

# Universidad Pólitecnica Salesiana

**Estudiante: Angel Jadan**

**Fecha: 06/06/2021**

*Introducción* El siguiente trabajo trata de realizar una simulación del proceso de vacunación de la parroquia Jadan, de acuerdo al nuevo plan de vacunación planteado por el presidente Guillermo Laso. Tomaremos como datos, el número de votantes, el número de juntas o mesas, de acuerdo la última votación de las elecciones del 2021.

Para ello utilizaremos la librería de `simpy` `opensource`, de `python` que nos permite realizar una simulación con un entorno virtual, que se puede representar como una máquina, u otro objeto, en este caso lo representaremos a la mesa o punto de vacunación donde se realizó la vacunación.

## Datos

**Numero de vacunas recibidas en el Ecuador en las 2 semanas 950 000**

Ciudad electoral tomado de referencia en elecciones 2021:

- **Gualaceo.**

- **Población: 42617**

- **Numero de juntas: 135**

- **Fuente:** [http://portal.cne.gob.ec/documents/Estadisticas/cne\\_registro\\_electoral.pdf](http://portal.cne.gob.ec/documents/Estadisticas/cne_registro_electoral.pdf)  
([http://portal.cne.gob.ec/documents/Estadisticas/cne\\_registro\\_electoral.pdf](http://portal.cne.gob.ec/documents/Estadisticas/cne_registro_electoral.pdf))

- **Recinto electoral: Jadan**

- **Número de juntas/mesas: 11**

- **Número de votantes: 4048**

- **Número de votantes por junta: 368**

- **Fuente:** <https://donde-vota.com/ecuador/azuay.htm> (<https://donde-vota.com/ecuador/azuay.htm>)

Se tomará en cuenta los tiempos en realizar los estudios, para ver si tiene síntomas, el tiempo que toma la primera y segunda dosis, que se detallan en el siguiente listado:

- Tomar los resultados de la regresión para la vacuna según la llegada.
- Se tiene un promedio que el 80% de personas realizarán el proceso de vacunación dentro del Ecuador.
- Dentro del proceso se tiene que alrededor del 5% - 10% no podrán vacunarse.
- Las personas solo tienen un recinto electoral para realizar el proceso.
- Las personas realizan la primera vacuna y 30 días después la segunda vacuna.
- La persona se acerca a la mesa y hacen fila en caso de ser necesario para recibir la vacuna.
- Realiza la vacunación en un tiempo aleatorio entre 5 a 10 minutos.
- Debe esperar 20 minutos dentro del establecimiento para verificar que no tenga problemas de salud.

- Debe esperar 20 minutos dentro del establecimiento para verificar que no tenga problemas de salud.
- La persona recibe su certificado de vacunación y la fecha de la próxima vacuna entre 2 – 3 minutos.
- La persona sale del recinto electoral.
- Regresan para la próxima fecha y se repite el ciclo.

**El proceso de simulación desarrollado deberá considerar los siguientes aspectos:**

- Se debe establecer un modelo basado en modelos matemáticos para la predicción del numero de veces que se compartirá o la tendencia del presidente basada en redes sociales.
- El programa deberá generar gráficas que indiquen la ecuación matemática de las tendencias .
- Deben calcularse las siguientes métricas del sistema de simulación de eventos discretos :
  - Total de de personas que realizaron el proceso de vacunación.
  - Grafico del porcentaje de personas que no recibieron la vacuna.
  - El tiempo promedio de espera.

**Importamos las librerías a utilizarse.**

In [7]:

```
1 import simpy
2 import random
3 import matplotlib.pyplot as pp
4
5 %matplotlib inline
```

**Realizamos la codificación para realizar el proceso de vacunación.**

Se toma como 4050 vacunas disponibles, en un tiempo de 575 que es 5 dias.

In [91]:

```
1  # Maximo de vacunas
2  MAX_VACUNAS = 4050
3  # Total de numero de puntos de vacunacion
4  JUNTAS = 11
5  PACIENTES = 4048
6  # Intervalo de tiempo en que llegan los pacientes
7  INTERVALO_LLEGADA = 5 #minutos
8  # Tiempo de simulación
9  TIEMPO_SIMULACION = 575
10
11 # Creamos un diccionario para almacenar las horas en que se vacuna los pacientes
12 tiempo_vacunacion={}
13 #Diccionarios para almacenar la primera y segunda dosis
14 dosis_1 ={}
15 dosis_2 = {}
16 #Diccionario para el numero de pacientes que no han sido atendidos
17 p_no_vacunado = []
18
19 #Numero de vacunas aplicadas
20 n_v_aplicadas = 0
21
22 #Fecha inicial 30 dias, y se suma 1 dia.
23 fecha_inicial =30
24
25
26 class Recinto(object):
27     def __init__(self, environment, num_mesas, nombre):
28         # Guardamos como variable el entorno de ejecucion
29         self.env=environment
30         # Creamos el recurso que representa las mesas o juntas
31         self.mesas = simpy.Resource(environment, num_mesas)
32         self.nombre = nombre
33
34     def examen_sintomas(self, paciente, tam_no_vacunados, n_per_sintomas):
35         estado = random.randint(1,2)
36         # Compara para ver que el numero de personas con sintomas en el diccionario
37         # sea menor o igual al porcentaje generado y
38         # el estado sea igual a 1 que es con sintomas
39         if tam_no_vacunados<=n_per_sintomas and estado ==1:
40             p_no_vacunado.append(paciente)
41
42         return estado
43
44     #Para traslado a la cama/silla de vacunacion y se inyecta
45     def dosis_1(self, paciente, sintomas):
46         if sintomas == 2:
47             t_vacunacion = random.randint(5,10)
48             yield self.env.timeout(t_vacunacion)
49             print("El paciente ", paciente, " ha sido vacunado con la primera dosis.")
50             print("La siguiente fecha es luego de 30 dias")
51
52             dosis_1[paciente] = t_vacunacion
53         else:
54             print("El paciente ",paciente," tiene sintomas, por lo que no puede ser va
55
56     def dosis_2(self, paciente, sintomas):
57         if sintomas ==2:
58             t_vacunacion = random.randint(5,10)
59             yield self.env.timeout(t_vacunacion)
```

```

60         print("El paciente ",paciente, "ha sido vacunado con la segunda dosis.")
61         dosis_2[paciente] = t_vacunacion
62     else:
63         print("El paciente ",paciente," tiene sintomas, por lo que no puede ser va
64
65     #Traslado para la salida del paciente
66     def generar_certificado(self,paciente):
67         t_salida = random.randint(2,3)
68         yield self.env.timeout(t_salida)
69
70
71
72     def llegada_paciente(env, paciente,punto,tam_no_vacunados, n_per_sintomas):
73         # Usamos el reloj de la simulacion (env.now()) para indicar a la
74         # hora que llega el vehiculo con el nombre pasado como parametro
75         print('Llega el paciente: %s a la hora %.2f.' % (paciente, env.now))
76
77         # Especificamos que vamos a usar un recurso (Resource) que representa # La maquina
78         with punto.mesas.request() as mesa:
79             # Ocupamos la mesa de vacunacion
80             yield mesa
81
82         #Indicamos que el paciente se esta trasladando para ser vacunado
83         print('Se traslada el paciente: %s a la hora %.2f.' % (paciente,env.now))
84
85         #yield env.process(punto.examen_sintomas(paciente,tam_no_vacunados, n_per_sint
86         sintomas = punto.examen_sintomas(paciente, tam_no_vacunados, n_per_sintomas)
87
88         print("Sintomas: ",sintomas)
89         if sintomas == 2:
90             yield env.process(punto.dosis_1(paciente, sintomas))
91             print("El paciente %s esta en proceso para la primera dosis a las %.2f." \
92                   %(paciente,env.now))
93
94             yield env.process(punto.generar_certificado(paciente))
95             print("Se ha generado el certificado y fecha para la segunda dosis a las %
96                   para el paciente %s" \
97                   %(env.now,paciente))
98         if sintomas == 2:
99             yield env.process(punto.dosis_2(paciente, sintomas))
100            print("El paciente %s esta en proceso para la segunda dosis a las %.2f."
101                  % (paciente,env.now))
102
103
104
105     def ejecutar_simulacion(env,num_mesas, pacientes,intervalo):
106         recinto = Recinto(env,num_mesas,"Gualaceo")
107         #Genarado randomico porcentaje entre 5% y 10% con sintomas
108         p_sintomas = random.randint(5,10)
109         print("Porcentaje de personas que tienen sintomas: ",p_sintomas,"%")
110
111         #Calculado numero de personas con sintomas
112         n_per_sintomas = int(pacientes/100*p_sintomas)
113         print("Numero de personas que tienen sintomas: ",n_per_sintomas)
114
115         #Numero de personas no vacunadas
116         tam_no_vacunados = len(p_no_vacunado)
117
118         for i in range(pacientes):
119             env.process(llegada_paciente(
120                 env,'Paciente-%d'%(i+1),recinto,tam_no_vacunados,n_per_sintomas))

```

```

121     while True:
122
123         yield env.timeout(random.randint(intervalo-2,intervalo+2))
124         i+=1
125         env.process(llegada_paciente(env, 'Paciente-%d'%(i+1),recinto,tam_no_vacunados,
126
127 print("Punto de vacunacion Cuenca")
128 # Creamos el entorno de simulacion
129 env=simpy.Environment()
130 print("Pacientes=> ", PACIENTES)
131 env.process(ejecutar_simulacion(env, JUNTAS,PACIENTES,INTERVALO))
132 # Ejecutamos el proceso durante el tiempo de simulacion
133 env.run(until = TIEMPO_SIMULACION)

```

Punto de vacunacion Cuenca

Pacientes=> 4048

Porcentaje de personas que tienen sintomas: 6 %

Numero de personas que tienen sintomas: 242

Llega el paciente: Paciente-1 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-2 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-3 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-4 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-5 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-6 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-7 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-8 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-9 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-10 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-11 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-12 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-13 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-14 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-15 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-16 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-17 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-18 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-19 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-20 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-21 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-22 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-23 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-24 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-25 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-26 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-27 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-28 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-29 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-30 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-31 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-32 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-33 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-34 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-35 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-36 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-37 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-38 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-39 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-40 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-41 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-42 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-43 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-44 a la hora 0.00.

Llega el paciente: Paciente-45 a la hora 0.00.

**Reporte de el número de personas vacunadas con la primera y segunda dosis.**

In [92]:

```

1 print("Total de población: ",PACIENTES)
2 print("Número de pacientes que recibieron la primera dosis: ",len(dosis_1))
3 print("Número de pacientes que recibieron la segunda dosis: ",len(dosis_2))
4 print("Número de pacientes que no recibieron la primera dosis: ", PACIENTES-len(dosis_1))
5 print("Número de pacientes que no recibieron la segunda dosis: ", PACIENTES-len(dosis_2))

```

Total de población: 4048

Número de pacientes que recibieron la primera dosis: 363

Número de pacientes que recibieron la segunda dosis: 355

Número de pacientes que no recibieron la primera dosis: 3685

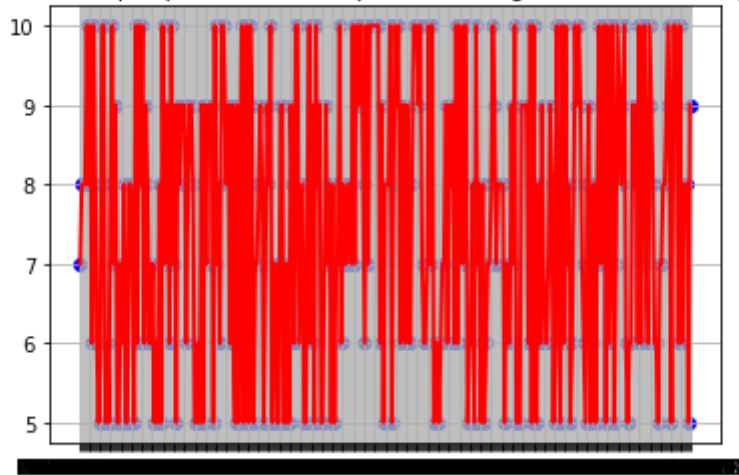
Número de pacientes que no recibieron la segunda dosis: 3693

**Reporte en graficas, para el tiempo que se toma en poner el poner la primera dosis de vacunas**

In [99]:

```
1 #x = list(dosis_1.keys())
2 #y = list(dosis_1.values())
3 datos=sorted(dosis_1.items()) # Ordenamos Los datos
4 x, y =zip(*datos) # Obtener x(tiempo - clave) y el y(Numero de vehiculos atendidos - va
5 pp.plot(x,y,linewidth=2,color='red') #Dibujamos Las lineas
6 pp.scatter(x,y,color='blue') # Dibujamos Los puntos (x,y)
7 pp.title("Pacientes atendidos por periodo de tiempo en un rango de 5 a 10 de la primera
8 pp.grid(True) #Generamos una cuadrícula
9 pp.show() #Mostramos el grafico
10
```

Pacientes atendidos por periodo de tiempo en un rango de 5 a 10 de la primera dosis

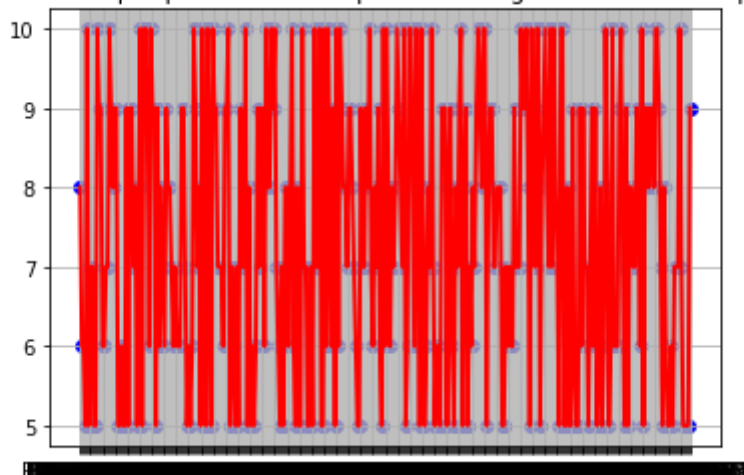


Reporte en graficas, para el tiempo que se toma en poner el poner la segunda dosis de vacunas

In [94]:

```
1 x2 = list(dosis_2.keys())
2 y2 = list(dosis_2.values())
3
4 pp.plot(x2,y2,linewidth=2,color='red')
5 pp.scatter(x2,y2,color='blue')
6 pp.title("Pacientes atendidos por periodo de tiempo en un rango de 5 a 10 de la primera
7 pp.grid(True)
8 pp.show()
```

Pacientes atendidos por periodo de tiempo en un rango de 5 a 10 de la primera dosis



Referencias: [1] <https://donde-vota.com/ecuador/azuay.htm> (https://donde-vota.com/ecuador/azuay.htm) [2] [https://simpy.readthedocs.io/en/latest/topical\\_guides/simpy\\_basics.html?\\_\\_cf\\_chl\\_captcha\\_tk\\_\\_=5f124de43fcafbfd6d1e13b5ed833a2f898478-1622951417-0-AdZBL6-k-3R4l8QiESKcbQO8NNM0sqfcWepZKve1agdQIDZxwSOflMgLAQ36AcugE178tYtM2ua\\_c4Wzltqk1Tlt5uMbnoh3fBya-dEth5Ea4T70wM3ZUdxhK1VRAhkUTwp7VNB4Kxh-MqWb764nQ3b5GyefghAl-a9L7C2psOEZwP1lJDBlzyU9lZR5Bl-b3vUwKV4ewae0t6zbKNuy00MRsF3cktpKld79Yba2ORsEr1mUqUOvStdG500lctfn8jlB9tpkSj4oeJnGH8xknZ4ebI-BxylRvRtTHOSiu1s\\_t5LuWaqTMfvmJNwDgvmQ2fbAwFWkt14IZONEDZWcyh7IAKcis-6oq\\_EkDDvG8DLTcBxws-IUTwamfkn71bf2jVTivL8kWTclKgeOfU2FtbBr2nuEwHLkZ21Ci9-wq4BZjL94JW4rzBxb32jZUz-mRc7trKcdEfur8GvSehpXGsvEG7UBDWoueAUuoaxAnM1r98arZXBp4l85\\_gSi3CmqNGltU6iL3f90GueglJeKKXjDrlq9SCNW9ThQyN1RT6mpOEIPZxFsd-Q8ZvnVTkbfKulLGL77\\_LhJSJw7gloQzkBNLkT8cYGlmXol2Afz9kxeeB3j-AVNmXa](https://simpy.readthedocs.io/en/latest/topical_guides/simpy_basics.html?__cf_chl_captcha_tk__=5f124de43fcafbfd6d1e13b5ed833a2f898478-1622951417-0-AdZBL6-k-3R4l8QiESKcbQO8NNM0sqfcWepZKve1agdQIDZxwSOflMgLAQ36AcugE178tYtM2ua_c4Wzltqk1Tlt5uMbnoh3fBya-dEth5Ea4T70wM3ZUdxhK1VRAhkUTwp7VNB4Kxh-MqWb764nQ3b5GyefghAl-a9L7C2psOEZwP1lJDBlzyU9lZR5Bl-b3vUwKV4ewae0t6zbKNuy00MRsF3cktpKld79Yba2ORsEr1mUqUOvStdG500lctfn8jlB9tpkSj4oeJnGH8xknZ4ebI-BxylRvRtTHOSiu1s_t5LuWaqTMfvmJNwDgvmQ2fbAwFWkt14IZONEDZWcyh7IAKcis-6oq_EkDDvG8DLTcBxws-IUTwamfkn71bf2jVTivL8kWTclKgeOfU2FtbBr2nuEwHLkZ21Ci9-wq4BZjL94JW4rzBxb32jZUz-mRc7trKcdEfur8GvSehpXGsvEG7UBDWoueAUuoaxAnM1r98arZXBp4l85_gSi3CmqNGltU6iL3f90GueglJeKKXjDrlq9SCNW9ThQyN1RT6mpOEIPZxFsd-Q8ZvnVTkbfKulLGL77_LhJSJw7gloQzkBNLkT8cYGlmXol2Afz9kxeeB3j-AVNmXa) (https://simpy.readthedocs.io/en/latest/topical\_guides/simpy\_basics.html?\_\_cf\_chl\_captcha\_tk\_\_=5f124de43fcafbfd6d1e13b5ed833a2f898478-1622951417-0-AdZBL6-k-3R4l8QiESKcbQO8NNM0sqfcWepZKve1agdQIDZxwSOflMgLAQ36AcugE178tYtM2ua\_c4Wzltqk1Tlt5uMbnoh3fBya-dEth5Ea4T70wM3ZUdxhK1VRAhkUTwp7VNB4Kxh-MqWb764nQ3b5GyefghAl-a9L7C2psOEZwP1lJDBlzyU9lZR5Bl-b3vUwKV4ewae0t6zbKNuy00MRsF3cktpKld79Yba2ORsEr1mUqUOvStdG500lctfn8jlB9tpkSj4oeJnGH8xknZ4ebI-BxylRvRtTHOSiu1s\_t5LuWaqTMfvmJNwDgvmQ2fbAwFWkt14IZONEDZWcyh7IAKcis-6oq\_EkDDvG8DLTcBxws-IUTwamfkn71bf2jVTivL8kWTclKgeOfU2FtbBr2nuEwHLkZ21Ci9-wq4BZjL94JW4rzBxb32jZUz-mRc7trKcdEfur8GvSehpXGsvEG7UBDWoueAUuoaxAnM1r98arZXBp4l85\_gSi3CmqNGltU6iL3f90GueglJeKKXjDrlq9SCNW9ThQyN1RT6mpOEIPZxFsd-Q8ZvnVTkbfKulLGL77\_LhJSJw7gloQzkBNLkT8cYGlmXol2Afz9kxeeB3j-AVNmXa)

