

**Universidad de San Carlos de Guatemala**

**Facultad de Ingeniería**

**Escuela de ciencias y Sistemas**

**Área de Metodología de Sistemas**

**Modelación y Simulación 1**

**Sección "O"**

**Ing. César Augusto Fernández Cáceres**



Integrantes	
201314296	Héctor Josué Orozco Salazar
201315300	Walter Oswaldo Mach Velásquez
201404106	Fernando Alberto Ambrosio Alemán
201404288	Héctor Aaron Juárez Tax
201408419	Wilfred Stewart Pérez Solorzano

*Guatemala, 6 de septiembre de 2021*

- **Funcionamiento Actual**

La empresa en cuestión cuenta con 6 estaciones de servicio, cada estación con una bomba de gas, las cuales distribuyen tres tipos de combustible para los vehículos: Diesel, Regular y Super. Todo esto en cada una de sus sucursales. Se sabe por estadísticas, que el 25% de todos los vehículos que llegan a las instalaciones poseen un motor diesel. Mientras que, del resto de vehículos, se considera que un 54% utiliza gasolina Regular y un 46% utiliza gasolina Super.

La empresa funciona en un horario de 6:00 a.m. a 8:00 p.m., de lunes a domingo

1. **Llegada de vehículos**

Por estudios previos, se ha notado que el comportamiento de llegada de los vehículos a las instalaciones se da uno a la vez, y que se ven distribuidos exponencialmente con una media de 10 minutos. Hace unos meses, en una sucursal, se ha implementado un sistema de limpieza de vehículos, y se ha notado que cuando un vehículo llega a las instalaciones, tiene una probabilidad del 75% de llegar a comprar combustible, mientras que el resto va al servicio de limpieza. De todos los clientes terminan de abastecerse de combustible, hay un 40% que decide pasar al servicio de limpieza, mientras que los demás, se retiran. Y de todos los clientes del servicio de limpieza salen, hay un 33% que decide pasar a comprar combustible, los demás se retiran.

2. **Abastecimiento de Combustible**

Cuando un cliente llega a abastecerse de combustible para su vehículo, debe dirigirse a una estación que se encuentre disponible, sin embargo, hay un 30% de los clientes que prefieren esperar las estaciones con servicio completo, mientras que el resto pasa a las estaciones con autoservicio. Las estaciones se encuentran en pares y ubicadas a distancias de 3, 6 y 9 metros de la entrada. Las dos estaciones más cercanas, que son las de servicio completo, cuentan con un empleado cada una, quien es encargado de servir combustible, además de verificar la cantidad de agua, la cantidad o estado del aceite del motor o de la caja, la presión de los neumáticos, etcétera. Aunque todas las bombas de gas distribuyen el combustible con el mismo caudal, sin importar el tipo, la diferencia en el tiempo de servicio recae en la cantidad de combustible que se le suministra a cada vehículo. Es por esto por lo que los tiempos utilizados y el ingreso generado por tipo de gasolina, se da de la siguiente manera:

Tiempo	Probabilidad	Diesel	Regular	Super
5 minutos	5%	\$6,95	\$8,52	\$8,76
9 minutos	10%	\$8,94	\$10,95	\$11,26
12 minutos	20%	\$10,92	\$13,38	\$13,76
15 minutos	30%	\$13,11	\$16,06	\$16,52
17 minutos	15%	\$13,90	\$17,03	\$17,52
20 minutos	12%	\$14,90	\$18,25	\$18,77
22 minutos	8%	\$15,89	\$19,47	\$20,02

Aunque también se ha notado que en las estaciones de servicio completo se tiende a aumentar entre 1 y 5 minutos al tiempo, por los servicios extras que ofrecen los empleados, pero sin aumentar los ingresos para la empresa.

### 3. Sistema de Deep Clean

Deep Clean es parte de Quality Fuel y es una sub-empresa dedicada a la limpieza de vehículos. Esta atiende mientras Quality Fuel se encuentre en operación, su estructura y funcionamiento actual se describe a continuación.

#### *a. Recepción*

Al llegar el cliente pasa conduciendo su vehículo a través de la puerta de entrada a la estación de recepción, en donde estará situada una ventanilla en la que el piloto podrá solicitar información acerca del servicio para la limpieza de su vehículo, posterior a esto se procederá a llenar una ficha informativa con los datos básicos del vehículo, propietario y también la hora de llegada de este a las instalaciones, para tener un mejor control. Dicha ficha la deberá presentar el piloto en el área de pagos al finalizar la limpieza de su automóvil.

Se ha determinado que un 3% de los vehículos que ingresan a la estación de recepción solicitando información se marchan de las instalaciones ya que el servicio proporcionado no es lo que ellos esperaban.

Se conoce que el tiempo necesario para solicitar información y llenar la ficha informativa está distribuido en un rango de entre 4 y 8 minutos, pero se sabe que frecuentemente son 6 minutos. Todo este proceso el cliente no se baja de su vehículo, sino que realiza todo a través de la ventanilla de recepción.

#### *b. túneles de limpieza*

Una vez realizado el proceso anterior, el cliente conduce su vehículo hasta uno de los dos túneles de limpieza disponibles. Los túneles de limpieza son áreas específicas en donde se realiza el lavado, secado, la inspección del lavado y secado y el encerado al vehículo.

Según estudios previos se sabe que el tiempo que le toma a un vehículo llegar desde la estación de recepción a cualquiera de los dos túneles de limpieza es de 17 segundos. Actualmente el funcionamiento de los dos túneles de limpieza posee el mismo comportamiento. Y también se sabe que cada uno funciona de manera independiente. De aquí en adelante, estos dos túneles de limpieza se mencionan como Túnel 1 y Túnel 2.

Del total de clientes que pasan por la estación de recepción, un 55% se dirige al Túnel 1, mientras que el resto se dirige al Túnel 2, por simple preferencia de ubicación.

Las operaciones realizadas en los túneles de limpieza se realizan de manera consecutiva. A continuación, se explica cada una de estas operaciones.

#### *i. LAVADO*

Quando un vehículo ingresa a un túnel, se encuentra inmediatamente el área de lavado, en donde lo primero que se hace es aplicar abundante agua al mismo. Luego, se le aplica por partes un jabón

suave que contiene una baja concentración de desengrasante y con esto proceder a enjuagar por medio de los rodillos automáticos, una ventaja de los rodillos es que están calibrados y al poseer sensores evitan que se haga demasiada presión sobre el vehículo. Es importante no dejar mucho tiempo el jabón porque puede dañar la pintura del vehículo. Por lo tanto, se aplica e inmediatamente se remueve con abundante agua. Todo este conjunto de actividades se ha evidenciado que se realizan en un tiempo medio de 7 minutos, con una desviación estándar de 1 minuto.

*ii. SECADO*

Justamente al terminar la operación de lavado, se realiza una operación de secado, la cual no se puede ignorar ya que es tan importante como la anterior, para obtener un buen resultado final. El proceso de secado se considera ideal, pues se realiza mediante una corriente de aire a una gran velocidad que no genera ningún rozamiento peligroso con la pintura. La importancia de un buen secado recae en que, aunque con el lavado podemos eliminar restos de barro, tierra, polvo o cualquier otro desecho, si no se realiza un buen secado, se arriesga a que queden las marcas de los cepillos utilizados o las mismas gotas de agua, que posteriormente podrían crear un efecto antiestético sobre la pintura del vehículo.

Se conoce que el tiempo requerido para realizar esta operación se distribuye triangularmente en el rango de 2 y 4 minutos, pero casi siempre es 3 minutos.

*iii. INSPECCIÓN*

A pesar de que las operaciones de lavado y secado son realizadas de manera automática por máquinas que se mantienen bien calibradas, siempre se desea dar el mejor servicio posible a todos los clientes. Es por esto por lo que después de realizadas dichas operaciones, se procede a dar una inspección de estas para verificar que haya sido eliminado todo resto de barro, tierra, polvo o cualquier otro residuo y también que el secado del automóvil no haya dejado marcas de gotas de agua, jabón, los cepillos utilizados o cualquier otro objeto que haya tenido contacto con la superficie del vehículo durante el proceso. Este chequeo se realiza por un operario de la empresa en conjunto con el propietario del vehículo, así ambos determinan si los procesos de lavado y secado del vehículo cumplen las expectativas del cliente.

Este proceso de inspección se realiza con el fin de que los clientes puedan sentirse satisfechos del trabajo realizado, para que en un futuro decidan confiar nuevamente en la empresa para la limpieza de su vehículo.

Históricamente, se ha observado que en esta operación un 5% de los clientes se llegan a encontrar insatisfechos con el servicio recibido,

por lo que el operario encargado de esta operación les autoriza y da indicaciones para que puedan volver a la cola principal del túnel en cuestión, para poder repetir las operaciones de lavado y secado del vehículo. Se conoce que el tiempo requerido para realizar la inspección puede ser 3 minutos con una probabilidad de 35%, 4 minutos con una probabilidad de 25% y 6 minutos con una probabilidad de 40%.

*iv. ENCERADO*

Cuando el cliente está satisfecho con el servicio recibido en en las operaciones anteriores, se dirige al área de encerado, lo cual le toma 3 segundos. Este es el proceso final dentro de los túneles de limpieza para el automóvil, aquí se utilizan diversos productos específicos en función del acabado final que desee el cliente. Para esta operación se debe rociar en la totalidad del vehículo y aplicar unos tiempos de actuación y pulido con los cepillos automáticos que posee el sistema. Actualmente las características de pulido que se ofrecen son abrillantadas, hidrofugante, protector solar y reparación de micro-arañazos.

Independientemente del tipo de pulido solicite el cliente, se ha notado que el tiempo utilizado para realizar el proceso en conjunto se encuentra distribuido aleatoriamente entre 4 y 8 minutos.

*c. Operarios y Maquinas*

Cada túnel de lavado está conformado por un operario y tres máquinas de operación, a las cuales llamaremos Máquina 1, Máquina 2 y Máquina 3. La Máquina 1 se encarga de realizar la operación de lavado, seguidamente, la Máquina 2 se dedica al secado del vehículo. El operario del túnel se encarga, junto con el propietario del vehículo, de realizar la inspección de lavado y secado del vehículo. Por último, el proceso de encerado es realizado por la Máquina 3. En ambos túneles de limpieza, estos procesos tienen ciertas condiciones especiales, las cuales se detallan a continuación:

1. En la entrada del túnel, se forma una cola única para pasar al proceso de lavado realizado por la Máquina 1. Hasta que no haya terminado el proceso, no podrá pasar el siguiente vehículo.
2. Justo después, los vehículos pasan al proceso de secado. La Máquina 2 sólo tiene capacidad para atender a un vehículo a la vez.
3. Cuando termina la operación de secado, cada vehículo debe recorrer 3 metros hacia el área de inspección. Al llegar a esta área los vehículos deben realizar una nueva cola de espera para ser atendidos. El operario de esta área atiende únicamente un vehículo a la vez.
4. Si el cliente se encuentra insatisfecho, debe recorrer 20 metros para regresar a la cola realizada en la entrada del túnel

5. El ancho del túnel no permite que los vehículos se puedan rebasar en ningún momento.

*d. Oficina de Pago*

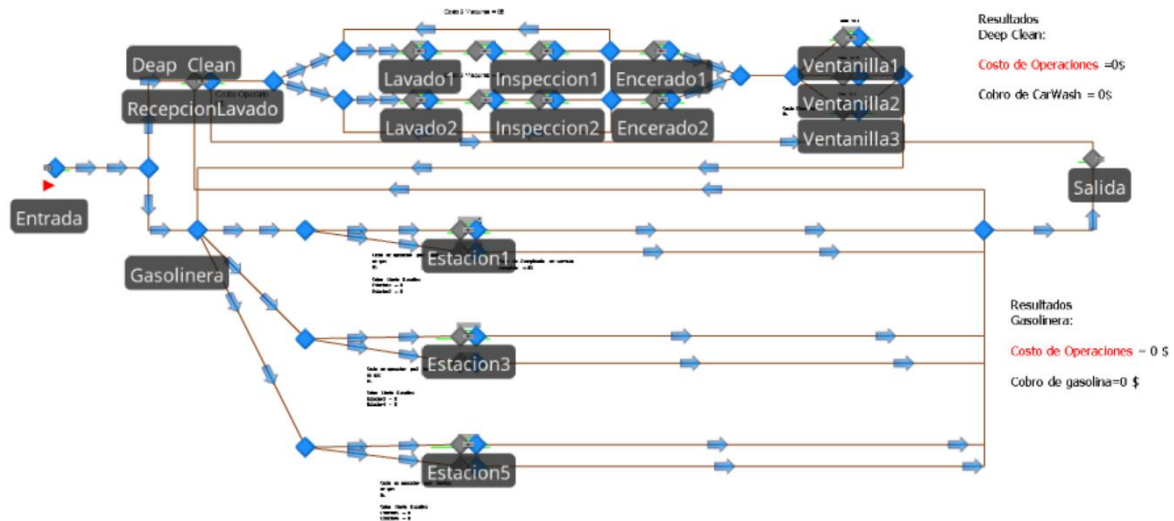
Cuando finaliza la operación de encerado, el vehículo abandona el túnel de limpieza y se dirige a un parqueo común para ambos túneles, donde el conductor deja el vehículo estacionado para luego ir a la oficina de pago. Los tiempos empleados para ir desde cualquiera de los túneles al parqueo, estacionarse y posteriormente dirigirse a una ventanilla de pago, no se toman en cuenta para comprender el comportamiento del resto del sistema. La oficina de pago posee tres ventanillas. En la ventanilla el cliente deberá entregar la ficha recibida en el área de recepción y realizar el pago correspondiente por el servicio recibido. En la oficina se forma una cola única antes de llegar a las ventanillas, las cuales atienden a un cliente a la vez. El tiempo usado, por cualquiera de los empleados, para atender a un cliente está dado por la distribución de Poisson con una media de 6 minutos. Cuando el cliente realiza el pago, se le entrega un ticket para poder salir del parqueo. Una vez finalizada esta operación, el cliente regresa al parqueo y abandona las instalaciones. El precio por el servicio de limpieza de un vehículo es de \$10.

*e. Costos de Operación de maquinaria y pago de trabajadores*

Como ya se mencionó anteriormente, para realizar las distintas operaciones se tienen máquinas y empleados que ayudan a que se realice de la mejor manera el servicio completo de limpieza de los vehículos y el pago en el área de la oficina. A continuación, se detallan los costos por hora para mantener la maquinaria en operación y los pagos, también por hora, que se realizan a los distintos empleados:

Actividad	Monto
Costo de operación por bomba de gas	\$3
Costo de operación por máquina	\$7,5
Pago del empleado de la estación de servicio completo	\$5
Pago del operario de túnel	\$5
Pago de los trabajadores de ventanillas	\$4

## Modelo 1: Diseño actual



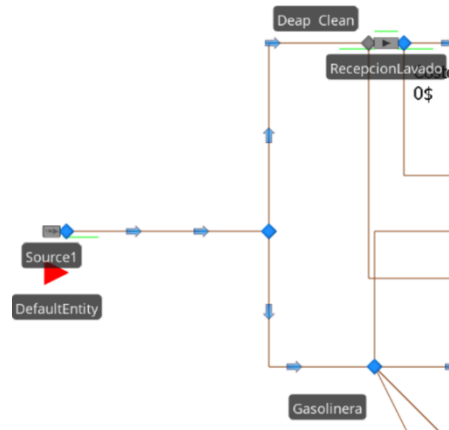
- *Librerías de simio utilizadas:*

Librería	Descripción
 Source	Este objeto permite la creación de entidades de un cierto tipo. Esto puede ocurrir Según una tasa específica, un patrón de llegada o como respuesta a un evento.
 Sink	Este objeto destruye las entidades que ingresan en él, además, puede guardar estadísticas como el tiempo en sistema
 Server	Representa un proceso capacitado. Cuenta con un nodo de entrada y un buffer de entrada; un nodo de salida y un buffer de salida y una cola que representan a las entidades que están siendo procesadas
 TransferNode	Es un nodo en el cual las entidades se reúnen para luego ser distribuidas a través de enlaces, dependiendo de la configuración que tenga el transfer node, puede ser por el tamaño del camino o el peso del camino
 Connector	Este objeto es el más simple de los enlaces. Representa una conexión instantánea entre dos nodos
 Path	Permite definir una vía entre dos nodos en la cual el tiempo de viaje está determinado por la longitud del path y la velocidad de la entidad que viaja a través de él
 TimePath	Permite definir una vía entre dos nodos en la cual el tiempo de viaje está determinado por el usuario.

## 1. Descripción del modelo

### a. Entrada

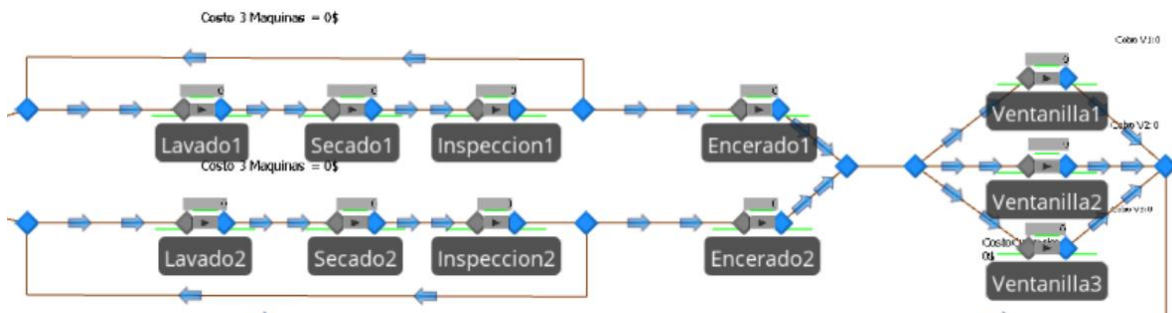
Es el inicio de todo el proceso, donde los clientes que llegan se distribuyen hacia el servicio que necesitan, en donde un 75% de los clientes que llegan, van a comprar combustible y el resto ingresa al sistema de lavado.



- Source 1: Es el encargado de generar las entidades que entraran al modelo para realizar el proceso correspondiente al lavado en Deep Clean o al servicio de Gasolinera.
- Recepción de Lavado: Se encarga de recibir a todos los clientes que solicitan el servicio de Deep clean, llenando la ficha de datos correspondiente a cada vehículo, para presentarla al final del proceso en las ventanillas de pago
- Gasolinera: Punto por el cual los Clientes se distribuyen en el área de gasolinera, eligen la estación de servicio y proceden a realizar su proceso.

### b. Deep Clean

El área de Deep clean corresponde a dos túneles, por los cuales son distribuidos los clientes, en los cuales se realizará el proceso de lavado, secado, la inspección y el encerado. El túnel 1 recibe un total del 55 % de los clientes que ingresan al sistema de lavado mientras que el túnel dos recibe el 45 %. Este proceso cuenta con 1 operario en cada área de inspección y 1 en cada ventanilla así mismo tiene sus costos por uso.

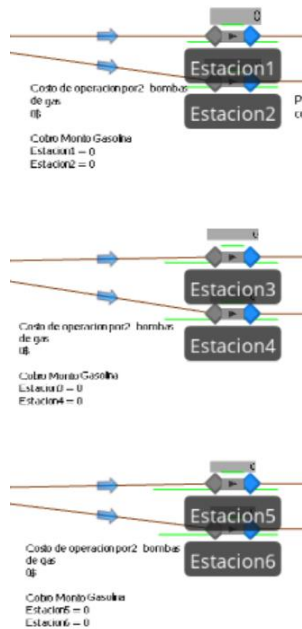




- Lavado: Es la primera área con la que se encuentran los clientes, en la cual se realiza el proceso de lavado del vehículo, se sabe que los clientes tardan en promedio 7 minutos con desviación de 1 minuto (Distribución Normal (7,1))
- Secado: Luego de que haya terminado el proceso de lavado de vehículo se procede al área de secado, en el cual con ayuda de fuertes corrientes de aire se realiza el proceso; se sabe que este proceso dura entre 2 y 4 minutos, pero normalmente dura 3 minutos. (Distribución Triangular (2,3,4))
- Inspección: Servicio en el cual se le ofrece al cliente una inspección en su lavado y secado para verificar que se ha eliminado toda la suciedad, se realiza por un operario de la empresa para determinar si se cumplen las expectativas del cliente; Se tiene una probabilidad del 5% que el cliente no se sienta satisfecho con el resultado a los cuales se les permite volver a pasar por el área de lavado y secado. El área de inspección tiene un tiempo aproximado de 3 minutos con probabilidad de 35%, 4 minutos con 25% y 6 minutos con 40% (Distribución Discreta (3,0.35,4,0.6,6,1))
- Encerado: Si el cliente está satisfecho con el servicio de lavado procede a el área de encerado, la cual le toma 3 segundos, este es el ultimo proceso de los túneles de limpieza. Se sabe que el tiempo para realizar este proceso esta distribuido entre 4 y 8 minutos aleatoriamente. (Distribución uniforme (4,8))
- Ventanilla: Luego de abandonar el túnel de limpieza los clientes se dirigen hacia las ventanillas de pago, en las cuales entregarán las fichas respectivas para realizar el pago del servicio, cada una de las ventanillas tiene un tiempo medio de 6 minutos para atender cada cliente el pago por el servicio es de 10\$

c. Gasolinera:

El servicio de gasolinera cuenta con 6 estaciones de servicio, de las cuales 2 son estaciones de servicio completo que son atendidas por 2 operarios contratados por la empresa. Cada una de las estaciones de servicio se encuentra entre 3 y 9 metros de distancia de la entrada, El costo por usar este servicio se detalla a continuación.

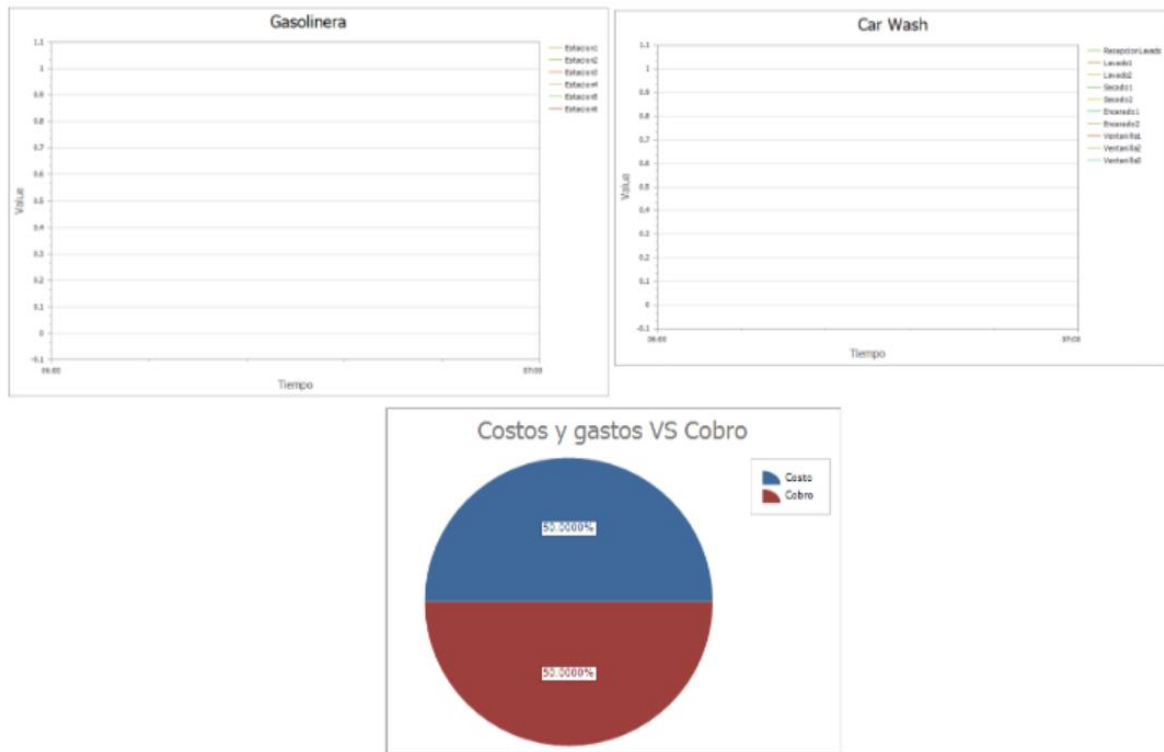


- Estación Servicio Completo: Se tienen 2 estaciones de servicio completo en el sistema, estas estaciones son preferidas por un 30% de los clientes que llegan a la empresa, cada una de estas cuentan con un operario que es el encargado de atender a los clientes. Estas estaciones aumentan entre 1 y 5 minutos el tiempo que los clientes permanecen en las estaciones.
- estación Normal: Al igual que la estación de servicio completo estas suministran el combustible preferido a 70 % de clientes que las utilizan, la diferencia esta en que no tienen un operario que las atienda.

Los costos por utilizar las estaciones de combustible no varían mas que por el tipo de combustible que se esta consumiendo, y por el tiempo de uso de las estaciones, estos costos están distribuidos de la siguiente manera:

Tiempo	Probabilidad	Diesel	Regular	Super
5 minutos	5%	\$6,95	\$8,52	\$8,76
9 minutos	10%	\$8,94	\$10,95	\$11,26
12 minutos	20%	\$10,92	\$13,38	\$13,76
15 minutos	30%	\$13,11	\$16,06	\$16,52
17 minutos	15%	\$13,90	\$17,03	\$17,52
20 minutos	12%	\$14,90	\$18,25	\$18,77
22 minutos	8%	\$15,89	\$19,47	\$20,02

#### d. Resultados



En este apartado del modelo se podrá observar de manera general los resultados obtenidos, como lo son la utilización de cada uno de los servicios ofrecidos por la empresa, así como una comparativa de los costos y gastos contra los ingresos que se han tenido en un día de trabajo; Más adelante se presentan de una forma más detallada estos resultados.

#### 2. Justificación de las distribuciones seleccionadas

<b>Etapas</b>	<b>Distribución</b>	<b>Descripción</b>	<b>Justificación</b>
<i>Llegada de Vehículos</i>	Exponencial	Distribución continua que se utiliza para modelar tiempos de espera para la ocurrencia de un cierto evento	En la definición del problema inicial se hace referencia a que el tiempo de llegada de vehículos al sistema sigue una distribución exponencial
<i>Estaciones de servicio completo</i>	Probabilidad Discreta Random.discrete(1,0.25,2,0.79,3,1)	Está definida por un conjunto de pares de la forma (vi, ci) correspondiente a un valor y su probabilidad acumulada. Devuelve solamente uno de los n valores definidos.	Se selecciono esta distribución ya que en el enunciado se menciona que hay tres tipos de combustible cada uno con su probabilidad y con esta distribución podremos obtener siempre uno de los 3 valores definidos.
<i>Sistema Deep Clean (Recepción)</i>	Probabilidad PERT Random.pert(4,6,8)	Caso especial de la distribución Beta en la que los parámetros de forma son calculados a partir del mínimo, la moda y el máximo	Se elige la distribución pert debido a que el tiempo necesario para solicitar información está distribuido en un rango con valor mínimo y un máximo además se conoce la moda

<i>túneles de Limpieza (Lavado)</i>	Probabilidad Normal Random.Normal (7, 1)	Sus parámetros son la media y la desviación estándar	Se elige la distribución de probabilidad normal dado que se cuenta con la información de un valor medio y una desviación estándar, y la distribución normal aproxima el valor de una variable aleatoria a una situación real, basada en el valor de la media y desviación típica
<i>túneles de limpieza (secado)</i>	Probabilidad Triangular Random.triangular(2,3,4)	Sus parámetros definen el mínimo, la moda y el máximo.	Se usa una distribución de probabilidad triangular ya que esta describe 3 valores, los cuales son mínimos, máximos y su moda; y estos parámetros pueden precisarse dentro de la información del problema
<i>Túneles de limpieza (inspección)</i>	Probabilidad Discreta Random.discrete(3,0.35,4,0.60,6,1)	Está definida por un conjunto de pares de la forma (vi, ci) correspondiente a un valor y su probabilidad acumulada. Devuelve solamente uno de los n valores definidos.	Se conoce como información del área de inspección un valor de tiempo y su respectiva probabilidad por lo que fácilmente dichos valores de adaptan a la distribución discreta. Y dado que los tiempos de servicios son valores discretos o específicos
<i>Encerado</i>	Probabilidad Uniforme Random.Uniform(4,8)	Todos los valores dentro del rango son equiprobables	Como información de los tiempos que transcurren al aplicar cualquier servicio de pulido se conocen un intervalo de valores limitado por un valor mínimo el cual 4 minutos y un valor máximo de 8 minutos, por lo que todos los valores dentro del rango especificado tienen la misma probabilidad de ocurrencia, por lo que elige modelar los datos utilizando la distribución uniforme
<i>Oficina de Pago</i>	Probabilidad de Poisson Random.Poisson(6)	Modela el número de eventos en un intervalo de tiempo en el cual estos están ocurriendo a una tasa constante según un proceso Poisson. El tiempo entre eventos está distribuido de forma exponencial. El parámetro es la tasa de eventos por unidad de tiempo, debe ser positiva.	Se decidió utilizar esta distribución ya que toda la información correspondiente a esta etapa del modelo era conocida y se ajustaba a las necesidades del mismo

### 3. Variables de estado utilizadas

El estado de un sistema se puede definir por un conjunto mínimo de variables necesarias para caracterizar o describir todos aquellos aspectos de interés del sistema en un cierto instante de tiempo

Name	Object Type	Display Name
State Variables (Inherited)		
State Variables		
CobroVentanilla1	Real State Variable	CobroVentanilla1
CobroVentanilla2	Real State Variable	CobroVentanilla2
CobroVentanilla3	Real State Variable	CobroVentanilla3
PagoPorLimpieza	Real State Variable	PagoPorLimpieza
CostoCombustible6	Real State Variable	CostoCombustible6
CostoCombustible5	Real State Variable	CostoCombustible5
CostoCombustible4	Real State Variable	CostoCombustible4
CostoCombustible3	Real State Variable	CostoCombustible3
CostoCombustible2	Real State Variable	CostoCombustible2
CostoCombustible1	Real State Variable	CostoCombustible1
CostoGeneralGasolina	Real State Variable	CostoGeneralGasolina

Name	Object Type	Display Name
State Variables (Inherited)		
State Variables		
Picture	Real State Variable	Picture
Animation	String State Variable	Animation
TiempoGas	Integer State Variable	TiempoGas
TipoMotor	Integer State Variable	TipoMotor
TipoCombustible	Integer State Variable	TipoCombustible

- CobroVentanilla: En esta variable de estado es posible guardar los valores que conlleva a el cobre de cada una de las ventanillas del area de pago del Deep Clean
- Pago por limpieza: Variable en la que se almacena el valor de los pagos realizados por los clientes que pasan por esta area del sistema
- Costo Combustible: Permite llevar el control del costo del combustible por cada una de las estaciones de servicio, independiente del tipo de gasolina que se haya distribuido por cada estación
- Costo General Gasolina: Permite llevar el control del costo total sobre la gasolina distribuida por todas las estaciones
- Tiempo Gas: lleva el control del tiempo que tarda cada cliente en terminar el servicio de gasolina
- Tipo Motor: guarda el tipo de motor que el cliente tiene, motor diesel o gasolina
- Tipo Combustible: luego de determinar el tipo de motor, acá se guarda el tipo de gasolina que el cliente desea, super o regular.

#### 4. Resultados

##### a. Porcentaje de utilización de los servidores

Abastecimiento de combustible	
Estación 1	17.2619048
Estación 2	17.0238095
Estación 3	15.8333333
Estación 4	16.6335933
Estación 5	18.6904762
Estación 6	15.7142857
Sistema Deep Clean	
Lavado 1	25.6206063
Lavado 2	28.7892604
Recepción Lavado	44.9903503
Secado 1	9.91389992
Secado 2	11.855718
inspección 1	14.8809524
inspección 2	18.2142857
Encerado 1	18.4275294
Encerado 2	22.3876432
Ventanilla 1	13.8095238
Ventanilla 2	11.2364592
Ventanilla 3	12.5

Los resultados reflejan que las estaciones de servicio la mayor parte del tiempo se encuentran ociosas, debido a que el factor de utilización en ninguna de ellas es del 20 % del tiempo, por lo que los recurso no son aprovechados y hay gastos que pueden ser optimizados.

##### b. Costos de operaciones

Servicio	Costo
Gasolinera	\$ 392
Sistema Deep Clean	\$ 994

Se presentan los costos de operación de cada estación de servicio, los datos anteriores y los porcentajes de utilización de los servidores reflejan que hay muchos recursos para la poca demanda, por lo que el costo se eleva sin generar un beneficio significativo para la empresa.

##### c. Ingresos

Servicio	Ingresos
Gasolinera	\$ 1141.32
Sistema Deep Clean	\$ 480

De las dos estaciones principales de servicio del sistema Quality Fuel, la que mayores ingresos genera es la Gasolinera que se encuentra a una razón de 1141.32/480 lo que significa que los ingresos de la gasolinera son aproximadamente 2.37 veces mayor que el sistema Deep Clean, estos valores pueden normalizarse aprovechando de mejor manera los recursos de cada estación de servicio, como se menciona en las conclusiones para los puntos anteriores.

#### d. Ganancias totales

**Ingresos Totales** = Ingresos Gasolinera + Ingresos sistema Deep Clean – (Costo total)

**Ingresos Totales**= \$ 1141.32 + \$ 480 – (\$392 + \$994)= \$ 235.32

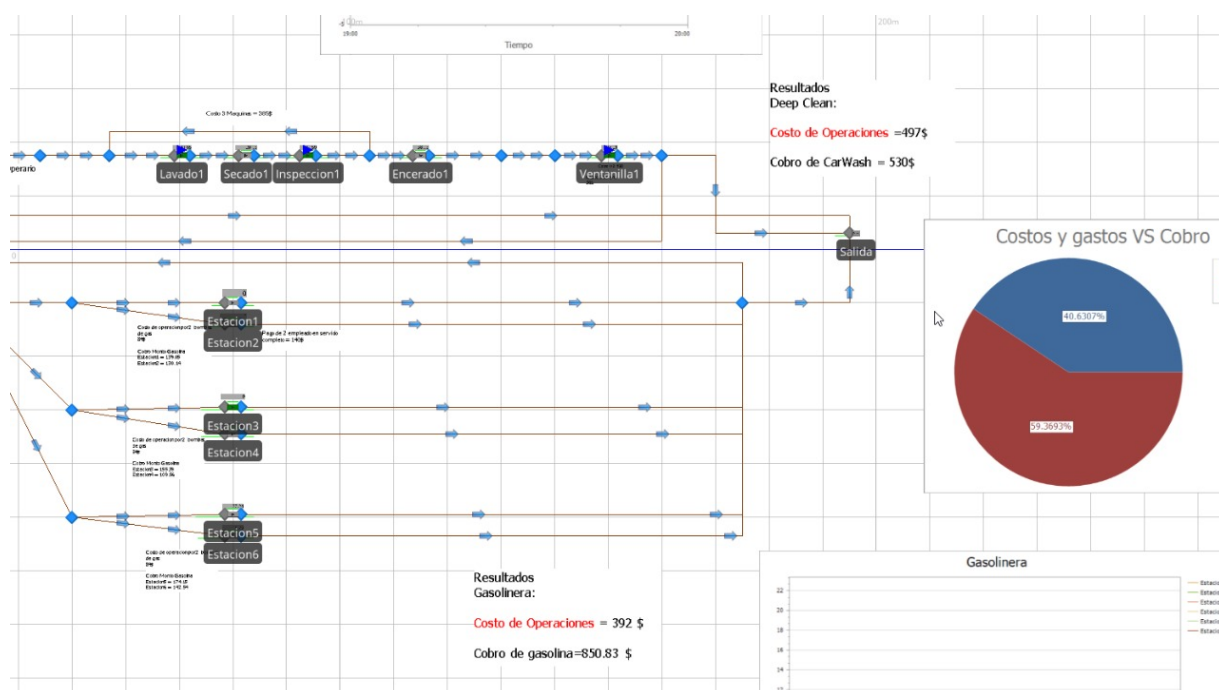
#### e. Clientes

Característica evaluada	Resultado
<b>Clientes atendidos</b>	96
<b>clientes insatisfechos</b>	4

Si se comparan los valores de la tabla anterior se identifica que los clientes insatisfechos son 0.041 veces los clientes atendidos, por lo tanto, se concluye que existe una buena relación y eficiencia en el servicio.

### 5. Justificación de Resultados:

#### Modelo 2: Sistema Optimizado



## 6. Cambios realizados

Los cambios realizados para optimizar el modelo inicial son los siguientes:

En el área de lavado es necesario eliminar uno de los túneles de lavado, ya que al verificar el porcentaje de utilización de estos en el modelo inicial se pudo observar que no sobrepasa el 50 % de su uso, por lo cual es un poco inviable tener dos túneles de limpieza, ya que esto genera más costos para la empresa reduciendo las posibles ganancias que se puedan obtener. De la misma manera se tomo la decisión de reducir las ventanillas de cobro para el área de lavado, ya que cuando se tenían dos túneles de limpieza las ventanillas no sobrepasaban el 40 % de utilización del servicio al tener un túnel menos estas ventanillas iban a tener un solo canal de clientes a los cuales atender, y al tener las 3 ventanillas abiertas significa más gasto en operarios el cual no se estaba cubriendo con los cobros por lavado.

## 7. Resultados del modelo 2

### e. Porcentaje de utilización de los servidores

Abastecimiento de combustible	
Estación 1	14.7619048
Estación 2	15.119076
Estación 3	19.4672788
Estación 4	12.8571429
Estación 5	18.6904762
Estación 6	20.2380952
Sistema Deep Clean	
Lavado 1	25.6206063
Recepción Lavado	43.0341676
Secado 1	20.0829052
inspección 1	30.5881015
Encerado 1	18.4275294
Ventanilla 1	35.2062478

Realizando los cambios en el modelo, las estaciones de abastecimiento de combustible permanecieron igual, los factores de utilización se mantienen cercanos a los del modelo anterior.

En el sistema Deep Clean se redujo a la utilización a un solo túnel de servicio, de igual forma para los datos de entrada y las distribuciones de probabilidad utilizada, los resultados reflejan que más del 50% del tiempo cada subestación se encuentra libre.



**f. Costos de operaciones**

Servicio	Costo
Gasolinera	\$ 392
Sistema Deep Clean	\$ 497

Con los cambios realizados en el segundo modelo, para su optimización se puede observar que los costos por el servicio de gasolinera se mantuvieron igual mientras que el costo por el sistema de Deep Clean se redujo considerablemente siendo estos un costo inicial de \$994.00 y en el modelo optimizado de \$ 497 siendo esto un 50% menos en los costos, por lo cual creemos que fue una buena decisión realizar este cambio en el sistema

**g. Ingresos**

Servicio	Ingresos
Gasolinera	\$ 850.83
Sistema Deep Clean	\$ 530

Como podemos observar los ingresos por parte de la gasolinera siguen siendo un buen monto, en total la empresa gano \$458.83 en la venta de combustible, lo que corresponde a más de un 50% de los costos por el uso de las estaciones; Mientras que el sistema Deep clean mejoro sus ingresos contra el modelo inicial, teniendo un margen de ganancia de \$33.00 lo que realmente no es una ganancia considerable para el trabajo que conlleva mantener este servicio, por lo cual sería recomendable no utilizar este servicio y aprovechar para mejorar el sistema de gasolina que es el que genera más ingresos y por tanto más ganancia para la empresa.

**h. Ganancias totales**

**Ingresos Totales** = Ingresos Gasolinera + Ingresos sistema Deep Clean – Costo total

**Ingresos Totales**= \$ 850.83+ \$ 530 – ( \$ 392 + \$497 ) = \$ 491.83

Las ganancias totales obtenidas por ambos servicios corresponden a un \$491.83 lo que nos genera un buen margen de ganancia para la empresa aun que el sistema de Deep clean no nos presente mayor ganancia por si solo.

**i. Clientes**

Característica evaluada	Resultado
Clientes atendidos	88
clientes insatisfechos	36

Con esta información sabemos que, de un total de 88 clientes atendidos en el sistema, un 0.40% ha sido atendido de manera insatisfactoria y ha tenido que volver a pasar en las colas para que le den un mejor servicio del que había recibido inicialmente. Por lo cual creemos nuevamente que el servicio de Deep clean no es necesario para esta empresa. Se puede mejorar de cierta forma el sistema de gasolinera para poder generar más ganancia.