

# Introducción a Python aplicado a la hidrología

## Python aplicado a la Hidrología

Ing. Gutierrez Lope Leonardo

Círculo de Investigación y Desarrollo de los Recursos Hídricos

13 de octubre de 2022



# Contenido

- 1 Indicaciones
- 2 Python
- 3 Datos
- 4 Estructuras
- 5 Pandas
- 6 Importación
- 7 Procesamiento
- 8 Visualización
- 9 Referencias

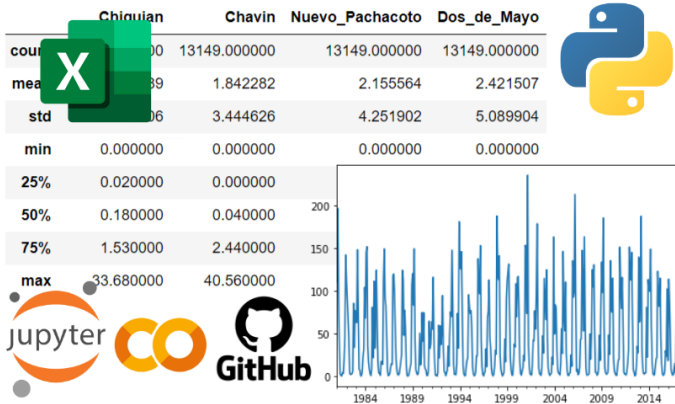


# Contenido

- 1 Indicaciones
- 2 Python
- 3 Datos
- 4 Estructuras
- 5 Pandas
- 6 Importación
- 7 Procesamiento
- 8 Visualización
- 9 Referencias



# Indicaciones



[https://github.com/lgutierrezl/Python\\_for\\_hydrology](https://github.com/lgutierrezl/Python_for_hydrology)

# Contenido

- 1 Indicaciones
- 2 Python**
- 3 Datos
- 4 Estructuras
- 5 Pandas
- 6 Importación
- 7 Procesamiento
- 8 Visualización
- 9 Referencias



# Python

Lenguaje de programación

Código abierto

Multi-plataforma



1991

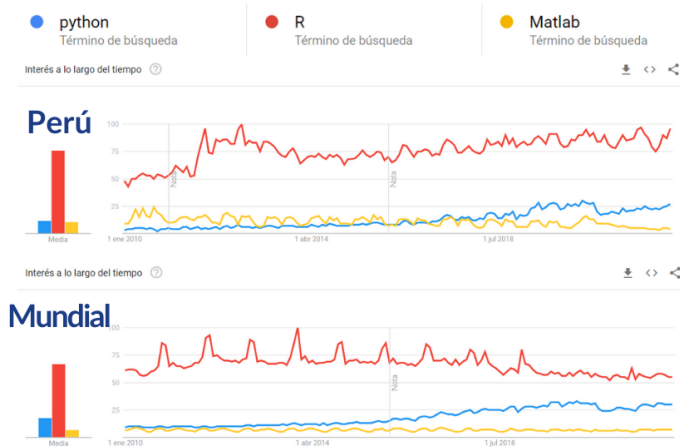
Orientado a objetos

C, C++ y Fortran

Fácil aprendizaje



# Popularidad



Fuente: Google Trends

# Hidrología

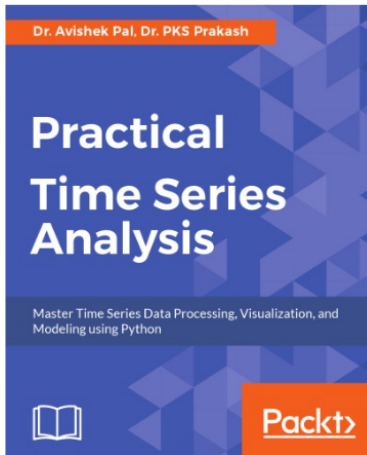




# Entorno de desarrollo Integrado



# Bibliografía



Jake VanderPlas



# Contenido

- 1 Indicaciones
- 2 Python
- 3 Datos**
- 4 Estructuras
- 5 Pandas
- 6 Importación
- 7 Procesamiento
- 8 Visualización
- 9 Referencias



# Tipos

integer

-3 5 220  
2 41

string

a  
caudal Estación  
Puno  
Norte

float

2.258  
pi 1.5  
0.01 inf

bool

False  
True

# Operaciones

Código	Descripción	Aplicación	
+	Suma	$2 + 2$	4
-	Resta	$5 - 2$	3
*	Multiplicación	$4 * 2$	8
/	División	$9 / 3$	3
<	Menor que	$7 < 14$	True
<=	Menor o igual que	$7 <= 14$	True
==	Exactamente igual que	$7 == 14$	False
!=	No es igual que	$7 != 14$	True
X   Y	or	$(4 < 2)   (3 <= 3)$	True
X & Y	and	$(4 < 2) \& (3 <= 3)$	False
sqrt()	Raíz cuadrada	$\text{sqrt}(4)$	16
around(x, n)	Redondea a $n$ cifras	$\text{around}(2.1554, 2)$	2.16

# Estimación de la evapotranspiración

Estimar la evapotranspiración diaria, mediante el método de Hargreaves y Samani de la Ecuación 1, en una estación meteorológica de Lima Metropolitana a partir de los siguientes datos climáticos:

Temperatura media (Tm): 13.8 °C

Temperatura mínima (Tn): 12 °C

Temperatura máxima (Tx): 19.1 °C

Radiación extraterrestre (Ra): 14.7 mm/día

Ecuación 1

$$ETP = 0.0023 * Ra * (Tm + 17.8) * (Tx - Tn)^{0.5}$$



# Contenido

- 1 Indicaciones
- 2 Python
- 3 Datos
- 4 Estructuras**
- 5 Pandas
- 6 Importación
- 7 Procesamiento
- 8 Visualización
- 9 Referencias



# Estructuras

lista1 = [54, 2.5, "PISCO", 0.1, 11]

54	2.5	"PISCO"	0.1	11
0	1	2	3	4

tuple1 = (54, 2.5, "PISCO", 0.1, 11)

54	2.5	"PISCO"	0.1	11
0	1	2	3	4

## KEY

SANTA	45.6
RIIMAC	15
CHILCA	2.5
HUARAL	13.4

## VALUE

```
1 set_cuencas = {'SANTA': 45.6, 'RIMAC': 15, 'CHILCA': 2.5, 'HUARAL': 13.4}
2 set_cuencas
```

```
{'CHILCA': 2.5, 'HUARAL': 13.4, 'RIMAC': 15, 'SANTA': 45.6}
```



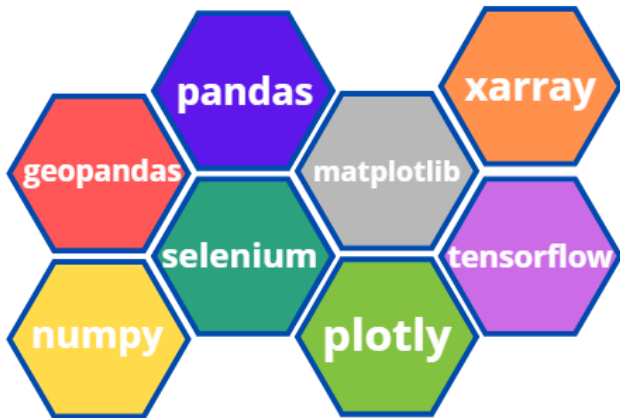


# Contenido

- 1 Indicaciones
- 2 Python
- 3 Datos
- 4 Estructuras
- 5 Pandas**
- 6 Importación
- 7 Procesamiento
- 8 Visualización
- 9 Referencias

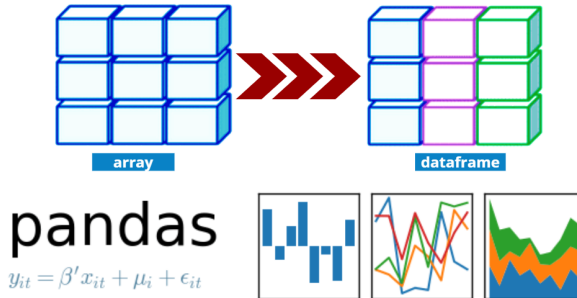


# Package



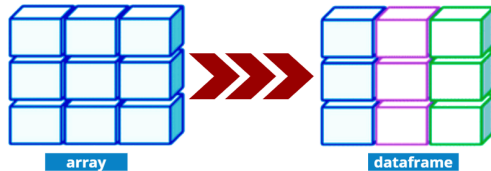
# Pandas

- Package especializado en la ciencia de datos

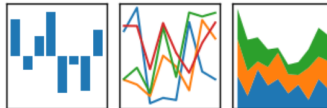


# Pandas

- Package especializado en la ciencia de datos
- Define estructuras de datos basadas en numpy

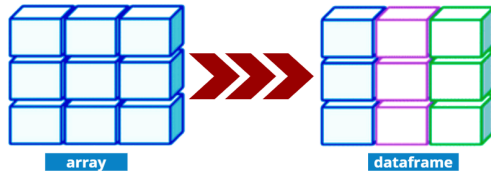


pandas  
 $y_{it} = \beta' x_{it} + \mu_i + \epsilon_{it}$



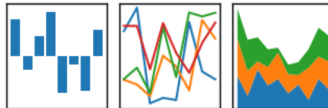
# Pandas

- Package especializado en la ciencia de datos
- Define estructuras de datos basadas en numpy
- Series y Dataframes



pandas

$$y_{it} = \beta' x_{it} + \mu_i + \epsilon_{it}$$



# Series

y ↓	1981-01-01	6.590787	index	1981-01-01	6.590787	values
	1981-02-01	7.093562		1981-02-01	7.093562	
	1981-03-01	6.477029		1981-03-01	6.477029	
	1981-04-01	5.364817		1981-04-01	5.364817	
	1981-05-01	3.865482		1981-05-01	3.865482	
	...					
	2016-08-01	4.148268		2016-08-01	4.148268	
	2016-09-01	4.819653		2016-09-01	4.819653	
	2016-10-01	6.167037		2016-10-01	6.167037	
	2016-11-01	5.240439		2016-11-01	5.240439	
	2016-12-01	6.428700		2016-12-01	6.428700	

# Dataframes

**x**

**y**

Fecha	Yantac	Laguna Cochaquillo	Laguna Surasaca
1981-12-31	45.243	47.122	19.833
1982-12-31	26.537	29.429	20.810
1983-12-31	47.311	16.571	28.997
1984-12-31	25.663	22.517	19.919
1985-12-31	29.820	20.617	17.550

**index col / names**

Fecha	Yantac	Laguna Cochaquillo	Laguna Surasaca
1981-12-31	45.243	47.122	19.833
1982-12-31	26.537	29.429	20.810
1983-12-31	47.311	16.571	28.997
1984-12-31	25.663	22.517	19.919
1985-12-31	29.820	20.617	17.550

**index row**

**values**

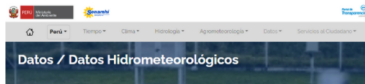
# Contenido

- 1 Indicaciones
- 2 Python
- 3 Datos
- 4 Estructuras
- 5 Pandas
- 6 Importación**
- 7 Procesamiento
- 8 Visualización
- 9 Referencias

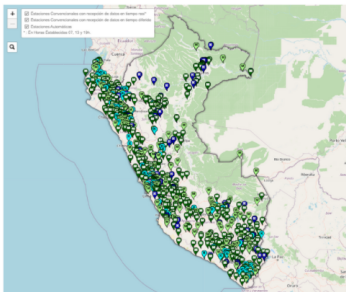




# Fuente



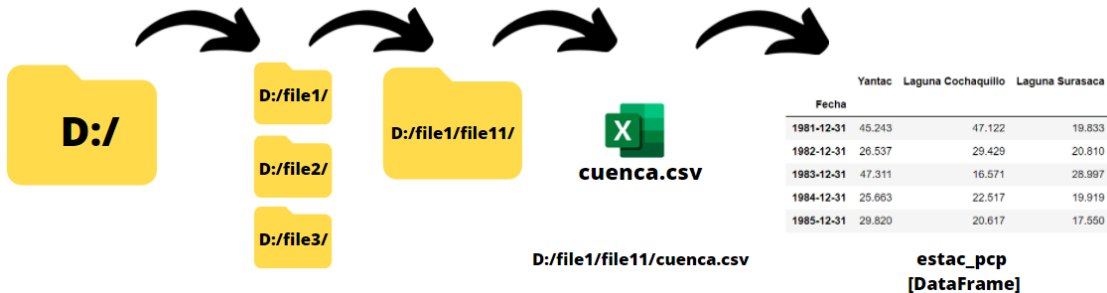
## Datos Hidrometeorológicos a nivel nacional



STN	EST	NOM	ARCO	PROCESO	SKYPE	OTI	OTI
000001	0	0 1901.200770+01	100.000	0.000	1400.473	435.907	
000002	2	0 1901.405180+01	2.300	0.000	1854.201	11.803	
000003	3	0 1901.217920+01	30.700	0.000	1514.931	38.887	
000004	4	0 1901.301410+01	70.300	0.000	1302.472	71.434	
000005	5	0 1901.400710+01	101.000	0.000	1246.002	162.514	
000006	6	0 1901.414910+01	9.000	0.000	1452.169	18.439	
000007	7	0 1901.400410+01	90.000	0.000	1230.043	125.458	
000008	8	0 1901.307700+01	2.300	0.000	1851.401	4.308	
000009	9	0 1901.200110+01	430.100	0.000	1477.477	401.440	
000010	10	0 1901.375110+01	30.100	0.000	1301.812	44.875	
000011	11	0 1901.207110+01	150.100	0.000	1375.117	130.456	
000012	12	0 1901.112940+01	4.000	0.000	1671.064	4.016	
000013	13	0 1901.210010+01	0.200	0.000	1351.244	6.215	
000014	14	0 1901.207110+01	2.200	0.000	1356.705	3.247	
000015	15	0 1901.200410+01	317.200	0.000	1171.364	313.461	
000016	16	0 1901.110010+01	113.000	0.000	1374.134	147.900	
000017	17	0 1901.214110+01	601.100	0.000	1459.453	499.134	
000018	18	0 1901.210900+01	301.000	0.000	1675.739	311.184	
000019	19	0 1901.100540+00	403.000	0.000	1374.414	421.749	
000020	20	0 1901.400100+01	27.000	0.000	1467.368	31.203	
000021	21	0 1901.117620+01	751.000	0.000	1061.052	127.713	
000022	22	0 1901.117620+01	871.100	0.000	1171.011	914.000	

<https://www.senamhi.gob.pe/?p=estaciones>

# Importación



# AED

## ● Exploración



# AED

- Exploración
- Clase y Estructura



# AED

- Exploración
- Clase y Estructura
- **Parámetros estadísticos**



# Contenido

- 1 Indicaciones
- 2 Python
- 3 Datos
- 4 Estructuras
- 5 Pandas
- 6 Importación
- 7 Procesamiento**
- 8 Visualización
- 9 Referencias



# Selección

- Indexación exacta y parcial

	X110783	X110781	X110780	X110788	X158326	X158329	X120764	X110827
1981-01-01	135.64	155.04	110.36	76.05	68.58	3.66	26.83	70.52
1981-02-01	182.91	224.45	144.19	120.79	63.40	1.80	39.44	93.18
1981-03-01	239.15	163.77	131.25	107.45	90.76	1.59	68.76	87.23
1981-04-01	35.54	35.90	19.16	13.03	28.19	0.35	8.24	13.09
1981-05-01	1.54	20.02	6.10	0.56	8.89	0.00	0.00	0.14
...	...	...	...	...	...	...	...	...
2019-08-01	0.34	0.41	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00
2019-09-01	29.30	20.10	7.85	3.40	13.09	0.04	0.00	1.77
2019-10-01	42.75	44.41	21.57	12.51	26.10	0.27	0.29	7.45
2019-11-01	75.22	75.63	30.41	17.15	60.43	0.00	0.00	7.14
2019-12-01	196.80	175.66	101.25	51.85	171.52	0.15	17.09	40.05



# Selección

- Indexación exacta y parcial
- Indexación por rangos

	X110783	X110781	X110780	X110788	X158326	X158329	X120764	X110827
1981-01-01	135.64	155.04	110.36	76.05	68.58	3.66	26.83	70.52
1981-02-01	182.91	224.45	144.19	120.79	63.40	1.80	39.44	93.18
1981-03-01	239.15	163.77	131.25	107.45	90.76	1.59	68.76	87.23
1981-04-01	35.54	35.90	19.16	13.03	28.19	0.35	8.24	13.09
1981-05-01	1.54	20.02	6.10	0.56	8.89	0.00	0.00	0.14
...	...	...	...	...	...	...	...	...
2019-08-01	0.34	0.41	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00
2019-09-01	29.30	20.10	7.85	3.40	13.09	0.04	0.00	1.77
2019-10-01	42.75	44.41	21.57	12.51	26.10	0.27	0.29	7.45
2019-11-01	75.22	75.63	30.41	17.15	60.43	0.00	0.00	7.14
2019-12-01	196.80	175.66	101.25	51.85	171.52	0.15	17.09	40.05



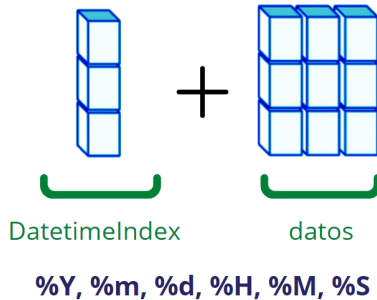
# Selección

- Indexación exacta y parcial
- Indexación por rangos
- Filtro de índices

	X110783	X110781	X110780	X110788	X158326	X158329	X120764	X110827
1981-01-01	135.64	155.04	110.36	76.05	68.58	3.66	26.83	70.52
1981-02-01	182.91	224.45	144.19	120.79	63.40	1.80	39.44	93.18
1981-03-01	239.15	163.77	131.25	107.45	90.76	1.59	68.76	87.23
1981-04-01	35.54	35.90	19.16	13.03	28.19	0.35	8.24	13.09
1981-05-01	1.54	20.02	6.10	0.56	8.89	0.00	0.00	0.14
...	...	...	...	...	...	...	...	...
2019-08-01	0.34	0.41	0.00	0.00	0.57	0.00	0.00	0.00
2019-09-01	29.30	20.10	7.85	3.40	13.09	0.04	0.00	1.77
2019-10-01	42.75	44.41	21.57	12.51	26.10	0.27	0.29	7.45
2019-11-01	75.22	75.63	30.41	17.15	60.43	0.00	0.00	7.14
2019-12-01	196.80	175.66	101.25	51.85	171.52	0.15	17.09	40.05

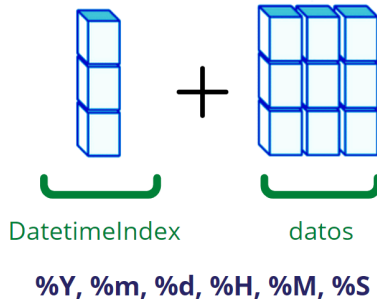
# Composición

- Formatos: %Y- %m- %d %H: %M



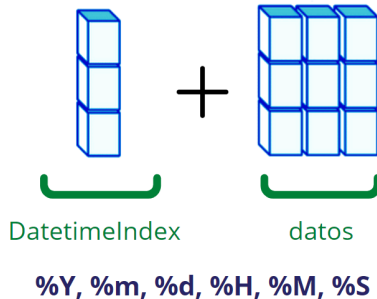
# Composición

- Formatos: %Y- %m- %d %H: %M
- Formato ISO8601: YYYY-mm-dd HH:MM:SS



# Composición

- Formatos: %Y- %m- %d %H: %M
- Formato ISO8601: YYYY-mm-dd HH:MM:SS
- Composición por columna: `to_datetime()`



# Conversión

- Conversión de series de tiempo

	X110783	X110781	X110780
1981-01-01	135.64	155.04	110.36
1981-02-01	182.91	224.45	144.19
1981-03-01	239.15	163.77	131.25
1981-04-01	35.54	35.90	19.16
1981-05-01	1.54	20.02	6.10
1981-06-01	1.10	1.66	1.01
1981-07-01	0.50	0.32	0.25
1981-08-01	1.70	18.80	6.84
1981-09-01	18.55	20.34	6.43

	X110783	X110781	X110780
1981-12-31	835.88	956.37	574.92
1982-12-31	842.63	906.42	539.69
1983-12-31	412.30	663.19	374.17
1984-12-31	1129.42	1042.31	617.93
1985-12-31	655.45	814.92	487.19
1986-12-31	797.38	866.61	547.85
1987-12-31	704.26	722.84	432.17
1988-12-31	736.67	768.33	389.94
1989-12-31	839.27	943.91	685.78

# Conversión

- Conversión de series de tiempo
- Agrupados por periodos de tiempo

	X110783	X110781	X110780
1981-01-01	135.64	155.04	110.36
1981-02-01	182.91	224.45	144.19
1981-03-01	239.15	163.77	131.25
1981-04-01	35.54	35.90	19.16
1981-05-01	1.54	20.02	6.10
1981-06-01	1.10	1.66	1.01
1981-07-01	0.50	0.32	0.25
1981-08-01	1.70	18.80	6.84
1981-09-01	18.55	20.34	6.43

	X110783	X110781	X110780
1981-12-31	835.88	956.37	574.92
1982-12-31	842.63	906.42	539.69
1983-12-31	412.30	663.19	374.17
1984-12-31	1129.42	1042.31	617.93
1985-12-31	655.45	814.92	487.19
1986-12-31	797.38	866.61	547.85
1987-12-31	704.26	722.84	432.17
1988-12-31	736.67	768.33	389.94
1989-12-31	839.27	943.91	685.78

# Conversión

- Conversión de series de tiempo
- Agrupados por periodos de tiempo
- Operaciones: media, mediana, suma

	X110783	X110781	X110780
1981-01-01	135.64	155.04	110.36
1981-02-01	182.91	224.45	144.19
1981-03-01	239.15	163.77	131.25
1981-04-01	35.54	35.90	19.16
1981-05-01	1.54	20.02	6.10
1981-06-01	1.10	1.66	1.01
1981-07-01	0.50	0.32	0.25
1981-08-01	1.70	18.80	6.84
1981-09-01	18.55	20.34	6.43

	X110783	X110781	X110780
1981-12-31	835.88	956.37	574.92
1982-12-31	842.63	906.42	539.69
1983-12-31	412.30	663.19	374.17
1984-12-31	1129.42	1042.31	617.93
1985-12-31	655.45	814.92	487.19
1986-12-31	797.38	866.61	547.85
1987-12-31	704.26	722.84	432.17
1988-12-31	736.67	768.33	389.94
1989-12-31	839.27	943.91	685.78

# Contenido

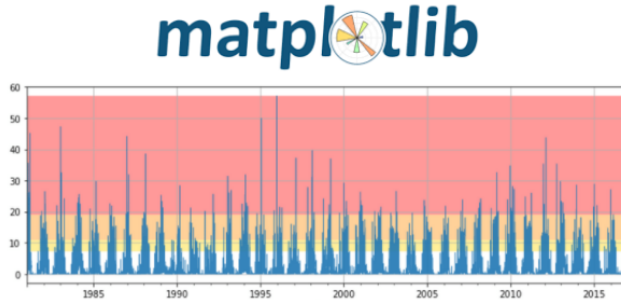
- 1 Indicaciones
- 2 Python
- 3 Datos
- 4 Estructuras
- 5 Pandas
- 6 Importación
- 7 Procesamiento
- 8 Visualización**
- 9 Referencias





# Matplotlib

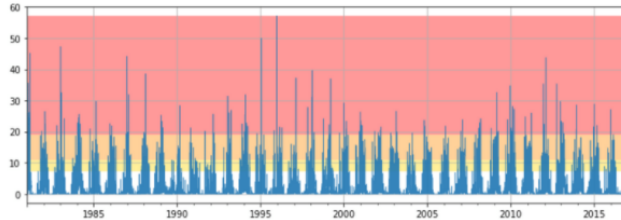
- Definición de datos y tipo de gráfico



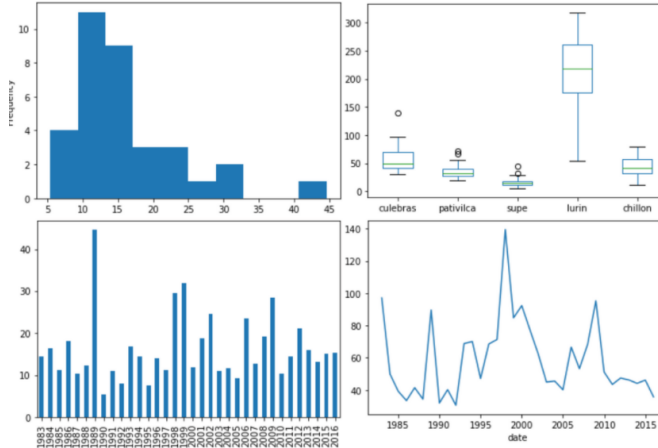
# Matplotlib

- Definición de datos y tipo de gráfico
- Estilos y elementos adicionales

matplotlib



# Gráficos



# Contenido

- 1 Indicaciones
- 2 Python
- 3 Datos
- 4 Estructuras
- 5 Pandas
- 6 Importación
- 7 Procesamiento
- 8 Visualización
- 9 Referencias**



# Referencias



AQUAGRUM



Aquagrump Ingenieros



aquagrump.ingenieros@gmail.com



Aquagrump Ingenieros

<https://aquagrump-ingenieros.web.app>





lgutierrezlf@gmail.com

