

Probabilidad y Estadística con Python

¿Qué es la Estadística?

La estadística suele ser definida como la ciencia de aprender de los datos o como la ciencia de obtener conclusiones en la presencia de incertidumbre. Se relaciona principalmente con la recolección, análisis e interpretación de datos, así como también con la efectiva comunicación y presentación de los resultados basados en esos datos. Como por datos entendemos a cualquier clase de información grabada, la estadística juega un rol importante en muchas disciplinas científicas.

La estadística suele ser dividida en dos grandes ramas:

La estadística descriptiva: La cual se dedica a recolectar, ordenar, analizar y representar a un conjunto de datos, con el fin de describir apropiadamente las características de este. Calcula los parámetros estadísticos que describen el conjunto estudiado. Algunas de las herramientas que utiliza son gráficos, medidas de frecuencias, medidas de centralización, medidas de posición, medidas de dispersión, entre otras.

La estadística inferencial: La cual estudia cómo sacar conclusiones generales para toda la población a partir del estudio de una muestra, y el grado de fiabilidad o significación de los resultados obtenidos. Sus principales herramientas son el muestreo, la estimación de parámetros y el contraste de hipótesis.

Conceptos básicos de la estadística descriptiva

En [estadística descriptiva](#) se utilizan distintas medidas para intentar describir las propiedades de nuestros datos, algunos de los conceptos básicos, son:

- **Media aritmética:** La [media aritmética](#) es el valor obtenido al sumar todos los [datos](#) y dividir el resultado entre el número total elementos. Se suele representar con la letra griega μ . Si tenemos una [muestra](#) de n valores, x_i , la *media aritmética*, μ , es la suma de los valores divididos por el número de elementos; en otras palabras: $\mu = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$
- **Desviación respecto a la media:** La desviación respecto a la media es la diferencia en valor absoluto entre cada valor de la variable estadística y la media aritmética. $D_i = |x_i - \mu|$
- **Varianza:** La [varianza](#) es la media aritmética del cuadrado de las desviaciones respecto a la media de una distribución estadística. La varianza intenta describir la dispersión de los [datos](#). Se representa como σ^2 . $\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}$
- **Desviación típica:** La [desviación típica](#) es la raíz cuadrada de la varianza. Se representa con la letra griega σ . $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}}$
- **Moda:** La [moda](#) es el valor que tiene mayor frecuencia absoluta. Se representa con M_0
- **Mediana:** La [mediana](#) es el valor que ocupa el lugar central de todos los datos cuando éstos están ordenados de menor a mayor. Se representa con \tilde{x} .

Ejemplos en Python

Calcular los principales indicadores de la [estadística descriptiva](#) con [Python](#) es muy fácil!.

In [3]:

```
# Ejemplos de estadística descriptiva con python

import numpy as np # importando numpy
from scipy import stats # importando scipy.stats
import pandas as pd # importando pandas

np.random.seed(2131982) # para poder replicar el random
```

In [6]:

```
datos = np.random.randn(1, 240) # datos normalmente distribuidos
datos
```

Out [6]:

```
array([[ 3.37845735, -0.62283565, -0.47535975, -1.16048976, -0.75230959,
        -1.02773202,  0.89032644, -0.01665677, -0.74188939,  0.17423645,
        -0.32335295, -1.24209569, -0.74711227,  0.56138094,  0.12171755,
        0.78724589, -0.33630745,  0.57156945, -0.8963711 ,  1.07938671,
        -0.60323096, -0.3906286 ,  0.37563184, -0.07654127, -1.12180621,
        0.23726097,  1.04278369,  0.27436174, -0.74860801,  1.56607369,
        -0.69640236,  0.91988538, -0.39403564,  0.67869481, -0.17896859,
        1.5404064 , -0.60331578, -0.94487518,  1.16154966, -0.82017736,
        0.31853599,  1.16466676,  0.76689068, -0.96796701, -0.59547803,
        1.3294564 ,  0.3317116 ,  0.13346594, -0.97683953,  0.2257734 ,
        3.07956285,  1.32529782,  1.88349095, -0.9204549 , -1.2934461 ,
        -1.97658254,  3.32278344, -0.68740069,  0.04924557, -1.21955977,
        -0.50169917,  0.32205951,  0.83030543,  0.615787 , -1.21686892,
        0.54047178, -1.69755411, -0.74117891,  0.73429395,  1.04029574,
        0.33328872, -0.54916917,  2.18339138,  1.24352046, -0.3795665 ,
        1.32617934, -0.39444365,  1.74778894,  2.28823972, -0.84503403,
        1.68255079, -0.09015479,  0.21793748,  0.90613417,  1.35911887,
        -0.44093268,  0.39658109,  0.17806166,  0.1868147 ,  0.41801055,
        -0.43880657,  1.042318 , -1.39810701,  0.77768089, -0.51176942,
        1.84371331,  1.03088943, -0.44618167, -0.3203405 ,  0.24542518,
        0.94715919,  1.13545295,  0.53377448,  1.73364565, -0.4659909 ,
        0.819192 ,  1.02321564,  1.75097843,  1.12090212, -1.63042817,
        -1.19745795, -0.83256852,  0.47638136,  0.03397963,  0.8768321 ,
        -0.71502787,  1.52156366, -0.14351304,  1.37496395,  0.74594722,
        -0.49705669,  0.90247693, -1.12480279,  0.25143554,  1.11047217,
        0.51248679,  0.35116073, -0.16927414,  0.70919697, -0.96463612,
        1.47245747,  0.82993958,  0.04793406,  0.21135732, -0.38420114,
        -1.53279871,  0.93041634,  0.83142291, -1.20520925, -0.02632491,
        0.06236853, -0.18264138,  0.7671347 , -1.17057847,  0.02840703,
        -0.84312348, -0.67497035, -0.93362458,  0.12469038,  0.47517556,
        -0.02150629, -1.72642902,  0.42998819, -0.60080449,  0.43327599,
        0.91891735,  1.61022513,  0.06697059,  0.68942612, -0.13726942,
        -0.43699239,  1.19964114, -0.31827536, -0.18968136, -0.38625387,
        1.32794236,  1.42768421, -0.03642475, -0.86925355, -1.11643357,
        0.44516456, -0.16758724,  0.64768661, -2.02221938,  0.96541629,
        -1.49173957, -0.45718037,  1.41846255, -0.43459049, -2.91044933,
        0.28083014, -0.65013593,  0.01784339, -0.9935944 , -1.19219755,
        1.09928096,  0.18362004, -2.91519493, -0.43784876,  0.13067866,
        0.52090195,  2.48181744, -0.32011815,  0.74416568,  0.36709923,
        -0.68416574,  0.2470434 , -0.72974401,  2.46445574, -0.0433496 ,
        -0.28160032,  0.8144112 , -1.74536153, -0.9837709 , -1.73163775,
        -0.75177137,  0.20066499, -2.0904364 ,  1.30005215,  0.87871813,
        0.27292888,  0.85594414, -1.37384418, -0.68223386,  0.77744306,
        -1.77865256,  1.37573592, -1.96323636,  0.58177316,  0.54713451,
        0.06953377,  0.82846186,  0.01096958,  1.00907413,  0.81494417,
        0.22111735, -0.01016808, -0.85616798,  1.10442716, -0.63118718,
        -0.64318201, -1.08458779, -0.22250778,  0.84896913, -0.41117162,
        0.49147111,  0.10148874,  0.57165461,  0.46285193,  0.62187536]])
```

In [7]:

```
# media aritmetica
datos.mean() # Calcula la media aritmetica de
```

Out [7]:

0.10258162043530798

In [5]:

```
np.mean(241) # Mismo resultado desde la funcion de numpy
```

Out [5]:

241.0

In [5]:

```
datos.mean(axis=1) # media aritmetica de cada fila
```

Out [5]:

```
array([-0.47228757, -0.40416312,  0.71199682, -0.33806709, -0.23679421])
```

In [6]:

```
datos.mean(axis=0) # media aritmetica de cada columna
```

Out[6]:

```
array([ 0.0791985 , -0.61180267,  0.23061642, -0.2894644 ])
```

In [7]:

```
# mediana
np.median(datos)
```

Out[7]:

```
-0.23234258265023794
```

In [8]:

```
np.median(datos, 0) # media aritmetica de cada columna
```

Out[8]:

```
array([-0.1074033 , -0.88138082, -0.34466623, -0.18148302])
```

In [9]:

```
# Desviación típica
np.std(datos)
```

Out[9]:

```
0.73755354584071608
```

In [10]:

```
np.std(datos, 0) # Desviación típica de cada columna
```

Out[10]:

```
array([ 0.58057213,  0.78352862,  0.87384108,  0.17682485])
```

In [11]:

```
# varianza
np.var(datos)
```

Out[11]:

```
0.54398523298221324
```

In [12]:

```
np.var(datos, 0) # varianza de cada columna
```

Out[12]:

```
array([ 0.337064 ,  0.6139171 ,  0.76359823,  0.03126703])
```

In [13]:

```
# moda
stats.mode(datos) # Calcula la moda de cada columna
# el 2do array devuelve la frecuencia.
```

Out[13]:

```
(array([[ -0.76959435, -1.37414587, -0.62681496, -0.63329028]]),
 array([[ 1.,  1.,  1.,  1.]])
```

In [4]:

```
datos2 = np.array([1, 2, 3, 6, 6, 1, 2, 4, 2, 2, 6, 6, 8, 10, 6])
stats.mode(datos2) # aqui la moda es el 6 porque aparece 5 veces en el vector.
```

Out[4]:

```
ModeResult(mode=array([6]), count=array([5]))
```

Practica :

Generar un modelo que me permita simular el uso de recursos de los hospitales por cada una de las provincias, para ello obtener la informacion revisada en la practica de investigacion y tomar como ejemplo la practica de simulacion de atencion de paciente del COVID revisada en clase. Lo que se busca es poder generar graficos de uso de recursos:

- Costos (Generar un aproximacion de cuanto se invierte para atender a un paciente con COVID)
- Personal (Aproximacion del uso del personal por paciente, o el hospital)
- Camas
- Equipos/Insumos medicos (Obtener una aproximacion del uso de equipos medicos)
- Pacientes (Informacion obtenida desde el ministerio de salud - validar con el porcentual del tipo de paciente [ninio 10%, adulto 30%, riesgo 60%]) - Hospitalizacion 80%, Otros 20%

Para ello deberan generar un modelo lo mas cercano a la realidad, y con ayuda de la estadistica descriptiva ajustar los valores. Es importante tener como datos de entrada el dia y el numero de pacientes.

Finalmente validar el modelo con lo la realidad del pais (Investigar en base al tema el uso de los recursos publicos)

In [26]:

```
import simpy
import random
import matplotlib.pyplot as pp
import numpy as np
from scipy import stats # importando scipy.stats
import pandas as pd # importando pandas

%matplotlib inline

#PARAMETROS
datos = np.random.randn(1, 240) #datos para los infectados
hospitalesC = 2
hospiA = 153
hospiB = 120
hperA = 85
hperB = 34
heqA = 8
heqB = 6
inic_infect = 41
taza_crec = abs(int(datos.mean()*100)) #calculo la media para la tasa de crecimiento
print('La tasa de crecimiento es ',taza_crec)
dias_hosp = 10
dias_personal = 5
dias_equipo = 3
simulacion_dias = 20
costo = 539

#Diccionario para almacenar los resultados
recuperados={}
fallecidos={}
jovenes={}
adultos={}
riesgo={}
equipos_usados=[]
camas_usadas=[]
personal_usado=[]
```

```

class Hospital(object):
    #constructor
    def __init__(self, env, num_cama,num_personal,num_equipos, name):
        self.env = env
        self.num_cama = num_cama
        self.num_personal=num_personal
        self.num_equipos=num_equipos
        self.camas = simpy.Resource(env, num_cama)
        self.personal = simpy.Resource(env, num_personal)
        self.equipos = simpy.Resource(env, num_equipos)
        self.name = name

    def ingresa_paciente(self, paciente):
        yield self.env.timeout(random.randint(dias_hosp-5, dias_hosp+5))
        print("El paciente recibe una cama: ", paciente, " al tiempo: ", self.env.now, " hospital "
, self.name)
    def personal_paciente(self, paciente):
        yield self.env.timeout(random.randint(dias_personal-3, dias_personal+3))
        print("El paciente recibe al personal: ", paciente, " al tiempo: ", self.env.now, " hospita
l ", self.name)
    def equipo_paciente(self, paciente):
        yield self.env.timeout(random.randint(dias_equipo-1, dias_equipo+1))
        print("El paciente Recibe equipos: ", paciente, " al tiempo: ", self.env.now, " hospital ",
self.name)
def llegada_paciente(env, hospital, paciente):
    arrive = env.now
    estado = random.randint(1,100)
    if (estado <= 10 and estado > 0):
        jovenes[env.now] = jovenes[env.now] + 1 if env.now in jovenes else 1

    with hospital.camas.request() as cama:
        dias_esperando = random.randint(1,3) #Numero de dias maximo que puede esperar sin ser a
signado a una cama dentro del hospital
        requerimiento = yield cama | env.timeout(dias_esperando) #Asignar un tiempo de espera
        wait = env.now - arrive
        if cama in requerimiento:
            print("Al paciente: ", paciente, " se le asigna una CAMA ", " hospital " , hospital
.name)

            yield env.process(hospital.ingresa_paciente(paciente))
            arrive2 = env.now
            camas_usadas.append(1)
            with hospital.personal.request() as persona:
                dias_esperando_personal = random.randint(1,2)
                requerimiento2 = yield persona | env.timeout(dias_esperando_personal)
                wait2 = env.now - arrive2
                if persona in requerimiento2:
                    print("Al paciente: ", paciente, " recibe al personal ", " hospital " ,
hospital.name)

                    yield env.process(hospital.personal_paciente(paciente))
                    arrive3 = env.now
                    personal_usado.append(1)
                    with hospital.equipos.request() as equipo:
                        dias_esperando_equipo = random.randint(1,2)
                        requerimiento3 = yield equipo | env.timeout(dias_esperando_equipo)
                        wait3 = env.now - arrive3
                        if equipo in requerimiento3:
                            print("Al paciente: ", paciente, " se le asignan equipos ", " hospi
al " , hospital.name)

                            yield env.process(hospital.equipo_paciente(paciente))
                            estado = random.randint(1,100)
                            equipos_usados.append(1)
                            if (estado < 8) :
                                print('Paciente fallece')
                                fallecidos[env.now] = fallecidos[env.now] + 1 if env.now in fall
cidos else 1

                            else:
                                print('Paciente se recupera')
                                recuperados[env.now] = recuperados[env.now] + 1 if env.now in re
uperados else 1

                            else:
                                print("El paciente " , paciente, " en el hospital " , hospital.name,
" espero ", wait3 , " dias y fallece no hubo Equipo")
                                fallecidos[env.now] = fallecidos[env.now] + 1 if env.now in
fallecidos else 1

                                else:

```

```

        print("El paciente " , paciente, " en el hospital ", hospital.name, " espero
", wait2 , " dias y fallece no hubo personal")
        fallecidos[env.now] = fallecidos[env.now] + 1 if env.now in fallecidos else
1

    else:
        print("El paciente " , paciente, " en el hospital ", hospital.name, " espero ", wai
t , " dias y fallece no hay camas")
        fallecidos[env.now] = fallecidos[env.now] + 1 if env.now in fallecidos else 1

if (estado <= 30 and estado >= 11):
    adultos[env.now] = adultos[env.now] + 1 if env.now in adultos else 1

with hospital.camras.request() as cama:
    dias_esperando = random.randint(1,3)
    requerimiento = yield cama | env.timeout(dias_esperando)
    wait = env.now - arrive
    if cama in requerimiento:
        print("El paciente: ", paciente, " tiene una CAMA ", " hospital " , hospital.name)
        yield env.process(hospital.ingresa_paciente(paciente))
        arrive2 = env.now
        camas_usadas.append(1)
        with hospital.personal.request() as persona:
            dias_esperando_personal = random.randint(1,2)
            requerimiento2 = yield persona | env.timeout(dias_esperando_personal)
            wait2 = env.now - arrive2
            if persona in requerimiento2:
                print("El paciente: ", paciente, " es atendido por el personal ", "
hospital " , hospital.name)
                yield env.process(hospital.personal_paciente(paciente))
                arrive3 = env.now
                personal_usado.append(1)
                with hospital.equipo.request() as equipo:
                    dias_esperando_equipo = random.randint(1,2)
                    requerimiento3 = yield equipo | env.timeout(dias_esperando_equipo)
                    wait3 = env.now - arrive3
                    if equipo in requerimiento3:
                        print("El paciente: ", paciente, " tiene equipos ", " hospital " ,
ospital.name)
                        yield env.process(hospital.equipo_paciente(paciente))
                        estado = random.randint(1,100)
                        equipos_usados.append(1)
                        if (estado < 8) :
                            print('Paciente fallece')
                            fallecidos[env.now] = fallecidos[env.now] + 1 if env.now in fal
cidos else 1
                        else:
                            print('Paciente se recupera')
                            recuperados[env.now] = recuperados[env.now] + 1 if env.now in re
uperados else 1
                        else:
                            print("El paciente " , paciente, " en el hospital ", hospital.name,
" espero ", wait3 , " dias y fallece no hubo Equipo")
                            fallecidos[env.now] = fallecidos[env.now] + 1 if env.now in
fallecidos else 1
                    else:
                        print("El paciente " , paciente, " en el hospital ", hospital.name, " espero
", wait2 , " dias y fallece no hubo personal")
                        fallecidos[env.now] = fallecidos[env.now] + 1 if env.now in fallecidos else
1
                else:
                    print("El paciente " , paciente, " en el hospital ", hospital.name, " espero ", wai
t , " dias y fallece no hay camas")
                    fallecidos[env.now] = fallecidos[env.now] + 1 if env.now in fallecidos else 1

if (estado <= 100 and estado >= 31):
    riesgo[env.now] = riesgo[env.now] + 1 if env.now in riesgo else 1

with hospital.camras.request() as cama:

```

```

dias_esperando = random.randint(1,3)
requerimiento = yield cama | env.timeout(dias_esperando)
wait = env.now - arrive
if cama in requerimiento:
    print("El paciente: ", paciente, " tiene una CAMA ", " hospital " , hospital.name)
    yield env.process(hospital.ingresa_paciente(paciente))
    arrive2 = env.now
    camas_usadas.append(1)
    with hospital.personal.request() as persona:
        dias_esperando_personal = random.randint(1,2)
        requerimiento2 = yield persona | env.timeout(dias_esperando_personal)
        wait2 = env.now - arrive2
        if persona in requerimiento2:
            print("El paciente: ", paciente, " es atendido por el personal ", "
hospital " , hospital.name)
            yield env.process(hospital.personal_paciente(paciente))
            arrive3 = env.now
            personal_usado.append(1)
            with hospital.equipo.request() as equipo:
                dias_esperando_equipo = random.randint(1,2)
                requerimiento3 = yield equipo | env.timeout(dias_esperando_equipo)
                wait3 = env.now - arrive3
                if equipo in requerimiento3:
                    print("El paciente: ", paciente, " tiene equipos ", " hospital " ,
ospital.name)
                    yield env.process(hospital.equipo_paciente(paciente))
                    estado = random.randint(1,100)
                    equipos_usados.append(1)
                    if (estado < 8) :
                        print('Paciente fallece')
                        fallecidos[env.now] = fallecidos[env.now] + 1 if env.now in fallecidos else 1
                    else:
                        print('Paciente se recupera')
                        recuperados[env.now] = recuperados[env.now] + 1 if env.now in recuperados else 1
                    else:
                        print("El paciente " , paciente, " en el hospital " , hospital.name, " espero " , wait3 , " dias y fallece no hubo Equipo")
                        fallecidos[env.now] = fallecidos[env.now] + 1 if env.now in fallecidos else 1
                    else:
                        print("El paciente " , paciente, " en el hospital " , hospital.name, " espero " , wait2 , " dias y fallece no hubo personal")
                        fallecidos[env.now] = fallecidos[env.now] + 1 if env.now in fallecidos else 1
                    else:
                        print("El paciente " , paciente, " en el hospital " , hospital.name, " espero " , wait , " dias y fallece no hay camas")
                        fallecidos[env.now] = fallecidos[env.now] + 1 if env.now in fallecidos else 1

def ejecutar(env, tasa_crecimiento, infectados):
    hospitalA = Hospital(env, hospiA,hperA,heqA, "IESS")
    hospitalB = Hospital(env, hospiB,hperB,heqB, "Publico")
    for i in range(infectados):
        asignar_hospital(env, hospitalA, hospitalB, i)
    paciente = infectados
    while True:
        yield env.timeout(1)
        for i in range(tasa_crecimiento):
            paciente += 1
            asignar_hospital(env, hospitalA, hospitalB, paciente)

def asignar_hospital(env, hospitalA, hospitalB, paciente):
    hosp_esc = random.randint(1,2)
    if (hosp_esc == 1):
        print("Llega paciente nuevo : ", paciente, " hospital IESS tiempo " , env.now)
        env.process(llegada_paciente(env, hospitalA, paciente))
    else:
        print("Llega paciente nuevo : ", paciente, " hospital Publico tiempo " , env.now)
        env.process(llegada_paciente(env, hospitalB, paciente))

```

```

print("Simulacion COVID 19 en CAÑAR")
env=simpy.Environment()
env.process(ejecutar(env,taza_cred, inic_infect))
env.run(until=simulacion_dias)

print("Pacientes Recuperados: ")
print(recuperados)
print("Pacientes Fallecidos: ")
print(fallecidos)

datos=sorted(recuperados.items())
x, y =zip(*datos)
pp.plot(x,y,linewidth=2,color='green')
pp.scatter(x,y,color='black')
pp.title("Dias x Personas Recuperadas")
pp.grid(True)
pp.show()

if (fallecidos):
    datos=sorted(fallecidos.items())
    x, y =zip(*datos)
    pp.plot(x,y,linewidth=2,color='red')
    pp.scatter(x,y,color='blue')
    pp.title("Personas Fallecidas x dias en Hospital")
    pp.grid(True)
    pp.show()
if (jovenes):
    datos=sorted(jovenes.items())
    x, y =zip(*datos)
    pp.plot(x,y,linewidth=2,color='orange')
    pp.scatter(x,y,color='green')
    pp.title("Jovenes x dias en Hospital")
    pp.grid(True)
    pp.show()
if (adultos):
    datos=sorted(adultos.items())
    x, y =zip(*datos)
    pp.plot(x,y,linewidth=2,color='pink')
    pp.scatter(x,y,color='brown')
    pp.title("Adultos x dias en Hospital")
    pp.grid(True)
    pp.show()
if (riesgo):
    datos=sorted(riesgo.items())
    x, y =zip(*datos)
    pp.plot(x,y,linewidth=2,color='red')
    pp.scatter(x,y,color='green')
    pp.title("Riesgo x dias en Hospital")
    pp.grid(True)
    pp.show()

```

```

La taza de crecimiento es 1
Simulacion COVID 19 en CAÑAR
Llega paciente nuevo : 0 hospital IESS tiempo 0
Llega paciente nuevo : 1 hospital Publico tiempo 0
Llega paciente nuevo : 2 hospital Publico tiempo 0
Llega paciente nuevo : 3 hospital Publico tiempo 0
Llega paciente nuevo : 4 hospital IESS tiempo 0
Llega paciente nuevo : 5 hospital IESS tiempo 0
Llega paciente nuevo : 6 hospital Publico tiempo 0
Llega paciente nuevo : 7 hospital Publico tiempo 0
Llega paciente nuevo : 8 hospital Publico tiempo 0
Llega paciente nuevo : 9 hospital IESS tiempo 0
Llega paciente nuevo : 10 hospital IESS tiempo 0
Llega paciente nuevo : 11 hospital IESS tiempo 0
Llega paciente nuevo : 12 hospital IESS tiempo 0
Llega paciente nuevo : 13 hospital IESS tiempo 0
Llega paciente nuevo : 14 hospital Publico tiempo 0
Llega paciente nuevo : 15 hospital IESS tiempo 0
Llega paciente nuevo : 16 hospital IESS tiempo 0
Llega paciente nuevo : 17 hospital IESS tiempo 0
Llega paciente nuevo : 18 hospital IESS tiempo 0
Llega paciente nuevo : 19 hospital IESS tiempo 0
Llega paciente nuevo : 20 hospital Publico tiempo 0
Llega paciente nuevo : 21 hospital Publico tiempo 0
Llega paciente nuevo : 22 hospital Publico tiempo 0

```


Llega paciente nuevo : 23 hospital Publico tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 24 hospital IESS tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 25 hospital Publico tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 26 hospital IESS tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 27 hospital IESS tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 28 hospital Publico tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 29 hospital IESS tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 30 hospital Publico tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 31 hospital Publico tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 32 hospital Publico tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 33 hospital Publico tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 34 hospital IESS tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 35 hospital IESS tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 36 hospital Publico tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 37 hospital Publico tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 38 hospital IESS tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 39 hospital IESS tiempo 0
 Llega paciente nuevo : 40 hospital Publico tiempo 0
 El paciente: 0 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 1 tiene una CAMA hospital Publico
 El paciente: 2 tiene una CAMA hospital Publico
 El paciente: 3 tiene una CAMA hospital Publico
 El paciente: 4 tiene una CAMA hospital IESS
 Al paciente: 5 se le asigna una CAMA hospital IESS
 El paciente: 6 tiene una CAMA hospital Publico
 Al paciente: 7 se le asigna una CAMA hospital Publico
 El paciente: 8 tiene una CAMA hospital Publico
 El paciente: 9 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 10 tiene una CAMA hospital IESS
 Al paciente: 11 se le asigna una CAMA hospital IESS
 El paciente: 12 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 13 tiene una CAMA hospital IESS
 Al paciente: 14 se le asigna una CAMA hospital Publico
 El paciente: 15 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 16 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 17 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 18 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 19 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 20 tiene una CAMA hospital Publico
 El paciente: 21 tiene una CAMA hospital Publico
 El paciente: 22 tiene una CAMA hospital Publico
 El paciente: 23 tiene una CAMA hospital Publico
 El paciente: 24 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 25 tiene una CAMA hospital Publico
 El paciente: 26 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 27 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 28 tiene una CAMA hospital Publico
 El paciente: 29 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 30 tiene una CAMA hospital Publico
 Al paciente: 31 se le asigna una CAMA hospital Publico
 El paciente: 32 tiene una CAMA hospital Publico
 El paciente: 33 tiene una CAMA hospital Publico
 El paciente: 34 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 35 tiene una CAMA hospital IESS
 Al paciente: 36 se le asigna una CAMA hospital Publico
 El paciente: 37 tiene una CAMA hospital Publico
 El paciente: 38 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 39 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 40 tiene una CAMA hospital Publico
 Llega paciente nuevo : 42 hospital IESS tiempo 1
 El paciente: 42 tiene una CAMA hospital IESS
 Llega paciente nuevo : 43 hospital IESS tiempo 2
 El paciente: 43 tiene una CAMA hospital IESS
 Llega paciente nuevo : 44 hospital Publico tiempo 3
 El paciente: 44 tiene una CAMA hospital Publico
 Llega paciente nuevo : 45 hospital IESS tiempo 4
 Al paciente: 45 se le asigna una CAMA hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 6 al tiempo: 5 hospital Publico
 El paciente recibe una cama: 12 al tiempo: 5 hospital IESS
 Llega paciente nuevo : 46 hospital Publico tiempo 5
 Al paciente: 46 se le asigna una CAMA hospital Publico
 El paciente: 6 es atendido por el personal hospital Publico
 El paciente: 12 es atendido por el personal hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 11 al tiempo: 6 hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 13 al tiempo: 6 hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 39 al tiempo: 6 hospital IESS
 Llega paciente nuevo : 47 hospital Publico tiempo 6

El paciente: 47 tiene una CAMA hospital Publico
 Al paciente: 11 recibe al personal hospital IESS
 El paciente: 13 es atendido por el personal hospital IESS
 El paciente: 39 es atendido por el personal hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 10 al tiempo: 7 hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 19 al tiempo: 7 hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 25 al tiempo: 7 hospital Publico
 El paciente recibe una cama: 26 al tiempo: 7 hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 35 al tiempo: 7 hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 40 al tiempo: 7 hospital Publico
 Llega paciente nuevo : 48 hospital IESS tiempo 7
 El paciente: 48 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 10 es atendido por el personal hospital IESS
 El paciente: 19 es atendido por el personal hospital IESS
 El paciente: 25 es atendido por el personal hospital Publico
 El paciente: 26 es atendido por el personal hospital IESS
 El paciente: 35 es atendido por el personal hospital IESS
 El paciente: 40 es atendido por el personal hospital Publico
 El paciente recibe una cama: 0 al tiempo: 8 hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 2 al tiempo: 8 hospital Publico
 El paciente recibe una cama: 4 al tiempo: 8 hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 5 al tiempo: 8 hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 7 al tiempo: 8 hospital Publico
 El paciente recibe una cama: 15 al tiempo: 8 hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 21 al tiempo: 8 hospital Publico
 El paciente recibe una cama: 42 al tiempo: 8 hospital IESS
 El paciente recibe al personal: 6 al tiempo: 8 hospital Publico
 El paciente recibe al personal: 39 al tiempo: 8 hospital IESS
 Llega paciente nuevo : 49 hospital IESS tiempo 8
 El paciente: 49 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 0 es atendido por el personal hospital IESS
 El paciente: 2 es atendido por el personal hospital Publico
 El paciente: 4 es atendido por el personal hospital IESS
 Al paciente: 5 recibe al personal hospital IESS
 Al paciente: 7 recibe al personal hospital Publico
 El paciente: 15 es atendido por el personal hospital IESS
 El paciente: 21 es atendido por el personal hospital Publico
 El paciente: 42 es atendido por el personal hospital IESS
 El paciente: 6 tiene equipos hospital Publico
 El paciente: 39 tiene equipos hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 27 al tiempo: 9 hospital IESS
 El paciente recibe al personal: 11 al tiempo: 9 hospital IESS
 El paciente recibe al personal: 26 al tiempo: 9 hospital IESS
 El paciente recibe al personal: 35 al tiempo: 9 hospital IESS
 Llega paciente nuevo : 50 hospital IESS tiempo 9
 El paciente: 50 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 27 es atendido por el personal hospital IESS
 Al paciente: 11 se le asignan equipos hospital IESS
 El paciente: 26 tiene equipos hospital IESS
 El paciente: 35 tiene equipos hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 16 al tiempo: 10 hospital IESS
 El paciente recibe una cama: 23 al tiempo: 10 hospital Publico
 El paciente recibe una cama: 37 al tiempo: 10 hospital Publico
 El paciente recibe al personal: 10 al tiempo: 10 hospital IESS
 El paciente recibe al personal: 0 al tiempo: 10 hospital IESS
 El paciente recibe al personal: 21 al tiempo: 10 hospital Publico
 El paciente Recibe equipos: 6 al tiempo: 10 hospital Publico
 Llega paciente nuevo : 51 hospital IESS tiempo 10
 Paciente se recupera
 El paciente: 51 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 16 es atendido por el personal hospital IESS
 El paciente: 23 es atendido por el personal hospital Publico
 El paciente: 37 es atendido por el personal hospital Publico
 El paciente: 10 tiene equipos hospital IESS
 El paciente: 0 tiene equipos hospital IESS
 El paciente: 21 tiene equipos hospital Publico
 El paciente: 6 tiene una CAMA hospital Publico
 El paciente recibe una cama: 20 al tiempo: 11 hospital Publico
 El paciente recibe una cama: 28 al tiempo: 11 hospital Publico
 El paciente recibe una cama: 29 al tiempo: 11 hospital IESS
 El paciente recibe al personal: 13 al tiempo: 11 hospital IESS
 El paciente recibe al personal: 25 al tiempo: 11 hospital Publico
 El paciente recibe al personal: 4 al tiempo: 11 hospital IESS
 El paciente Recibe equipos: 11 al tiempo: 11 hospital IESS
 El paciente Recibe equipos: 35 al tiempo: 11 hospital IESS
 Llega paciente nuevo : 52 hospital Publico tiempo 11
 Paciente se recupera

Paciente se recupera

El paciente: 52 tiene una CAMA hospital Publico
El paciente: 20 es atendido por el personal hospital Publico
El paciente: 28 es atendido por el personal hospital Publico
El paciente: 29 es atendido por el personal hospital IESS
El paciente: 13 tiene equipos hospital IESS
El paciente: 25 tiene equipos hospital Publico
El paciente: 4 tiene equipos hospital IESS
El paciente: 11 tiene una CAMA hospital IESS
El paciente recibe una cama: 3 al tiempo: 12 hospital Publico
El paciente recibe una cama: 8 al tiempo: 12 hospital Publico
El paciente recibe una cama: 14 al tiempo: 12 hospital Publico
El paciente recibe una cama: 18 al tiempo: 12 hospital IESS
El paciente recibe una cama: 45 al tiempo: 12 hospital IESS
El paciente recibe al personal: 7 al tiempo: 12 hospital Publico
El paciente recibe al personal: 42 al tiempo: 12 hospital IESS
El paciente Recibe equipos: 39 al tiempo: 12 hospital IESS
El paciente recibe al personal: 27 al tiempo: 12 hospital IESS
El paciente Recibe equipos: 26 al tiempo: 12 hospital IESS
Llega paciente nuevo : 53 hospital IESS tiempo 12

Paciente se recupera

Paciente se recupera

El paciente: 53 tiene una CAMA hospital IESS
El paciente: 3 es atendido por el personal hospital Publico
El paciente: 8 es atendido por el personal hospital Publico
El paciente: 14 recibe al personal hospital Publico
El paciente: 18 es atendido por el personal hospital IESS
Al paciente: 45 recibe al personal hospital IESS
Al paciente: 7 se le asignan equipos hospital Publico
El paciente: 42 tiene equipos hospital IESS
El paciente: 39 tiene una CAMA hospital IESS
El paciente: 27 tiene equipos hospital IESS
El paciente recibe una cama: 9 al tiempo: 13 hospital IESS
El paciente recibe una cama: 22 al tiempo: 13 hospital Publico
El paciente recibe una cama: 33 al tiempo: 13 hospital Publico
El paciente recibe al personal: 12 al tiempo: 13 hospital IESS
El paciente recibe al personal: 2 al tiempo: 13 hospital Publico
El paciente recibe al personal: 5 al tiempo: 13 hospital IESS
El paciente Recibe equipos: 21 al tiempo: 13 hospital Publico
El paciente Recibe equipos: 25 al tiempo: 13 hospital Publico
Llega paciente nuevo : 54 hospital Publico tiempo 13

Paciente se recupera

Paciente se recupera

El paciente: 54 tiene una CAMA hospital Publico
El paciente: 9 es atendido por el personal hospital IESS
El paciente: 22 es atendido por el personal hospital Publico
El paciente: 33 es atendido por el personal hospital Publico
El paciente: 12 tiene equipos hospital IESS
El paciente: 2 tiene equipos hospital Publico
Al paciente: 5 se le asignan equipos hospital IESS
El paciente recibe una cama: 1 al tiempo: 14 hospital Publico
El paciente recibe una cama: 30 al tiempo: 14 hospital Publico
El paciente recibe una cama: 31 al tiempo: 14 hospital Publico
El paciente recibe una cama: 34 al tiempo: 14 hospital IESS
El paciente recibe una cama: 38 al tiempo: 14 hospital IESS
El paciente recibe una cama: 43 al tiempo: 14 hospital IESS
El paciente recibe al personal: 40 al tiempo: 14 hospital Publico
El paciente recibe al personal: 15 al tiempo: 14 hospital IESS
El paciente Recibe equipos: 10 al tiempo: 14 hospital IESS
El paciente Recibe equipos: 0 al tiempo: 14 hospital IESS
El paciente Recibe equipos: 13 al tiempo: 14 hospital IESS
El paciente recibe al personal: 14 al tiempo: 14 hospital Publico
El paciente recibe al personal: 18 al tiempo: 14 hospital IESS
El paciente Recibe equipos: 7 al tiempo: 14 hospital Publico
Llega paciente nuevo : 55 hospital Publico tiempo 14

Paciente se recupera

Paciente se recupera

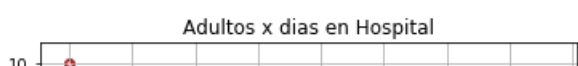
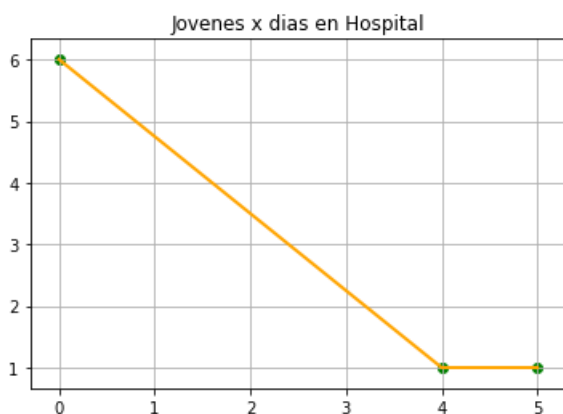
Paciente fallece

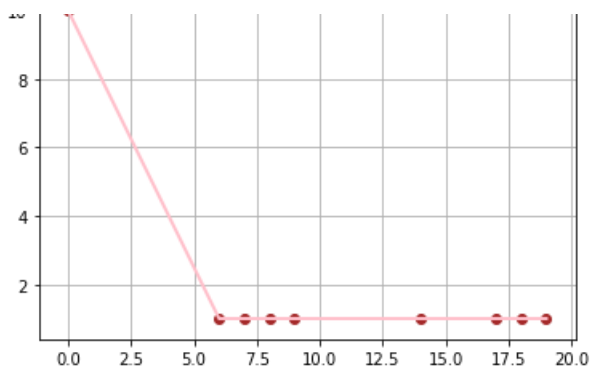
Paciente fallece

El paciente: 55 tiene una CAMA hospital Publico
El paciente: 1 es atendido por el personal hospital Publico
El paciente: 30 es atendido por el personal hospital Publico
Al paciente: 31 recibe al personal hospital Publico
El paciente: 34 es atendido por el personal hospital IESS
El paciente: 38 es atendido por el personal hospital IESS
El paciente: 43 es atendido por el personal hospital IESS
El paciente: 40 tiene equipos hospital Publico

El paciente: 0 tiene una CAMA hospital IESS
Al paciente: 14 se le asignan equipos hospital Publico
El paciente: 15 tiene equipos hospital IESS
El paciente: 18 tiene equipos hospital IESS
El paciente recibe una cama: 17 al tiempo: 15 hospital IESS
El paciente recibe una cama: 24 al tiempo: 15 hospital IESS
El paciente recibe una cama: 32 al tiempo: 15 hospital Publico
El paciente recibe una cama: 36 al tiempo: 15 hospital Publico
El paciente recibe al personal: 19 al tiempo: 15 hospital IESS
El paciente recibe una cama: 6 al tiempo: 15 hospital Publico
El paciente Recibe equipos: 4 al tiempo: 15 hospital IESS
El paciente recibe al personal: 45 al tiempo: 15 hospital IESS
El paciente Recibe equipos: 42 al tiempo: 15 hospital IESS
Llega paciente nuevo : 56 hospital IESS tiempo 15
Paciente se recupera
Paciente se recupera
El paciente: 56 tiene una CAMA hospital IESS
El paciente: 17 es atendido por el personal hospital IESS
El paciente: 24 es atendido por el personal hospital IESS
El paciente: 32 es atendido por el personal hospital Publico
Al paciente: 36 recibe al personal hospital Publico
El paciente: 19 tiene equipos hospital IESS
El paciente: 6 es atendido por el personal hospital Publico
Al paciente: 45 se le asignan equipos hospital IESS
El paciente recibe una cama: 44 al tiempo: 16 hospital Publico
El paciente recibe una cama: 47 al tiempo: 16 hospital Publico
El paciente recibe una cama: 49 al tiempo: 16 hospital IESS
El paciente recibe al personal: 16 al tiempo: 16 hospital IESS
El paciente Recibe equipos: 27 al tiempo: 16 hospital IESS
El paciente Recibe equipos: 12 al tiempo: 16 hospital IESS
El paciente Recibe equipos: 5 al tiempo: 16 hospital IESS
El paciente Recibe equipos: 40 al tiempo: 16 hospital Publico
Llega paciente nuevo : 57 hospital Publico tiempo 16
Paciente se recupera
Paciente fallece
Paciente se recupera
Paciente se recupera
El paciente: 57 tiene una CAMA hospital Publico
El paciente: 44 es atendido por el personal hospital Publico
El paciente: 47 es atendido por el personal hospital Publico
El paciente: 49 es atendido por el personal hospital IESS
El paciente: 16 tiene equipos hospital IESS
El paciente: 27 tiene una CAMA hospital IESS
El paciente: 5 tiene una CAMA hospital IESS
El paciente recibe al personal: 23 al tiempo: 17 hospital Publico
El paciente recibe al personal: 20 al tiempo: 17 hospital Publico
El paciente recibe al personal: 33 al tiempo: 17 hospital Publico
El paciente Recibe equipos: 2 al tiempo: 17 hospital Publico
El paciente recibe al personal: 30 al tiempo: 17 hospital Publico
El paciente Recibe equipos: 45 al tiempo: 17 hospital IESS
Llega paciente nuevo : 58 hospital Publico tiempo 17
Paciente se recupera
Paciente se recupera
El paciente: 58 tiene una CAMA hospital Publico
El paciente: 23 tiene equipos hospital Publico
El paciente: 20 tiene equipos hospital Publico
El paciente: 33 tiene equipos hospital Publico
El paciente: 30 tiene equipos hospital Publico
El paciente: 45 tiene una CAMA hospital IESS
El paciente recibe al personal: 37 al tiempo: 18 hospital Publico
El paciente recibe al personal: 29 al tiempo: 18 hospital IESS
El paciente recibe al personal: 3 al tiempo: 18 hospital Publico
El paciente Recibe equipos: 14 al tiempo: 18 hospital Publico
El paciente Recibe equipos: 15 al tiempo: 18 hospital IESS
El paciente Recibe equipos: 18 al tiempo: 18 hospital IESS
El paciente recibe al personal: 17 al tiempo: 18 hospital IESS
El paciente recibe al personal: 32 al tiempo: 18 hospital Publico
El paciente Recibe equipos: 19 al tiempo: 18 hospital IESS
Llega paciente nuevo : 59 hospital IESS tiempo 18
Paciente se recupera
Paciente fallece
Paciente se recupera
Paciente se recupera
El paciente: 59 tiene una CAMA hospital IESS
El paciente: 37 tiene equipos hospital Publico
El paciente: 29 tiene equipos hospital IESS
El paciente: 14 tiene una CAMA hospital Publico

El paciente: 18 tiene una CAMA hospital IESS
 El paciente: 17 tiene equipos hospital IESS
 El paciente: 3 tiene equipos hospital Publico
 El paciente recibe al personal: 28 al tiempo: 19 hospital Publico
 El paciente recibe una cama: 54 al tiempo: 19 hospital Publico
 El paciente recibe al personal: 9 al tiempo: 19 hospital IESS
 El paciente recibe al personal: 1 al tiempo: 19 hospital Publico
 El paciente recibe al personal: 34 al tiempo: 19 hospital IESS
 El paciente recibe al personal: 49 al tiempo: 19 hospital IESS
 El paciente Recibe equipos: 20 al tiempo: 19 hospital Publico
 Llega paciente nuevo : 60 hospital Publico tiempo 19
 Paciente se recupera
 El paciente: 60 tiene una CAMA hospital Publico
 El paciente: 54 es atendido por el personal hospital Publico
 El paciente: 9 tiene equipos hospital IESS
 El paciente: 34 tiene equipos hospital IESS
 El paciente: 49 tiene equipos hospital IESS
 El paciente: 32 tiene equipos hospital Publico
 Pacientes Recuperados:
 {10: 1, 11: 2, 12: 2, 13: 2, 14: 2, 15: 2, 16: 3, 17: 2, 18: 3, 19: 1}
 Pacientes Fallecidos:
 {14: 2, 16: 1, 18: 1}





Costos

In [28]:

```
costo1=(sum(camas_usadas)*(costo-200)) #se resta es valor por personas que no utilizan camas
costo2=(sum(personal_usado)*(costo-100)) #se resta ese valor por personas que no utilizan los
equipos
costo3=(sum(equipos_usados)*(costo))
total_costos=(costo1+costo2+costo3)
print("El Total en costo en 20 dias en Cañar es: ",total_costos)
```

El Total en costo en 20 dias en Cañar es: 46229

Conclusiones

- Por medio de la simulacion podemos aproximarnos a una realidad en este caso de cañar tomando en cuenta varios aspectos como costos, numero de equipos, personal, numero de camas, etc. segun lo necesiten.

Recomendaciones

- Investigar los valores lo mas real posible para una mejor realidad en simulacion

Opiniones

- Dado el numero de camas y el numero de infectados se va a tener un indice de personas que no ingresarán a hospitalización, es por ello que dado esto las personas se aprovechan para solicitar más insumos médicos pero a un precio mas elevado aludiendo que estan caros dada la situación y por este motivo que se da