

Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Ciencias y Sistemas

Área de Metodología de Sistemas

Modelación y Simulación 2 Sección P

Catedráticos:

Ing. Miguel Angel Cancinos Rendon

Tutor:

Aux. Bryan Gerardo Paez Morales



Proyecto

Proyecto Petrolera Quetzal

Guatemala, junio de 2025

Contenido del Proyecto

OBJETIVOS	3
General	3
Específicos	3
DESCRIPCIÓN GENERAL	4
EXTRACCIÓN	4
TRANSPORTE DE CRUDO A REFINADORA	4
REFINADORA	5
ALMACENAMIENTO TEMPORAL	5
DESTILACIÓN ATMOSFÉRICA Y AL VACÍO:	5
CRAQUEO CATALÍTICO:	5
HIDROTRATAMIENTO (Diesel/gasóleo):	5
ISOMERIZACIÓN Y ALQUILACIÓN(Gasolina):	6
GASOLINERA	7
FINANZAS	7
MODELADO 3D	8
DEBE MOSTRARSE	9
DOCUMENTACIÓN	9
ENTREGABLE FASE 1	10
ENTREGABLE FASE 2	10
RESTRICCIONES Y CONSIDERACIONES	11
TABLAS CON INFORMACIÓN DEL SISTEMA	12

OBJETIVOS

General

- Que el estudiante analice, determine y mejore el comportamiento de los sistemas de procesos reales al crear modelos que se adapten a estos, utilizando su conocimiento en el uso de herramientas de simulación.

Específicos

- Que el estudiante comprenda el funcionamiento de sistemas reales mediante la descripción y análisis de una petrolera
- Que el estudiante amplíe su conocimiento sobre el software de simulación Simio al realizar un modelo que se asemeje a un sistema real.
- Que el estudiante analice los resultados obtenidos y que, por medio de sus conocimientos de estadística y probabilidades, sepa tomar decisiones para mejorar el funcionamiento del sistema.

DESCRIPCIÓN GENERAL

Guatemala lleva ya más de 50 años siendo explotada por empresas petroleras extranjeras, se llevará a cabo una propuesta con la cual el gobierno pueda financiar una petrolera.

Se solicita al equipo de trabajo desarrollar un modelo funcional integral para establecer una petrolera completamente guatemalteca, abordando todas las etapas del proceso petrolero, desde la extracción hasta la distribución y consumo de los distintos derivados. El modelo debe contemplar detalladamente aspectos como el proceso de refinamiento, la logística de distribución nacional, y el consumo tanto en el sector doméstico como industrial. Además, se espera que el modelo considere factores socioeconómicos y ambientales para garantizar un desarrollo sostenible y equitativo de la industria petrolera en Guatemala.

EXTRACCIÓN

Para este proceso se contarán con aproximadamente 10 extractores de petróleo los cuales logran una extracción del recurso a una tasa de 55 m³ /min por cada máquina. El petróleo extraído no siempre es de la misma calidad estos muchas veces contienen residuos minerales que deben ser extraídos en el proceso de fabricación de los combustibles. Después de ser extraído, el crudo es enviado por una tubería de 1 km hasta 2 tanques de almacenamiento los cual tiene una capacidad de 85000 m³ cada uno.

Cuando la capacidad de almacenamiento se encuentra a un 80% este envía una señal a los extractores los cuales disminuyen la tasa de extracción a $\frac{2}{3}$ de la capacidad.

TRANSPORTE DE CRUDO A REFINADORA

La topografía entre la planta refinadora y el lugar donde se realiza la extracción actualmente impiden su transporte por ductos subterráneos por lo que se contará con una flota de 15 camiones los cuales tienen una capacidad de 40 m³. Estos son cargados por aproximadamente 30 min y pueden cargarse simultáneamente 2 camiones.

La distancia hasta la refinadora es de 40 km, los camiones en promedio se mueven a una velocidad constante de 80 km/h. Los costos de este proceso son descritos en el apartado de finanzas.

REFINADORA

En la refinadora se poseen varios procesos, estos son secuenciales y en cada etapa se obtienen una cantidad porcentual de los subproductos. Nos enfocaremos principalmente en los procesos donde obtendremos los combustibles necesarios para simular una estación de combustible.

ALMACENAMIENTO TEMPORAL

El almacenamiento es el lugar donde los camiones descargan el crudo, este tiene la capacidad de 150,000 m³, su capacidad máxima no debe exceder el 80% por temas de seguridad, por lo que al llegar a esa marca se detiene el proceso de transporte hasta que sus niveles lleguen al 50%. Se pueden vaciar hasta 3 camiones simultáneamente.

DESTILACIÓN ATMOSFÉRICA Y AL VACÍO:

Duración: 2 - 4 horas.

Gasolina: Se obtiene principalmente durante la destilación atmosférica. Representa aproximadamente el 35% de la producción total y suele ser obtenida en las primeras etapas del proceso de destilación atmosférica.

Diesel y combustible para aviación: Se obtiene tanto en la destilación atmosférica como en la destilación al vacío, con un porcentaje estimado del 30% de la producción total.

El porcentaje restante pasa al siguiente proceso.

CRAQUEO CATALÍTICO:

Duración: 4 - 6 horas.

Gasolina: Es uno de los principales productos obtenidos a partir del craqueo catalítico, representando una parte significativa de la producción total aproximadamente un 65%. Otros productos: También pueden ser producidos durante el craqueo catalítico, como propileno, butenos, y productos petroquímicos de alto valor.

HIDROTRATAMIENTO (Diesel/gasóleo):

Tiempo: 4 - 8 horas.

Esta etapa únicamente se aplica a el combustible Diesel o gasóleo.

Diesel y gasóleo: Son los principales productos obtenidos a partir del hidrotratamiento, con un tiempo estimado de producción similar al del craqueo catalítico.

ISOMERIZACIÓN Y ALQUILACIÓN(Gasolina):

Duración: 3 - 6 horas.

Estos procesos pueden mejorar las propiedades de ciertos productos, como la gasolina, en este proceso se procesa toda la gasolina producida para obtener gasolina de más alta calidad. Aproximadamente el 45% del combustible que se obtiene logra el estándar para ser llamado premium y el resto sigue su camino hacia los tanques de almacenamiento.

Al finalizar los procesos descritos estos combustibles y derivados (no se diferenciarán) son almacenados en una serie de tanques que contienen los combustibles refinados.

Se cuentan con 12 tanques con una capacidad de 50000 m³ para el almacenamiento del producto final, estos almacenan el producto final en partes iguales (4 Diesel, 4 gasolina regular, 4 gasolina premium).

Los costos son descritos en el apartado de Finanzas.

GASOLINERA

En este caso se simulará únicamente el funcionamiento de 1 gasolinera, este realizará pedidos en cuanto sus niveles de almacenamiento estén a un 25% ya sea gasolina normal, Premium o Diesel. La distancia recorrida desde la refinadora hasta la gasolinera es de 20 Km, y la velocidad media del camión cisterna que despacha un pedido es de 70 Km/h. El volumen que puede transportar un camión es de aproximadamente 1000 galones.

La gasolinera cuenta con 3 tanques (1 para cada tipo de combustible) con una capacidad de 25000 galones cada uno.

También se disponen de 6 dispensadores de combustible los cuales pueden despachar los tres tipos de combustible.

Los tiempos de llegada son variables, estos son descritos en la [TABLA 1](#) y el tipo de combustible consumido se describe en la [TABLA 2](#).

El tiempo de despacho también es variable y este se describe en la [Tabla 3](#).

La gasolinera labora 24/7.

FINANZAS

Todo el sistema se manejará en moneda local (Quetzales)

EXTRACCIÓN

Máquinas extractoras: Cada máquina posee un consumo equivalente a Q. 3000/hora en su máxima capacidad.

Almacenamiento de combustibles: Cada tanque al final del día es medido y por cada m³ que este almacenado se tiene un costo de Q 500.00

Transporte hacia la refinería:

Los camiones que transportan el crudo tienen un costo de Q 2500.00 por cada viaje.

REFINERÍA

El proceso de la refinería es en parte solventada por los gases que se producen en el proceso, esto hace que los costos sean menores a lo habitual

Destilación Atmosférica:

El costo de la destilación atmosférica y al vacío incluye la energía necesaria para calentar y separar el crudo, los costos de mantenimiento de los equipos y la mano de obra requerida.

Estos costos pueden variar, pero podrían representar una parte significativa del presupuesto operativo de la refinería. en promedio por hora se estiman en Q 6500.00/hora.

Craqueo Catalítico:

El craqueo catalítico implica el uso de catalizadores y alta temperatura y presión, lo que puede generar costos considerables de operación y mantenimiento. Además, se deben tener en cuenta los costos de los reactores y equipos asociados, así como los costos de energía y mano de obra. El costo promedio por hora se estima en Q 5400.00

Hidrotratamiento:

El hidrotratamiento requiere el uso de hidrógeno y catalizadores especiales para eliminar impurezas como azufre, nitrógeno y compuestos metálicos. Los costos asociados con el hidrógeno, los catalizadores, la energía y la mano de obra se estiman en un total de Q 5000.00 por hora.

Isomerización:

Estos procesos también implican el uso de catalizadores especiales y condiciones de operación específicas, lo que puede generar costos adicionales de operación y mantenimiento. Los costos estimados por hora se estiman en Q 4500.00 por hora.

GASOLINERA

Reabastecimiento:

Transporte: Cada viaje realizado por los camiones cisterna tiene un costo de aproximadamente Q 3500.00

Compra de combustibles:

Cada galón comprado es adquirido con un 10% menos del costo de venta por galón.

Precios de Venta

Los precios de venta son descritos en la [TABLA 4](#).

MODELADO 3D

Para la entrega del proyecto el ministerio de energía y minas solicita que modele en 3D la totalidad del sistema, esto con el fin de tener un refuerzo visual que ayude a la construcción de la refinadora.

DEBE MOSTRARSE

Refinadora:

- Es necesario mostrar en todo momento el porcentaje de los contenedores/tanques.
- El costo total del proceso de refinado
- Porcentaje de volumen producido de cada tipo de combustible y los derivados (no se distinguen)
- Costo total del funcionamiento
- Cantidad de viajes realizados por los camiones

Gasolinera

- Gráfica con los ingresos vs costos de la gasolinera
- Porcentaje de utilización de los dispensadores.
- Tipos de clientes (depende del combustible que consuma)
- Gráfica de Pie con los porcentajes de combustibles vendidos.
- Status Label con el volumen vendido de cada tipo de combustible.
- Cantidad de combustible disponible en cada tanque

Los vehículos que ingresen deben mostrar el tipo de combustible que consumen y la cantidad de este que desea adquirir.

Todo el sistema debe estar modelado en 3D.

El uso de vehículos y trabajadores está permitido.

DOCUMENTACIÓN

Realizar un documento PDF con los elementos que se describen a continuación:

- Diseño del sistema explicado brevemente.
- Descripción de los procesos utilizados en el sistema con justificación.
- Descripción de los estados utilizados en el sistema con justificación.
- Conclusión de los resultados obtenidos por el modelo.
- Imagen del modelo 3D final
- Propuesta de mejora del modelo actual, justificado, no es necesario realizar el modelo final, pero pueden incluir imágenes o gráficas si lo consideran necesario.

ENTREGABLE FASE 1

- [MYS1]F1_G#.pdf
 - Análisis del enunciado
 - ¿De qué trata el problema?
 - Objetivos
 - Identificación de problemas en el sistema
 - Datos de entrada y salida de cada entidad
 - Tiempos de llegada
 - Tiempos de servicio
 - Tiempos de entidad en el sistema
 - Estructura del sistema
 - Esquema del modelo (Diagrama puede utilizar Draw.io o Lucid chart)
 - Horarios de trabajo
 - Posibles soluciones de como implementar el sistema.

ENTREGABLE FASE 2

- [MYS2]F2_G#.spfx
 - Simulación de los siguientes procesos:
 - Extracción
 - Transporte del crudo a la refinadora
 - Almacenamiento temporal
 - Destilación atmosférica y al vacío
 - Modelado en 3D de los procesos simulados
- [MYS2]Docu_F2_G#.pdf
 - Documentación de los procesos simulados

ENTREGABLE FASE 3

- [MYS2]F3_G#.spfx
 - Simulación completa
 - Modelado en 3D de toda la simulación
- [MYS2]Docu_F3_G#.pdf
 - Documentación
 - Análisis de los resultados
 - Realice los cálculos necesarios según las tarifas de energía eléctrica actuales en el país para responder las siguientes preguntas:
 - ¿Cuál sería el costo de energía eléctrica utilizada por la petrolera en un día de trabajo?
 - ¿Cuál sería el costo de energía consumida por cada fase de la refinación?
 - ¿Cuántos watts consume cada fase de la refinación?
 - ¿Es sostenible el gasto energético de todo el proceso de refinación?

RESTRICCIONES Y CONSIDERACIONES

- El proyecto debe realizarse por los grupos formados en el laboratorio
- **Debe trabajarse solamente en Quetzales.**
- Se debe utilizar el software de simulación SIMIO
- Se tomará en cuenta la estética general del modelo 3D
- Es obligatorio entregar documentación
- Se debe entregar vía UEDI. Si la plataforma presenta problemas, se compartirá un link para que puedan subir su archivo.
- Entregas tarde tendrán penalización del 25% de la nota total por día de atraso.
- La fecha límite para realizar la entrega es el jueves 26 de junio de 2025 a más tardar a las 23:59.
- Las copias totales o parciales tendrán nota de **CERO PUNTOS** y serán reportadas a la Escuela de Ciencias y Sistemas.
- Se realizarán preguntas y/o modificaciones sobre el modelo entregado durante la calificación, con el fin de validar que todos los estudiantes hayan ayudado a realizar la práctica.

TABLAS CON INFORMACIÓN DEL SISTEMA

Hora inicial	Hora final	Cantidad de clientes/hora
00:00	02:00	2
2:00	04:00	3
4:00	06:00	20
06:00	08:00	50
08:00	10:00	45
10:00	12:00	40
12:00	14:00	65
14:00	16:00	45
16:00	18:00	50
18:00	20:00	65
20:00	22:00	30
22:00	24:00	10

TABLA 1. LLEGADA DE CLIENTES A LA GASOLINERA

Combustible	Probabilidad	Galones/cliente
GASOLINA REGULAR	45%	1 - 5
GASOLINA PREMIUM	35%	5 - 9
DIESEL	20%	15 - 20

TABLA 2. TIPO DE COMBUSTIBLE

Despacho	Tiempos (minutos)
Gasolina Regular	2 - 6
Premium	2 - 8
Diesel	4 - 10

TABLA 3. TIEMPOS DE DESPACHO

Tipo de combustible	Precio/Galón (Quetzales)
Gasolina Regular	35.78
Gasolina Premium	38.55
Diesel	33.25

TABLA 4. PRECIOS DE VENTA