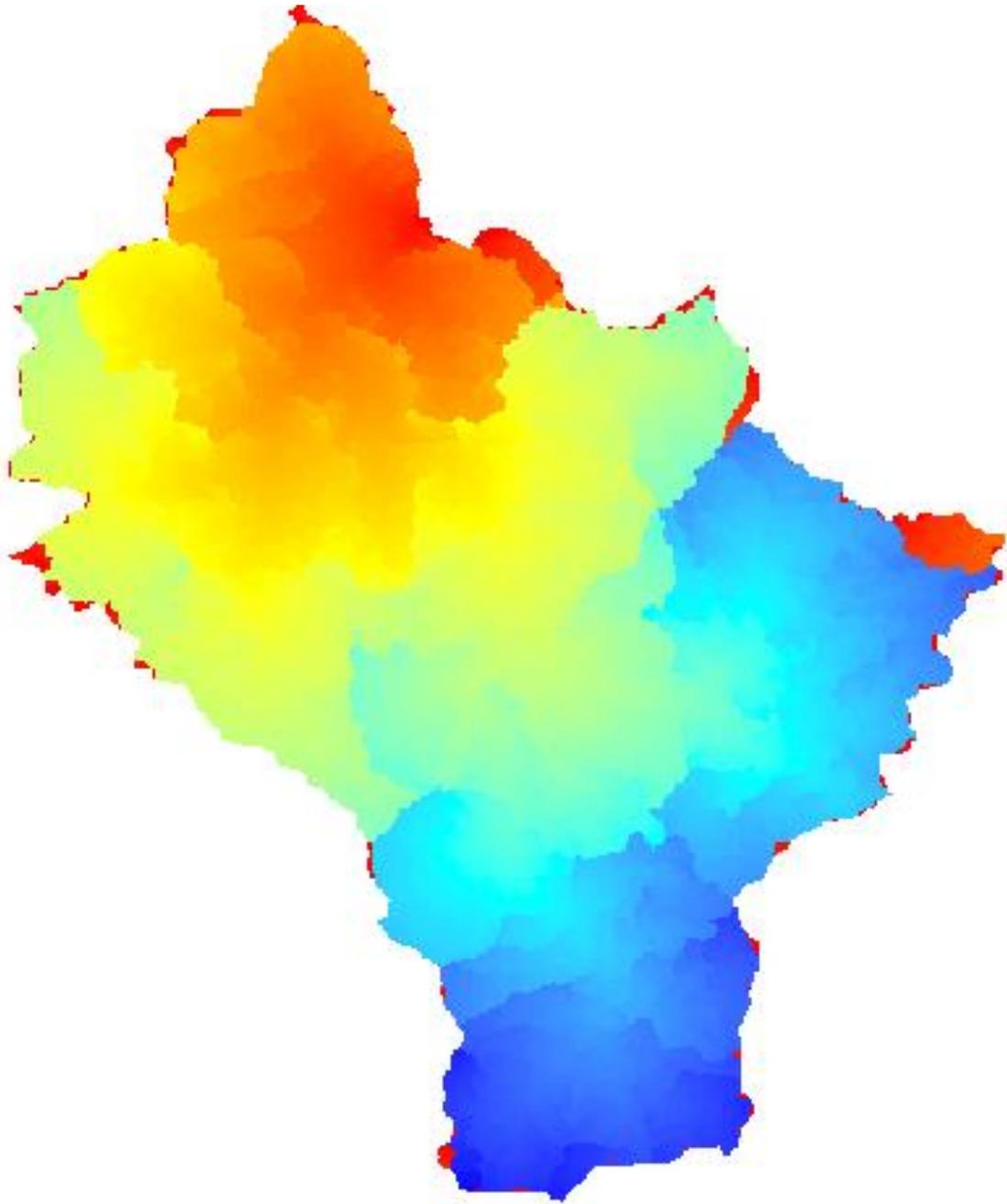
componen. Tanto los niveles de información proporcionados por el usuario, como los generados por el propio modelo, están en un formato legible por los SIG, de tal manera que para su manipulación resulta francamente beneficiosa la capacidad analítica y de representación cartográfica que poseen estos instrumentos de trabajo. El modelo nos ofrece múltiples opciones para consultar

sus resultados, destacando la posibilidad de hacer valer condiciones relacionadas con la localización geográfica y el horizonte temporal de los datos. Las funciones desarrolladas para estudiar el riesgo de inundación de una cuenca las hemos sintetizado en el siguiente listado, aunque sus posibilidades son ilimitadas dependiendo de las necesidades de cada usuario:

- Permite visualizar el MDE de la cuenca y desplegar los mapas con las variables hidrológicas empleadas por el modelo.
- Delimita cuencas y subcuencas hidrológicas.

#### **Modelo hidrológico con HEC-HMS**

El análisis de máximas avenidas de la cuenca del río Tambo, fue realizado con base a un modelo hidrológico de la cuenca limitada en función al tramo de interés (sector de riego Santa Rosa Ventillata Ayanquera). El modelo hidrológico utilizado es el Hydrologic Engineering Center Hydrologic Modeling System (HEC-HMS), para ello se representa la cuenca como un sistema de unidades de drenaje interconectados entre sí, como se muestra a continuación:



**Figura 10.** Unidades de drenaje del Modelo Hidrológico- sub cuenca  
Totorani

**Fuente:** Elaboración propia

En el proceso de verificación de resultados del modelo HEC-HMS, se sensibilizó la variable de mayor incidencia en la escorrentía superficial, que es el valor de



curva número, el cual depende de la clasificación de tipos de suelo y de la cobertura vegetal.

La comparación de caudales máximos generados a partir de precipitaciones máximas anuales registrados La calibración se realizada comparación los caudales máximos de la sub cuenca del río Totorani, aplicando el modelo hidrológico lluvia escorrentía (HEC HMS); con los caudales máximos de la sub cuenca Totorani para diferentes periodos de retorno que han sido generados a partir de los registros de caudales máximos anuales para las estaciones hidrométrica de la sub cuenca Totorani, que fue distribuida mediante pruebas estadísticas similar a la aplicada para las precipitaciones máximas, con la aplicación del software Hidroesta. Así mismo se aplicó esta última metodología de distribuciones estadísticas para las estaciones hidrométricas.

- Levantamiento batimétrico: del cual se obtendrán el modelo de elevaciones y las secciones del río, además de las condiciones de frontera (pendiente aguas arriba y aguas abajo).

### **3.6. Características fisiográficas de la sub cuenca**

#### **3.6.1. Área y perímetro de la cuenca**

El área de la sub cuenca se define como la superficie, en proyección horizontal, medida en kilómetros cuadrados. Se calcula a través de imágenes satelitales DEM y el punto de aforo de la sub cuenca. La sub cuenca del río Totorani un área de 2.88 km<sup>2</sup>

El perímetro de la sub cuenca es el borde o limite exterior de la forma irregular de la sub cuenca proyectada en un plano horizontal, esta se obtiene una vez delimitada la cuenca. Este parámetro por sí solo no da



ningún tipo de información respecto al tamaño o forma de la cuenca; solo si se compara cuencas de igual superficie, el valor del perímetro podrá dar una idea de su forma. Para la sub cuenca del Totorani su perímetro es de 177.03 kms.

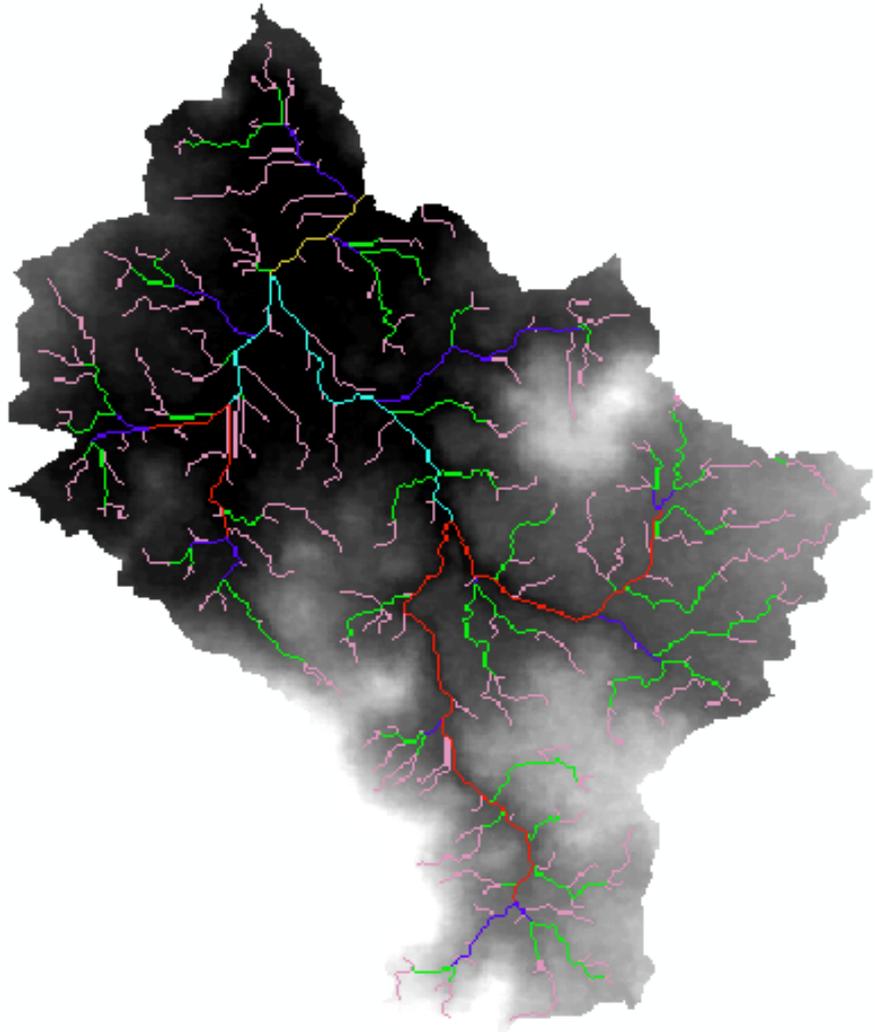
### **3.6.2. Longitud del cauce principal del río y longitud**

El cauce principal de la cuenca hidrográfica se considera aquél que pasa por el punto de salida de la misma y el cual recibe el aporte de otros cauces, de menor extensión y que son denominados tributarios. La Longitud del Cauce ( $L_c$ ) queda definida por la longitud del cauce principal medido en planta, desde el punto de salida hasta su cabecera.

La longitud media de la cuenca ( $L$ ) queda definida como la distancia, medida a lo largo del cauce principal, entre el punto de salida de la sub cuenca y el límite definido por el parteaguas. Dado que en general el sub cauce principal no se extiende hasta el límite de la sub cuenca, es necesario suponer un trazado desde la cabecera del cauce hasta el límite de la sub cuenca, siguiendo el camino más probable para el recorrido del agua precipitada.

Al igual que el perímetro, el valor de la longitud media de la sub cuenca no ofrece mayor información sobre la sub cuenca, pero son valores que sirven para el cálculo de parámetros relacionados con la forma de la cuenca los cuales sí ofrecen mayor información sobre la respuesta de la cuenca a estímulos de lluvia. Para la sub cuenca de estudio, la longitud del cauce principal, está dada por la longitud del río Totorani, que es de 14.595 kms. Mientras que la longitud de la cuenca es de 153.186 kms.

- Muestra la distribución espacial de las precipitaciones en un instante de tiempo dado.
- Establece la dirección preferente de los caudales y las zonas de acumulación de agua.



**Figura 11.** Mapa de escorrentía y su correspondiente

**Fuente:** Elaboración propia

- Muestra la distribución espacial de la escorrentía y su correspondiente altura del agua en un instante de tiempo dado.

- Muestra la distribución espacial de la altura máxima de agua para un episodio de lluvias determinado.

### **3.6.3. Pendiente media del cauce principal**

Generalmente todas las cuencas tienen varios ríos y cada uno con un perfil diferente, por esta razón, la definición de la pendiente promedio de un cauce en una cuenca es muy difícil. Por lo general sólo se considera la pendiente del cauce principal. La forma más simple y más usada de medir la pendiente de un cauce es la de obtener la pendiente de una línea, AB. Calculando la pendiente se obtiene 15.7 m/kms, lo que representa una pendiente muy plana del 1.57%.

### **3.6.4. Pendiente media de la cuenca**

Es la pendiente ponderada para toda la cuenca, la cual depende de la topografía de lugar y el área de la cuenca.

Es un factor físico que controla el tiempo del flujo sobre el terreno y tiene influencia directa en la magnitud de las avenidas o crecidas. La pendiente media de la cuenca tiene relación muy estrecha con la infiltración, el escurrimiento superficial, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea al flujo de los cauces.

Este parámetro es de importancia pues da un índice de la velocidad media de la escorrentía y su poder de arrastre y de la erosión sobre la cuenca. Uno de los criterios que es utilizado para evaluar la pendiente media de una cuenca, es el Criterio de J.W Alvord este método sugiere primero evaluar la pendiente existente entre curvas de nivel y posteriormente evaluar la pendiente de toda la cuenca, La sub cuenca del Totorani, por considerarse una sub cuenca, se tomó un intervalo de 25 metros entre curvas de nivel,



introduciendo datos en la fórmula se obtiene la pendiente media de la cuenca, como sigue  $Sc = 18.29 \%$

### **3.6.5. Elevación media de la cuenca**

La elevación media de la cuenca es un parámetro fisiográfico que promedia las diferentes variaciones de las elevaciones de los diferentes terrenos de una cuenca. Este parámetro explica la variación de los principales elementos genéricos del régimen hidrológico, como lo son las precipitaciones, la temperatura del aire, la pendiente del terreno y la densidad de drenaje.

El criterio que se utiliza para la estimación de la elevación media de la cuenca se basa en la curva hipsométrica, la cual equivale a la cota correspondiente al 50% del área de la cuenca la altura media de la sub cuenca es 4146.73 msnm.

### **3.6.6. Curva hipsométrica**

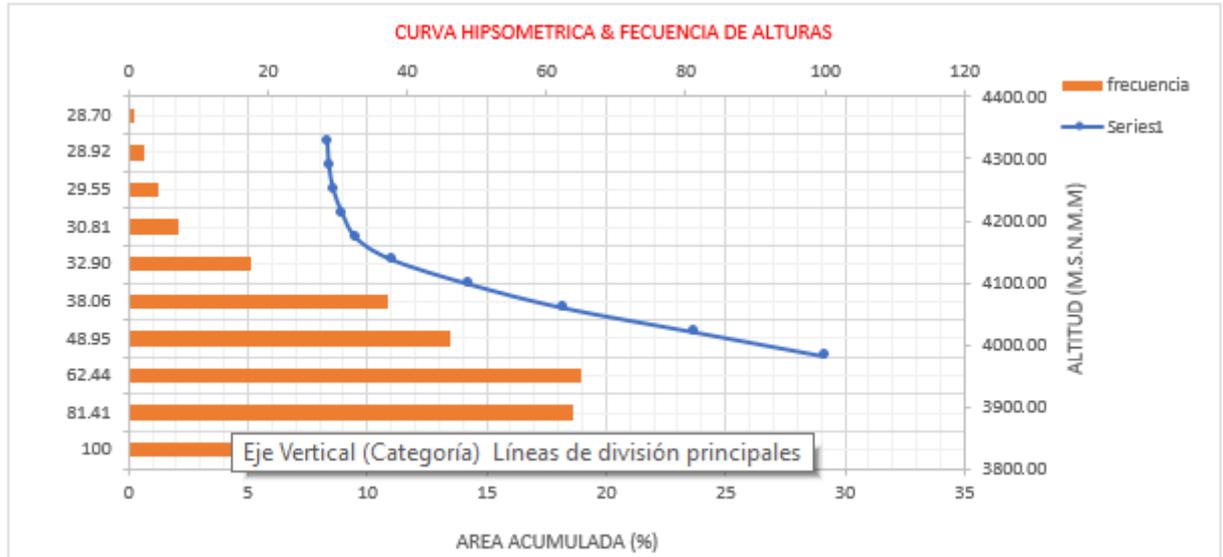
Es una representación gráfica de las elevaciones del terreno en función del relieve de la cuenca, esta indica el porcentaje de área de la cuenca que está por encima de una cota determinada. La curva hipsométrica nos permite conocer la elevación media de la cuenca.

Según Scheidegger, puede asociar a los niveles de actividad de los diferentes procesos de erosión y sedimentación.

- Ofrece información sobre el momento en el que se produce la altura máxima de agua en cualquier punto de la cuenca.

- Permite realizar animaciones sobre la evolución en el tiempo y en el espacio de cualquier variable hidrológica (precipitaciones, umbral de escorrentía, grado de saturación del suelo, etc.).
- Permite obtener el calado de una superficie o perfil topográfico definido por el usuario para un instante o período de tiempo dado.
- Facilita la obtención de caudales e identificación del caudal máximo en cada punto de la cuenca.
- Calcula el volumen de agua que ha precipitado y circulado en un espacio concreto de la cuenca durante el evento o en un determinado período de tiempo.

La topografía de una cuenca puede tener más influencia sobre su comportamiento hidrológico que la forma de la misma.



**Figura 12.** Curva hipsométrica de la sub cuenca del Totorani.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 3.7. Hietograma

Un hietograma es básicamente un diagrama de barras que representa la distribución temporal de la intensidad de una precipitación a lo largo de la duración de la tormenta. En el eje de las ordenadas puede figurar la precipitación caída (mm), o bien la intensidad de la precipitación (mm/hr), mientras que en el eje de las abscisas se indica los intervalos de tiempo.

No es suficiente conocer la precipitación de la tormenta en un tiempo determinado, también se necesita conocer el comportamiento de esta a lo largo de ese tiempo, es por ello que es necesario poder distribuir a lo largo del tiempo de duración de la precipitación y sus diferentes intensidades. Generalmente se representa como un gráfico de barras o como un gráfico de línea, aunque el gráfico de línea es usado por lo general para representar hietogramas anuales.

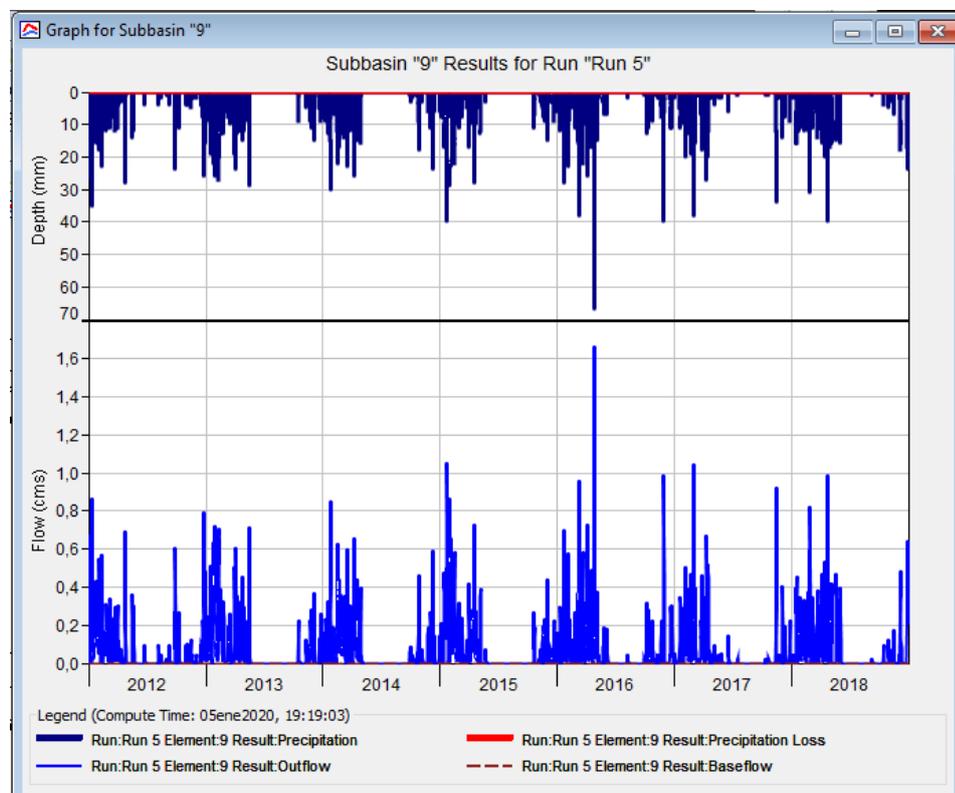
A veces un hietograma se refiere a un día o una tormenta concreta, y en el eje de las abscisas se coloca las horas de duración de la tormenta, pero también se pueden representar períodos de tiempo más largos como meses o años.

Para la elaboración, si se trata de un hietograma mensual o anual, bastará con representar los datos de precipitación diarios. Si se trata de un hietograma de un día o unas horas de duración, se necesitarán registros pluviográficos, que permitan leer la precipitación de caída a intervalos de tiempo elegidos.

Para la elaboración de los hietogramas, se seleccionará un evento meteorológico.

### 3.7.1. Elaboración de hietogramas

Para la elaboración de hietogramas se tomará como referencia la estación. Debido a que esta estación es telemétrica, y los datos de precipitación se registran a cada 10 minutos. Se ha tomado la decisión que para la elaboración de todos los hietogramas se tomará como intervalo de tiempo el rango de 3 horas, ya que es el mismo rango en que se encuentra la información y eso facilitará el análisis y la comparación de los datos.



**Figura 13.** Hietograma de la de precipitación para la sub cuenca Totorani

**Fuente:** Elaboración propia

### 3.8. Fase de gabinete

En el presente proyecto de investigación se ha empleado el software Hec HMS, el programa de simulación hidrológica Hec-HMS, así como Microsoft Excel para el análisis de la información recolectada y la representación de los resultados obtenidos. Actualización, manipulación, visualización y análisis de información



geográficamente referenciada. A partir de un Modelo Digital de Elevaciones (MDE) es capaz, con la ayuda de la extensión Hec-Geo HMS, de obtener la divisoria de la cuenca (Nanía, 2007), dándole como dato el punto de cierre de la misma. Además, permite dividir la cuenca en tantas subcuencas como el usuario determine, y asignarle a cada un valor de parámetros hidrológicos, preparando la información de forma tal que sirva de entrada al Hec-HMS para iniciar la simulación hidrológica.

Con el propósito de cumplir las expectativas esperadas para este estudio se desarrolló la siguiente metodología:

1. Análisis de la información disponible.
2. Selección de los eventos de gastos máximos a simular.
3. Representación de la cuenca mediante un SIG.
4. Determinación de las áreas de influencia para cada pluviómetro.
5. Obtención de un modelo calibrado que reproduzca los eventos seleccionados mediante el software Hec Hms.

### **3.9. Análisis de la información disponible**

Primeramente, se analizaron los datos de las estaciones pluviométricas y se obtuvo un gráfico que representa el período que funcionaban las mismas, con este se logró identificar los intervalos de tiempo, durante los siete años, en que se contaba con información de las precipitaciones. Como un segundo paso en el análisis de la información disponible, se trabajó con las series de gastos horarios, llegando a conocer el momento donde se producen los máximos gastos. Además, se representó en un gráfico de forma simultánea, el comportamiento de los caudales de las dos estaciones de aforo, con el propósito de analizar el tiempo que mediaba entre una estación y la otra, en producirse el pico en el hidrograma, así como los valores y diferencias de los caudales máximos.

### Selección de los eventos de gastos máximos a simular

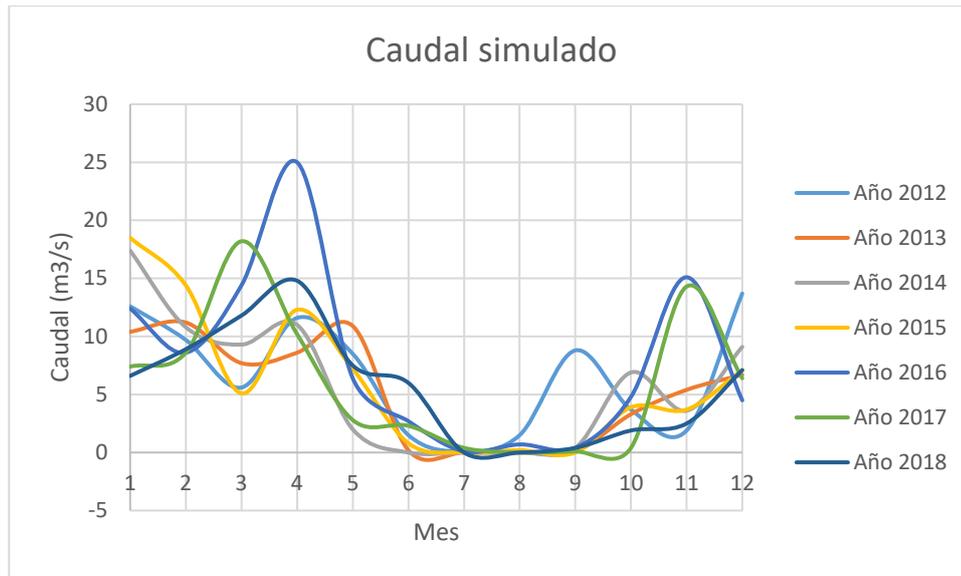
Para la selección de los eventos se tomó en consideración para cada año el evento que representaba el caudal máximo, logrando identificar un evento por año y dos en el segundo y el último año que son los que mayores gastos registran en toda la serie. Los eventos seleccionados se muestran en el Cuadro. En la Figura se muestra un gráfico de los gastos de los eventos seleccionados. Se puede observar que no todos los eventos son independientes (un evento de gastos máximos no es independiente si está influenciado por una tormenta anterior que no es la que se está analizando y debido a ello el gasto inicial del hidrograma está muy por encima del gasto medio del río) y que los gastos máximos alcanzados varían desde 0.0 hasta 18.5 m<sup>3</sup>/s, así como que registran dos picos en algunos de ellos, por lo que se encuentran recogidos una amplia gama de situaciones posibles a ocurrir en la sub cuenca.

**Tabla 1.** Relación de los eventos seleccionados para la simulación

AÑOS	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
2012	3712.90	3079.31	1877.42	1736.67	874.19	110.00	3.23	154.84	740.00	454.84	480.00	2093.55
2013	3561.29	4232.14	1480.65	3266.67	825.81	23.33	0.00	0.00	3.33	380.65	793.33	1280.65
2014	2729.03	3500.00	1841.94	2803.33	200.00	0.00	0.00	0.00	16.67	780.65	693.33	1280.65
2015	3445.16	4364.29	1793.55	3766.67	838.71	50.00	0.00	1482.59	1439.89	1404.63	1352.44	1382.65
2016	1845.16	2231.03	3616.13	4383.33	841.94	210.00	3.23	35.48	13.33	932.26	1506.67	1029.03
2017	1306.45	3550.00	2816.13	2606.67	780.65	230.00	19.35	0.00	6.67	51.61	1013.33	1219.35
2018	1786.67	2379.31	2245.16	2820.00	1906.45	346.67	0.00	0.00	16.67	141.94	296.67	1282.76

**Tabla 2.** Total, caudal simulado (m<sup>3</sup>/s)

AÑO	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
2012	12.6	9.7	5.6	11.6	8.5	1.5	0.1	1.5	8.8	3.7	1.9	13.7
2013	10.4	11.2	7.7	8.6	10.9	0.2	0	0	0.1	3.3	5.4	6.7
2014	17.4	10.8	9.3	11	2	0	0	0	0.4	6.9	3.6	9.1
2015	18.5	14.4	5.1	12.3	7.2	0.8	0	0.2	0	3.9	3.7	7.1
2016	12.4	8.6	14.4	25	6.4	2.7	0.1	0.7	0.4	4.8	15.1	4.5
2017	7.4	8.6	18.2	10.2	2.8	2.3	0.4	0	0.1	0.4	14.3	6.4
2018	6.6	8.9	11.8	14.8	7.5	6	0	0	0.4	1.9	2.5	7.1



**Figura 14.** Caudales simulados en la sub cuenca Totorani

**Fuente:** Elaboración propia

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### Análisis de Resultados de niveles y simulaciones del nivel freático.

Con esta estadística se analizará y caracteriza los datos con el único objetivo de obtener el comportamiento del conjunto de datos mediante medidas de resumen, tablas o gráficos.

**Tabla 3.** Análisis de varianza del flujo en metros cúbicos

VARIABLE	<u>N</u>	<u>R<sup>2</sup></u>	<u>R<sup>2</sup> AJ</u>	<u>CV</u>
<u>Y</u>	84	0,85	0,81	44,62

En la tabla 3 aplicando el Test: Bonferroni Alfa = 0,05 con una confianza al 95% se muestra que la modelación de flujo del sistema acuífero de la cuenca Totorani tiene una validez de 85% con respecto al R cuadrado ajustado que es el 81% esto significa que el trabajo es eficiente que es una regresión múltiple de grado y efectividad de la variable dependiente y el coeficiente de variación es de 44,62 que es la dispersión entre las dos variables de estudio.

**Tabla 4.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
<i>Modelo</i>	120048061.45	17	7061650.67	22.47	<0.0001
<i>AÑO</i>	1179353.91	6	196558.99	0.63	0.7093
<i>MES</i>	118868707.54	11	10806246.14	34.38	<0.0001
<i>Error</i>	20743980.74	66	314302.74		
<i>Total</i>	140792042.20	83			

En la tabla 4 se muestra que el modelo de flujo de acuífero de la cuenca

Totorani que el valor de P es de 0,0001 esto significa que la hipótesis es significativa que permite rechazar la hipótesis nula entonces se acepta la hipótesis alterna que Si existe la diferencia significativa en los factores que originan el decaimiento del agua en el acuífero Totorani que  $P < 0.05$  que la probabilidad de haber obtenido un resultado significativo, sin embargo en los meses no es significativo la variables por lo cual se acepta la hipótesis nula que no existe diferencia significativa el comportamiento de los niveles de agua en el acuífero para diferentes tiempos.

**Tabla 5.** Flujo de Medias en años

Test: Bonferroni Alfa=0,05 DMS=723,26873

*Error: 314302,7385 gl: 66*

<i>AÑO</i>	<i>Medias</i>	<i>n</i>	<i>E.E.</i>
<b>2018</b>	1101.86	12	161.84 A
<b>2017</b>	1133.35	12	161.84 A
<b>2014</b>	1153.80	12	161.84 A
<b>2012</b>	1276.41	12	161.84 A
<b>2013</b>	1320.65	12	161.84 A
<b>2016</b>	1387.30	12	161.84 A
<b>2015</b>	1420.91	12	161.84 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la tabla 5 se observa que en el año 2015 de observa la más alta de frecuencia de flujo de que es 1420.91 metros cúbicos con respecto al año 2016 que un flujo de agua de 1387,30 m<sup>3</sup> sin embargo en el año 2017 tuvo una caída de flujo de 1133,35 m<sup>3</sup> también podemos observar que en el año 2018 bajo mucho más que el año anterior 1101,86 m<sup>3</sup> esto significa un decrecimiento de flujo de agua para Puno por inducción matemática podemos

afirmar que en 2019 y 2020 seguirá el decrecimiento de agua en un 31,49 a 40 m<sup>3</sup> por año

**Tabla 6.** Relación de los eventos seleccionados para la simulación

Test: Bonferroni Alfa=0,05 DMS=1058,48169

Error: 314302,7385 gl: 66

MES	MEDIA	n	E.E.				
<b>JULIO</b>	3.69	7	211.9	A			
<b>AGOSTO</b>	28.57	7	211.9	A			
<b>SETIEMBRE</b>	113.81	7	211.9	A			
<b>JUNIO</b>	138.57	7	211.9	A			
<b>OCTUBRE</b>	481.57	7	211.9	A	B		
<b>NOVIEMBRE</b>	793,33	7	211.9	A	B		
<b>MAYO</b>	895.39	7	211.9	A	B		
<b>DICIEMBRE</b>	1367.12	7	211.9		B	C	
<b>MARZO</b>	2238.71	7	211.9			C	D
<b>ENERO</b>	2626.67	7	211.9				D E
<b>ABRIL</b>	3054.76	7	211.9				D E
<b>FEBRERO</b>	3333.73	7	211.9				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

En la tabla 6 se observa que en el mes de febrero hay un mayor flujo de agua que es de 3333,73 en metros cúbicos debido a la precipitación y la escorrentía que muestra en la región de puno con respecto al mes de abril que se debe a la acumulación de agua de 3054,76 sin embargo en el mes de enero es una de los factores que también se presenta las precipitaciones 2626,67 frecuentemente cada año con un erro de Error: 314302,7385 con 66 grados de libertad.

**Tabla 7.** Análisis de la varianza

Test: Duncan

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
<b>Y</b>	84	0.85	0.81	44.62

También se otra prueba mediante el Test: Duncan para validar los datos y también se muestra igual en la tabla 7 con Alfa=0,05 con una confianza al 95% se muestra que la modelación de flujo del sistema acuífero de la cuenca Totorani tiene una validez de 85% con respecto al R cuadrado ajustado que es el 81% esto significa que el trabajo es eficiente que es una regresión múltiple de grado y efectividad de la variable dependiente y el coeficiente de variación es de 44,62 que es la dispersión entre las dos variables de estudio.

**Tabla 8.** Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

<i>F.V.</i>	<i>SC</i>	<i>gl</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>p-valor</i>
<b>Modelo</b>	120048061.45	17	7061650.67	22.47	<0.0001
<b>AÑO</b>	1179353.91	6	196558.99	0.63	0.7093
<b>MES</b>	118868707.54	11	10806246.14	34.38	<0.0001
<b>Error</b>	20743980.74	66	314302.74		
<b>Total</b>	140792042.20	83			

También en la tabla 8 se muestra que el modelo de flujo de acuífero de la cuenca Totorani que el valor de P es de 0,0001 esto significa que la hipótesis es significativa que permite rechazar la hipótesis nula entonces se acepta la hipótesis alterna que Si existe la diferencia significativa en los factores que originan el decaimiento del agua en el acuífero Totorani que  $P < 0.05$  que la probabilidad de haber obtenido un resultado significativo, sin embargo en los meses no es significativo la variables por lo cual se acepta la hipótesis nula que no existe diferencia significativa el comportamiento de los niveles de agua en el acuífero esto significa que la investigación es significativo.

**Tabla 9.** Test: Duncan Alfa=0,05

*Error: 314302,7385 gl: 66*

<i>AÑO</i>	<i>Medias</i>	<i>n</i>	<i>E.E.</i>
<b>2018</b>	1101.86	12	161.84 A
<b>2017</b>	1133.35	12	161.84 A
<b>2014</b>	1153.80	12	161.84 A
<b>2012</b>	1276.41	12	161.84 A
<b>2013</b>	1320.65	12	161.84 A
<b>2016</b>	1387.30	12	161.84 A
<b>2015</b>	1420.91	12	161.84 A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

Según el modelo del Test: Duncan Alfa=0,05 al 95% de confianza los resultados también muestran lo mismo para la validación de datos como se observa en la tabla 9, se observa que en el año 2015 se observa la más alta de frecuencia de flujo de que es 1420.91 metros cúbicos con respecto al año 2016 que un flujo de agua de 1387,30 m<sup>3</sup> sin embargo en el año 2017 tuvo una caída de flujo de 1133,35 m<sup>3</sup> también podemos observar que en el año 2018 bajo mucho más que el año anterior 1101,86 m<sup>3</sup> esto significa un decrecimiento de flujo de agua para Puno por inducción matemática podemos afirmar que en 2019 y 2020 seguirá el decrecimiento de agua en un 31,49 a 40 m<sup>3</sup> por año

**Tabla 10.** Test: Duncan Alfa=0,05

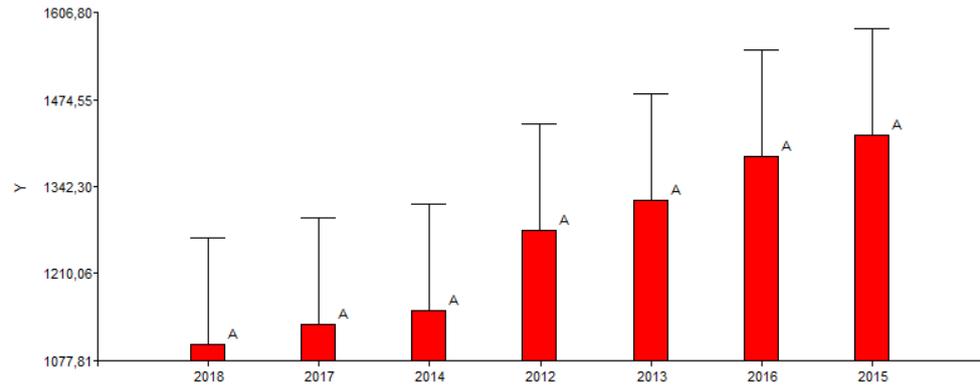
*Error: 314302,7385 gl: 66*

<i>MES</i>	<i>Medias</i>	<i>n</i>	<i>E.E.</i>
<b>JULIO</b>	3.69	7	211.90 A
<b>AGOSTO</b>	28.57	7	211.90 A
<b>SETIEMBRE</b>	113.81	7	211.90 A
<b>JUNIO</b>	138.57	7	211.90 A
<b>OCTUBRE</b>	481.57	7	211.90 A B
<b>NOVIEMBRE</b>	793.33	7	211.90 B C
<b>MAYO</b>	895.39	7	211.90 B C
<b>DICIEMBRE</b>	1367.12	7	211.90 C
<b>MARZO</b>	2238.71	7	211.90 D
<b>ENERO</b>	2626.67	7	211.90 D E
<b>ABRIL</b>	3054.76	7	211.90 E F
<b>FEBRERO</b>	3333.73	7	211.90 F

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )*

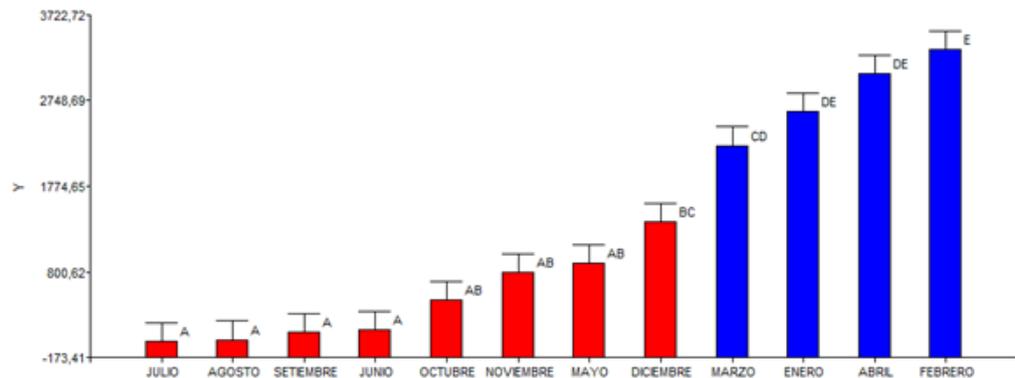
Según el modelo del Test: Duncan Alfa=0,05 al 95% de confianza los resultados también muestran lo mismo en la tabla 10 se observa que en el mes de febrero hay una mayor flujo

de agua que es de 3333,73 en metros cúbicos debido a la precipitación y la escorrentía que muestra en la región de puno con respecto al mes de abril que se debe a la acumulación de agua de 3054,76 sin embargo en el mes de enero es una de los factores que también se presenta las precipitación 2626,67 frecuentemente cada año con un error: 314302,7385 con 66 grados de libertad



**Figura 15.** Flujo de agua en años del sistema acuífero de la cuenca Totorani por años

**Fuente:** Elaboración propia



**Figura 16.** Flujo de agua en años del sistema acuífero de la cuenca Totorani por meses

**Fuente:** Elaboración propia

Al simular los eventos seleccionados con el modelo obtenido, se determinó para cada uno, el gasto pico en el cierre de la cuenca. Estos resultados se muestran en el Tabla 01.



Al realizar un análisis de los resultados obtenidos se puede observar que el modelo reproduce con mayor exactitud los gastos máximos por encima de 18.5 m<sup>3</sup>/s, con el resultado obtenido a este análisis se diseñó el modelo obtenido, puede reproducir eventos que sean independientes y con gastos mayores a 18.5 m<sup>3</sup>/s.

El modelo emanado brinda la posibilidad de realizar predicciones de los valores de los gastos máximos a producirse, así como los hidrogramas en diferentes puntos de la cuenca, luego de conocer el pronóstico de lluvias en una zona determinada.

Esta respuesta hidrológica de la cuenca se introduce como dato en un modelo de simulación hidráulica tal como el que sustenta el software Hec – RAS y con él se pueden determinar las áreas de inundación provocadas por la tormenta simulada en el Hec - HMS y así determinar posteriormente el alcance y los posibles daños, por desabastecimiento de agua en zonas urbanizaciones, etc. Los resultados de tales simulaciones posibilitan tomar medidas preventivas para salvaguardar tanto vidas humanas, como bienes de los sectores económicos que se afectarán.



## V. CONCLUSIONES

- Al determinar el modelo para el pronóstico del caudal en el sistema acuífero de micro cuenca de Totorani, para el uso doméstico e industrial en la ciudad de Puno, al realizar un análisis de los resultados obtenidos se puede observar que el modelo reproduce con mayor exactitud los gastos máximos por encima de 18.5 m<sup>3</sup>/s, con el resultado obtenido a este análisis puede reproducir eventos que sean independientes y con gastos mayores a 18.5 m<sup>3</sup>/s. que según Duncan esto significa un decrecimiento de flujo de agua para Puno por inducción matemática podemos afirmar que en 2015 al 2020 seguirá el decrecimiento de agua por año.
- Al determinar los factores que originan el decaimiento del agua en el acuífero Totorani. se llegó a una conclusión de que no hubo decaimiento lo contrario, según los análisis la modelación de flujo del sistema acuífero de la cuenca Totorani tiene una validez de 85% con respecto al R cuadrado ajustado que es el 81% esto significa que el trabajo es eficiente que es una regresión múltiple de grado y efectividad de la variable dependiente y el coeficiente de variación es de 44,62 que es la dispersión entre las dos variables de estudio esto significa un decrecimiento de flujo de agua para Puno.
- Al predecir el comportamiento de los niveles de agua en el acuífero para diferentes tiempos. Según el modelo del Test: Duncan Alfa=0,05 al 95% de confianza los resultados nos muestran lo mismo la validación de datos, se observa que en el año 2015 se observa la más alta de frecuencia de flujo de que es 1420.91 metros cúbicos con respecto al año 2016 que un flujo de agua de 1387,30 m<sup>3</sup> sin embargo en el año 2017 tuvo una caída de flujo de 1133,35



m<sup>3</sup> también podemos observar que en el año 2018 bajo mucho más que el año anterior 1101,86 m<sup>3</sup> esto significa un decrecimiento de flujo de agua para Puno por inducción matemática podemos afirmar que en 2019 y 2020 seguirá el decrecimiento de agua en un 31,49 a 40 m<sup>3</sup> por año.



## VI. RECOMENDACIONES

Utilizar otros métodos modelos, y contrastar con los valores obtenidos en el presente trabajo.

Seguir investigando en la propagación de errores con los modelos y enfatizar sobre los procedentes que se deben realizar en la modelación.

Los resultados de este estudio de caso sugieren tener una densidad del pluviómetro sobre el dominio de análisis. También se recomienda usar una validación cruzada y desempeño de verificación hidrológica puntuaciones, que dependen total o fuertemente de la lluvia calibre la precipitación, apoya el uso de satélites productos sobre pluviómetros cuadriculados que utilizan datos escasos para la modelización hidrológica a gran escala.



## VII. REFERENCIAS

- Alvarez Muñoz, E. (2016). *Mejoras En La Escorrentía Urbana. Instalación De Tanque De Tormentas*. 387.
- Aparicio, M. F. J. (1992). Fundamentos De Hidrología De Superficie. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Ayewew, T., & Tilahun, N. (2008). Assessment of lake-groundwater interactions and anthropogenic stresses, using numerical groundwater flow model, for a Rift lake catchment in central Ethiopia. *Lakes and Reservoirs: Research and Management*, 13(4), 325–343. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1770.2008.00383.x>
- Breña, A. F., & Jacobo, M. A. (2006). Principios y fundamentos de la hidrología superficial. *Universidad Autónoma Metropolitana*, 288.
- Cabrera, J., & Eng, C. (n.d.). *Modelos Hidrológicos* (F. de I. Civil (ed.)). Universidad Nacional de Ingeniería.
- Díaz Delgado, C., Mamadou Bâ, K., Iturbe Posadas, A., Esteller, M., & Reyna Sáenz, F. (1999). Estimación de las características fisiográficas de una cuenca con la ayuda de SIG y MEDT: caso del curso alto del río Lerma, Estado de México. *Ciencia Ergo Sum*, 6(2), 124–134.
- Dingman, S. L. (1994). *Physical Hydrology*. Editorial Prentice-Hall; Estados Unidos de América.
- EMSA PUNO SA. (2012). Plan Maestro Optimizado 2012-2042. *Empresa Municipal de Saneamiento Básico de Puno - EMSA PUNO SA*, 1(1), 1–142. <http://www.emsapuno.com.pe/downloads/pmo/PMO EMSAPUNO.pdf>
- Escalante A., Reyes L., “ Técnicas Estadísticas en Hidrología” 2 . Ed, primera reimpresión, Capítulo VIII, p.p. 228, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, ISBN 970-32-0173-3,2008
- FERNABDEZ, M. F. M. A. V. M. S. C. (n.d.). *La Utilizacion De Modelos En Hidrologia*. SECCION DE TELEDETECCION Y SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA. INSTITUTO DE DESARROLLO REGIONAL DE LA UNIVERSIDAD DE CASTILLA MANCHA.
- García, M. D. S., Rodrigo, M., & Héctor, G. (2016). *El agua Autores*. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/000001/cap4.pdf>
- MARTÍNEZ, N. O. V., QUINTERO, J. C. L., BARRAGÁN, J. C. A., ZULUAGA, J. P. U., ROMERO, C. P., GIRALDO, M. V., SARMIENTO, O. M., & QUIROGA, F.



- B. (2018). PROTOCOLO DE MODELACION HIDROLOGICA E HIDRAULICA. In IDEAM (Ed.), *Journal of Chemical Information and Modeling* (IDEAM, Vol. 59, Issue 9). IDEAM.
- Nanía, L. (2007). Manual Básico de HEC-HMS 3.0. 0 y HEC-GeoHMS 1.1. In *Universidad de Granada-España*.  
<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Manual+B?sico+de+HEC-HMS+3.0.0+y+HEC-GeoHMS+1.1#0>
- Pascual Aguilar, J. A., & Díaz Martín, M. (2016). Guía Práctica sobre la Modelización Hidrológica y el Modelo HEC-HMS. In *Información tecnológica* (Vol. 29, Issue 4).
- Pascual, J. A., & Martin, M. (2016). *Guía práctica sobre la modelización hidrológica y el modelo HEC-HMS*.
- PNUMA. (1999). *PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE*. 1645, 1–76.
- Saghafian, B., Van Lieshout, A. M., & Rajaei, H. M. (2000). Distributed catchment simulation using a raster GIS. *ITC Journal*, 2(3–4), 199–203.  
[https://doi.org/10.1016/S0303-2434\(00\)85014-X](https://doi.org/10.1016/S0303-2434(00)85014-X)
- Springall, G. R. (1970). Hidrologia Primera Parte. *UNAM, Instituto de Ingeniería*, 210.
- Triviño Pérez, A., & Ortiz Rojas, S. (2004). Metodología para la modelación distribuida de la escorrentía superficial y la delimitación de zonas inundables en ramblas y ríos-rambla mediterráneos. *Investigaciones Geográficas*, 35, 67–83.  
<https://doi.org/10.14198/ingeo2004.35.08>
- Villon Bejar, M. (2002). *Hidrologia* (p. 217). Instituto Tecnológico de Costa Rica.  
<http://www.iter.ac.cr/carreras/agricola>



## ANEXOS

REGISTRO DIARIO DE PRECIPITACION EN MM												
ESTACION:	PUNO					CAT. Y N°. CP - 120708					AÑO:	2013
DIA	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1	0.4	12.4	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T
2	1.0	22.2	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2
3	13.2	3.5	3.5	9.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0	0.0
4	0.0	5.8	0.0	0.0	0.4		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
5	0.0	16.8	0.0	10.5	0.0		0.0	0.0	0.0	T	6.6	T
6	0.2	1.2	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	3.2	6.7	0.0
7	2.7	1.8	0.0	0.1	0.0		0.0	T	0.0	9.3	4.7	0.0
8	0.0	17.8	0.0	6.4	0.0		0.0	0.0	0.7	1.0	4.5	0.0
9	5.2	3.0	1.6	0.0	0.0		0.0	0.0	T	18.0	3.4	0.0
10	15.3	6.0	12.5	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	6.0
11	30.1	5.8	1.6	0.0	0.0		0.0	0.0	1.6	0.3	0.0	3.8
12	8.0	13.6	0.0	16.9	0.0		0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0
13	5.2	3.6	4.6	0.5	0.0		0.0	0.0	2.4	0.0	11.8	0.0
14	1.0	1.3	2.1	0.0	0.0		0.0	0.0	3.0	0.0	3.8	0.0
15	0.0	1.2	0.0	1.5	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	T	2.3
16	0.8	5.1	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	3.6	T	8.4
17	5.3	3.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T
18	T	2.3	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	2.0	0.0	T	5.2
19	2.8	3.8	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	2.6	T	0.0
20	7.8	6.0	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	24.4	0.0
21	3.0	0.8	9.8	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	5.7	0.0
22	0.0	14.2	5.2	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	T	2.3	0.0
23	T	2.5	1.8	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0
24	0.0	4.2	26.8	0.2	0.0		0.0	0.0	0.0	T	T	8.0
25	T	0.0	0.0	T	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	6.6	17.6
26	0.0	0.0	2.6	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	T	T	11.6
27	0.0	0.0	2.8	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6
28	T	0.0	3.2	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.3
29	0.0		2.0	0.0	0.0		0.0	0.0	1.3	0.0	0.0	8.2
30	1.3		10.8	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2
31	0.0		15.8		0.0		0.0	0.0		0.0		3.4
Total	103.3	157.9	134.6	45.7	0.4	0.0	0.0	0.0	11.8	39.5	80.5	100.8
N° Dias	17	24	18	8	1	0	0	0	7	10	11	14
Max 24 Hrs.	30.1	22.2	26.8	16.9	0.4	0	0	0	3	18	24.4	17.6
Dia	11	2	24	12	4	0	0	0	14	9	20	25



REGISTRO DIARIO DE PRECIPITACION EN MM												
ESTACION:	PUNO					CAT. Y N°. CP - 120708					AÑO:	2014
DIA	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.
1	19.6	2.0	0.4	0.5	0.0	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	5.7	0.0	5.2	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
3	40.9	1.3	1.0	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	1.0	0.0
4	6.1	0.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	4.1
5	0.2	2.6	3.3	5.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
6	0.3	1.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	2.4
7	0.0	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0	15.8	6.0
8	1.2	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
9	0.6	10.2	17.6	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0
10	T	3.4	6.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.1	0.0
11	21.2	11.9	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.8
12	29.8	0.2	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	T	T	0.0	0.0	0.0
13	3.1	0.0	0.8	4.2	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	3.5
14	22.2	T	7.8	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
15	8.4	0.0	6.0	12.8	0.0	0.0	0.0	T	0.0	0.0	0.0	12.4
16	23.9	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	3.8	1.2
17	4.4	T	6.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0	1.4	1.4
18	6.5	0.4	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
19	2.5	6.2	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	9.7
20	1.0	8.1	8.5	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0	4.8	0.0	T
21	4.8	0.4	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.8	0.0	T
22	2.5	0.0	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	3.0	1.8
23	10.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2
24	8.0	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0	0.0	2.0	0.0
25	4.8	0.0	28.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	0.0	1.7
26	22.0	0.0	13.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	8.8	9.0	28.3
27	16.0	T	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.8	0.0	0.0	10.8
28	14.6	2.0	T	0.0	0.0	0.0	0.0	T	2.1	9.4	0.0	0.6
29	8.4	0.0	8.8	T	0.0	0.0	0.0	T	0.0	0.0	0.0	0.0
30	2.4	0.0	3.0	3.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	5.2	12.2
31	0.0	0.0	10.0	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6
Total	291.1	64.3	159.6	44.6	0.9	0.0	0.0	0.6	21.2	37.4	53.8	101.5
N° Dias	28	15	24	10	1	0	0	1	4	7	13	18
Max 24 Hrs.	40.9	10.2	28.7	13	0.9	0	0	0.6	11	9.4	15.8	28.3
Dia	3	9	25	14	31	0	0	13	25	28	7	26



REGISTRO DIARIO DE PRECIPITACION EN MM														
ESTACION:	PUNO											CAT. Y N°. CP - 120708	AÑO:	2015
DIA	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.		
1	1.5	0.0	8.3	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0	0.0	2.0		
2	1.2	4.6	3.8	3.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	0.4		
3	T	4.0	10.2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	0.7		
4	0.3	0.0	10.1	5.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
5	5.8	0.0	3.2	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	13.5	0.0	0.0	0.0		
6	T	T	11.2	15.7	7.2	0.0	0.0	0.0	2.8	T	T	0.0		
7	5.0	15.4	26.1	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0	2.8	1.0	0.0	0.0		
8	0.2	3.3	0.5	0.6	T	0.0	2.9	0.0	0.4	T	0.0	0.0		
9	23.8	6.0	5.6	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0		
10	2.4	16.2	1.4	0.0	0.0	0.0	T	0.0	2.2	2.0	0.0	0.0		
11	0.6	11.0	0.3	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	11.9	0.0	0.0	T		
12	9.0	0.3	4.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0		
13	1.3	38.8	14.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
14	0.2	1.6	11.6	0.0	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.6		
15	2.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.0	2.6	5.2		
16	4.5	0.0	T	0.0	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	10.0		
17	0.0	0.0	10.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	1.2	11.6		
18	0.0	0.0	17.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.2	0.0	3.5	10.6		
19	T	1.0	14.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	11.0	8.8		
20	2.0	18.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.2	5.2	0.0		
21	1.8	4.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	8.0	2.2	0.0		
22	T	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	0.0		
23	5.8	22.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	9.8	6.2	11.7	0.0		
24	0.0	9.8	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	1.2	0.2	3.6		
25	0.0	7.0	1.0	3.1	0.0	T	0.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0		
26	0.0	0.0	5.7	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	0.0	T		
27	0.0	0.0	0.0	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0		
28	0.0	3.0	67.2	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	1.7	40.2	0.0	0.0		
29	0.0		0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.4	0.0	0.0		
30	11.7		1.0	3.8	0.0	0.0	0.0	1.6	0.0	2.8	1.0	10.8		
31	5.7		5.0		0.0		0.0	T		0.0		9.8		
Total	84.8	171.0	236.7	49.7	10.6	0.0	3.3	1.6	61.3	77.0	44.2	74.1		
N° Dias	19	18	26	13	3	0	2	1	20	11	11	12		
Max 24 Hrs.	23.8	38.8	67.2	15.7	7.2	0	2.9	1.6	13.5	40.2	11.7	11.6		
Dia	9	13	27	6	6	0	8	30	5	28	23	17		



REGISTRO DIARIO DE PRECIPITACION EN MM														
ESTACION:	PUNO											CAT. Y N°. CP - 120708	AÑO:	2016
DIA	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.		
1	0.8	0.6	2.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2		
2	1.8	16.2	T	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	0.8		
3	20.6	0.7	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0		
4	1.8	1.5	6.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	0.0	2.6	0.0		
5	12.4	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
6	6.6	0.0	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.8	0.0	0.0		
7	5.5	0.4	27.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	34.6	0.0	16.6		
8	2.6	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	6.8		
9	13.0	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.2		
10	12.4	0.0	3.4	0.0	0.0	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0		
11	2.7	1.0	20.0	0.0	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
12	1.5	0.0	12.1	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
13	0.6	0.0	1.6	2.1	6.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2		
14	2.5	0.0	2.4	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.1	6.0		
15	2.2	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	2.7	T	3.2		
16	12.1	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.5		
17	1.7	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0	1.6		
18	0.0	5.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	9.5	10.8		
19	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0		
20	19.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	5.8		
21	7.2	7.8	2.2	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
22	1.6	2.6	0.5	2.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.5		
23	7.4	2.0	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.5		
24	7.8	18.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	4.0		
25	1.9	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0	1.0		
26	T	0.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	T	9.2		
27	2.6	14.1	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0	0.0	14.1	T	3.0		
28	15.5	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	T	2.4	2.4	5.2		
29	38.5	T	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	1.2	0.1		
30	6.8	0.0	0.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	5.0		
31	0.6	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0		
Total	209.7	85.8	95.0	0.0	6.8	1.4	0.2	0.8	2.4	79.4	27.2	144.2		
N° Dias	28	19	19	6	2	1	1	1	3	11	9	24		
Max 24 Hrs.	38.5	18.0	27.0	2.7	6.2	1.4	0.2	0.8	1.3	34.6	9.5	16.6		
Dia	29	24	7	22	13	10	28	7	4	7	18	7		



REGISTRO DIARIO DE PRECIPITACION EN MM														
ESTACION:	PUNO											CAT. Y N°. CP - 120708	AÑO:	2017
DIA	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.		
1	8.0	0.3	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	7.0	T	0.5		
2	2.0	0.0	4.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	1.2		
3	5.7	0.0	20.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
4	T	5.8	7.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
5	0.0	0.6	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
6	4.1	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
7	0.5	1.2	0.8	14.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
8	0.0	6.6	10.2	15.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.3		
9	1.6	0.7	4.0	10.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.4		
10	3.6	5.6	T	9.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.9		
11	3.2	14.0	0.0	1.2	0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
12	11.0	9.2	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.5	0.0		
13	12.4	2.2	40.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.2	0.0		
14	5.2	2.6	0.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	24.2	0.0		
15	0.0	0.0	1.2	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	0.0		
16	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2	0.4	11.2	7.8		
17	3.3	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.0	8.4		
18	23.4	11.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	2.4	3.2		
19	3.2	9.0	17.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	0.2	0.0		
20	31.0	1.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	T		
21	0.0	1.6	6.6	16.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.2		
22	0.2	1.8	7.4	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.4	0.0	0.5		
23	0.0	6.7	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.6	0.0	9.6		
24	T	5.9	16.5	0.0	T	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	0.0	0.0		
25	6.0	16.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	2.5	0.0	1.6	2.8		
26	10.0	11.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.6	0.0	1.0	2.0	9.8	0.0		
27	11.6	15.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.8	0.0	0.0	0.4	T	3.5		
28	1.1	5.7	T	0.0	0.0	0.0	T	0.0	3.0	0.0	3.6	0.4		
29	5.3		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	1.8	1.8		
30	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0		
31	0.0		0.0		0.0		0.0	0.0		0.0		0.0		
Total	154.0	136.1	148.3	83.0	0.4	0.0	2.5	0.0	16.4	56.4	88.9	62.5		
N° Dias	22	23	19	9	1		3		7	9	14	15		
Max 24 Hrs.	31.0	16.0	40.2	16.2	0.4	0.0	1.8	0.0	5.2	18.4	24.2	9.9		
Dia														



REGISTRO DIARIO DE PRECIPITACION EN MM														
ESTACION:	PUNO											CAT. Y N°. CP - 120708	AÑO:	2018
DIA	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGOS.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.		
1	0.0	3.8	9.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.0	0.3	0.0	0.0		
2	0.0	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
3	1.2	2.1	10.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
4	5.6	10.4	4.6	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	0.0	0.0		
5	3.3	3.2	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4		
6	2.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T		
7	T	0.0	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
8	0.5	0.8	0.0	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	6.2		
9	4.1	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0	10.6		
10	9.3	0.0	T	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.6	5.2	0.0		
11	2.5	3.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.6	4.0	6.8		
12	0.0	1.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.4	1.2	0.4		
13	1.0	0.2	0.0	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0	3.1		
14	0.5	0.0	0.0	0.0	T	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0	0.0		
15	1.1	0.0	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0	0.0		
16	1.7	0.6	4.7	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
17	0.0	13.6	3.4	T	0.0	0.0	T	0.0	0.0	1.3	0.0	0.0		
18	0.7	2.1	0.0	1.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2		
19	0.2	11.8	T	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4		
20	3.8	9.8	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	3.3	0.0	21.0		
21	T	78.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	0.0	13.6		
22	8.6	7.7	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.6	17.0		
23	9.8	4.5	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	21.0		
24	23.6	20.8	12.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.0	0.0	4.0		
25	15.6	1.6	4.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	T	0.0	9.3		
26	0.5	9.4	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0		
27	0.0	2.9	0.0	0.0	10.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6		
28	T	0.1	0.4	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3		
29	0.0	0.0	T	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0		
30	1.7	0.0	2.0	7.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0	1.8		
31	2.0	0.0	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	T		
Total	99.3	192.8	56.3	12.3	16.1	0.0	0.0	7.1	2.9	33.4	15.0	146.7		
N° Dias	22	24	12	6	5			1	3	10	4	19		
Max 24 Hrs.	23.6	78.2	12.4	7.2	10.6	0.0	0.0	7.1	1.5	8.6	5.2	21.0		
Dia														

FUENTE SEMAMHI – PERÚ



## RESULTADOS SIMULADOS POR EL PROGRAMA HEC

Date	Total Inflow (M3/S)
01-ene-12	0
02-ene-12	11.7
03-ene-12	4.7
04-ene-12	0.1
05-ene-12	1.2
06-ene-12	0.3
07-ene-12	1.8
08-ene-12	0
09-ene-12	0.8
10-ene-12	12.6
11-ene-12	5.9
12-ene-12	0.6
13-ene-12	1.7
14-ene-12	0.1
15-ene-12	2.7
16-ene-12	0.3
17-ene-12	6.4
18-ene-12	6.9
19-ene-12	4.8
20-ene-12	1.9
21-ene-12	3.9
22-ene-12	3.1
23-ene-12	2.6
24-ene-12	7.8
25-ene-12	9.5
26-ene-12	2.9
27-ene-12	3.7
28-ene-12	3.9
29-ene-12	3.3
30-ene-12	3.9
31-ene-12	6
01-feb-12	2.5
02-feb-12	6.1
03-feb-12	9.7
04-feb-12	3
05-feb-12	1.1
06-feb-12	0.6
07-feb-12	0.6
08-feb-12	0
09-feb-12	9.4
10-feb-12	6.2
11-feb-12	2.8
12-feb-12	3.1
13-feb-12	2.9
14-feb-12	2.4
15-feb-12	0.5
16-feb-12	1.6
17-feb-12	3.5
18-feb-12	4.5

19-feb-12	1.4
20-feb-12	2.9
21-feb-12	2
22-feb-12	1
23-feb-12	1.2
24-feb-12	4.8
25-feb-12	1.9
26-feb-12	5.3
27-feb-12	3.6
28-feb-12	2.9
29-feb-12	1.8
01-mar-12	0
02-mar-12	0.7
03-mar-12	1.6
04-mar-12	1.7
05-mar-12	0.8
06-mar-12	3.6
07-mar-12	3.5
08-mar-12	5.6
09-mar-12	1.4
10-mar-12	0.4
11-mar-12	2.3
12-mar-12	1.6
13-mar-12	0.1
14-mar-12	0.2
15-mar-12	1.3
16-mar-12	1.6
17-mar-12	0.4
18-mar-12	3.5
19-mar-12	4.7
20-mar-12	1.3
21-mar-12	0.2
22-mar-12	4.5
23-mar-12	3.9
24-mar-12	1
25-mar-12	0.4
26-mar-12	1
27-mar-12	2.4
28-mar-12	0.6
29-mar-12	0.2
30-mar-12	2.3
31-mar-12	5.4
01-abr-12	3.7
02-abr-12	2.6
03-abr-12	1.8
04-abr-12	1.5
05-abr-12	3.7
06-abr-12	1.5
07-abr-12	1.6
08-abr-12	1.1

09-abr-12	0
10-abr-12	1.4
11-abr-12	0.1
12-abr-12	2.1
13-abr-12	1
14-abr-12	0.2
15-abr-12	0.1
16-abr-12	1.3
17-abr-12	0.6
18-abr-12	0.3
19-abr-12	0.7
20-abr-12	1.3
21-abr-12	1.7
22-abr-12	0.4
23-abr-12	0.7
24-abr-12	11.6
25-abr-12	6.2
26-abr-12	1.6
27-abr-12	1.4
28-abr-12	0
29-abr-12	1.9
30-abr-12	0
01-may-12	0.4
02-may-12	0
03-may-12	1.3
04-may-12	0.2
05-may-12	0.2
06-may-12	0
07-may-12	0.5
08-may-12	0.1
09-may-12	0.1
10-may-12	0
11-may-12	0.1
12-may-12	0
13-may-12	0.1
14-may-12	0.3
15-may-12	0.9
16-may-12	8.5
17-may-12	3.5
18-may-12	0
19-may-12	1.2
20-may-12	4
21-may-12	3.4
22-may-12	0.1
23-may-12	0.7
24-may-12	0
25-may-12	0.5
26-may-12	0
27-may-12	0.4
28-may-12	0

29-may-12	0.3
30-may-12	0
31-may-12	0.3
01-jun-12	0
02-jun-12	0.2
03-jun-12	0
04-jun-12	0.2
05-jun-12	0
06-jun-12	0.1
07-jun-12	0
08-jun-12	0.1
09-jun-12	0
10-jun-12	0.1
11-jun-12	0
12-jun-12	0.1
13-jun-12	0
14-jun-12	0.1
15-jun-12	0
16-jun-12	0
17-jun-12	0
18-jun-12	0
19-jun-12	0
20-jun-12	0
21-jun-12	0
22-jun-12	1.5
23-jun-12	0.6
24-jun-12	0
25-jun-12	0.1
26-jun-12	0
27-jun-12	0.1
28-jun-12	0
29-jun-12	0.1
30-jun-12	0
01-jul-12	0.1
02-jul-12	0
03-jul-12	0
04-jul-12	0
05-jul-12	0
06-jul-12	0
07-jul-12	0
08-jul-12	0
09-jul-12	0
10-jul-12	0
11-jul-12	0
12-jul-12	0
13-jul-12	0
14-jul-12	0
15-jul-12	0
16-jul-12	0
17-jul-12	0



18-jul-12	0	06sep 2012	0.4	26-oct-12	0.1	15-dic-12	1.5
19-jul-12	0	07sep 2012	0.1	27-oct-12	0	16-dic-12	0.6
20-jul-12	0	08sep 2012	0	28-oct-12	0.1	17-dic-12	0
21-jul-12	0	09sep 2012	1.5	29-oct-12	1.4	18-dic-12	1.6
22-jul-12	0	10sep 2012	0.6	30-oct-12	0.7	19-dic-12	1.2
23-jul-12	0	11sep 2012	0	31-oct-12	0	20-dic-12	0.4
24-jul-12	0	12sep 2012	0.1	01-nov-12	0.2	21-dic-12	2.1
25-jul-12	0	13sep 2012	0	02-nov-12	1.3	22-dic-12	4
26-jul-12	0	14sep 2012	0.1	03-nov-12	1.8	23-dic-12	2.3
27-jul-12	0	15sep 2012	0	04-nov-12	0.3	24-dic-12	8.3
28-jul-12	0	16sep 2012	0.1	05-nov-12	0.2	25-dic-12	13.7
29-jul-12	0	17sep 2012	0	06-nov-12	0	26-dic-12	6.4
30-jul-12	0	18sep 2012	0	07-nov-12	0.1	27-dic-12	1.4
31-jul-12	0	19sep 2012	0	08-nov-12	0	28-dic-12	1.2
01-ago-12	0	20sep 2012	0	09-nov-12	0.1	29-dic-12	2.2
02-ago-12	0	21sep 2012	0	10-nov-12	0.5	30-dic-12	5.8
03-ago-12	0	22sep 2012	0	11-nov-12	0.4	31-dic-12	8.1
04-ago-12	0	23sep 2012	0	12-nov-12	0	01-ene-13	2.4
05-ago-12	0	24sep 2012	0	13-nov-12	0.1	02-ene-13	0.3
06-ago-12	1.5	25sep 2012	4	14-nov-12	1.8	03-ene-13	1
07-ago-12	0.6	26sep 2012	1.6	15-nov-12	1.9	04-ene-13	3.5
08-ago-12	0	27sep 2012	8.8	16-nov-12	0.4	05-ene-13	4
09-ago-12	0.1	28sep 2012	3.8	17-nov-12	0.2	06-ene-13	0.9
10-ago-12	0	29sep 2012	0.1	18-nov-12	0.7	07-ene-13	1.1
11-ago-12	0.1	30sep 2012	0.9	19-nov-12	0.3	08-ene-13	0.7
12-ago-12	0.7	01-oct-12	0	20-nov-12	0	09-ene-13	0.7
13-ago-12	0.4	02-oct-12	0.7	21-nov-12	0.2	10-ene-13	1.8
14-ago-12	0.3	03-oct-12	0	22-nov-12	0.3	11-ene-13	1.2
15-ago-12	0.3	04-oct-12	0.6	23-nov-12	0.2	12-ene-13	1.5
16-ago-12	0	05-oct-12	0	24-nov-12	0.9	13-ene-13	0.8
17-ago-12	0.1	06-oct-12	0.5	25-nov-12	0.6	14-ene-13	2.1
18-ago-12	0	07-oct-12	3.7	26-nov-12	0	15-ene-13	8.1
19-ago-12	0.1	08-oct-12	2.3	27-nov-12	1.4	16-ene-13	4.5
20-ago-12	0	09-oct-12	0.1	28-nov-12	0.4	17-ene-13	2.4
21-ago-12	0.1	10-oct-12	0.6	29-nov-12	0.1	18-ene-13	0.9
22-ago-12	0	11-oct-12	0	30-nov-12	0	19-ene-13	0
23-ago-12	0.1	12-oct-12	0.4	01-dic-12	0.7	20-ene-13	0.2
24-ago-12	0	13-oct-12	0	02-dic-12	0.3	21-ene-13	0.1
25-ago-12	0	14-oct-12	0.4	03-dic-12	0	22-ene-13	5
26-ago-12	0	15-oct-12	0	04-dic-12	1.7	23-ene-13	10.4
27-ago-12	0	16-oct-12	0.3	05-dic-12	1	24-ene-13	6.6
28-ago-12	0	17-oct-12	0.7	06-dic-12	0.1	25-ene-13	9.8
29-ago-12	0	18-oct-12	0.8	07-dic-12	0.1	26-ene-13	8.5
30-ago-12	0	19-oct-12	0	08-dic-12	0	27-ene-13	7.6
31-ago-12	0.4	20-oct-12	0.3	09-dic-12	0.1	28-ene-13	6.2
01sep 2012	0.1	21-oct-12	0	10-dic-12	0	29-ene-13	10.4
02sep 2012	0	22-oct-12	0.2	11-dic-12	0.1	30-ene-13	5.2
03sep 2012	0	23-oct-12	0	12-dic-12	0	31-ene-13	2.5
04sep 2012	0	24-oct-12	0.2	13-dic-12	0	01-feb-13	2.6
05sep 2012	0	25-oct-12	0	14-dic-12	0	02-feb-13	0.9

HMS



03-feb-13	2.4	25-mar-13	0	14-may-13	0	03-jul-13	0
04-feb-13	2.4	26-mar-13	0.4	15-may-13	10.9	04-jul-13	0
05-feb-13	2	27-mar-13	1.1	16-may-13	4	05-jul-13	0
06-feb-13	0	28-mar-13	0.9	17-may-13	0.1	06-jul-13	0
07-feb-13	3.1	29-mar-13	1.3	18-may-13	0.7	07-jul-13	0
08-feb-13	10.1	30-mar-13	2.8	19-may-13	0	08-jul-13	0
09-feb-13	9.3	31-mar-13	7.7	20-may-13	0.5	09-jul-13	0
10-feb-13	8.4	01-abr-13	3.1	21-may-13	0	10-jul-13	0
11-feb-13	11.2	02-abr-13	0.1	22-may-13	0.4	11-jul-13	0
12-feb-13	6.7	03-abr-13	1.4	23-may-13	0	12-jul-13	0
13-feb-13	2.8	04-abr-13	8.6	24-may-13	0.3	13-jul-13	0
14-feb-13	4.5	05-abr-13	3.9	25-may-13	0	14-jul-13	0
15-feb-13	6.4	06-abr-13	4.3	26-may-13	0.3	15-jul-13	0
16-feb-13	8.1	07-abr-13	3.9	27-may-13	0	16-jul-13	0
17-feb-13	4.4	08-abr-13	0.1	28-may-13	0.2	17-jul-13	0
18-feb-13	2.1	09-abr-13	4.7	29-may-13	0	18-jul-13	0
19-feb-13	6.2	10-abr-13	3.2	30-may-13	0.2	19-jul-13	0
20-feb-13	1.1	11-abr-13	4.7	31-may-13	0	20-jul-13	0
21-feb-13	0.9	12-abr-13	1.7	01-jun-13	0.2	21-jul-13	0
22-feb-13	2.2	13-abr-13	1.5	02-jun-13	0	22-jul-13	0
23-feb-13	1.8	14-abr-13	0	03-jun-13	0.1	23-jul-13	0
24-feb-13	5.2	15-abr-13	5.3	04-jun-13	0	24-jul-13	0
25-feb-13	6.5	16-abr-13	2.4	05-jun-13	0.1	25-jul-13	0
26-feb-13	4.6	17-abr-13	2.4	06-jun-13	0	26-jul-13	0
27-feb-13	2.6	18-abr-13	2.2	07-jun-13	0.1	27-jul-13	0
28-feb-13	0	19-abr-13	5.1	08-jun-13	0	28-jul-13	0
01-mar-13	0.8	20-abr-13	6.1	09-jun-13	0.1	29-jul-13	0
02-mar-13	0.1	21-abr-13	2.1	10-jun-13	0	30-jul-13	0
03-mar-13	1	22-abr-13	2.9	11-jun-13	0.1	31-jul-13	0
04-mar-13	0	23-abr-13	5.3	12-jun-13	0	01-ago-13	0
05-mar-13	0.8	24-abr-13	7	13-jun-13	0	02-ago-13	0
06-mar-13	0.5	25-abr-13	5.6	14-jun-13	0	03-ago-13	0
07-mar-13	0.6	26-abr-13	1.4	15-jun-13	0	04-ago-13	0
08-mar-13	1.2	27-abr-13	0.3	16-jun-13	0	05-ago-13	0
09-mar-13	1.2	28-abr-13	4.5	17-jun-13	0	06-ago-13	0
10-mar-13	3.2	29-abr-13	3.4	18-jun-13	0	07-ago-13	0
11-mar-13	3.5	30-abr-13	0.8	19-jun-13	0	08-ago-13	0
12-mar-13	0.4	01-may-13	0.2	20-jun-13	0	09-ago-13	0
13-mar-13	0.5	02-may-13	3.4	21-jun-13	0	10-ago-13	0
14-mar-13	0.9	03-may-13	1.4	22-jun-13	0	11-ago-13	0
15-mar-13	2.5	04-may-13	0	23-jun-13	0	12-ago-13	0
16-mar-13	0.9	05-may-13	0.3	24-jun-13	0	13-ago-13	0
17-mar-13	4.1	06-may-13	1.2	25-jun-13	0	14-ago-13	0
18-mar-13	3.3	07-may-13	0.8	26-jun-13	0	15-ago-13	0
19-mar-13	3.2	08-may-13	0	27-jun-13	0	16-ago-13	0
20-mar-13	1.7	09-may-13	0.3	28-jun-13	0	17-ago-13	0
21-mar-13	0	10-may-13	0	29-jun-13	0	18-ago-13	0
22-mar-13	0.3	11-may-13	0.2	30-jun-13	0	19-ago-13	0
23-mar-13	0.5	12-may-13	0	01-jul-13	0	20-ago-13	0
24-mar-13	0.5	13-may-13	0.2	02-jul-13	0	21-ago-13	0



22-ago-13	0	11-oct-13	0	30-nov-13	0.1	19-ene-14	1.6
23-ago-13	0	12-oct-13	0	01-dic-13	0.1	20-ene-14	1.5
24-ago-13	0	13-oct-13	0	02-dic-13	0	21-ene-14	1
25-ago-13	0	14-oct-13	0	03-dic-13	6.7	22-ene-14	3.9
26-ago-13	0	15-oct-13	0	04-dic-13	4.1	23-ene-14	7.9
27-ago-13	0	16-oct-13	3.3	05-dic-13	0.5	24-ene-14	17.4
28-ago-13	0	17-oct-13	1.7	06-dic-13	0.5	25-ene-14	10.3
29-ago-13	0	18-oct-13	0.2	07-dic-13	0	26-ene-14	3
30-ago-13	0	19-oct-13	0.3	08-dic-13	0.3	27-ene-14	2.4
31-ago-13	0	20-oct-13	0	09-dic-13	0	28-ene-14	0
01-sep-2013	0	21-oct-13	0.2	10-dic-13	2.8	29-ene-14	0.9
02-sep-2013	0	22-oct-13	0	11-dic-13	1.5	30-ene-14	1.2
03-sep-2013	0	23-oct-13	0.1	12-dic-13	0.5	31-ene-14	1.3
04-sep-2013	0	24-oct-13	0	13-dic-13	0.2	01-feb-14	2.4
05-sep-2013	0	25-oct-13	0.1	14-dic-13	0	02-feb-14	7.6
06-sep-2013	0	26-oct-13	0.2	15-dic-13	0.7	03-feb-14	3.2
07-sep-2013	0	27-oct-13	1.2	16-dic-13	0.3	04-feb-14	3.4
08-sep-2013	0	28-oct-13	0.5	17-dic-13	0	05-feb-14	1.9
09-sep-2013	0	29-oct-13	2	18-dic-13	0	06-feb-14	2.9
10-sep-2013	0	30-oct-13	0.9	19-dic-13	0.3	07-feb-14	1.6
11-sep-2013	0	31-oct-13	0	20-dic-13	2	08-feb-14	0.7
12-sep-2013	0	01-nov-13	0.2	21-dic-13	1.4	09-feb-14	0.8
13-sep-2013	0	02-nov-13	0	22-dic-13	0.3	10-feb-14	0
14-sep-2013	0	03-nov-13	0.2	23-dic-13	0.1	11-feb-14	0.7
15-sep-2013	0	04-nov-13	0	24-dic-13	3.3	12-feb-14	0.6
16-sep-2013	0	05-nov-13	0.4	25-dic-13	4.3	13-feb-14	1.4
17-sep-2013	0	06-nov-13	0	26-dic-13	1.1	14-feb-14	5.7
18-sep-2013	0	07-nov-13	0.1	27-dic-13	3.2	15-feb-14	10.8
19-sep-2013	0	08-nov-13	0.2	28-dic-13	1.2	16-feb-14	6.7
20-sep-2013	0	09-nov-13	2	29-dic-13	2.2	17-feb-14	5.4
21-sep-2013	0	10-nov-13	1	30-dic-13	1.5	18-feb-14	9.1
22-sep-2013	0	11-nov-13	0.2	31-dic-13	0.6	19-feb-14	4.3
23-sep-2013	0	12-nov-13	0.1	01-ene-14	0.9	20-feb-14	1.2
24-sep-2013	0	13-nov-13	0	02-ene-14	0	21-feb-14	6.9
25-sep-2013	0	14-nov-13	1.5	03-ene-14	0.3	22-feb-14	3.6
26-sep-2013	0	15-nov-13	0.5	04-ene-14	0	23-feb-14	2.9
27-sep-2013	0	16-nov-13	0.1	05-ene-14	0.4	24-feb-14	3.1
28-sep-2013	0	17-nov-13	0.1	06-ene-14	1.1	25-feb-14	5.5
29-sep-2013	0	18-nov-13	0	07-ene-14	2.2	26-feb-14	3.4
30-sep-2013	0.1	19-nov-13	0	08-ene-14	1.3	27-feb-14	0.9
01-oct-13	0.1	20-nov-13	0.3	09-ene-14	3.9	28-feb-14	1.3
02-oct-13	0.2	21-nov-13	1.3	10-ene-14	2.7	01-mar-14	2.9
03-oct-13	0.4	22-nov-13	0.4	11-ene-14	2.9	02-mar-14	3.6
04-oct-13	0.1	23-nov-13	3.4	12-ene-14	1	03-mar-14	1.7
05-oct-13	0	24-nov-13	1.7	13-ene-14	0	04-mar-14	3.1
06-oct-13	0	25-nov-13	1.1	14-ene-14	1	05-mar-14	3
07-oct-13	0.2	26-nov-13	5.4	15-ene-14	2.4	06-mar-14	1
08-oct-13	0.1	27-nov-13	2.1	16-ene-14	7	07-mar-14	5.1
09-oct-13	0	28-nov-13	0.8	17-ene-14	3.4	08-mar-14	3
10-oct-13	0	29-nov-13	0.6	18-ene-14	1.7	09-mar-14	1.5



10-mar-14	1.1	29-abr-14	2.8	18-jun-14	0	07-ago-14	0
11-mar-14	0	30-abr-14	0.2	19-jun-14	0	08-ago-14	0
12-mar-14	1.1	01-may-14	0.7	20-jun-14	0	09-ago-14	0
13-mar-14	0.7	02-may-14	0	21-jun-14	0	10-ago-14	0
14-mar-14	0.7	03-may-14	0.3	22-jun-14	0	11-ago-14	0
15-mar-14	0	04-may-14	0	23-jun-14	0	12-ago-14	0
16-mar-14	0.4	05-may-14	0.1	24-jun-14	0	13-ago-14	0
17-mar-14	1.2	06-may-14	0	25-jun-14	0	14-ago-14	0
18-mar-14	9.3	07-may-14	0.5	26-jun-14	0	15-ago-14	0
19-mar-14	4.2	08-may-14	1.5	27-jun-14	0	16-ago-14	0
20-mar-14	0.7	09-may-14	2	28-jun-14	0	17-ago-14	0
21-mar-14	0.6	10-may-14	0.5	29-jun-14	0	18-ago-14	0
22-mar-14	0	11-may-14	0.1	30-jun-14	0	19-ago-14	0
23-mar-14	0.1	12-may-14	0	01-jul-14	0	20-ago-14	0
24-mar-14	0	13-may-14	0	02-jul-14	0	21-ago-14	0
25-mar-14	0.5	14-may-14	0	03-jul-14	0	22-ago-14	0
26-mar-14	5	15-may-14	0	04-jul-14	0	23-ago-14	0
27-mar-14	2.5	16-may-14	0	05-jul-14	0	24-ago-14	0
28-mar-14	0.2	17-may-14	0	06-jul-14	0	25-ago-14	0
29-mar-14	2.3	18-may-14	0	07-jul-14	2.0	26-ago-14	0
30-mar-14	1.1	19-may-14	0	08-jul-14	0	27-ago-14	0
31-mar-14	0.5	20-may-14	0	09-jul-14	0	28-ago-14	0
01-abr-14	0	21-may-14	0	10-jul-14	0	29-ago-14	0
02-abr-14	2	22-may-14	0	11-jul-14	0	30-ago-14	0
03-abr-14	1.3	23-may-14	0	12-jul-14	0	31-ago-14	0
04-abr-14	0.3	24-may-14	0.3	13-jul-14	0	01-sep-14	0
05-abr-14	0.1	25-may-14	0.2	14-jul-14	0	02-sep-14	0
06-abr-14	3.3	26-may-14	0	15-jul-14	0	03-sep-14	0
07-abr-14	3.9	27-may-14	0	16-jul-14	0	04-sep-14	0
08-abr-14	2	28-may-14	0	17-jul-14	0	05-sep-14	0
09-abr-14	11	29-may-14	0	18-jul-14	0	06-sep-14	0
10-abr-14	4.7	30-may-14	0	19-jul-14	0	07-sep-14	0
11-abr-14	1	31-may-14	0	20-jul-14	0	08-sep-14	0
12-abr-14	2.3	01-jun-14	0	21-jul-14	0	09-sep-14	0
13-abr-14	2	02-jun-14	0	22-jul-14	0	10-sep-14	0
14-abr-14	2.4	03-jun-14	0	23-jul-14	0	11-sep-14	0
15-abr-14	4.8	04-jun-14	0	24-jul-14	0	12-sep-14	0
16-abr-14	8	05-jun-14	0	25-jul-14	0	13-sep-14	0
17-abr-14	2.2	06-jun-14	0	26-jul-14	0	14-sep-14	0
18-abr-14	3.9	07-jun-14	0	27-jul-14	0	15-sep-14	0
19-abr-14	5.9	08-jun-14	0	28-jul-14	0	16-sep-14	0
20-abr-14	2	09-jun-14	0	29-jul-14	0	17-sep-14	0
21-abr-14	3.7	10-jun-14	0	30-jul-14	0	18-sep-14	0
22-abr-14	2.6	11-jun-14	0	31-jul-14	0	19-sep-14	0
23-abr-14	0.4	12-jun-14	0	01-ago-14	0	20-sep-14	0
24-abr-14	3.9	13-jun-14	0	02-ago-14	0	21-sep-14	0
25-abr-14	1	14-jun-14	0	03-ago-14	0	22-sep-14	0
26-abr-14	0.2	15-jun-14	0	04-ago-14	0	23-sep-14	0
27-abr-14	0.2	16-jun-14	0	05-ago-14	0	24-sep-14	0
28-abr-14	6	17-jun-14	0	06-ago-14	0	25-sep-14	0



26-sep-2014	0	15-nov-14	0	04-ene-15	1.5	23-feb-15	0.1
27-sep-2014	0	16-nov-14	0.5	05-ene-15	3.5	24-feb-15	0.4
28-sep-2014	0	17-nov-14	0.5	06-ene-15	1.1	25-feb-15	0.5
29-sep-2014	0.4	18-nov-14	0.7	07-ene-15	1.9	26-feb-15	0.9
30-sep-2014	0.1	19-nov-14	0.2	08-ene-15	0.9	27-feb-15	2.2
01-oct-14	0.7	20-nov-14	0	09-ene-15	0	28-feb-15	5.4
02-oct-14	1.4	21-nov-14	0	10-ene-15	0.6	01-mar-15	5.1
03-oct-14	0.4	22-nov-14	0.8	11-ene-15	0	02-mar-15	3.3
04-oct-14	0.1	23-nov-14	0.4	12-ene-15	1.4	03-mar-15	5.1
05-oct-14	0	24-nov-14	3.1	13-ene-15	3.5	04-mar-15	2.1
06-oct-14	0.7	25-nov-14	3.6	14-ene-15	7.6	05-mar-15	0
07-oct-14	0.3	26-nov-14	2.2	15-ene-15	6.6	06-mar-15	0.5
08-oct-14	0	27-nov-14	2.4	16-ene-15	6.4	07-mar-15	1.2
09-oct-14	0.1	28-nov-14	1.6	17-ene-15	5.9	08-mar-15	1.4
10-oct-14	0	29-nov-14	0.6	18-ene-15	4.4	09-mar-15	0.4
11-oct-14	0	30-nov-14	0	19-ene-15	3.4	10-mar-15	2.4
12-oct-14	0	01-dic-14	0.3	20-ene-15	2	11-mar-15	3.8
13-oct-14	0	02-dic-14	4	21-ene-15	7.7	12-mar-15	4.7
14-oct-14	0	03-dic-14	3.9	22-ene-15	4.7	13-mar-15	4.9
15-oct-14	0	04-dic-14	2.4	23-ene-15	18.5	14-mar-15	2.4
16-oct-14	0	05-dic-14	1.2	24-ene-15	10.9	15-mar-15	0
17-oct-14	0.4	06-dic-14	0	25-ene-15	0.8	16-mar-15	0.6
18-oct-14	0.1	07-dic-14	0.3	26-ene-15	1.6	17-mar-15	0
19-oct-14	0	08-dic-14	0	27-ene-15	0.2	18-mar-15	0.5
20-oct-14	0	09-dic-14	9.1	28-ene-15	2.1	19-mar-15	0
21-oct-14	1.2	10-dic-14	5.1	29-ene-15	0	20-mar-15	3
22-oct-14	0.6	11-dic-14	1.5	30-ene-15	1.1	21-mar-15	1.3
23-oct-14	0.7	12-dic-14	0.8	31-ene-15	7.1	22-mar-15	0.8
24-oct-14	0.7	13-dic-14	0	01-feb-15	14.4	23-mar-15	2.6
25-oct-14	1.1	14-dic-14	2.8	02-feb-15	5.1	24-mar-15	2
26-oct-14	3.9	15-dic-14	0.6	03-feb-15	9.8	25-mar-15	2.9
27-oct-14	1.5	16-dic-14	0.3	04-feb-15	6.5	26-mar-15	1.6
28-oct-14	6.9	17-dic-14	0	05-feb-15	10.1	27-mar-15	0.4
29-oct-14	2.7	18-dic-14	0.1	06-feb-15	7.5	28-mar-15	1.9
30-oct-14	0.1	19-dic-14	0.2	07-feb-15	4.1	29-mar-15	0.4
31-oct-14	0.6	20-dic-14	0.2	08-feb-15	2.2	30-mar-15	0.2
01-nov-14	0	21-dic-14	0.1	09-feb-15	1.5	31-mar-15	0.1
02-nov-14	0.4	22-dic-14	0.2	10-feb-15	2.5	01-abr-15	7.2
03-nov-14	0	23-dic-14	0.8	11-feb-15	1.1	02-abr-15	5.3
04-nov-14	1.4	24-dic-14	0.6	12-feb-15	4.5	03-abr-15	2
05-nov-14	0.1	25-dic-14	0	13-feb-15	4.7	04-abr-15	2.1
06-nov-14	0.3	26-dic-14	0.2	14-feb-15	3	05-abr-15	0.5
07-nov-14	0.7	27-dic-14	0.4	15-feb-15	8.7	06-abr-15	4.2
08-nov-14	0.5	28-dic-14	0.4	16-feb-15	9.3	07-abr-15	6.3
09-nov-14	0	29-dic-14	0	17-feb-15	7.5	08-abr-15	4.9
10-nov-14	0.2	30-dic-14	2.4	18-feb-15	5.8	09-abr-15	3.7
11-nov-14	0	31-dic-14	1.8	19-feb-15	1.7	10-abr-15	1.6
12-nov-14	0.5	01-ene-15	1	20-feb-15	1.4	11-abr-15	1.7
13-nov-14	0	02-ene-15	0.2	21-feb-15	0.7	12-abr-15	4.5
14-nov-14	0.1	03-ene-15	0.2	22-feb-15	0.6	13-abr-15	3.6



14-ab-15	6.3	03-jun-15	0	23-jul-15	0	11sep 2015	0
15-ab-15	2	04-jun-15	0	24-jul-15	0	12sep 2015	0
16-ab-15	2.2	05-jun-15	0	25-jul-15	0	13sep 2015	0
17-ab-15	12.3	06-jun-15	0.1	26-jul-15	0	14sep 2015	0
18-ab-15	11	07-jun-15	0.8	27-jul-15	0	15sep 2015	0
19-ab-15	4.2	08-jun-15	0.4	28-jul-15	0	16sep 2015	0
20-ab-15	1.3	09-jun-15	0	29-jul-15	0	17sep 2015	0
21-ab-15	2.9	10-jun-15	0.1	30-jul-15	0	18sep 2015	0
22-ab-15	2.5	11-jun-15	0	31-jul-15	0	19sep 2015	0
23-ab-15	3.9	12-jun-15	0	01-ago-15	0	20sep 2015	0
24-ab-15	1.8	13-jun-15	0	02-ago-15	0	21sep 2015	0
25-ab-15	0	14-jun-15	0	03-ago-15	0	22sep 2015	0
26-ab-15	1.8	15-jun-15	0	04-ago-15	0	23sep 2015	0
27-ab-15	0.1	16-jun-15	0	05-ago-15	0	24sep 2015	0
28-ab-15	9.2	17-jun-15	0	06-ago-15	0	25sep 2015	0
29-ab-15	3.9	18-jun-15	0	07-ago-15	0	26sep 2015	0
30-ab-15	0	19-jun-15	0	08-ago-15	0	27sep 2015	0
01-may-15	1.4	20-jun-15	0	09-ago-15	0	28sep 2015	0
02-may-15	0.4	21-jun-15	0	10-ago-15	0.2	29sep 2015	0
03-may-15	1.2	22-jun-15	0	11-ago-15	0.1	30sep 2015	0
04-may-15	0	23-jun-15	0	12-ago-15	0	01-oct-15	0
05-may-15	1	24-jun-15	0	13-ago-15	0	02-oct-15	0.1
06-may-15	1.4	25-jun-15	0	14-ago-15	0	03-oct-15	0.1
07-may-15	7.2	26-jun-15	0	15-ago-15	0	04-oct-15	0
08-may-15	6.8	27-jun-15	0	16-ago-15	0	05-oct-15	0
09-may-15	1.9	28-jun-15	0	17-ago-15	0	06-oct-15	0
10-may-15	0.3	29-jun-15	0	18-ago-15	0	07-oct-15	0
11-may-15	0.1	30-jun-15	0	19-ago-15	0	08-oct-15	1.4
12-may-15	0.2	01-jul-15	0	20-ago-15	0	09-oct-15	0.9
13-may-15	0.1	02-jul-15	0	21-ago-15	0	10-oct-15	0.2
14-may-15	0	03-jul-15	0	22-ago-15	0	11-oct-15	0.3
15-may-15	0	04-jul-15	0	23-ago-15	0	12-oct-15	0
16-may-15	0	05-jul-15	0	24-ago-15	0	13-oct-15	0.3
17-may-15	0	06-jul-15	0	25-ago-15	0	14-oct-15	1.2
18-may-15	0	07-jul-15	0	26-ago-15	0	15-oct-15	0.6
19-may-15	0	08-jul-15	0	27-ago-15	0	16-oct-15	0
20-may-15	0	09-jul-15	0	28-ago-15	0	17-oct-15	0.2
21-may-15	0	10-jul-15	0	29-ago-15	0	18-oct-15	0
22-may-15	0	11-jul-15	0	30-ago-15	0	19-oct-15	0.2
23-may-15	1.1	12-jul-15	0	31-ago-15	0	20-oct-15	3.9
24-may-15	0.4	13-jul-15	0	01sep 2015	0	21-oct-15	2.4
25-may-15	0	14-jul-15	0	02sep 2015	0	22-oct-15	2.8
26-may-15	0.4	15-jul-15	0	03sep 2015	0	23-oct-15	2.1
27-may-15	0.3	16-jul-15	0	04sep 2015	0	24-oct-15	0.1
28-may-15	0.9	17-jul-15	0	05sep 2015	0	25-oct-15	0.4
29-may-15	0.4	18-jul-15	0	06sep 2015	0	26-oct-15	0.7
30-may-15	0.1	19-jul-15	0	07sep 2015	0	27-oct-15	0.9
31-may-15	0.4	20-jul-15	0	08sep 2015	0	28-oct-15	0
01-jun-15	0.1	21-jul-15	0	09sep 2015	0	29-oct-15	0.4
02-jun-15	0	22-jul-15	0	10sep 2015	0	30-oct-15	0



31-oct-15	0.3	20-dic-15	1	08-feb-16	5.4	29-mar-16	0.1
01-nov-15	0	21-dic-15	0.5	09-feb-16	2.2	30-mar-16	5.2
02-nov-15	0.2	22-dic-15	3.7	10-feb-16	2.2	31-mar-16	3
03-nov-15	0	23-dic-15	2.7	11-feb-16	1	01-abr-16	4.2
04-nov-15	0.1	24-dic-15	1	12-feb-16	2.8	02-abr-16	6.9
05-nov-15	0	25-dic-15	0.7	13-feb-16	1.5	03-abr-16	3.1
06-nov-15	0.5	26-dic-15	2.2	14-feb-16	2.4	04-abr-16	4.8
07-nov-15	0.1	27-dic-15	2.3	15-feb-16	0.4	05-abr-16	11.3
08-nov-15	0.1	28-dic-15	0.3	16-feb-16	1.3	06-abr-16	3.7
09-nov-15	0	29-dic-15	0.3	17-feb-16	0.5	07-abr-16	2.3
10-nov-15	0.1	30-dic-15	0	18-feb-16	0.6	08-abr-16	1.7
11-nov-15	1.1	31-dic-15	1.6	19-feb-16	2	09-abr-16	0.1
12-nov-15	0.5	01-ene-16	0.4	20-feb-16	2.2	10-abr-16	2.7
13-nov-15	0.2	02-ene-16	0.9	21-feb-16	0.6	11-abr-16	5.7
14-nov-15	0.2	03-ene-16	2.6	22-feb-16	0.2	12-abr-16	6.4
15-nov-15	1.4	04-ene-16	0.9	23-feb-16	0	13-abr-16	5
16-nov-15	1.8	05-ene-16	0.2	24-feb-16	2.1	14-abr-16	2.3
17-nov-15	2.2	06-ene-16	0.3	25-feb-16	1.6	15-abr-16	3.6
18-nov-15	1.1	07-ene-16	0	26-feb-16	4.4	16-abr-16	8.6
19-nov-15	0	08-ene-16	0.1	27-feb-16	4.4	17-abr-16	9.4
20-nov-15	0.2	09-ene-16	1	28-feb-16	1.7	18-abr-16	4.9
21-nov-15	2.8	10-ene-16	0.6	29-feb-16	2.3	19-abr-16	0.5
22-nov-15	1.7	11-ene-16	4.3	01-mar-16	2	20-abr-16	0.9
23-nov-15	3.7	12-ene-16	2.3	02-mar-16	1	21-abr-16	0
24-nov-15	2.6	13-ene-16	0.3	03-mar-16	1.6	22-abr-16	0.4
25-nov-15	0.1	14-ene-16	0.6	04-mar-16	4.9	23-abr-16	0.1
26-nov-15	1.1	15-ene-16	3	05-mar-16	7.9	24-abr-16	2.3
27-nov-15	0.1	16-ene-16	1.7	06-mar-16	3.6	25-abr-16	0.5
28-nov-15	0.3	17-ene-16	0	07-mar-16	2.8	26-abr-16	25
29-nov-15	0.2	18-ene-16	0.9	08-mar-16	8.8	27-abr-16	9.8
30-nov-15	0.7	19-ene-16	0.6	09-mar-16	7	28-abr-16	0.3
01-dic-15	4.2	20-ene-16	1.9	10-mar-16	1.8	29-abr-16	4
02-dic-15	6.5	21-ene-16	1.7	11-mar-16	14.4	30-abr-16	1
03-dic-15	7.1	22-ene-16	12.4	12-mar-16	5.9	01-may-16	3
04-dic-15	3.2	23-ene-16	8.8	13-mar-16	0.1	02-may-16	0.1
05-dic-15	0.1	24-ene-16	2	14-mar-16	1.1	03-may-16	2.9
06-dic-15	0.6	25-ene-16	0.5	15-mar-16	0	04-may-16	0.1
07-dic-15	0	26-ene-16	4.4	16-mar-16	0.8	05-may-16	6.4
08-dic-15	0.4	27-ene-16	2.6	17-mar-16	0.1	06-may-16	1.7
09-dic-15	0	28-ene-16	0.8	18-mar-16	7.5	07-may-16	0.9
10-dic-15	0.3	29-ene-16	1.1	19-mar-16	3.5	08-may-16	0.2
11-dic-15	0	30-ene-16	0	20-mar-16	2.5	09-may-16	0.2
12-dic-15	1.4	31-ene-16	0.3	21-mar-16	8.8	10-may-16	0.8
13-dic-15	0.6	01-feb-16	1.6	22-mar-16	6.7	11-may-16	0.3
14-dic-15	0.3	02-feb-16	0.9	23-mar-16	3.9	12-may-16	0
15-dic-15	0	03-feb-16	2.7	24-mar-16	2.2	13-may-16	0.1
16-dic-15	0.1	04-feb-16	2.5	25-mar-16	0.4	14-may-16	0
17-dic-15	0	05-feb-16	8.6	26-mar-16	2.5	15-may-16	0.1
18-dic-15	1.2	06-feb-16	4.6	27-mar-16	1.1	16-may-16	0
19-dic-15	0.6	07-feb-16	2	28-mar-16	0.9	17-may-16	0



18-may-16	0	07-jul-16	0	26-ago-16	0	15-oct-16	0.4
19-may-16	0	08-jul-16	0	27-ago-16	0	16-oct-16	0.1
20-may-16	0.2	09-jul-16	0	28-ago-16	0	17-oct-16	0.5
21-may-16	0.1	10-jul-16	0	29-ago-16	0	18-oct-16	0
22-may-16	0	11-jul-16	0	30-ago-16	0	19-oct-16	2.9
23-may-16	0.1	12-jul-16	0	31-ago-16	0	20-oct-16	0.8
24-may-16	1.1	13-jul-16	0	01-sep-2016	0	21-oct-16	0.2
25-may-16	1.2	14-jul-16	0	02-sep-2016	0	22-oct-16	0.4
26-may-16	2.8	15-jul-16	0	03-sep-2016	0	23-oct-16	0.2
27-may-16	1.5	16-jul-16	0	04-sep-2016	0	24-oct-16	3.4
28-may-16	0.2	17-jul-16	0	05-sep-2016	0	25-oct-16	2.1
29-may-16	1.6	18-jul-16	0.1	06-sep-2016	0	26-oct-16	0.6
30-may-16	0.4	19-jul-16	0	07-sep-2016	0	27-oct-16	0.4
31-may-16	0.1	20-jul-16	0	08-sep-2016	0	28-oct-16	0
01-jun-16	0	21-jul-16	0	09-sep-2016	0	29-oct-16	0.6
02-jun-16	0	22-jul-16	0	10-sep-2016	0	30-oct-16	0
03-jun-16	0	23-jul-16	0	11-sep-2016	0	31-oct-16	0.2
04-jun-16	0.4	24-jul-16	0	12-sep-2016	0	01-nov-16	0
05-jun-16	2.7	25-jul-16	0	13-sep-2016	0	02-nov-16	0.1
06-jun-16	1.4	26-jul-16	0	14-sep-2016	0	03-nov-16	0
07-jun-16	0.1	27-jul-16	0	15-sep-2016	0	04-nov-16	0.1
08-jun-16	0.2	28-jul-16	0	16-sep-2016	0	05-nov-16	0
09-jun-16	0	29-jul-16	0	17-sep-2016	0	06-nov-16	0.1
10-jun-16	0.1	30-jul-16	0	18-sep-2016	0	07-nov-16	0
11-jun-16	0	31-jul-16	0	19-sep-2016	0	08-nov-16	0.4
12-jun-16	0.1	01-ago-16	0	20-sep-2016	0	09-nov-16	0.1
13-jun-16	0	02-ago-16	0	21-sep-2016	0	10-nov-16	0
14-jun-16	0.1	03-ago-16	0	22-sep-2016	0	11-nov-16	0.7
15-jun-16	0	04-ago-16	0	23-sep-2016	0	12-nov-16	0.3
16-jun-16	0.1	05-ago-16	0	24-sep-2016	0	13-nov-16	0
17-jun-16	0	06-ago-16	0	25-sep-2016	0	14-nov-16	0.1
18-jun-16	0.1	07-ago-16	0	26-sep-2016	0	15-nov-16	1.2
19-jun-16	0	08-ago-16	0.7	27-sep-2016	0	16-nov-16	5
20-jun-16	0.7	09-ago-16	0.3	28-sep-2016	0	17-nov-16	1.9
21-jun-16	0.3	10-ago-16	0	29-sep-2016	0	18-nov-16	0
22-jun-16	0	11-ago-16	0.1	30-sep-2016	0.4	19-nov-16	0.3
23-jun-16	0	12-ago-16	0	01-oct-16	0.1	20-nov-16	1.2
24-jun-16	0	13-ago-16	0	02-oct-16	0	21-nov-16	1.9
25-jun-16	0	14-ago-16	0	03-oct-16	0	22-nov-16	3.2
26-jun-16	0	15-ago-16	0	04-oct-16	0	23-nov-16	1.4
27-jun-16	0	16-ago-16	0	05-oct-16	0	24-nov-16	2.2
28-jun-16	0	17-ago-16	0	06-oct-16	4.8	25-nov-16	1.7
29-jun-16	0	18-ago-16	0	07-oct-16	2.6	26-nov-16	0
30-jun-16	0	19-ago-16	0	08-oct-16	0.9	27-nov-16	0.5
01-jul-16	0	20-ago-16	0	09-oct-16	0.7	28-nov-16	0
02-jul-16	0	21-ago-16	0	10-oct-16	0	29-nov-16	15.1
03-jul-16	0	22-ago-16	0	11-oct-16	1	30-nov-16	7.7
04-jul-16	0	23-ago-16	0	12-oct-16	4.1	01-dic-16	1.7
05-jul-16	0	24-ago-16	0	13-oct-16	1.9	02-dic-16	1.2
06-jul-16	0	25-ago-16	0	14-oct-16	0	03-dic-16	0



04-dic-16	0.5	23-ene-17	0	14-mar-17	0.4	03-may-17	1.2
05-dic-16	0.5	24-ene-17	1	15-mar-17	0	04-may-17	0.6
06-dic-16	2.4	25-ene-17	0.4	16-mar-17	0.7	05-may-17	1.7
07-dic-16	0.5	26-ene-17	2.7	17-mar-17	0.4	06-may-17	1.6
08-dic-16	0.5	27-ene-17	1	18-mar-17	0.5	07-may-17	2.8
09-dic-16	0	28-ene-17	1.1	19-mar-17	0	08-may-17	0.8
10-dic-16	0.3	29-ene-17	1.8	20-mar-17	0.8	09-may-17	0.4
11-dic-16	0	30-ene-17	0.9	21-mar-17	0.6	10-may-17	0
12-dic-16	1.1	31-ene-17	0.4	22-mar-17	0.9	11-may-17	0.2
13-dic-16	0.2	01-feb-17	3.6	23-mar-17	2.3	12-may-17	0
14-dic-16	0.3	02-feb-17	5.8	24-mar-17	4.1	13-may-17	0.1
15-dic-16	0	03-feb-17	2	25-mar-17	4.6	14-may-17	0
16-dic-16	0.1	04-feb-17	0.9	26-mar-17	4.5	15-may-17	0.1
17-dic-16	0.7	05-feb-17	8.6	27-mar-17	2	16-may-17	0
18-dic-16	0.7	06-feb-17	4	28-mar-17	1.4	17-may-17	0.1
19-dic-16	0.5	07-feb-17	5.1	29-mar-17	6.9	18-may-17	0
20-dic-16	1.3	08-feb-17	4.9	30-mar-17	2.9	19-may-17	0.8
21-dic-16	4.4	09-feb-17	2.7	31-mar-17	1.1	20-may-17	0.3
22-dic-16	3.5	10-feb-17	3.8	01-abr-17	7.2	21-may-17	1.5
23-dic-16	1.4	11-feb-17	6	02-abr-17	2.1	22-may-17	2.3
24-dic-16	2.1	12-feb-17	7.5	03-abr-17	0.6	23-may-17	1.7
25-dic-16	4.5	13-feb-17	2.6	04-abr-17	0.2	24-may-17	1.6
26-dic-16	1.7	14-feb-17	1.7	05-abr-17	0.7	25-may-17	0.5
27-dic-16	0	15-feb-17	0	06-abr-17	1.6	26-may-17	0.3
28-dic-16	1.3	16-feb-17	1.6	07-abr-17	2.2	27-may-17	0.5
29-dic-16	0.2	17-feb-17	0.9	08-abr-17	3.1	28-may-17	1.6
30-dic-16	0.3	18-feb-17	5	09-abr-17	4.7	29-may-17	1.3
31-dic-16	0	19-feb-17	2	10-abr-17	2.2	30-may-17	0.3
01-ene-17	0.5	20-feb-17	0.7	11-abr-17	0.2	31-may-17	0.1
02-ene-17	0	21-feb-17	0.6	12-abr-17	10.2	01-jun-17	0
03-ene-17	0.8	22-feb-17	8.3	13-abr-17	4.5	02-jun-17	0
04-ene-17	0.2	23-feb-17	7.2	14-abr-17	1.4	03-jun-17	0
05-ene-17	0.1	24-feb-17	2.3	15-abr-17	2.7	04-jun-17	1.7
06-ene-17	0	25-feb-17	3.6	16-abr-17	9.7	05-jun-17	0.8
07-ene-17	0.2	26-feb-17	3.4	17-abr-17	9.5	06-jun-17	0
08-ene-17	0.2	27-feb-17	2	18-abr-17	1.9	07-jun-17	0.2
09-ene-17	0	28-feb-17	2.6	19-abr-17	2	08-jun-17	0
10-ene-17	0	01-mar-17	2.5	20-abr-17	0	09-jun-17	0.2
11-ene-17	0.1	02-mar-17	8.9	21-abr-17	1.5	10-jun-17	0
12-ene-17	0	03-mar-17	18.2	22-abr-17	0.6	11-jun-17	0.1
13-ene-17	0	04-mar-17	7.1	23-abr-17	0.5	12-jun-17	0
14-ene-17	0	05-mar-17	1.8	24-abr-17	0	13-jun-17	0.1
15-ene-17	0	06-mar-17	0.3	25-abr-17	0.2	14-jun-17	0
16-ene-17	0	07-mar-17	6.7	26-abr-17	4.8	15-jun-17	0.1
17-ene-17	3.5	08-mar-17	3.6	27-abr-17	2.5	16-jun-17	0
18-ene-17	5.8	09-mar-17	2	28-abr-17	0.1	17-jun-17	0.1
19-ene-17	7.4	10-mar-17	1.2	29-abr-17	1.3	18-jun-17	0
20-ene-17	6.4	11-mar-17	0.2	30-abr-17	0	19-jun-17	2.3
21-ene-17	4.4	12-mar-17	0.7	01-may-17	0.5	20-jun-17	0.8
22-ene-17	1.6	13-mar-17	0	02-may-17	1.3	21-jun-17	0



22-jun-17	0.1	11-ago-17	0	30sep 2017	0	19-nov-17	0
23-jun-17	0	12-ago-17	0	01-oct-17	0	20-nov-17	0.6
24-jun-17	0.1	13-ago-17	0	02-oct-17	0	21-nov-17	0
25-jun-17	0	14-ago-17	0	03-oct-17	0	22-nov-17	0.5
26-jun-17	0.1	15-ago-17	0	04-oct-17	0	23-nov-17	0.3
27-jun-17	0	16-ago-17	0	05-oct-17	0	24-nov-17	0.7
28-jun-17	0.1	17-ago-17	0	06-oct-17	0	25-nov-17	0
29-jun-17	0	18-ago-17	0	07-oct-17	0	26-nov-17	0.4
30-jun-17	0.1	19-ago-17	0	08-oct-17	0	27-nov-17	0
01-jul-17	0	20-ago-17	0	09-oct-17	0	28-nov-17	0.3
02-jul-17	0	21-ago-17	0	10-oct-17	0	29-nov-17	0
03-jul-17	0	22-ago-17	0	11-oct-17	0	30-nov-17	0.2
04-jul-17	0	23-ago-17	0	12-oct-17	0.4	01-dic-17	0
05-jul-17	0	24-ago-17	0	13-oct-17	0.1	02-dic-17	0.2
06-jul-17	0	25-ago-17	0	14-oct-17	0	03-dic-17	0
07-jul-17	0	26-ago-17	0	15-oct-17	0	04-dic-17	3.7
08-jul-17	0	27-ago-17	0	16-oct-17	0	05-dic-17	6.4
09-jul-17	0	28-ago-17	0	17-oct-17	0.4	06-dic-17	2.8
10-jul-17	0	29-ago-17	0	18-oct-17	0.2	07-dic-17	0.4
11-jul-17	0	30-ago-17	0	19-oct-17	0	08-dic-17	2.5
12-jul-17	0	31-ago-17	0	20-oct-17	0	09-dic-17	1.9
13-jul-17	0	01sep 2017	0	21-oct-17	0	10-dic-17	2.1
14-jul-17	0	02sep 2017	0	22-oct-17	0	11-dic-17	3.8
15-jul-17	0	03sep 2017	0	23-oct-17	0.3	12-dic-17	1.3
16-jul-17	0	04sep 2017	0	24-oct-17	0.2	13-dic-17	1
17-jul-17	0.4	05sep 2017	0	25-oct-17	0	14-dic-17	0.3
18-jul-17	0.2	06sep 2017	0	26-oct-17	0	15-dic-17	0
19-jul-17	0	07sep 2017	0	27-oct-17	0	16-dic-17	0.1
20-jul-17	0	08sep 2017	0	28-oct-17	0	17-dic-17	0
21-jul-17	0	09sep 2017	0	29-oct-17	0	18-dic-17	0.1
22-jul-17	0	10sep 2017	0	30-oct-17	0	19-dic-17	0
23-jul-17	0	11sep 2017	0.1	31-oct-17	0	20-dic-17	0.1
24-jul-17	0	12sep 2017	0.1	01-nov-17	0.5	21-dic-17	0
25-jul-17	0	13sep 2017	0	02-nov-17	0.2	22-dic-17	0.1
26-jul-17	0	14sep 2017	0	03-nov-17	0	23-dic-17	0
27-jul-17	0	15sep 2017	0	04-nov-17	0.1	24-dic-17	0.1
28-jul-17	0	16sep 2017	0	05-nov-17	0	25-dic-17	0
29-jul-17	0	17sep 2017	0	06-nov-17	0	26-dic-17	0.1
30-jul-17	0	18sep 2017	0	07-nov-17	0	27-dic-17	3.3
31-jul-17	0	19sep 2017	0	08-nov-17	0	28-dic-17	1.3
01-ago-17	0	20sep 2017	0	09-nov-17	0	29-dic-17	2.1
02-ago-17	0	21sep 2017	0	10-nov-17	0.2	30-dic-17	1.7
03-ago-17	0	22sep 2017	0	11-nov-17	0.2	31-dic-17	2.4
04-ago-17	0	23sep 2017	0	12-nov-17	0.1	01-ene-18	1.7
05-ago-17	0	24sep 2017	0	13-nov-17	0.3	02-ene-18	0.7
06-ago-17	0	25sep 2017	0	14-nov-17	4.6	03-ene-18	1.1
07-ago-17	0	26sep 2017	0	15-nov-17	14.3	04-ene-18	0
08-ago-17	0	27sep 2017	0	16-nov-17	4.9	05-ene-18	0.6
09-ago-17	0	28sep 2017	0	17-nov-17	0.9	06-ene-18	0.3
10-ago-17	0	29sep 2017	0	18-nov-17	1.1	07-ene-18	1.1



08-ene-18	0	27-feb-18	8.9	18-abr-18	0.8	07-jun-18	0
09-ene-18	0.4	28-feb-18	4.5	19-abr-18	0	08-jun-18	0.3
10-ene-18	0.1	01-mar-18	11.8	20-abr-18	3.9	09-jun-18	0
11-ene-18	0.4	02-mar-18	5.1	21-abr-18	2.8	10-jun-18	0.2
12-ene-18	0	03-mar-18	0.1	22-abr-18	0.6	11-jun-18	0
13-ene-18	0.3	04-mar-18	1.3	23-abr-18	0.2	12-jun-18	0.2
14-ene-18	0	05-mar-18	0	24-abr-18	0	13-jun-18	0
15-ene-18	0.2	06-mar-18	3.1	25-abr-18	14.8	14-jun-18	0.2
16-ene-18	5.7	07-mar-18	3.7	26-abr-18	5.7	15-jun-18	0
17-ene-18	4.7	08-mar-18	6.2	27-abr-18	0.2	16-jun-18	0.1
18-ene-18	6.6	09-mar-18	1.4	28-abr-18	1.3	17-jun-18	0
19-ene-18	3.2	10-mar-18	2.7	29-abr-18	0	18-jun-18	0.1
20-ene-18	0.1	11-mar-18	0.4	30-abr-18	0.8	19-jun-18	0
21-ene-18	0.7	12-mar-18	0.3	01-may-18	5.5	20-jun-18	0.1
22-ene-18	0.1	13-mar-18	0	02-may-18	3.1	21-jun-18	0
23-ene-18	2.9	14-mar-18	0.2	03-may-18	1.5	22-jun-18	0.1
24-ene-18	1.5	15-mar-18	0	04-may-18	4.5	23-jun-18	0
25-ene-18	5.3	16-mar-18	2	05-may-18	0.9	24-jun-18	0.1
26-ene-18	1.9	17-mar-18	0.6	06-may-18	7.1	25-jun-18	0
27-ene-18	4.1	18-mar-18	0.1	07-may-18	1.7	26-jun-18	0.1
28-ene-18	5.6	19-mar-18	0.4	08-may-18	0.5	27-jun-18	0
29-ene-18	3.3	20-mar-18	2.3	09-may-18	0	28-jun-18	0
30-ene-18	1	21-mar-18	0.9	10-may-18	0.1	29-jun-18	0
31-ene-18	0	22-mar-18	1.8	11-may-18	0	30-jun-18	0
01-feb-18	3.5	23-mar-18	6.1	12-may-18	0.1	01-jul-18	0
02-feb-18	2.7	24-mar-18	5.2	13-may-18	0	02-jul-18	0
03-feb-18	1	25-mar-18	2.2	14-may-18	0.1	03-jul-18	0
04-feb-18	3.6	26-mar-18	1.2	15-may-18	0	04-jul-18	0
05-feb-18	2.4	27-mar-18	0.4	16-may-18	0.1	05-jul-18	0
06-feb-18	2.3	28-mar-18	0	17-may-18	0	06-jul-18	0
07-feb-18	0.9	29-mar-18	0.8	18-may-18	0.1	07-jul-18	0
08-feb-18	1.7	30-mar-18	4.3	19-may-18	0	08-jul-18	0
09-feb-18	5.4	31-mar-18	5	20-may-18	5.2	09-jul-18	0
10-feb-18	4.5	01-abr-18	1.6	21-may-18	7.5	10-jul-18	0
11-feb-18	2.2	02-abr-18	0.8	22-may-18	5.8	11-jul-18	0
12-feb-18	2.2	03-abr-18	0.5	23-may-18	5.1	12-jul-18	0
13-feb-18	0.9	04-abr-18	2.4	24-may-18	1.8	13-jul-18	0
14-feb-18	0	05-abr-18	2.7	25-may-18	1.1	14-jul-18	0
15-feb-18	1.7	06-abr-18	6.7	26-may-18	0.4	15-jul-18	0
16-feb-18	0.4	07-abr-18	6.5	27-may-18	2.6	16-jul-18	0
17-feb-18	0.2	08-abr-18	7.1	28-may-18	3.3	17-jul-18	0
18-feb-18	0.3	09-abr-18	4.4	29-may-18	0.8	18-jul-18	0
19-feb-18	1.3	10-abr-18	0.6	30-may-18	0.2	19-jul-18	0
20-feb-18	1.5	11-abr-18	0.5	31-may-18	0	20-jul-18	0
21-feb-18	4.6	12-abr-18	0	01-jun-18	0.1	21-jul-18	0
22-feb-18	6	13-abr-18	2.8	02-jun-18	0	22-jul-18	0
23-feb-18	3.6	14-abr-18	2.3	03-jun-18	6	23-jul-18	0
24-feb-18	0.9	15-abr-18	8.1	04-jun-18	2.3	24-jul-18	0
25-feb-18	0.5	16-abr-18	5.5	05-jun-18	0.1	25-jul-18	0
26-feb-18	1.3	17-abr-18	1	06-jun-18	0.4	26-jul-18	0



27-jul-18	0	15sep 2018	0	04-nov-18	0
28-jul-18	0	16sep 2018	0	05-nov-18	0.1
29-jul-18	0	17sep 2018	0	06-nov-18	0
30-jul-18	0	18sep 2018	0	07-nov-18	0.1
31-jul-18	0	19sep 2018	0	08-nov-18	0
01-ago-18	0	20sep 2018	0	09-nov-18	0.8
02-ago-18	0	21sep 2018	0	10-nov-18	0.6
03-ago-18	0	22sep 2018	0	11-nov-18	0.2
04-ago-18	0	23sep 2018	0	12-nov-18	1.1
05-ago-18	0	24sep 2018	0	13-nov-18	0.5
06-ago-18	0	25sep 2018	0	14-nov-18	0
07-ago-18	0	26sep 2018	0	15-nov-18	0.1
08-ago-18	0	27sep 2018	0	16-nov-18	2.5
09-ago-18	0	28sep 2018	0	17-nov-18	1.1
10-ago-18	0	29sep 2018	0	18-nov-18	0
11-ago-18	0	30sep 2018	0	19-nov-18	0.3
12-ago-18	0	01-oct-18	0	20-nov-18	0
13-ago-18	0	02-oct-18	0	21-nov-18	0.2
14-ago-18	0	03-oct-18	0	22-nov-18	0
15-ago-18	0	04-oct-18	0	23-nov-18	0.2
16-ago-18	0	05-oct-18	0	24-nov-18	0
17-ago-18	0	06-oct-18	0	25-nov-18	0.1
18-ago-18	0	07-oct-18	0	26-nov-18	0
19-ago-18	0	08-oct-18	0	27-nov-18	0.1
20-ago-18	0	09-oct-18	0	28-nov-18	0
21-ago-18	0	10-oct-18	0	29-nov-18	0.1
22-ago-18	0	11-oct-18	0	30-nov-18	0
23-ago-18	0	12-oct-18	0	01-dic-18	0.1
24-ago-18	0	13-oct-18	0	02-dic-18	0
25-ago-18	0	14-oct-18	0	03-dic-18	0.8
26-ago-18	0	15-oct-18	0	04-dic-18	0.2
27-ago-18	0	16-oct-18	1.5	05-dic-18	0
28-ago-18	0	17-oct-18	0.6	06-dic-18	0
29-ago-18	0	18-oct-18	0	07-dic-18	6.6
30-ago-18	0	19-oct-18	0.1	08-dic-18	5.9
31-ago-18	0	20-oct-18	0	09-dic-18	7.1
01sep 2018	0	21-oct-18	0.1	10-dic-18	2.8
02sep 2018	0	22-oct-18	0	11-dic-18	0.5
03sep 2018	0	23-oct-18	0.1	12-dic-18	0.9
04sep 2018	0	24-oct-18	0	13-dic-18	0
05sep 2018	0	25-oct-18	0.1	14-dic-18	0.5
06sep 2018	0	26-oct-18	0	15-dic-18	0
07sep 2018	0	27-oct-18	0	16-dic-18	0.4
08sep 2018	0	28-oct-18	0	17-dic-18	0
09sep 2018	0	29-oct-18	0	18-dic-18	0.3
10sep 2018	0.4	30-oct-18	0	19-dic-18	0
11sep 2018	0.1	31-oct-18	1.9	20-dic-18	0.3
12sep 2018	0	01-nov-18	0.7	21-dic-18	0
13sep 2018	0	02-nov-18	0	22-dic-18	0.2
14sep 2018	0	03-nov-18	0.1	23-dic-18	0
				24-dic-18	0.2
				25-dic-18	0
				26-dic-18	0.2
				27-dic-18	0
				28-dic-18	6.4
				29-dic-18	3.8

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA