

Lectura de datos del producto

PISCO_HyM_GR2M

Elaborado por: Harold Llaucha (hllauca@senamhi.gob.pe)

Subdirección de Estudios e Investigaciones Hidrológicas del SENAMHI, 2021

Versión del documento (1.2)

Tutorial

Este tutorial describe el procedimiento para la manipulación y lectura de datos del producto PISCO_HyM_GR2M v1.1 (Llaucha et al. 2021) desarrollado por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI).

El producto PISCO_HyM_GR2M

Este producto hidrológico fue desarrollado empleando los datos grillados de precipitación y evapotranspiración a nivel mensual del producto PISCO de SENAMHI y el modelo hidrológico conceptual GR2M. El producto PISCO_HyM_GR2M tiene cobertura en todo el territorio nacional incluyendo cuencas transfronterizas, para lo cual se delimitaron 3594 subcuenca y tramos de río a fin de realizar el modelamiento hidrológico a nivel semidistribuido. Para la calibración y validación del modelo hidrológico a nivel nacional se utilizaron datos observados de caudales mensuales, entre enero de 1981 a marzo del 2020, en 43 estaciones hidrométricas a lo largo de las tres vertientes hidrográficas del Perú (Pacífico, Atlántico, y Titicaca). Asimismo, se utilizó un enfoque de regionalización basado en el análisis de sensibilidad de los parámetros del modelo GR2M y su relación con dos índices hidroclimáticos para estimar caudales en cuencas sin información de caudales. Para mayor detalle de la metodología y resultados revisar: <https://doi.org/10.3390/w13081048>.

a. Variables del producto

Este producto en la versión 1.1 (v1.1) genera las siguientes variables de salida a escala de subcuenca y tramo de río:

- A escala de subcuenca
 - Precipitación (PR) en [mm/mes]
 - Evapotranspiración actual (AE) en [mm/mes]
 - Almacenamiento en el suelo (SM) en [mm/mes]
 - Escorrentía (RU) en [mm/mes]
- A escala de tramo de río
 - Caudal acumulado (QR) en [m^3/s]

Nota: Los resultados a escala de subcuenca corresponden sólo al balance hídrico superficial de la subcuenca, mientras que los resultados a escala de tramo de río consideran la topología de los cauces y por ende también los caudales generados aguas arriba del tramo de río en cuestión.

b. Acceso al producto

El producto PISCO_HyM_GR2M puede ser descargado desde la web de Figshare en www.doi.org/10.6084/m9.figshare.14382758, en donde se encuentran los datos correspondientes a las cinco variables mencionadas previamente, y los shapefiles correspondientes a las subcuenca y tramos de río del producto. Estos datos corresponden únicamente al periodo de **enero 1981 a marzo 2020**.

PISCO_HyM_GR2M_v1.1

Cite Download all (54.33 MB) Share Embed + Collect 551 views 128 downloads 0 citations

Version 3 Dataset posted on 19.05.2021, 11:43 by Harold Llauga, Waldo Lavado-Casimiro, Cristian Montesinos, William Santini, Pedro Rau

The PISCO_HyM_GR2M product (Llauga et al., 2021) was developed using gridded ($0.1^\circ \times 0.1^\circ$) meteorological data of precipitation and evapotranspiration from the PISCO dataset (Aybar et al., 2019) of SENAMHI and the conceptual GR2M hydrological model in 3,594 sub-basins and river streams in Peru including transboundary basins (https://hllauga.github.io/PISCO_HyM_GR2M_map/), through a regionalization approach using the Fourier Amplitude Test (FAST) method and two hydroclimatic indices.

This new product contains monthly data from January 1981 to March 2020 for the following variables:

- PR or precipitation at the sub-basin level in [mm/month].
- AE or actual evapotranspiration at the sub-basin level in [mm/month].
- SM or soil moisture at the sub-basin level in [mm/month].
- RU or runoff at the sub-basin level in [mm/month].
- QR or discharge at the river stream level in [m^3/s].

For more details about the data please see the 'Readme.txt' file.

Enjoy!

CATEGORIES • Hydrology

KEYWORDS GR2M, Peru, water balance model, PISCO

LICENCE CC BY 4.0

EXPORTS Select an option ▾

Acceso a los datos públicos del producto PISCO_HyM_GR2M en Figshare
[\(www.doi.org/10.6084/m9.figshare.14382758\)](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14382758)

En Figshare se encuentran a disposición cuatro archivos descargables: **Readme.txt** (archivo de instrucciones), **data.rar** (datos comprimidos para las variables PR, AE, SM, RU y QR en formato de texto), **netcdf.rar** (datos comprimidos en formato netCDF vectorial y código en R para la lectura de datos netCDF), y **shapefile.rar** (datos comprimidos de los shapefiles de subcuenca y tramos de río).

Readme.txt (1.38 kB)

data.rar (31.34 MB)

netcdf.rar (14.1 MB)

shapefile.rar (8.89 MB)

Archivos descargables del producto PISCO_HyM_GR2M en Figshare
[\(www.doi.org/10.6084/m9.figshare.14382758\)](https://doi.org/10.6084/m9.figshare.14382758)

Los usuarios internos de SENAMHI pueden acceder también a la versión operativa de PISCO_HyM_GR2M a través del servidor FTP del SENAMHI (se requiere de usuario y contraseña). A diferencia de la versión disponible en la web de Figshare (enero 1981 - marzo 2020), **la versión disponible en este servidor ftp posee información actualizada mensualmente del producto (enero 1981 a la actualidad)**. PISCO_HyM_GR2M es actualizado mensualmente durante la primera quincena de cada mes, con fines de monitoreo de sequías hidrológicas (<https://www.senamhi.gob.pe/?p=monitoreo-pronostico-sequias>), y pronóstico estacional de caudales mensuales a nivel nacional

(<https://www.senamhi.gob.pe/?dp=lima&p=pronostico-caudales>). La carpeta “Update_model” contiene las salidas actualizadas del producto PISCO_HyM_GR2M en formato netCDF (.nc), el script en R llamado “Leer_datos.R” para realizar la lectura del producto, y la carpeta “shapefiles” con los archivos shapefiles de subcuenca y tramos de río.

Filestash > ... > ... > ... > PISCO_HyM_GR2M > v1.1 > Update_model

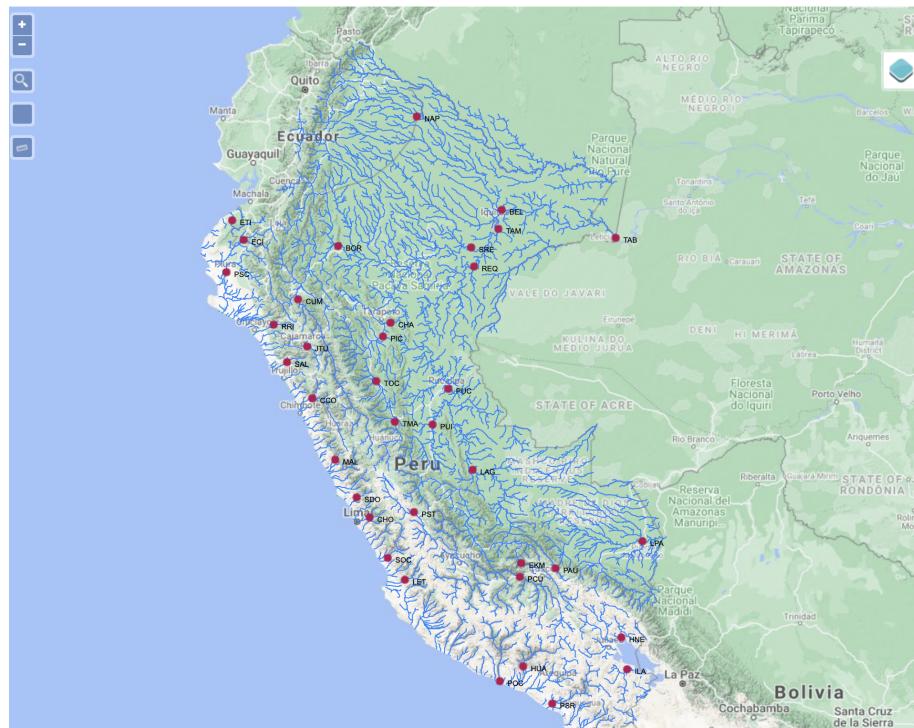


Datos del producto PISCO_HyM_GR2M (operativo) en el servidor FTP del SENAMHI

Subcuenca y tramos de río del producto

En el siguiente enlace https://hllauca.github.io/PISCO_HyM_GR2M_map/ es posible acceder a un mapa que permite visualizar las 3594 subcuenca y tramos de río delimitados a nivel nacional, las estaciones empleadas en la calibración y validación del producto PISCO_HyM_GR2M, entre otros aspectos.

Map of the PISCO_HyM_GR2M (v1.1) product



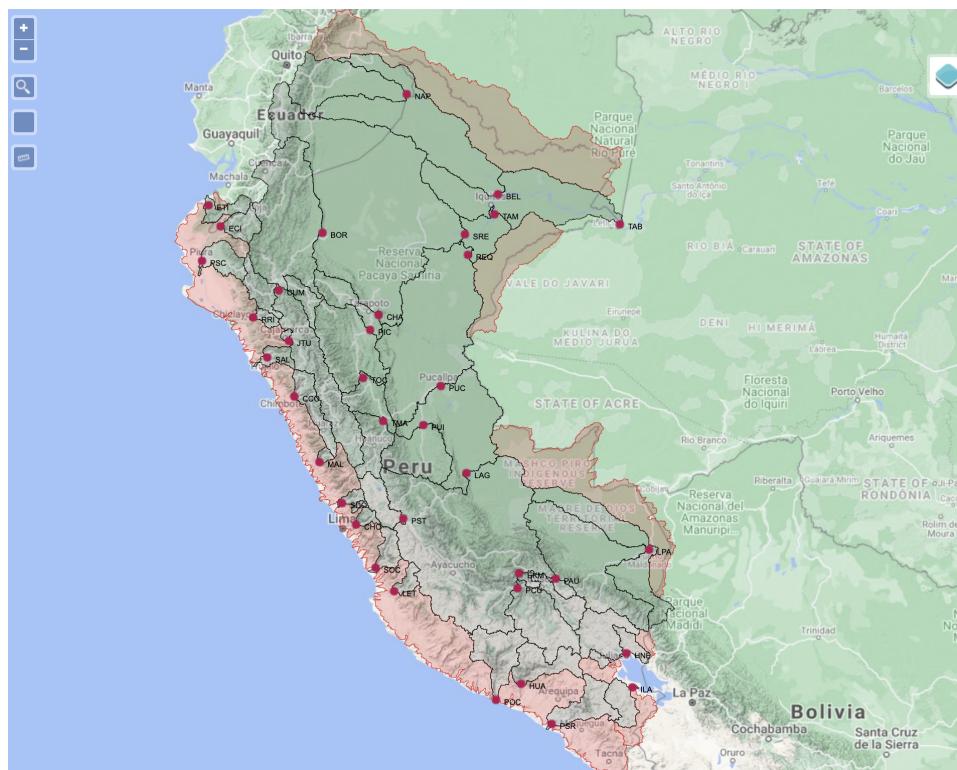
Tramos de río a nivel nacional y estaciones hidrométricas seleccionadas

Map of the PISCO_HyM_GR2M (v1.1) product



Subcuenca a nivel nacional y estaciones hidrométricas seleccionadas

Map of the PISCO_HyM_GR2M (v1.1) product



Áreas con control hidrométrico (negro) y sin control hidrométrico (rojo)

También es importante considerar la diferencia existente entre los resultados obtenidos para las subcuenca y tramos de río con información hidrométrica (áreas de negro) y sin información hidrométrica (áreas de rojo). En el primer caso, corresponde a las áreas de drenaje cuyos caudales son controlados mediante una estación hidrométrica, estas subcuenca fueron utilizadas para la calibración y validación del modelo a nivel nacional; mientras que las segundas corresponden a áreas de drenaje que sin control hidrométrico y cuyas estimaciones de caudal, etc., son realizadas a partir de aplicar un enfoque de regionalización de parámetros.

Identificación de una subcuenca y tramo de interés

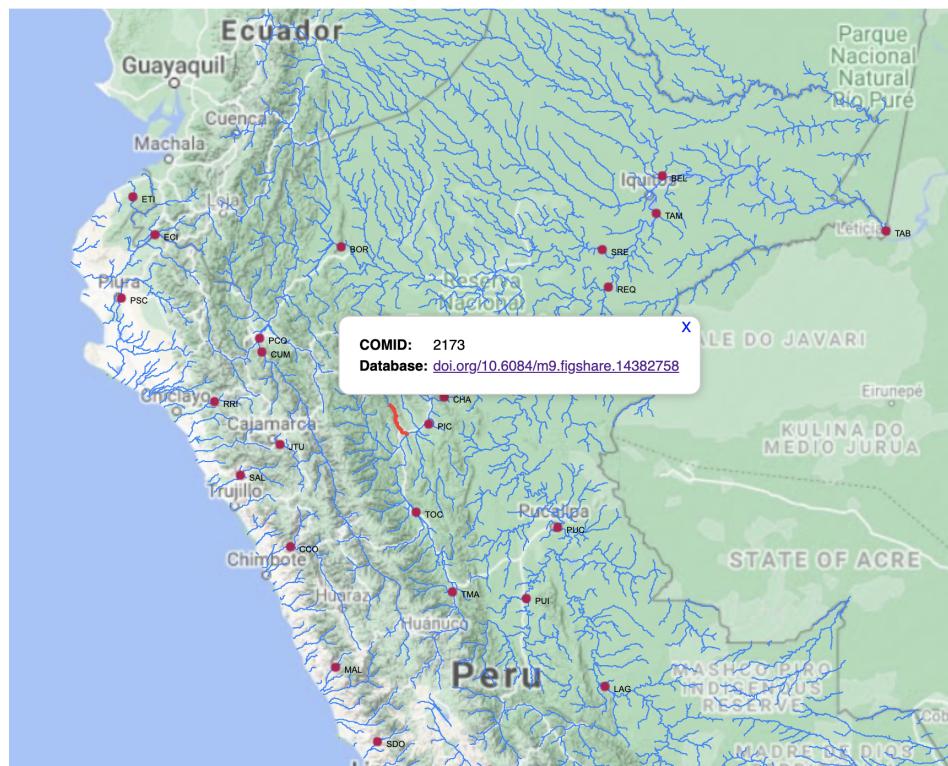
A diferencia del producto PISCO (Aybar et al., 2021), PISCO_HyM_GR2M no es un producto grillado sino vectorial. Es decir que las salidas de las simulaciones a nivel nacional se realizan a escala de subcuenca, donde cada una de ellas es identificada a través de un código-numeración o COMID. **Cada subcuenca contiene un solo tramo de río el cual posee también el mismo COMID**. Por ejemplo, tal como se muestra en la siguiente figura en la vertiente del Atlántico identificamos la subcuenca con COMID=2259 la cual tiene un área de 535.97 km². También por ejemplo podemos identificar un tramo de río con un COMID=2173.

Map of the PISCO_HyM_GR2M (v1.1) product



Identificación de subcuenca de interés con COMID=2259

Map of the PISCO_HyM_GR2M (v1.1) product



Identificación del tramo de río de interés con COMID=2173

Lectura de datos del producto

Teniendo en cuenta los puntos anteriormente descritos respecto a las variables de salida, acceso a los datos e identificación de subcuenca y tramos de río a través de un COMID, el siguiente paso es extraer y leer los datos de PISCO_HyM_GR2M. En ese sentido, se recomienda seguir el siguiente procedimiento:

1. Descargar la información del producto PISCO_HyM_GR2M

Se recomienda descargar el archivo netCDF (.nc) contenido en la web de Figshare o en el servidor ftp de SENAMHI, llamado **PISCO_HyM_GR2M_v1.1.nc** o **PISCO_HyM_GR2M_v1.1_op.nc**, según sea el caso respectivamente. En este ejemplo utilizaremos el archivo PISCO_HyM_GR2M_v1.1_op.nc; sin embargo, el procedimiento es el mismo para hacer la lectura del archivo PISCO_HyM_GR2M_v1.1.nc.

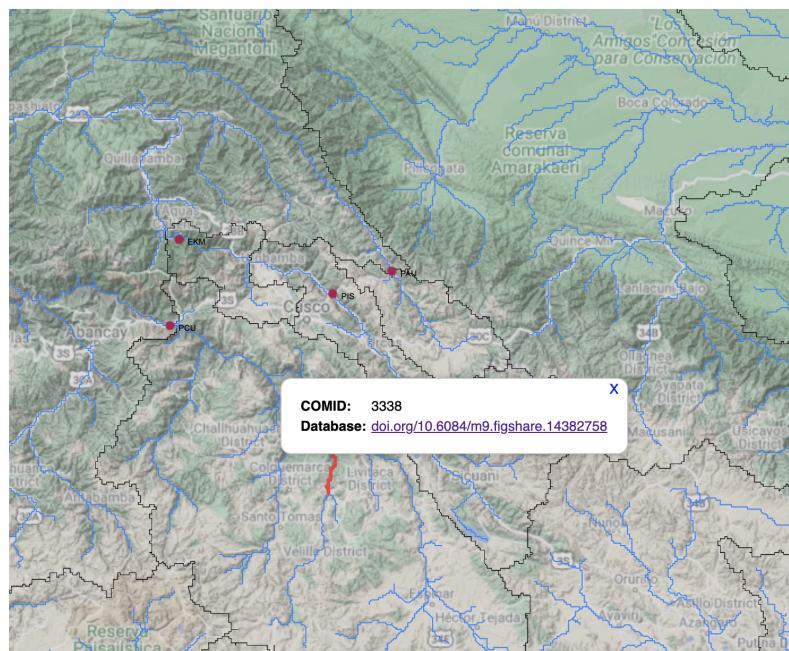
Nombre	Tipo	Tamaño
PISCO_HyM_GR2M_v1.1_op.nc	Archivo NC	34,001 KB
PISCO_HyM_GR2M_v1.1.nc	Archivo NC	33,089 KB

Salidas del producto PISCO_HyM_GR2M en formato netCDF

2. Identificación del COMID de interés

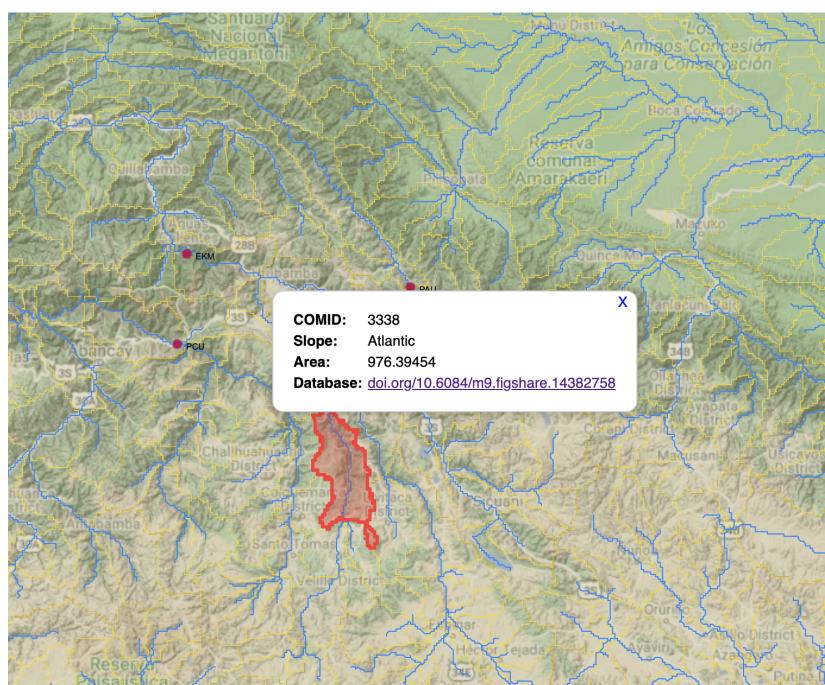
En este ejemplo vamos a extraer las salidas del producto PISCO_HyM_GR2M para una subcuenca y tramo de río ubicado en la parte media-alta de la cuenca Apurímac con **COMID=3338**, tal como se muestra en las siguientes figuras.

Map of the PISCO_HyM_GR2M (v1.1) product



Tramo de río de interés en la cuenca Apurímac, identificada con COMID=3338

Map of the PISCO_HyM_GR2M (v1.1) product



Subcuenca de interés en la cuenca Apurímac, identificada con COMID=3338

3. Lectura de datos en netCDF

En este ejemplo utilizaremos el script en R (“**Leer_datos.R**”) ubicado en la carpeta Update_model. También puede realizarse el mismo procedimiento con el script R (“**How_read_data.R**”) ubicado en la carpeta netcdf.rar del link de Figshare.

Debe ejecutarse el siguiente código en R para realizar la lectura de datos en netCDF (tener en cuenta cambiar el directorio de trabajo)

```
# Este script permite acceder a las salidas operativas del producto PISCO_HyM_GR2M (Llaucha et al. 2021)
# Este producto contiene simulaciones a escala de subcuenca y tramos de río a nivel nacional para las variables de
# de Precipitación (PR en mm/mes), Evapotranspiración Actual (AE en mm/mes), Almacenamiento en el suelo
# (SM en mm/mes), Escorrentía (RU en mm/mes), y Caudales (QR en m3/s); a nivel mensual para el periodo de
# enero 1981 - actualidad.
# El producto operativo de PISCO_HyM_GR2M es actualizado mensualmente en la primera quincena. Los datos se
# almacenan en la dirección ftp: ftp://ftp.senamhi.gob.pe/HIDROLOGIA/Monitoreo_Hidrologico/PISCO_HyM_GR2M/v1.1/Update_model
# y los datos son almacenados en formato netCDF (.nc) en el archivo llamado "PISCO_HyM_GR2M_v1.1_op.nc".
# Consultas y sugerencias a Harold Llaucha (hllauca@senamhi.gob.pe)
#####
#====#
rm(list=ls())
cat('f')

# Cargar librerías
require(ncdf)
require(lubridate)

# Directorio de trabajo
my_location <- '/Users/harold/Desktop/Ejemplo'
setwd(my_location)

# Extraer datos del archivo netCDF (.nc)
#=====

# Leer archivo netcdf
nc <- nc_open('PISCO_HyM_GR2M_v1.1_op.nc')
print(nc)

# Extraer COMIDs para identificar subcuenca y tramos de río
comid <- ncvar_get(nc,'comid')

# Extraer vector de fechas
time <- floor_date(as.Date('1960-01-01')+months(floor(ncvar_get(nc,'time'))),"month")

# Cargar datos para cada subcuenca
pr <- cbind(time,round(as.data.frame(t(ncvar_get(nc,'pr'))),2)) # Precipitación en mm/mes
ae <- cbind(time,round(as.data.frame(t(ncvar_get(nc,'ae'))),2)) # Evapotranspiración actual en mm/mes
sm <- cbind(time,round(as.data.frame(t(ncvar_get(nc,'sm'))),2)) # Almacenamiento en el suelo en mm/mes
ru <- cbind(time,round(as.data.frame(t(ncvar_get(nc,'ru'))),2)) # Escorrentía en mm/mes

# Cargar datos para cada tramo de río
qr <- cbind(time,round(as.data.frame(t(ncvar_get(nc,'qr'))),2)) # Caudal en m3/s

# Guardar datos como archivos .csv
colnames(pr) <- c('Fecha',paste0('PR_ ',comid))
colnames(ae) <- c('Fecha',paste0('AE_ ',comid))
colnames(sm) <- c('Fecha',paste0('SM_ ',comid))
colnames(ru) <- c('Fecha',paste0('RU_ ',comid))
colnames(qr) <- c('Fecha',paste0('QR_ ',comid))
write.table(pr, 'pr.csv',sep=',', row.names=FALSE)
write.table(ae, 'ae.csv', sep=',', row.names=FALSE)
write.table(sm, 'sm.csv',sep=',', row.names=FALSE)
write.table(ru, 'ru.csv',sep=',', row.names=FALSE)
write.table(qr, 'qr.csv',sep=',', row.names=FALSE)

# Extraer datos para una subcuenca y tramo de río en específico
#=====
# Para encontrar en COMID correspondiente al tramo de río y subcuenca de interés puede revisar
# la siguiente web: https://hllauca.github.io/PISCO_HyM_GR2M_map/

# Seleccionar COMID
myCOMID <- 3338

# Extraer datos para el COMID
ind <- which(comid==myCOMID)
my_df <- data.frame(Fecha=time,
                     PR_mm=pr[,ind],
                     AE_mm=ae[,ind],
                     SM_mm=sm[,ind],
                     RU_mm=ru[,ind],
                     QR_m3s=qr[,ind])
```

```

# Guardar datos en formato .csv
write.table(my_df, 'my_df.csv', row.names=FALSE, sep=',')

# Graficar resultados
x11()
par(mfrow=c(3,2))
par(mar=c(1,3,3,1), oma=c(0.5,0.5,0.5,0.5))
par(cex=0.6)
par(tck=-0.02)
par(mgp=c(1.5,0.5,0))

plot(x=my_df$Fecha, y=my_df$PR_mm, type='l', col='blue',
     main=paste('PR COMID:',myCOMID), ylab='[mm/mes]')

plot(x=my_df$Fecha, y=my_df$AE_mm, type='l', col='green',
     main=paste('AE COMID:',myCOMID), ylab='[mm/mes]')

plot(x=my_df$Fecha, y=my_df$SM_mm, type='l', col='red',
     main=paste('SM COMID:',myCOMID), ylab='[mm/mes]')

plot(x=my_df$Fecha, y=my_df$RU_mm, type='l', col='black',
     main=paste('RU COMID:',myCOMID), ylab='[mm/mes]')

plot(x=my_df$Fecha, y=my_df$QR_m3s, type='l', col='magenta',
     main=paste('QR COMID:',myCOMID), ylab='[m3/s]')

```

Mediante el comando *print(nc)* podremos acceder a la metada del archivo netCDF donde encontraremos el detalle de las variables almacenadas (pr, ae, sm, ru y qr), y las dimensiones (comid y time). Es decir la extracción de datos para cada variable corresponde a una matriz donde las filas corresponden a los valores de comid (subcuencas y/o tramos de río) y las columnas corresponden al tiempo (meses).

File PISCO_HyM_GR2M_v1.1_op.nc (NC_FORMAT_NETCDF4):

```

5 variables (excluding dimension variables):
float pr[comid,time] (Contiguous storage)
  units: mm
  _FillValue: -9999
  long_name: Monthly precipitation
float ae[comid,time] (Contiguous storage)
  units: mm
  _FillValue: -9999
  long_name: Monthly actual evapotranspiration
float sm[comid,time] (Contiguous storage)
  units: mm
  _FillValue: -9999
  long_name: Monthly soil moisture
float ru[comid,time] (Contiguous storage)
  units: mm
  _FillValue: -9999
  long_name: Monthly runoff
float qr[comid,time] (Contiguous storage)
  units: m3/s
  _FillValue: -9999
  long_name: Monthly discharge

2 dimensions:
comid  Size:3594
  units: unique identifier for each river reach or subbasin
  long_name: comid
  axis: X
time  Size:484
  units: months since 1960-01-01
  long_name: time
  calendar: 360
  axis: T

3 global attributes:
  title: Operative simulations from the PISCO_HyM_GR2M product

```

Tras ejecutar el código en R se crearán los archivos **pr.csv**, **ae.csv**, **sm.csv**, **ru.csv** y **qr.csv**; los cuales son las salidas del producto para cinco distintas variables en formato CSV de MS Excel con delimitación por comas.

Nombre	Tamaño	Clase
PISCO_Hy...v1.1_op.nc	34.8 MB	netCDF Dataset
ae.csv	8.7 MB	valores...r comas
pr.csv	8.9 MB	valores...r comas
qr.csv	7.9 MB	valores...r comas
ru.csv	7.9 MB	valores...r comas
sm.csv	9.5 MB	valores...r comas

Archivos de salida del producto PISCO_HyM_GR2M en formato csv

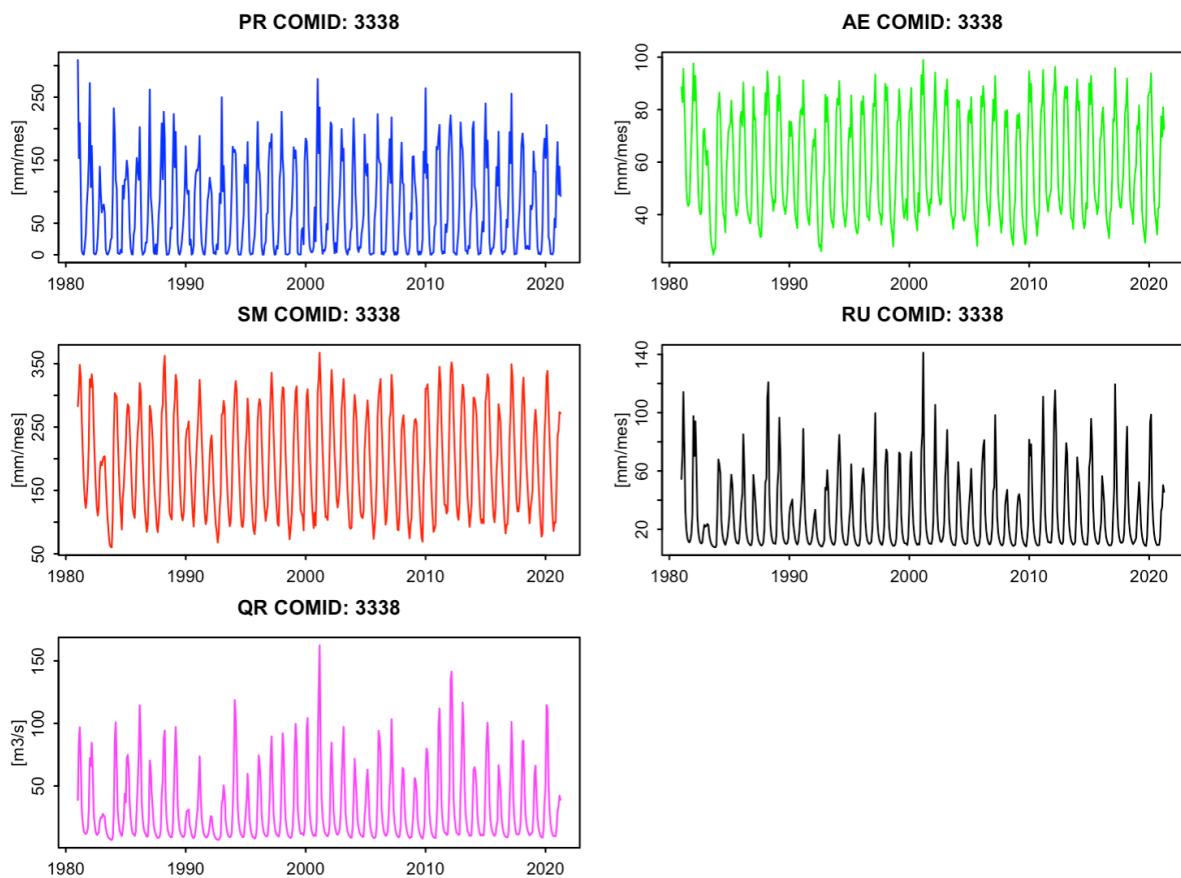
A	B	C	D	E	F	G	H	QR	
1	Fecha	QR_1	QR_2	QR_3	QR_4	QR_5	QR_6	QR_7	QR
2	01/01/1981	103.9	14.2	1.3	0.2	26.6	0	6.8	
3	01/02/1981	84.3	147	5.8	1.4	26.1	0	14.9	
4	01/03/1981	62	51.5	10.2	1	20.3	0	43.8	
5	01/04/1981	32.1	31	6.4	0.9	9.4	0	33.2	
6	01/05/1981	12.1	21.1	1.7	0.5	3.6	0	9.2	
7	01/06/1981	6.4	17.8	0.8	0.4	2	0	4.7	
8	01/07/1981	3.4	15	0.4	0.3	1.1	0	2.5	
9	01/08/1981	2.5	14	0.3	0.2	0.8	0	1.7	
10	01/09/1981	2.2	13.5	0.2	0.2	0.7	0	1.2	
11	01/10/1981	6.7	12.7	0.2	0.1	1.2	0	1.1	
12	01/11/1981	8.4	12.7	0.2	0.1	1.5	0	0.9	
13	01/12/1981	32	16	0.8	0.1	4.3	0	1.6	
14	01/01/1982	87.8	21.5	3.2	0.2	20.7	0	3	
15	01/02/1982	47.7	34.9	3.1	0.4	10.9	0	4	
16	01/03/1982	35.3	39.3	6.6	0.5	11	0	3.4	
17	01/04/1982	21.5	33	4.1	0.5	5.8	0	5.6	
18	01/05/1982	9.1	21.4	1.3	0.3	2.6	0	5.3	
19	01/06/1982	5.3	17.8	0.6	0.2	1.6	0	2.8	
20	01/07/1982	3.1	15.1	0.3	0.2	0.9	0	1.8	
21	01/08/1982	2	13.7	0.2	0.1	0.6	0	1.2	
22	01/09/1982	2.6	13.5	0.2	0.1	0.9	0	1	
23	01/10/1982	3.7	12.7	0.3	0.1	1	0	1.4	
24	01/11/1982	18.1	13.8	2	0.1	3.7	0	2.8	
25	01/12/1982	17.1	13.1	1	0.1	3	0	44.5	
26	01/01/1983	25.6	13.6	0.8	0.1	3.9	0	72.5	
27	01/02/1983	23.8	15.5	0.7	0.1	5	0	28.8	
28	01/03/1983	13.8	15.5	0.4	0.1	3.3	0	82	
29	01/04/1983	9.9	14.9	0.3	0.2	2.5	0	45.4	
30	01/05/1983	5.5	13.5	0.2	0.1	1.5	0	31.3	
31	01/06/1983	3.1	13.1	0.2	0.1	0.9	0	9.6	

Serie de tiempo de precipitación mensual (PR) a escala de subcuencas (comid 1, comid 2, comid 3,..., comid 3594) del archivo pr.csv

Luego podemos extraer la serie de tiempo para las cinco variables del producto PISCO_HyM_GR2M para el **COMID=3338**. Los resultados son guardados en un nuevo archivo csv llamado **my_df.csv**. También podemos visualizar una figura de series de tiempo de las variables extraídas del producto.

A1	Fecha	PR_mm	AE_mm	SM_mm	RU_mm	QR_m3s
1	01/01/1981	308.9	88.5	282.8	54.5	38.7
2	01/02/1981	153.4	82.8	309.7	71.6	84.9
3	01/03/1981	209.1	95.6	348.2	114.2	96.9
4	01/04/1981	104.5	83	328.7	77.3	70.8
5	01/05/1981	6.4	67.8	261.7	32.1	31.3
6	01/06/1981	1.2	50.4	210.5	19.4	20.2
7	01/07/1981	0.2	44.1	165.9	13.9	14.2
8	01/08/1981	13.5	43.3	135	11.7	12.2
9	01/09/1981	33.3	44.4	122.3	11	11.6
10	01/10/1981	78.6	57	139.6	12.7	12.5
11	01/11/1981	105.3	67.7	169.1	17.1	15.6
12	01/12/1981	152	80.4	221.6	30.4	30.3
13	01/01/1982	272.4	97.6	325.6	97.7	72.2
14	01/02/1982	107.4	83.4	312.9	70.3	66.2
15	01/03/1982	172.5	92.9	333.3	94.1	84.6
16	01/04/1982	96.2	80.5	314.5	67	61.9
17	01/05/1982	2.9	65.2	248.2	28.9	28.1
18	01/06/1982	0.7	48.2	199.2	18	18.7
19	01/07/1982	0.8	42.1	157.3	13.2	13.1
20	01/08/1982	6.8	40.1	123.5	10.9	10.8
21	01/09/1982	28.6	40.5	110.4	10.2	11.4
22	01/10/1982	68.1	51.5	124.1	11.1	12.8
23	01/11/1982	139.9	71.7	181.3	18.7	22
24	01/12/1982	97.9	72.8	195.4	23.1	25
25	01/01/1983	67.2	65.2	189.6	21.8	24.6
26	01/02/1983	75.9	58.9	197.9	22.3	27.7
27	01/03/1983	79.8	64.4	203.3	23.7	26.4
28	01/04/1983	67.2	58	203.9	22.9	25.4
29	01/05/1983	9	46.8	164.7	15.9	16.5
30	01/06/1983	1.2	33.9	131.6	12.1	12.7
31	01/07/1983	0.3	29	102.9	10	9.8
32	01/08/1983	4.2	27	79.9	8.8	8.1
33	01/09/1983	9.3	24.7	64.3	8.1	8

Serie de tiempo de precipitación (PR), evapotranspiración actual (AE), almacenamiento en el suelo (SM), escorrentía (RU) y caudal (QR) del archivo my_df.csv para el COMID=3338



Serie de tiempo de precipitación (PR), evapotranspiración actual (AE), almacenamiento en el suelo (SM), escorrentía (RU) y caudal (QR) para el COMID=3338