

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE TUXTLA GUTIÉRREZ

INGENIERÍA INDUSTRIAL

INFORME TÉCNICO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

“PROPUESTA PARA LA OPTIMIZACIÓN DE TIEMPOS EN LA DISTRIBUCIÓN DE COMBUSTIBLE POR MEDIO DE AUTOTANQUES EN EL ÁREA DE COBERTURA DE LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y REPARTO PEMEX, TAPACHULA, CHIAPAS, MÉXICO, UTILIZANDO MODELOS DE DISTRIBUCIÓN FÍSICA”

DESARROLLADO POR:

MUÑOZ PEREZ DANIEL ANIBAL

10270177



ASESOR:

DR. ELIAS NEFTALI ESCOBAR GOMEZ

ASESOR EXTERNO:

ING. MIGUEL ANGEL PINEDA SERRANO

Tuxtla Gutiérrez, Chis. Agosto de 2014

Contenido

Introducción.....	18
Capítulo 1 Caracterización del proyecto.....	20
1.1 Antecedentes del problema.....	21
1.2 Definición del problema.....	22
1.3 Objetivos.....	22
1.3.1 Objetivo General.....	22
1.3.2 Objetivos Específicos.....	23
1.4 Justificación.....	23
1.5 Delimitaciones.....	24
1.6 Impactos.....	24
1.6.1 Social.....	24
1.6.2 Económico.....	24
1.6.3 Ambiental.....	25
1.6.4 Ético.....	25
Capítulo 2 Descripción de la Empresa.....	26
2.1 Antecedentes de la Empresa.....	27
2.2 Localización de la Empresa.....	29
2.3 Giro de la Empresa.....	30

2.4 Plano General TAR Tapachula.....	31
2.5 Estructura Organizacional.....	32
2.6 Directores Generales de PEMEX.....	32
2.7 Datos Históricos del Petróleo en México.....	33
2.8 Historia de Petróleos Mexicanos Como Datos Históricos.....	35
2.9 Misión y Visión.....	39
2.9.1 Misión.....	39
2.9.2 Visión.....	39
2.10 Política de Seguridad, Salud en el Trabajo y Protección Ambiental.....	39
2.10.1 Políticas.....	39
2.10.2 Principios.....	40
2.11 Principios de Actuación SAR.....	40
2.12 Estructura Operativa.....	41
2.13 Rutas de Evacuación de la TAR Tapachula.....	42
2.14 Logística Actual del Suministro.....	43
2.15 Zona de Influencia.....	43
2.16 Esquema Operativo.....	44
2.17 Infraestructura de SIPA.....	45
2.18 Reglas de Seguridad de Áreas Operativas.....	46
2.19 Diagrama de Proceso de la TAR.....	47

2.20 Demanda Actual de Combustible.....	47
2.21 Reparto Local y Foráneo de Combustible de la TAR Tapachula.....	49
2.22 Equipos de Llenado y Descarga de Combustibles.....	50
2.23 Volumen de Producto Manejado Año 2012 vs 2013.....	51
2.24 Patines de Descarga y Casa de Bombas.....	53
2.25 Parque Vehicular.....	54
Capítulo 3 Fundamento Teórico.....	55
3.1 Distribución Física.....	56
3.1.1 Concepto de Distribución Física y Distribución.....	57
3.2 Logística.....	58
3.2.1 Definiciones y Conceptos de Logística.....	60
3.2.2 Objetivo de la Logística.....	60
3.2.3 El Concepto Moderno de Logística.....	61
3.3 Cadena de Suministro.....	63
3.3.1 Funciones Típicas de la Cadena de Suministro.....	66
3.3.2 Fases de la Cadena de Suministro.....	67
3.4 Simulación.....	68
3.4.1 Definición de Simulación.....	68
3.4.2 Uso de la Simulación en la Industria.....	69
3.4.3 Utilidades de la Simulación.....	70

3.4.4 Ventajas de la Simulación.....	71
3.4.5 Desventajas de la Simulación.....	71
3.4.6 Etapas Para Realizar un Estudio de Simulación.....	71
3.4.6.1 Definición del Sistema.....	71
3.4.6.2 Formulación del modelo.....	72
3.4.6.3 Colección de Datos.....	72
3.4.6.4 Implementación del Modelo en Computadora.....	72
3.4.6.5 Verificación.....	72
3.4.6.6 Validación Del Sistema.....	73
3.4.6.7 Experimentación.....	73
3.4.6.8 Interpretación.....	73
3.4.6.9 Documentación.....	74
3.5 El modelo.....	74
3.5.1 Modelos de Simulación.....	74
3.5.2 Modelo Teórico.....	74
3.5.3 Modelo Conceptual.....	75
3.5.4 Modelo Sistémico.....	75
3.5.5 Modelo Descriptivo.....	76
3.5.6 Modelo Icónico.....	76
3.5.7 Modelo Analógico.....	77

3.5.8 Modelo Matemático.....	77
3.5.9 Modelo Procedimental.....	77
3.6 Simulación por Computadora.....	77
3.6.1 Importancia de la Simulación en Ingeniería.....	79
3.6.2 Clasificación de la Simulación.....	81
3.6.2.1 Microsimulación.....	81
3.6.2.2 Macrosimulación.....	82
3.6.2.3 Mesosimulación.....	82
3.6.2.4 Nanosimulación.....	82
3.7 Tipos de Modelos Computacionales.....	82
3.7.1 Modelo Dinámico.....	83
3.7.2 Modelo Estocástico.....	83
3.7.3 Modelo Discreto.....	83
3.7.4 Modelo Continuo.....	84
3.7.5 Modelo Distribuido.....	85
3.8 Aplicaciones de la Simulación.....	85
3.8.1 Utilidad de la simulación.....	87
3.9 Paquetes de Software de Simulación.....	88
3.9.1 ProModel.....	88
3.9.2 Service Model.....	88

3.9.3 Med Model.....	88
3.9.4 Sim Runner.....	88
3.9.5 Start::Fit.....	89
3.9.6 Área Standart Edition.....	89
3.9.7 Arena Call Center Edition.....	89
3.9.8 Arena Business Edition.....	89
3.9.9 Arena Packagin Edition.....	90
3.10 ProModel.....	90
3.10.1 Locaciones (Locations).....	91
3.10.2 Entidades (Entities).....	91
3.10.3 Legadas (Arrivals).....	91
3.10.4 Proceso (Processing).....	91
Capítulo 4 Formulación del Modelo de Simulación.....	92
4.1 Formulación del Problema.....	93
4.1.1 Diagnóstico Inicial.....	93
4.1.2 Formulación de Objetivos.....	97
4.1.3 Medidas de Efectividad	97
4.2 Formulación del Modelo de Simulación	98
4.2.1 Proceso Principal de la Distribución de Combustible a Estaciones de Servicio	98

4.2.2	Componente del Sistema de Reparto de Combustible.....	100
4.2.2.1	Entidades de Sistema.....	101
4.2.2.2	Eventos del Sistema.....	101
4.2.2.3	Recursos del Sistema.....	102
4.2.2.4	Atributos del Sistema.....	102
4.2.3	Análisis de los Datos que se Incluyen en el Modelo De Simulación.....	102
4.2.3.1	Descripción de los Datos.....	103
4.3	Recolección de Datos.....	103
4.3.1	Duración del Estudio.....	103
4.3.2	Recopilación de información Sobre Rutas de Reparto.....	104
4.3.3	Recorrido y Trazo de Rutas de la Nueva TAR Tapachula, ubicada en el Parque Industrial Puerto Madero a las Estaciones de Servicio Adscritas a la Terminal de Almacenamiento y Reparto PEMEX, Tapachula, Chiapas.....	106
4.3.4	Análisis de las Rutas de Distribución de Combustible.....	110
4.3.5	Identificación de las Causas en los Tiempos Largos de Entrega.....	111
	Capítulo 5 Modelo de Simulación.....	113
5.1	Construcción del Modelo de Simulación.....	114
5.2	Verificación y Validación del Modelo de Simulación.....	122

Capítulo 6 Propuestas.....	134
6.1 Propuesta. Equilibrio de Cargas de Distribución entre AUTOTANQUES.....	135
6.1.1 Objetivo.....	135
6.1.2 Resultados Previstos.....	135
6.1.3 Actividades.....	135
6.1.4 Modelo de Simulación.....	137
6.2 Presentación de Resultados.....	144
6.2.1 Modelo Original.....	144
6.2.2 Modelo Propuesto.....	147
6.3 Análisis de los Resultados.....	150
Capítulo 7 Conclusiones y Recomendaciones.....	154
7.1 Conclusiones.....	155
7.2 Recomendaciones.....	156
Fuentes de Información.....	157
Anexos.....	161

Lista de Tablas

Tabla 2.1	Estructura Operativa de TAR Tapachula.....	41
Tabla 2.2	Infraestructura Área de SIPA.....	46
Tabla 2.3	Clientes de la TAR Tapachula.....	48
Tabla 2.4	Reparto Local de Combustible de la TAR Tapachula en años 2012 y 2013 dado en Miles de Barriles (MBD).....	49
Tabla 2.5	Decomiso de Producto Por Mes.....	50
Tabla 2.6	Patines de Descarga de Combustible de la TAR Tapachula.....	50
Tabla 2.7	Casa de Bombas (Llenaderas).....	52
Tabla 2.8	Patines de Descarga de Combustible de la TAR Tapachula.....	53
Tabla 2.9	Casa de Bombas (Llenaderas).....	53
Tabla 2.10	Flotilla de Camiones.....	54
Tabla 2.11	Capacidades de Autotanques.....	54
Tabla 4.1	Componentes del sistema.....	100
Tabla 4.2	Estaciones de Servicio Adscritas a la TAR Tapachula.....	105
Tabla 4.3	Tiempos de ruta a la nueva TAR Tapachula.....	109

Tabla 6.1 Sistema Real de Distribución para AUTOTANQUE_1.....	144
Tabla 6.2 Sistema Real de Distribución para AUTOTANQUE_2.....	145
Tabla 6.3 Sistema Real de Distribución para AUTOTANQUE_3.....	145
Tabla 6.4 Sistema Real de Distribución para AUTOTANQUE_4.....	146
Tabla 6.5 Sistema Real de Distribución para AUTOTANQUE_5.....	146
Tabla 6.6 Sistema Propuesto de Distribución para AUTOTANQUE_1.....	147
Tabla 6.7 Sistema Propuesto de Distribución para AUTOTANQUE_2.....	148
Tabla 6.8 Sistema Propuesto de Distribución para AUTOTANQUE_3.....	148
Tabla 6.9 Sistema Propuesto de Distribución para AUTOTANQUE_4.....	149
Tabla 6.10 Sistema Propuesto de Distribución para AUTOTANQUE_5.....	149

Lista de Figuras

Figura 2.1 Ubicación de la TAR Tapachula.....	30
Figura 2.2 Plano General TAR Tapachula.....	31
Figura 2.3 Estructura Organizacional.....	32
Figura 2.4 Ruta de Evacuación de Actual TAR Tapachula.....	42
Figura 2.5 Planta Baja.....	42
Figura 2.6 Planta Alta.....	42
Figura 2.7 Logística Actual de Suministro de Combustible Zona Golfo.....	43
Figura 2.8 Zona de Influencia de Reparto de Combustible.....	44
Figura 2.9 Esquema Operativo de TAR Tapachula.....	45
Figura 2.10 Reglas de Seguridad.....	46
Figura 2.11 Diagrama de Proceso de la Terminal de Almacenamiento y Reparto.....	47
Figura 3.1 Proceso Interno de la Cadena de Suministro.....	64
Figura 4.1 Representación del sistema de reparto de combustible.....	99
Figura 4.2 Visita a Estación de Servicio Tuxtla Chico, en mpio. De Tuxtla Chico, Chiapas.....	108

Figura 4.3 Estacionamiento de autotanque de reparto local en área de descarga de producto de la Estación de Servicio 0909 Tuxtla Chico, ubicada en el municipio de Tuxtla Chico, Chiapas.....	108
Figura 5.1 Locaciones definidas para el programa de simulación.....	115
Figura 5.2 Entidades en el sistema de simulación.....	116
Figura 5.3 Auxiliares Utilizados en el Programa de Simulación.....	118
Figura 5.4 Proceso del Modelo de Simulación.....	120
Figura 5.5 Modelo de Simulación Terminado.....	121
Figura 5.6 Validación del tiempo de Servicio de AUTOTANQUE PMX_MAGNA_1.....	125
Figura 5.7 Validación del tiempo de Servicio de AUTOTANQUE PMX_MAGNA_2.....	127
Figura 5.8 Validación del tiempo de Servicio de AUTOTANQUE PMX_DIESEL_1.....	129
Figura 5.9 Validación del tiempo de Servicio de AUTOTANQUE PMX_DIESEL_2.....	131
Figura 5.10 Validación del tiempo de Servicio de AUTOTANQUE PMX_PREMIUM.....	133
Figura 6.1 Lógica de la Distribución para PMX_MAGNA_2.....	140
Figura 6.2 Lógica de la Distribución para PMX_DIESEL_1.....	141

Figura 6.3 Lógica de la Distribución para PMX_DIESEL_2.....	141
Figura 6.4 Lógica de la Distribución para PMX_PREMIUM.....	142
Figura 6.5 Propuesta. Equilibrio de Cargas de Distribución Entre Autotanques.....	143
Figura 6.6 Comparación de Resultados Obtenidos del Modelo Original y de la Propuesta con Relación al Tiempo de Distribución por Autotanque.....	150
Figura 6.7 Viajes Realizados por Autotanque en Cada Isla de Llenado de Combustible en el Modelo Original.....	151
Figura 6.8 Viajes Realizados por Autotanque en Cada Isla de Llenado de Combustible en el Modelo Propuesto.....	152
Figura 6.9 Comparación de Tiempos de Distribución entre el Modelo Original y el Modelo Propuesto dado en Horas.....	153



Tapachula, Chiapas, a 10 de Enero de 2014
Número de expediente REF2C6832100004C23000003012013

Terminal de Almacenamiento y Reparto
Carretera a Puerto Madero y 20 calle Pte.
Col. San Sebastian
C.P. 30790
Tapachula, Chiapas.

PXR-SAR-GARG-TAPACHULA-16-2014.

Lic. José Erasmo Cameras Mota
Jefe del Departamento de Gestión Tec. Y Vinculación
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutierrez

Asunto: Carta de Aceptación Daniel Aníbal Muñoz Pérez.

En atención a su oficio S/N De fecha 08 de Enero del 2014, donde nos solicita la oportunidad de que el **C. Daniel Aníbal Muñoz Pérez.**, alumno de Ingeniería Industrial, realice sus **Prácticas Profesionales**, en las oficinas de la Terminal de Almacenamiento y Reparto, en el **Área de Operación**, con el objetivo de que pueda conocer e identificarse con las áreas de acción, funciones, actividades y problemática de su campo laboral, me permito comunicarle que ha sido aceptado a partir del 20 de Enero al 20 de Julio del 2014, con horarios del 07:00 horas a 15:00 horas.

- Nombre del Proyecto:
"Propuesta para la Optimización de Tiempos en la Distribución de Combustible por medio de Autotanques de Reparto Local en el Área de Adscripción de la T.A.R. Tapachula Chiapas, utilizando Modelos de Distribución Física".

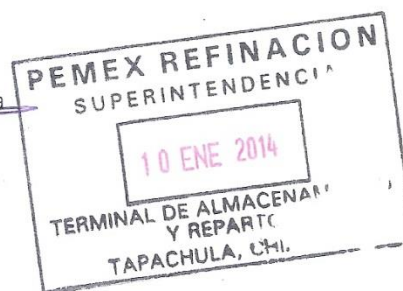
Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.



Elaboró: Lic. Marco Antonio Gledans Cabrera
Ayudante Administrativo.

Atentamente

Ing. Victor Jesus Cortes Villalobos
E.D. Superintendencia TAR Tapachula



PETRÓLEOS MEXICANOS

www.pemex.com

Página 1



Tapachula, Chiapas, 12 de Junio de 2014

Número de expediente REF2C6832100004C23000001012014

Terminal de Almacenamiento y Reparto
Carretera a Puerto Madero y 20 calle Pte.
Col. San Sebastian
C.P. 30790
Tapachula, Chiapas.

PXR-SAR-GARG-TAPACHULA-484-2014.

Lic. Higinio García Mendoza
Jefe del Departamento de Gestión Tec. Y Vinculación
Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez.

Asunto: Carta de Terminación P.P. Daniel Aníbal Muñoz Pérez.

Por este medio le informo que el C. Daniel Aníbal Muñoz Pérez, con número de control 10270177, estudiante de **Ingeniería Industrial**, ha finalizado sus **Prácticas profesionales** en esta empresa, donde cubrió un total de 650 horas de actividades en el período del 20 de Enero del 2014 al 12 de Junio del 2014 de lunes a viernes, con el siguiente proyecto:

Nombre del proyecto:

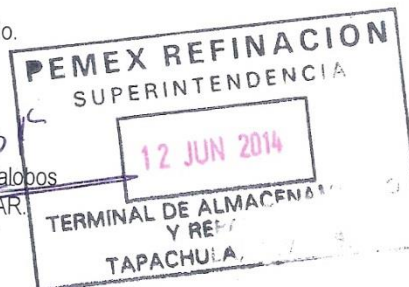
“Propuesta para la Optimización de tiempos a la distribución por medio de autotanques de reparto local en el área de adscripción de la TAR. Tapachula Chiapas, utilizando modelos de distribución física”.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.



Atentamente,

Ing. Víctor Jesús Cortes Villalobos
Superintendente de la TAR.



Rgm,

PETRÓLEOS MEXICANOS

“2014, Año de Octavio Paz”

CONSTANCIA DE LIBERACIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTO DE RESIDENCIA PROFESIONAL

M.C. JORGE ANTONIO OROZCO TORRES
JEFE DEL DEPTO. DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
EDIFICIO.

Por medio de la presente me permito informarle que ha concluido la asesoría y revisión del proyecto de Residencia Profesional cuyo título es: **“Propuesta para la optimización de tiempos en la distribución de combustible por medio de auto tanques en el área de cobertura de la terminal de almacenamiento y reparto PEMEX Tapachula Chiapas, utilizando modelo de distribución física”** desarrollado por la **C. Daniel Aníbal Muñoz Pérez**, con número de control **10270177**, desarrollado en el período “ENERO - JUNIO 2014”.

Por lo que, se emite la presente Constancia de Liberación y Evaluación del Proyecto a los once días del mes de julio de 2014.

ATENTAMENTE
“CIENCIA Y TECNOLOGÍA CON SENTIDO HUMANO”



Dr. Elias Escobar Gomez
Asesor del Proyecto



MC. Jorge Antonio Orozco Torres
Revisor del proyecto



Ing. Jose del Carmen Vazquez Hernandez
Revisor del proyecto

C.c.p.-Archivo.



Carretera Panamericana Km. 1080, C.P. 29050, Apartado Postal 599
Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Tels. (961) 61 54285, 61 50461
www.ittg.edu.mx



Introducción

El presente trabajo se realiza con la finalidad de mejora en la optimización de tiempos operacionales en el reparto de combustible por medio de unidades de reparto local propias a estaciones de servicio adscritas a la TAR Tapachula, así como esta actividad como parte preponderante en la línea de negocios de la empresa desde un punto de vista técnico-económico.

En la actualidad, la búsqueda de la calidad en los servicios representa una de las principales tendencias en el sector de la distribución y es precisamente esta calidad lo que distingue a las empresas con éxito de aquellas que permanecen en la media. La calidad del servicio es la base de la supervivencia de una empresa, la competencia y la existencia de clientes cada vez mejor informados son dos factores que contribuyen a esta concienciación.

Dentro de este ámbito como empresa generadora o prestadora de servicio, está la calidad en todos sus aspectos, tales como; calidad de producto, imagen en la proyección del producto, prontitud del servicio (tiempos), actitud del prestador del servicio, etc., mismos que pueden ser modelos de adopción en PEMEX y de aportaciones económicas considerables, y a su vez estas formas de servicio para que nuestros clientes puedan tener oportunamente los combustibles requeridos por los usuarios.

Hoy en día existen atavismos y diversos problemas que se dan en el ambiente laboral de Terminales de Almacenamiento y Reparto de PEMEX, los cuales se ven reflejados en el aumento en los tiempos de entrega y/o retrasos de estas mismas, situaciones que muchas de las veces se deben al constante cambio de actitudes del personal, directivos, mantenimiento y/o aspectos externos al proceso, que impiden una calidad integral en el servicio.

Se analizaran diversos aspectos que influyen en el proceso del reparto de combustible, enfocada en la parte de la distribución para optimizar las entregas de combustible al cliente, de manera que se pueda satisfacer la demanda programada, sin perjuicios laborales, pero sin descuidar la cultura de servicio como sistema de valores compartidos y creencias que interactúan con las estructuras y los sistemas de control para producir normas de comportamiento en beneficio de los usuarios del servicio.

Capítulo 1

Caracterización del proyecto

1.1 Antecedentes del Problema

La Terminal de Almacenamiento y Reparto PEMEX, Tapachula, Chiapas, es parte del organismo de PEMEX REFINACIÓN, y se encarga del abastecimiento de combustibles a 8 municipios de la zona costa, soconusco y centro, los cuales se mencionan a continuación:

- Tuxtla Gutiérrez
- Mapastepec
- Escuintla
- Huixtla
- Tapachula
- Cacahoatán
- Ciudad Hidalgo
- Motozintla

Los frecuentes cambios en la organización operativa, tales como los altos mandos, superintendentes o personal con asensos intervienen de manera directa en las acciones de la empresa y han provocado un descontrol en el esquema de distribución de combustible, ocasionando que existan trastornos operacionales que desvirtúan la calidad en el servicio.

Los problemas más frecuentes encontrados en la Terminal de Almacenamiento y Reparto son los siguientes:

- Desajuste del programa de repartos
- Cambios en cuanto a la vialidad y tránsito
- La actitud de los operadores de autotanques
- El ausentismo de operadores titulares
- Los fallos en ruta de los equipos de reparto
- Deficiente atención en materia de mantenimiento

Se trata de erradicar problemas que impidan el correcto accionar de la empresa, ajustando el esquema operativo y su estructura, sin descuidar el aspecto de seguridad en las entregas del refinado, a causa del aumento en la demanda de combustible a las estaciones de servicios de la zona de influencia, lo que implica el establecimiento de adecuados manejos logísticos y operacionales que aporten calidad en el servicio.

1.2 Definición del Problema

Los retrasos en el reparto del combustible es un problema que aqueja a la organización y decrece la eficiencia del desempeño operativo de la Terminal de Almacenamiento y Reparto PEMEX, Tapachula, Chiapas.

Los constantes cambios de administración en los altos mandos y puestos administrativos, actitud del personal y un exceso de tiempos extras en jornadas de trabajo son barreras que impiden generar la productividad del personal con la categoría de choferes repartidores, de manera que perjudica a la empresa provocando que aumente la deficiencia en cuanto al reparto del refinado, y aunado a esto, se tienen otros aspectos externos por vencer como la vialidad y el tránsito por falta de una adecuada preparación, que conlleva a un esquema de bajo rendimiento en el proceso de distribución de combustible.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un modelo para efficientar el reparto de combustible de la Terminal de Almacenamiento y Reparto PEMEX, Tapachula, Chiapas, México, basado en métodos Distribución Física.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Establecimiento de nuevas rutas de reparto.
- Eficientizar la programación de combustible al cliente, de acuerdo al programa de PEMEX denominado Reparto Responsable.
- Disminución de tiempos en el proceso de reparto de combustible
- Establecer vías alternas de reparto de combustible.

1.4 Justificación

La justificación que se le da a este proyecto son los tiempos largos en la distribución de combustible de la terminal de Almacenamiento y Reparto de PEMEX, Tapachula, Chiapas, lo cual se puede contrarrestar con un compromiso firme sobre el trabajo, buscando medidas que beneficien a la empresa y que los clientes sean atendidos de manera rápida y eficaz.

Con esta propuesta se puede tener un ambiente de trabajo sin presiones ni tensiones por parte de los operadores de autotanques, sin la necesidad de generar tiempos extras en jornadas de trabajo, con lo que se asegura la integridad física, mental y emocional del trabajador, ya que los tiempos de ruta que están establecidos son ajustados a la necesidad de la ruta y adaptados en el plano técnico-económico al tiempo de entrega del producto.

Se debe tomar en cuenta un factor importante como el servicio, donde se pretende dar mejor atención y en el momento que lo requiera el cliente solicitante, y mejorar las relaciones entre cliente – proveedor, ya que siempre serán atendidos de la mejor manera y en los tiempos establecidos por parte de la Terminal de Almacenamiento y Reparto.

1.5 Delimitación

El presente proyecto se lleva a cabo en las instalaciones de la Terminal de Almacenamiento y Reparto PEMEX, Tapachula, Chiapas, México, en el tiempo correspondiente de Enero a Junio del año 2014.

Para el desarrollo del proyecto se han observado las siguientes limitantes:

- Actitudes del personal.
- Resistencia al cambio por parte del personal de la terminal.
- El tiempo en que se llevará a cabo el proyecto

1.6 Impactos

1.6.1 Social

Se espera mejorar la relación entre la cadena cliente – proveedor, se pretende ser más eficiente en el servicio que se presta, y por parte de los operadores una conciencia más enfocada a la responsabilidad de su trabajo y la superación de los objetivos planteados para poder generar mayores ganancias y aumentar las oportunidades de empleo entre el personal.

1.6.2 Económico

El aspecto económico es muy importante para la organización, se estudiarán rutas económicamente rentables y se tendrá en cuenta que los clientes siempre serán lo primero, cubrir la demanda son la meta de todos los días en la Terminal de

Almacenamiento y Reparto, y con esta propuesta se puede elevar la rentabilidad en la distribución del combustible a las Estaciones de Servicio.

1.6.3 Ambiental

Este aspecto es muy importante para PEMEX, se maneja un programa denominado SSPA (seguridad, salud y protección ambiental), el cual hace énfasis en el cuidado del ambiente y protección de los recursos humanos del planeta, principalmente cuidar zonas marítimas, de bosque y de ciudades donde se tienen plantas de refinado y de reparto de combustible. Con el estudio de las rutas óptimas se podrá evitar mayores emanaciones de gases contaminantes por parte de los autotanques ya que recorrerán en menos tiempo la ruta.

1.6.4 Ético

Trabajando de manera conjunta, organizada y profesional se pueden llevar a cabo las actividades dentro de la organización, evitar perjuicios laborales tales como ordeñas de combustible y fallos de los autotanques provocados por los mismos operadores, un correcto manejo operacional trae grandes avances en la logística del reparto del combustible y de esta manera poder cumplir satisfactoriamente con la demanda y con los objetivos establecidos para el reparto.

Capítulo 2

Descripción de la empresa

2.1 Antecedentes de la Empresa

La Terminal de Almacenamiento y Reparto PEMEX, Tapachula, Chiapas, dio inicio a sus operaciones el día 18 de Marzo de 1965, siendo Presidente de los Estados Unidos Mexicanos el Lic. Gustavo Díaz Ordaz y Gobernador del estado de Chiapas el Lic. José Castillo Tielmans, con una capacidad de almacenamiento de 5,600 m³, una superficie de 27,000 m², y una distribución de 12,000 m³.

Debido a que la Terminal se encuentra ubicada cercana del centro de la Ciudad, rodeada de asentamientos habitacionales, comerciales, escolares y bodegas diversas, el 19 de abril del 2010 se publicó en Diario Oficial del Estado de Chiapas, un decreto para la reubicación de la Terminal.

Actualmente la futura TAR se encuentra en la etapa de construcción y tiene como programa concluir la construcción en Diciembre del 2014.

El estacionamiento de los Autotanques PR's se ubica a 7 km. de la Terminal y la descarga se realiza con un solo tonel, ingresando de reversa al área de descargaderas (Patines de Descarga).

Petróleos Mexicanos (PEMEX) es una empresa pública paraestatal mexicana petrolera, creada en 1938, que cuenta con un régimen constitucional para la explotación de los recursos energéticos (principalmente petróleo y gas natural) en territorio mexicano, aunque también cuenta con diversas operaciones en el extranjero. Esta empresa actúa bajo la supervisión de un consejo de administración, cuyo presidente es el Secretario de Energía, actualmente Pedro Joaquín Coldwell. El Director General de Pemex (el cual es el encargado de las operaciones diarias) es Emilio Lozoya Austin.

Su sede de administración está ubicada en la Avenida Marina Nacional #329, Colonia Petróleos Mexicanos, Delegación Miguel Hidalgo en la Ciudad de México donde concentra todas sus áreas administrativas en la llamada Torre Ejecutiva Pemex y en edificios contiguos alberga sus sistemas informáticos.

El 7 de junio de 1938 se creó Petróleos Mexicanos para ser la única compañía que pudiera explotar y administrar los yacimientos de petróleo encontrados en el territorio mexicano. PEMEX ocupó algunas de las instalaciones de las compañías expropiadas. En los primeros años, hubo algunos conflictos entre los trabajadores y PEMEX; existía el riesgo de huelga y había desacuerdos en cuanto a los derechos de los trabajadores. No obstante, en 1942 se firmó el primer Contrato Colectivo de Trabajo en donde se establecen las cláusulas que regulan las condiciones laborales, administrativas y los acuerdos a los que llegan los sindicatos y PEMEX. Se consideró que este contrato tenía cláusulas avanzadas porque contemplaba dar a los trabajadores el derecho a los servicios médicos, prestaciones en caso de enfermedades, accidentes o muerte y jubilación.

Es de las pocas empresas petroleras del mundo que desarrolla toda la cadena productiva de la industria, desde la exploración, hasta la distribución y comercialización de productos finales, incluyendo la petroquímica. Durante 2013, sus ingresos totales ascendieron a un billón 647 mil millones de pesos, obtuvo un rendimiento de operación de 905 mil millones de pesos y su inversión ascendió a 311 mil millones de pesos. La producción de petróleo crudo se ha mantenido estable en los últimos años y en 2013 se ubicó en 2 millones 548 mil barriles diarios y la de gas natural en 6 mil 385 millones de pies cúbicos diarios.

Asimismo, se llevaron a cabo descubrimientos que ayudaron a corroborar el potencial petrolero en aguas profundas y en las cuencas del sureste. Con la terminación del pozo Kunah-1DL se obtuvo mayor información del campo Kunah, confirmando el potencial gasífero en aguas profundas del proyecto Golfo de México B. Asimismo, los pozos Supremus-1 y Trión-1, ubicados dentro del proyecto Área Perdido, cerca de los límites territoriales marinos, y terminados en tirantes de agua de casi 3 mil metros de profundidad, permitieron ampliar el área de exploración de zonas de aceite de dicho proyecto.

En 1992 Se expide una nueva Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios mediante la cual Petróleos Mexicanos opera por conducto de un corporativo y cuatro organismos subsidiarios:

- Pemex Exploración y Producción
- Pemex Refinación
- Pemex Gas y Petroquímica Básica
- Pemex Petroquímica

Produce diversos tipos de combustible:

- Gasolina "Magna" (calidad regular grado 87 octanos)
- Gasolina "Premium" (calidad superior grado 92 octanos)
- Diésel
- Turbosina
- Combustóleo
- Asfalto
- Gas LPG
- Azufre

2.2 Localización de la Empresa

La Terminal de Almacenamiento y Reparto PEMEX, Tapachula, Chiapas, México, se localiza Carretera Puerto Madero con dirección en la 4^o Av. Sur Esquina con 20^o Poniente, Barrio San Sebastián en la Ciudad de Tapachula, Chiapas, México, como se aprecia en la **Figura 2.1**.



Figura 2.1 Ubicación de la TAR Tapachula

2.3 Giro de la empresa

Petróleos Mexicanos (PEMEX) es una empresa de giro industrial y de servicios, comprometida con la transformación de recursos naturales e hidrocarburos y productos petrolíferos extraídos del subsuelo para su procesamiento y producción de manera responsable para el uso adecuado de estos recursos y su aprovechamiento, de manera que la humanidad sea beneficiada.

La Terminal de Almacenamiento y Reparto PEMEX, Tapachula, Chiapas, es una empresa de servicios, su principal objetivo es almacenar y repartir el producto a las diferentes Estaciones de Servicio de manera que se mantengan abastecidas, brindándoles un servicio de calidad, rapidez y eficacia en la distribución del combustible.

De la misma manera, la TAR Tapachula cuenta con un laboratorio de calidad donde se estudian las composiciones químicas de los diferentes productos que son enviados desde las refinerías que abastecen las Terminales de Almacenamiento y Reparto. Tales como:

- Pemex Magna
- Pemex Premium
- Pemex Diésel

2.4 Plano General de la TAR Tapachula

A continuación en la **Figura 2.2** se muestra el plano de general de la actual TAR Tapachula.

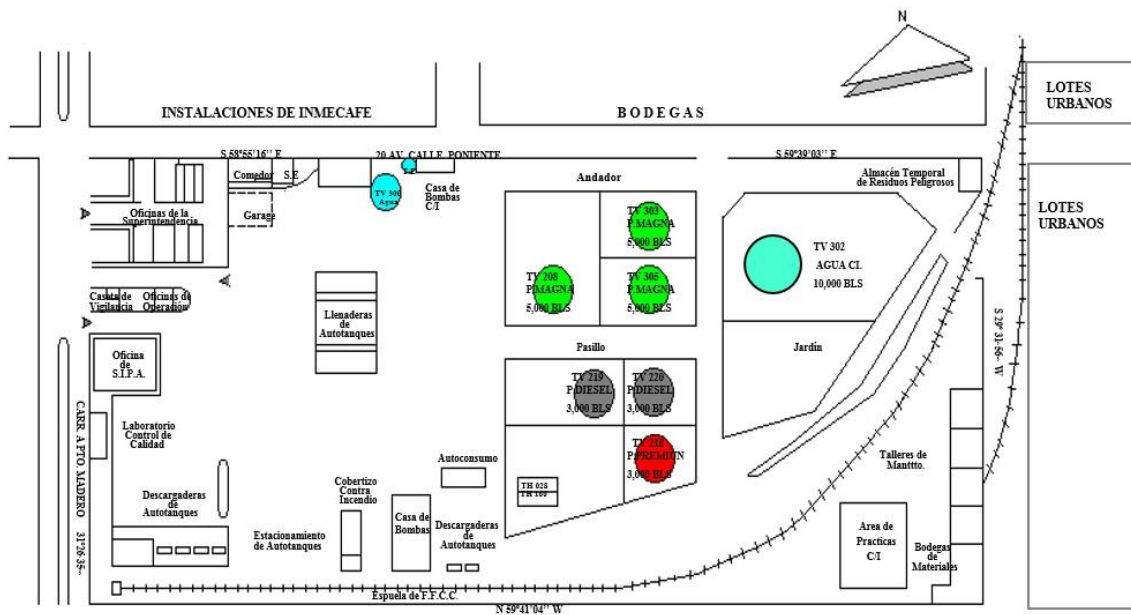


Figura 2.2 Plano General TAR Tapachula

2.5 Estructura Organizacional

A continuación en la **Figura 2.3** se presenta la estructura organizacional de la TAR Tapachula.

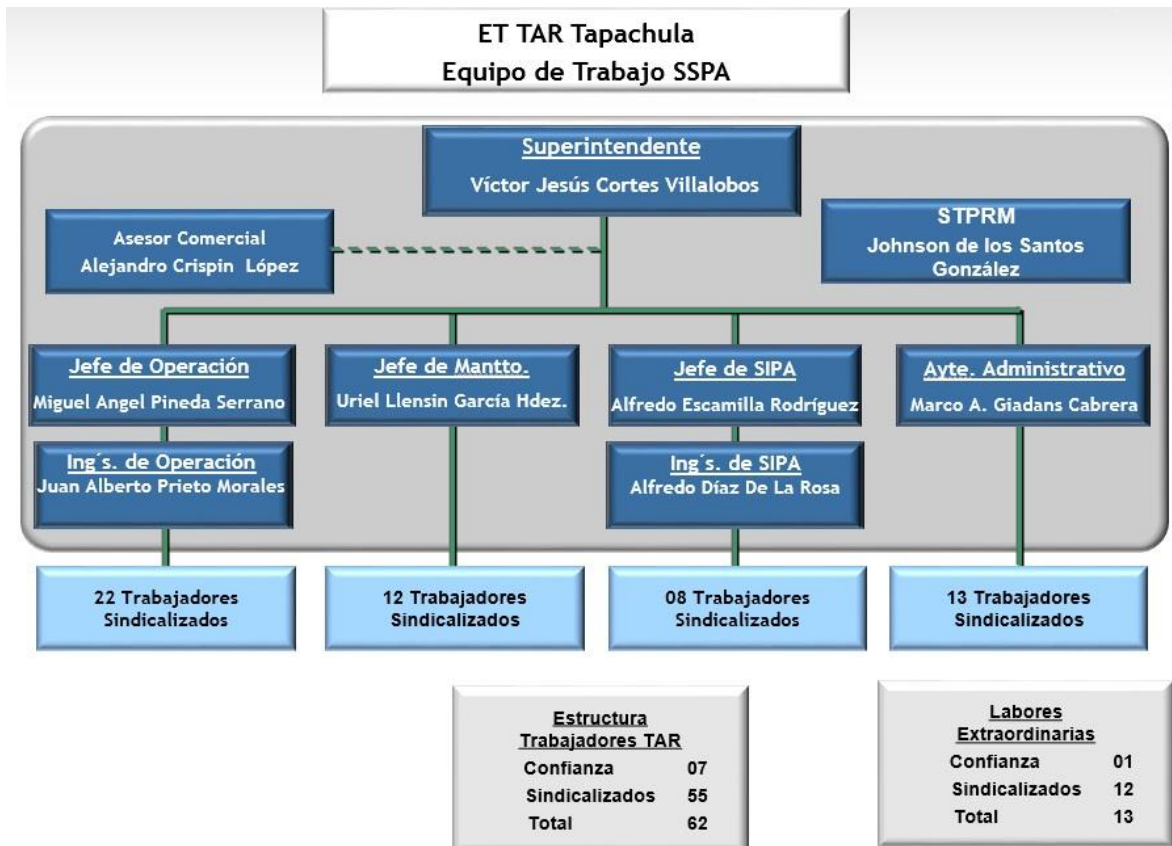


Figura 2.3 Estructura Organizacional

2.6 Directores Generales de PEMEX

- (1937-1938): Manuel Santillán
- (1938-1940): Vicente Cortés Herrera
- (1940-1946): Efraín Buenrostro Ochoa
- (1946-1958): Antonio J. Bermúdez
- (1958-1964): Pascual Gutiérrez Roldán

- (1964-1970): Jesús Reyes Heróles
- (1970-1976): Antonio Dovalí Jaime
- (1976-1981): Jorge Díaz Serrano
- (1981-1982): Julio Rodolfo Moctezuma
- (1982-1987): Mario Ramón Beteta
- (1987-1994): Francisco Rojas Gutiérrez
- (1994-1994): Carlos Ruiz Sacristán
- (1994-1999): Adrián Lajous Vargas
- (1999-2000): Rogelio Montemayor
- (2000-2004): Raúl Muñoz Leos
- (2004-2006): Luis Ramírez Corzo
- (2006-2009): Jesús Reyes-Heróles González-Garza
- (2009-2012): Juan José Suárez Coppel
- (2012-Presente): Emilio Lozoya Austin

2.7 Datos Históricos del Petróleo en México

Habitantes prehispánicos lo recogían de chapopoterías y le daban usos rituales y medicinales. También lo utilizaban como colorante y pegamento.

En la época colonial se usó para calafatear navíos.

1863: El sacerdote tabasqueño Manuel Gil y Sáenz descubre en su estado natal un yacimiento al que nombró "Mina del Petróleo de San Fernando", del cual extrae una buena cantidad de crudo.

1864 - 1867: Maximiliano de Habsburgo, recién nombrado Emperador de México, otorga 38 concesiones petroleras en el Estado de México, Puebla, Tabasco, Tamaulipas y Veracruz.

En ese periodo Matías Romero, representante del gobierno mexicano en Washington, comunica a Sebastián Lerdo de Tejada, miembro del gabinete de

Benito Juárez, que algunos norteamericanos afirman que en México hay más petróleo que en Pennsylvania.

1882: Tras una serie de reformas constitucionales y acuerdos políticos se instalan alambiques para refinar petróleo en el Campo de Cerro Viejo, en la margen del río Tuxpan, Veracruz.

1884: Se emite el Código de Minas que declaró que los bitúmenes o jugos de la tierra eran propiedad del dueño de la superficie y le quitó base a toda acción fiscal.

1892: La Ley Minera del 4 de julio de ese año, implícitamente reservaba la propiedad del subsuelo para la Nación.

1896: El gobierno estatal de Tamaulipas autoriza a la Waters Pierce Co. el establecimiento de una refinería para procesar petróleo norteamericano en la región de Árbol Grande.

1900: Los norteamericanos Charles A. Candfield y Edward L. Doheny compraron 113 hectáreas de la hacienda "El Tullillo", en el municipio de Ébano, San Luis Potosí, que se extendían hacia los estados de Tamaulipas y Veracruz. En ese año, la hacienda pasó a ser propiedad de la "Mexican Petroleum of California", creada por Doheny. Esta empresa empezó a perforar el campo "El Ébano" y, en 1901, se descubrió petróleo en el pozo "Doheny I".

1901: El geólogo mexicano Ezequiel Ordóñez descubre un yacimiento petrolero llamado La Pez, ubicado en el Campo de El Ébano en San Luis Potosí. En ese mismo año el Presidente Porfirio Díaz expide la Ley del Petróleo, con la que se impulsa la actividad petrolera, otorgando amplias facilidades a inversionistas extranjeros.

1915: La producción de pozos como el Cerro Azul N° 4, Potrero del Llano 4, Dos Bocas y San Diego de la Mar dieron a la región el nombre de Faja de Oro. El primero de ellos llegó a producir 250 mil barriles diarios.

1933: Se crea la compañía Petróleos de México, S. A. (Petromex), encargada de fomentar la inversión nacional en la industria petrolera.

1935: Se constituye el Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana, cuyos antecedentes se remontan a 1915.

2.8 Historia de Petróleos Mexicanos Como Datos Históricos

1937: Tras una serie de eventos que deterioraron la relación entre trabajadores y empresas estalla una huelga en contra de las compañías petroleras extranjeras que paraliza al país. La Junta de Conciliación y Arbitraje falla a favor de los trabajadores, pero las compañías promueven un amparo ante la Suprema Corte de Justicia de la Nación.

1938: Al negar el amparo, la Suprema Corte de Justicia ratifica el laudo emitido por la Junta Federal de Conciliación y Arbitraje a favor de los trabajadores. Tras la negativa de aquéllas para cumplir el mandato judicial, la tarde del 18 de marzo, el Presidente Lázaro Cárdenas del Río decreta la expropiación de los bienes muebles e inmuebles de 17 compañías petroleras a favor de la Nación. El 7 de junio de ese año se crea Petróleos Mexicanos.

1942: PEMEX y el Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana firman el primer Contrato Colectivo de Trabajo.

1946: En el Distrito Federal, se inaugura la refinería "18 de Marzo", en instalaciones originalmente construidas por la compañía "El Águila".

1948: Se descubren campos de aceite y gas en el noreste del país.

1950: Se inaugura la refinería "Ing. Antonio M. Amor", en Salamanca, Guanajuato.

1952: Geólogos mexicanos descubren la prolongación de la Faja de Oro.

1956: Se inaugura la refinería "Gral. Lázaro Cárdenas del Río", en Minatitlán, Veracruz.

1965: Se crea el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP).

1971: El pescador campechano Rudecindo Cantarell informa a PEMEX la presencia de una mancha de aceite que brotaba del fondo del mar en la Sonda de Campeche. Ocho años después la producción del pozo Chac marcaría el principio de la explotación de uno de los yacimientos marinos más grandes del mundo: Cantarell.

1972: Se descubre en el sureste del país la región petrolífera denominada Mesozoico Chiapas-Tabasco. Su producción promedio diaria fue de 711 mil barriles.

1974: De importar 6 mil barriles, pasó a exportar 37 mil barriles diarios. Las reservas de hidrocarburos se ubican en 5 mil millones 773 mil barriles.

1976: Se inaugura la refinería "Miguel Hidalgo" en Tula, Hidalgo. Primeros hallazgos marinos, las reservas se elevan a 11 mil millones de barriles.

1977: Cantarell empieza a mostrar su potencial. Las reservas se incrementan a 16 mil millones de barriles.

1978: El campo marino Cantarell, en la Sonda de Campeche, se confirma como uno de los más grandes yacimientos marinos del mundo. Las reservas alcanzan los 40 mil 194 millones de barriles.

1979: Se inauguran las refinerías "Héctor R. Lara Sosa", en Cadereyta, Nuevo León y "Antonio Dovalí Jaime", en Salina Cruz, Oaxaca. La perforación del pozo Maalob 1 confirma el descubrimiento de yacimiento Ku-Maalob-Zaap, el segundo yacimiento más importante del país, después de Cantarell y vigésimo tercero a nivel mundial, en términos de reservas.

1981: Inicia operaciones el Complejo Petroquímico La Cangrejera. Se exportan 401 mil barriles diarios de petróleo.

1983: Se anuncian reservas por 72 mil 500 millones de barriles.

1986: Las exportaciones de crudo se ubicaron en un millón 298 mil barriles diarios en promedio.

1987: Entra en operación la ampliación de la Refinería "Miguel Hidalgo" en Tula, Hidalgo, con la Planta Primaria No. 2 de 165 mil barriles diarios, para llegar a 320 mil barriles diarios de capacidad instalada.

1990: Sale a la venta la gasolina Magna Sin, que no contiene plomo y de 82 octanos.

1991: Participa Pemex con cinco por ciento de capital social en la petrolera española Repsol.

1991: Por razones ambientales cierra, en el Distrito Federal, la refinería "18 de Marzo".

1992: Se expide una nueva Ley Orgánica de Petróleos Mexicanos y Organismos Subsidiarios que define a Petróleos Mexicanos como órgano descentralizado de la Administración Pública Federal, responsable de la conducción de la industria petrolera nacional.

Esta Ley determina la creación de un órgano Corporativo y cuatro Organismos Subsidiarios, que es la estructura orgánica bajo la que opera actualmente.

Dichos Organismos son:

- PEMEX Exploración y Producción (PEP)
- PEMEX Refinación (PXR)
- PEMEX Gas y Petroquímica Básica (PGPB)
- PEMEX Petroquímica (PPQ)

1993: Introduce el combustible Diésel Sin.

1995: Pone a la venta la gasolina Pemex Premium de 93 octanos.

1997: Arranque del proyecto Cantarell, diseñado para optimizar la explotación del yacimiento. Inicia proceso de Reconfiguración de las refinerías de Cadereyta y Ciudad Madero.

2000: Se convierte en la quinta petrolera del mundo

2001: Pone en marcha el proyecto Burgos, en el norte del país para incrementar la producción de gas natural.

2003: Pemex Gas pone en operación un conjunto de Proyectos Ambientales para la Conservación del Agua.

2004: Confirma la existencia de hidrocarburos en aguas profundas.

2005: La producción de crudo se ubicó en un promedio diario de tres millones 333 mil barriles de crudo, la más alta de su historia, de los cuales exportó un millón 817 mil barriles. Ocupa el tercer lugar como productor de petróleo.

2006: Lanza al mercado nacional combustibles, (UBA). Crece casi 90 por ciento la longitud de ductos rehabilitados en 2005.

2007: Arriba a la Sonda de Campeche la Unidad Flotante de Proceso, se bautiza como Y'um K'ak Naab, el Señor del Mar.

2008: El 28 de noviembre se publican en el Diario Oficial de la Federación siete decretos que integran la Reforma Energética.

2009: Anuncia la construcción de una nueva refinería en Tula, Hidalgo.

2010: Presenta los Contratos Integrales EP para mejorar el esquema de exploración y producción de sus campos maduros.

2.9 Misión y Visión

2.9.1 Misión

Satisfacer la demanda nacional de productos petrolíferos y maximizar el valor económico de la empresa, mediante la operación y el desarrollo eficiente, competitivo y sustentable, para atender las necesidades de sus clientes y contribuir al fortalecimiento global de Pemex, en un marco de seguridad industrial y protección ambiental.

2.9.2 Visión

Pemex Refinación debido a su excelencia y productividad abastece la demanda nacional y participa en el mercado internacional con productos de calidad que generan resultados financieros positivos y mantiene los más altos estándares de seguridad y protección al medio ambiente.

2.10 Política de Seguridad, Salud en el Trabajo y Protección Ambiental

2.10.1 Políticas

Petróleos Mexicanos es una empresa eficiente y competitiva, que se distingue por el esfuerzo y el compromiso de sus trabajadores con la Seguridad, la Salud en el trabajo y la Protección Ambiental, mediante la Administración de sus Riesgos, el Cumplimiento Normativo con Disciplina Operativa y la Mejora Continua.

2.10.2 Principios

- La Seguridad, Salud en el trabajo y Protección Ambiental son valores de la más alta prioridad para la producción, el transporte, las ventas, la calidad y los costos.
- Todos los incidentes y lesiones se pueden prevenir.
- La Seguridad, Salud en el trabajo y protección Ambiental son responsabilidad de todos y condición de empleo.
- En Petróleos Mexicanos, nos comprometemos a continuar con la protección y el mejoramiento del medio ambiente en beneficio de la comunidad.
- Los trabajadores petroleros estamos convencidos de que la Seguridad, Salud en el trabajo y Protección Ambiental son en beneficio propio y nos motivan a participar en este esfuerzo.

2.11 Principios de Actuación SAR

- Máxima prioridad la seguridad de las personas, acorde a la estrategia del SSPA.
- Asegurar la confiabilidad operativa, mediante el mantenimiento de la integridad mecánica de las instalaciones y equipos.
- Asegurar el suministro de productos, mediando la operación coordinada y eficiente.
- Mejorar el servicio al cliente, (certificación de volúmenes en autotanques, y calidad de productos en tanques de almacenamiento).
- Fortalecer la relación con el sindicato, para mejorar la operación y el reparto local.

2.12 Estructura Operativa

A continuación en la **Tabla 2.1** se muestra la estructura operativa de la TAR Tapachula:

NO. TOTAL DE TRABAJADORES	92
Trabajadores de Planta Confianza	7
Trabajadores Transitorios Sindicalizados	30
Trabajadores de Planta Sindicalizados	55
PLAZAS EXTRAORDINARIAS	13
Obra determinada turno 3 Operación	6
Obra determinada turno 4 Operación	5
Obra determinada turno 4 Comercial	2
NO. DE CHOFERES REPARTIDORES	18
Plazas de estructura	14
Plazas extraordinarias	4

2.13 Rutas de Evacuación de la TAR Tapachula

A continuación en las **Figuras 2.4, 2.5 y 2.6** respectivamente, se muestran las distintas rutas de acceso y evacuación de las áreas operativas y administrativas de la TAR Tapachula.

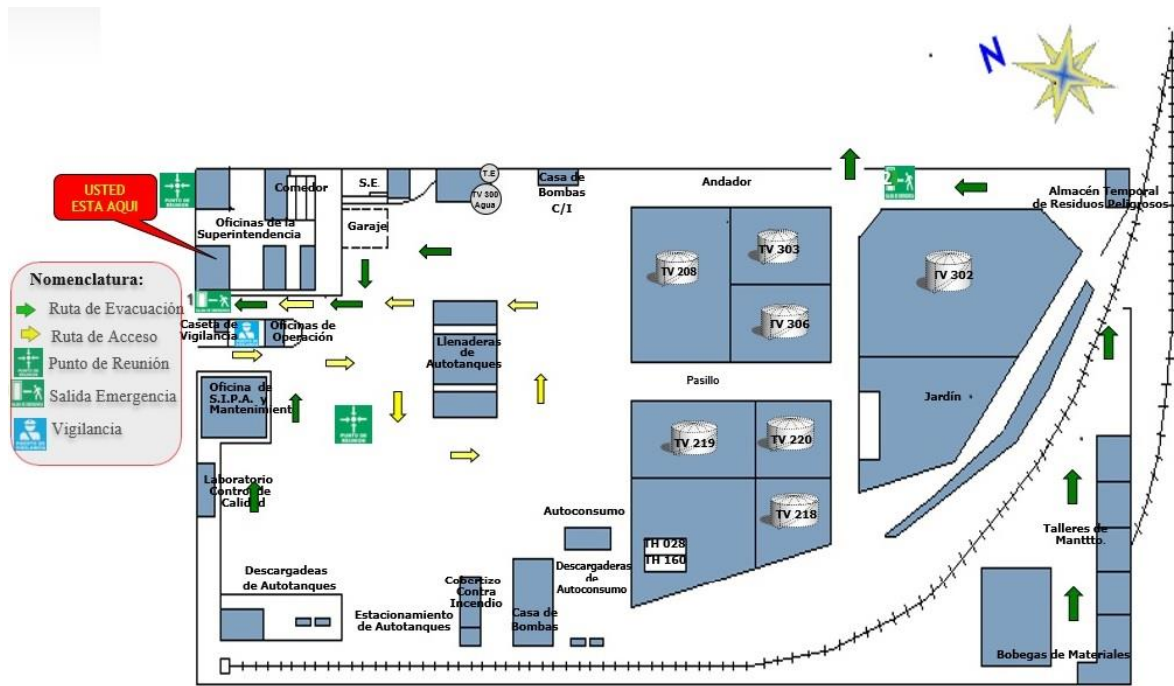


Figura 2.4 Ruta de Evacuación de Actual TAR Tapachula

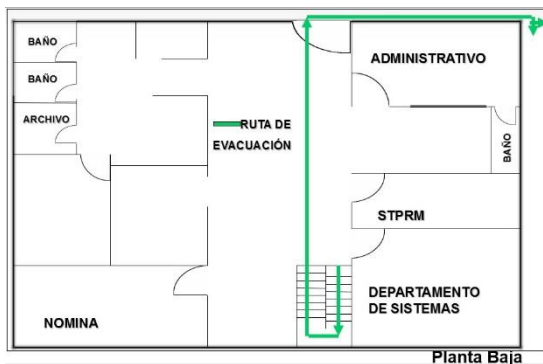


Figura 2.5 Planta Baja

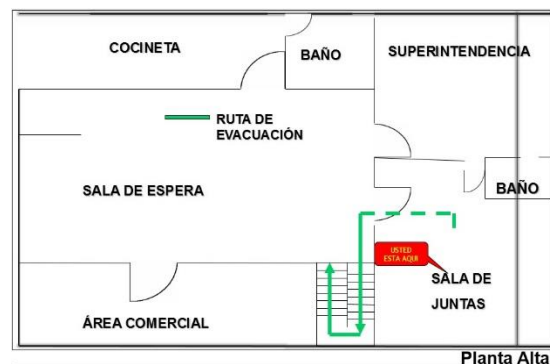


Figura 2.6 Planta Alta

2.14 Logística Actual del Suministro

A continuación en la **Figura 2.7** se muestra la logística actual de suministro de combustible de la Zona Golfo de la República Mexicana que van de las distintas refinерías a Terminales de Almacenamiento y Reparto (GARG).



Figura 2.7 Logística Actual de Suministro de Combustible Zona Golfo

2.15 Zona de Influencia

A continuación en la **Figura 2.8** se muestran las distintas zonas de influencia en el reparto de combustible incluyendo ventas del año 2012, rutas de reparto, clientes y la distancia recorrida diariamente por autotanques de reparto local y autoabasto a las distintas estaciones de servicio adscritas a la TAR Tapachula.



Figura 2.8 Zona de Influencia de Reparto de Combustible

2.16 Esquema Operativo

A continuación en la **Figura 2.9** se observa el esquema operativo de la TAR Tapachula que comprenden los siguientes pasos:

- Recepción del combustible proveniente de las refinерías por autotanques.
- Descarga de combustible por autotanques (un solo tonel) en área de descargaderas.
- Reporte electrónico al SIIC (auxiliar de operaciones) temperatura de producto a 20° (captura manual).
- Almacenamiento del combustible en tanques TV's.
- Uso de Bombas de Descarga (BD).
- Llenado de autotanques de reparto local y autoabasto en área de llenaderas (captura manual en tablero de control) usando Bombas de Almacenamiento (BA).
- Reparto de combustible a estaciones de servicio.

- Reporte diario de balance de combustible en jornadas de trabajo 1 y 2 (auxiliar de operaciones).
- Reporte electrónico al SIIC al finalizar jornadas de trabajo 1 y 2.

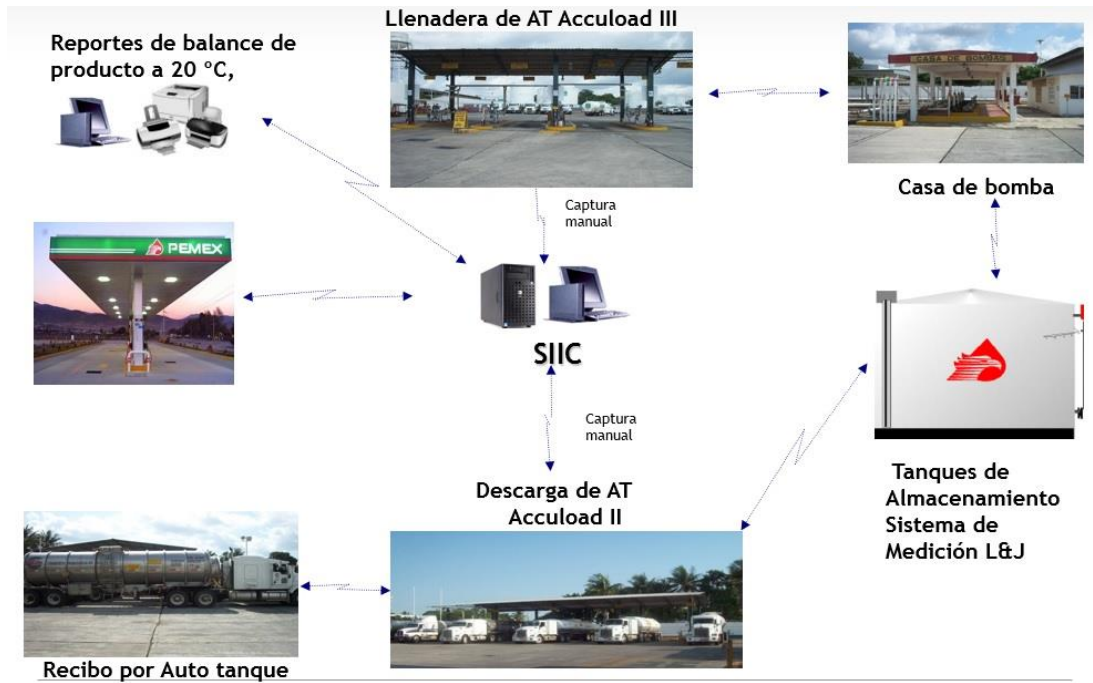


Figura 2.9 Esquema Operativo de TAR Tapachula

2.17 Infraestructura de S.I.P.A.

En la siguiente **Tabla 2.2** se muestra la actual infraestructura del Área de SIPA de TAR Tapachula.

Equipo	Cantidad	Características
Equipo de bombeo Contra incendio	2	<ul style="list-style-type: none"> Bomba de 2,500 GPM de Comb. Int. Bomba de 2,000 GPM. De Comb. Int.
Aspersores agua - espuma	6	Actualmente los 6 TV's de almacenamiento cuentan con anillos de enfriamiento
Equipos Contra incendio	15	Pantalones, chaquetones, cascos, botas y guantes.
Tanques de agua	3	TV-300 de 2,320 Bls. Y el TV-302 de 10,000 Bls para 4 hrs de ataque CI Tanque elevado de agua de 40m ³
Hydrochem	1	Boquilla Patriot 1500/2000 G.P.M. para ataque tridimensional (agua/espuma/P.Q.S.)

2.18 Reglas de Seguridad de Áreas Operativas

A continuación en la **Figura 2.10** se muestran las distintas reglas de seguridad de las áreas operativas de la Terminal de Almacenamiento y Reparto.

Ingreso

Equipo de Protección Personal requerido



Casco con Barbiquejo

Lentes de Seguridad

Ropa 100% Algodón

Calzado de Seguridad

Prohibiciones

Cerillos y Cigarros
Teléfono celular
Cámaras fotográficas*



*En caso de requerir fotografías, se deberá solicitar el permiso correspondiente al Superintendente/Jefe SIPA

Trabajos

Equipo de Protección Personal Específico



Guantes



Arnés y Cable de Vida



Cubrebocas



Careta

El requerido de acuerdo a la Instalación y el Trabajo a realizar.

Obligatorio



Velocidad Máxima
10 Km/hr





Utilizar Cinturón de Seguridad



Figura 2.10 Reglas de Seguridad

2.19 Diagrama de Proceso de la TAR

A continuación en la **Figura 2.11** se muestra el diagrama de proceso en la TAR, donde se representa el proceso de Recibo, Almacenamiento y Reparto de Combustible.

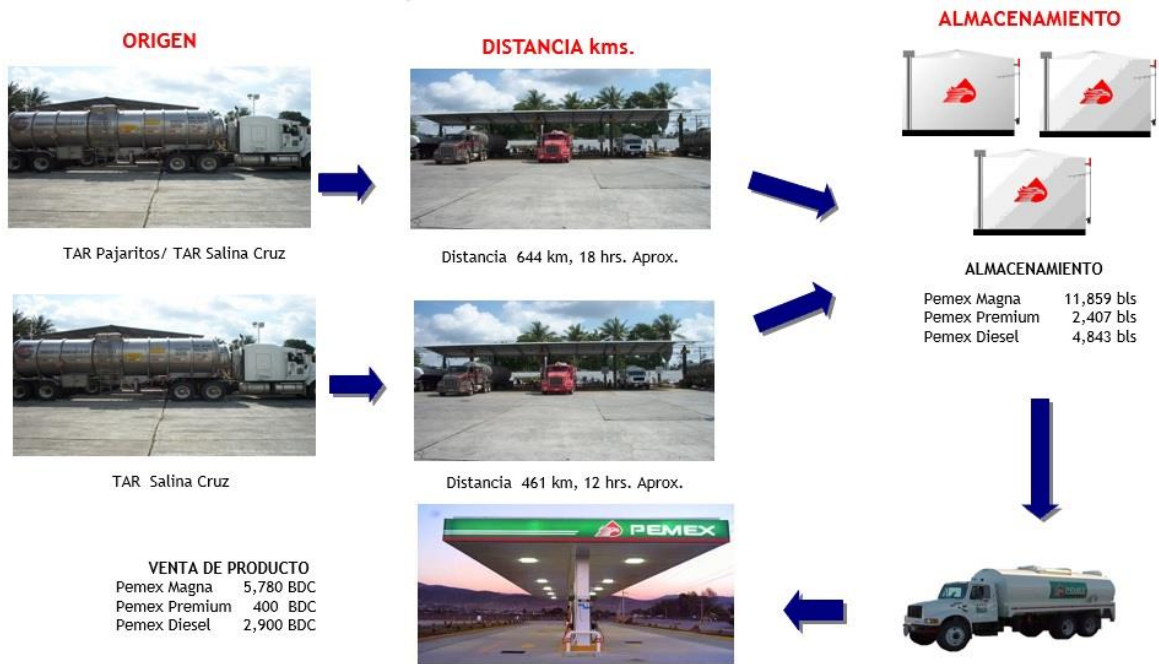


Figura 2.11 Diagrama de Proceso de la Terminal de Almacenamiento y Reparto

2.20 Demanda Actual de Combustible

En el **Figura 2.7** (continuación) se muestra la demanda actual de combustible a las Estaciones de Servicio.

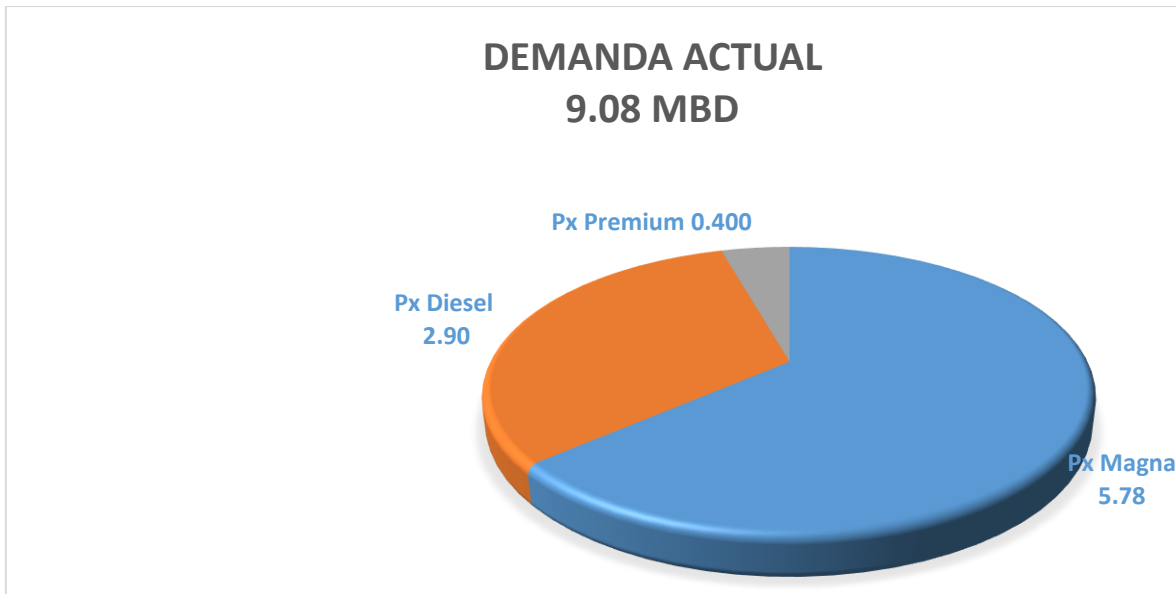


Figura 2.7 Demanda Actual de Combustible (continuación)

Cientes

En la **Tabla 2.3** se muestra el número de clientes de la TAR Tapachula

Clientes	
E.S. Reparto Local	41
E.S. Reparto Foráneo	10
Sector Gobierno	1
Total	52

2.21 Reparto Local y Foráneo de Combustible de la TAR Tapachula

A continuación en la **Tabla 2.4** se muestra la cantidad de combustible distribuido a las Estaciones de Servicio en 2012 y 2013, en Miles de Barriles (MBD) con su índice de variación.

Producto	2012	2013	Variación
Pemex Magna®	1,714,356	1,756,465	2.45 %
Pemex Premium®	114,020	185,843	62.99 %
Pemex Diésel®	906,847	986,652	8.80 %

Reparto Foráneo

A continuación en la **Figura 2.4** (continuación) se muestra la comparación del reparto de combustible local y foráneo de los años 2012 y 2013, dado en Miles de Barriles (MBD).

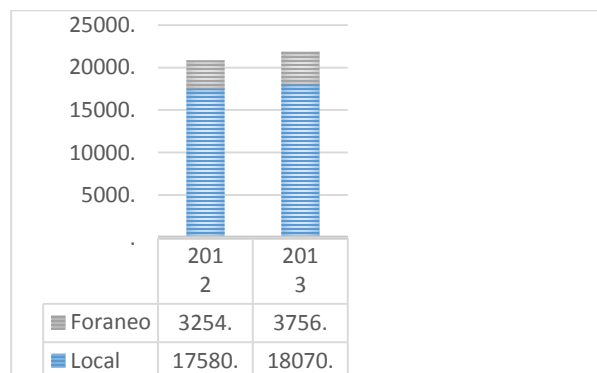


Figura 2.4 Reparto Foráneo y Local (continuación)

2.22 Equipos de Llenado y Descarga de Combustibles

A continuación en las **Tablas 2.5 y 2.6** respectivamente se muestra la capacidad de Área de Llenado y Área de descarga de autotanques con el flujo de combustible dado en Galones/min.

Producto	Cantidad	Flujo gal/m
Pemex Magna®	2	350
Pemex Premium®	1	350
Pemex Diésel®	2	350
Recuperado	1	150
Total	6	1,200

Tabla 2.6 Área de Descarga de Autotanques

Producto	Cantidad	Flujo gal/m
Gasolinas	3	550
Pemex Diésel®	2	550
Total	5	1,100

2.23 Volumen de Producto Manejado Año 2012 vs 2013

En el **Figura 2.5** (continuación) se muestra la cantidad de volumen de producto manejado de los años 2012 y 2013 de acuerdo a la carga, dado en Millones de Barriles (MBD).

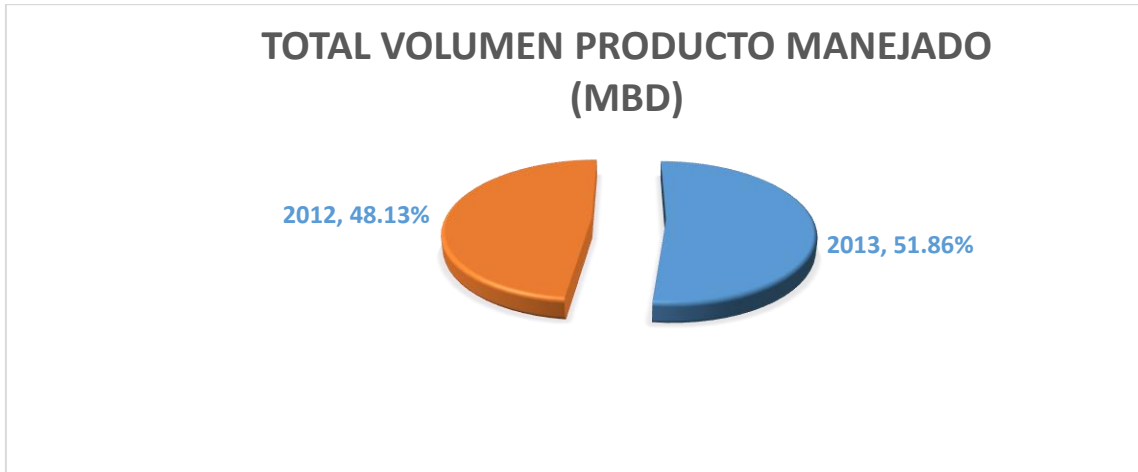


Figura 2.5 (continuación) Volumen de Producto Manejado Años 2012 vs 2013

A continuación, se muestra la **Figura 2.6** (continuación) el volumen total de producto manejado por mes en los años 2012 y 2013 de acuerdo a la descarga, dado en Millones de Barriles (MBD).

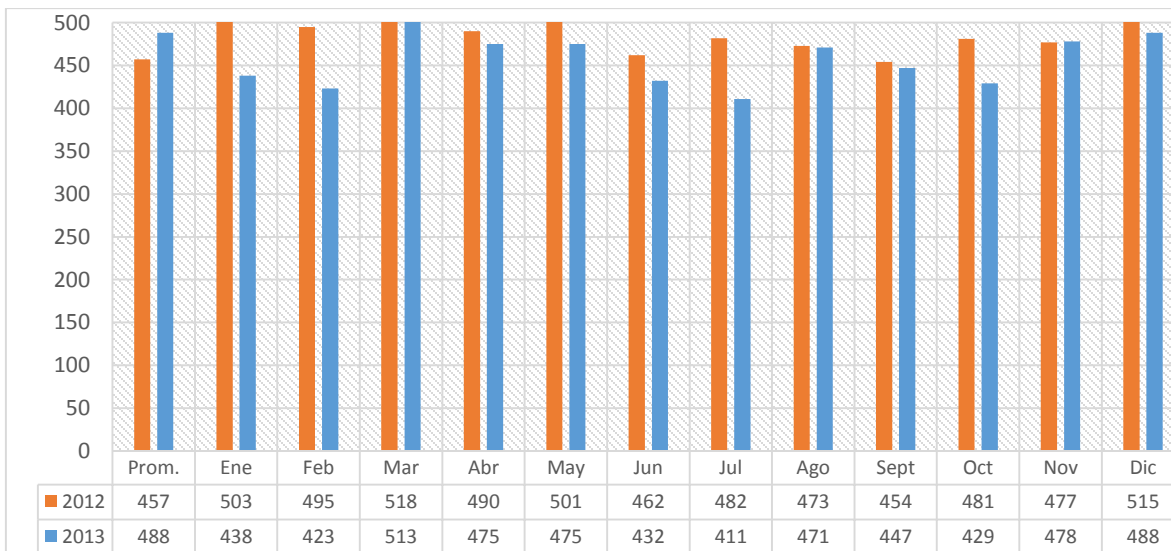


Figura 2.6 (cont.) Volumen Total de Producto Manejado por Mes en Años 2012 y 2013

En la **Figura 2.8** (continuación), se muestra la cantidad de producto en litros decomisado en año 2013 por parte de personal de gobierno.

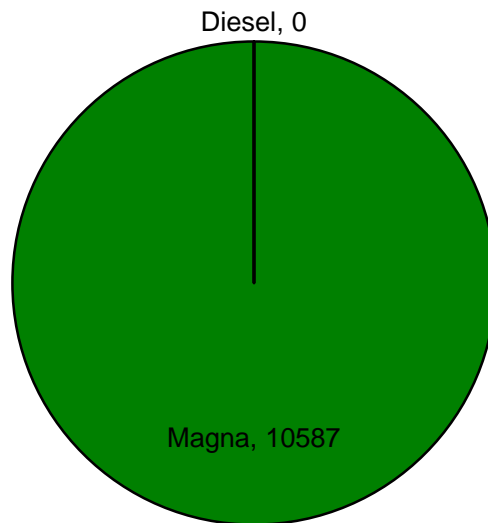



Figura 2.8 Producto decomisado dado en Litros (continuación)

En la **Tabla 2.7** se muestra la cantidad (Litros) de producto decomisado por mes del año 2013.

AÑO 2013					
20°					
MES	MAGNA	DIÉSEL	MES	MAGNA	DIÉSEL
ENERO	0	0	JULIO	9812	0
FEBRERO	0	0	AGOSTO	0	0
MARZO	0	0	SEPTIEMBRE	0	0
ABRIL	0	0	OCTUBRE	0	0
MAYO	775	0	NOVIEMBRE	0	0
JUNIO	0	0	DICIEMBRE	0	0
TOTAL LITROS				10,587	0

2.24 Patines de Descarga y Casa de Bombas

En la **Tabla 2.8** se muestran las especificaciones de los patines de descarga de combustible de la TAR Tapachula.

	PRODUCTO	TANQUE	HP	GASTO DE LA BOMBA GAL/MIN PROMEDIO
BD-1	MAGNA PREMIUM	305,303,208 218	25	500
BD-2	MAGNA PREMIUM	305,303,208 218	25	500
BD-3	DIESEL	220,219	25	500
BD-4	DIESEL	302,220	25	500
BD-5	MAGNA	305,303,208	25	500

En la **Tabla 2.9** se muestran las especificaciones de la casa de bombas (llenaderas) para llenado de autotanques de reparto local y autoabasto de TAR Tapachula.

	LLENADERA	PRODUCTO	HP	GASTO DE LA BOMBA GAL/MIN
BA-1	LLENADERA 2	DIESEL	15	350
BA-2	LLENADERA 4	MAGNA	15	350
BA-3	LLENADERA 5	MAGNA	15	350
BA-4	LLENADERA 3	DIESEL	15	350
BA-5	LLENADERA 1	PREMIUM	15	350

2.25 Parque Vehicular

A continuación, en la **Tabla 2.10** y **2.11** respectivamente se muestra la flotilla de camiones y las capacidades de los autotanques con la que cuenta la Terminal de Almacenamiento y Reparto Pemex, Tapachula, Chiapas.

Modelos	Cantidad	Rendimiento
2011	1	2.97
2012	4	3.15
2013	7	3.21
2014	1	3.50
total	13	

Tabla 2.11 Capacidades de Autotanques

Capacidad AT	Cantidad
20 m ³	12
30 m ³	1
Total	13

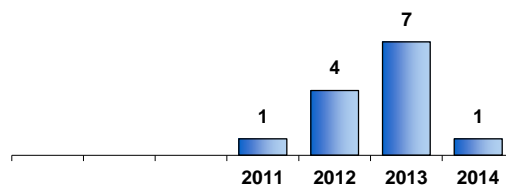


Figura 2.10 Parque Vehicular (continuación)

Capítulo 3

Fundamento teórico

3.1 Distribución Física

Es la parte de la logística que hace referencia al movimiento externo de los productos desde el vendedor al cliente o comprador. Se considera a la logística y distribución física como términos equivalentes y que abarcan aquel conjunto de operaciones llevadas a cabo para que el producto recorra el camino desde su punto de producción hasta el consumo.

El funcionamiento efectivo de la distribución física puede ser un factor esencial para mantener una ventaja competitiva, sobre todo en empresas que llevan a cabo una distribución intensiva.

Es posible ofrecer al consumidor potencial una distribución física con eficiencia como una de las mayores ventajas competitivas de la empresa:

- El servicio al consumidor como ventaja competitiva
- Influencia en los beneficios y oportunidad de mercado
- Relaciones proveedor – consumidor

En la distribución física, la administración trata con un gran número de variables que son entendidas con facilidad. Tales problemas conducen por sí mismos a una óptima solución a través de técnicas estadísticas y matemáticas.

La tarea de distribución física puede dividirse en cinco etapas:

- Determinar las ubicaciones de existencias y establecer el sistema de almacenamiento
- Establecer el sistema de manejo de materiales
- Mantener un sistema de control de inventarios
- Establecer procedimientos para tramitar los pedidos
- Seleccionar el medio o método de transporte

3.1.1 Concepto de Distribución Física y Distribución

La distribución es la parte de la administración que se encarga de agilizar la cantidad de recursos necesarios, tanto para producción como para venta de insumos productivos o bienes que pueden ser tangibles o intangibles con el fin de cubrir las necesidades de logística de las empresas en los tiempos y lugares correctos.

La distribución física de productos es un tema que se relaciona directamente con el mercadeo. Dicho en forma simple, la distribución física es llevar el producto desde el lugar de producción al consumidor final.

Dicho en otras palabras, la distribución física es la parte que se encarga de administrar los flujos de productos tangibles con fines productivos, y esta incluye todos los procesos de manejo de productos desde la obtención de la materia prima hasta la entrega del producto final.

La distribución física es el conjunto de actividades interrelacionadas y llevadas a cabo por una organización o por la integración de varias, con un fin común necesarias para la gestión eficiente del flujo de productos desde el almacén o la fábrica hasta el usuario final, desarrollando para ello un sistema de comunicaciones que haga posible su entrega en el momento correcto, en la forma y lugar adecuados.

Además de la función de entrega de productos, la distribución física incluye procedimientos que facilitan el retorno de productos a su origen, producidos por la existencia de malos acuerdos entre cliente - proveedor, que pueden resultar con cambios en las necesidades de los consumidores, errores en la entrega o falta de pagos.

Un buen sistema de distribución física permite reducir inventarios y costos de estos, aumentar las ventas y satisfacción plena de los clientes.

Los avances en los sistemas de distribución física han hecho posible las tecnologías informáticas y telemáticas, y estos pueden ser sistemas de rastreo de productos en tránsito por medio de sensores de localización, control de existencias e inventarios, lectores de códigos de barras, rastreo de embarques vía satélites y toda información a la que se pueda acceder por medio de Internet, ya que estos están evolucionando los conceptos de la distribución física.

La misión de la distribución física en una empresa es desarrollar un sistema que conceptualice y materialice la política de servicios al cliente, establecido por la compañía, ofertándolo al costo más bajo posible.

3.2 Logística

La constante globalización de los mercados, el desarrollo de vías transporte, las vías comunicación y los sistemas avanzados en cuanto a la informática han generado cambios en el mundo en la definición y conceptos básicos de la Logística.

Enlaces web son fundamentales en todo el mundo, proveedores, almacenes, centros de distribución, instalaciones de producción, los hogares de los clientes, están conectados vía Internet. Los sistemas logísticos están en el negocio monitoreando cada movimiento realizado las veinticuatro horas del día durante todos los días del año, en todas partes del mundo.

El objetivo fundamental de la logística es satisfacer la demanda de bienes y servicios en el lugar donde se requiera, en el momento oportuno, con las cantidades exactas, con sus respectivos requisitos de calidad que satisfagan las necesidades y expectativas del cliente. Por otra parte, la logística es ahora el vínculo natural entre proveedores, fabricantes y clientes.

Las operaciones de los programadores de sistemas de logística tratan con enormes bases de datos que requieren respuestas rápidas y grandes capacidades de memoria para el procesamiento de la información. Por otra parte, estos sistemas también requieren otra clase sistemas de comunicaciones de gran complejidad, eficientes y eficaces, por otra parte, requieren la aplicación de modelos de investigación de operaciones y el uso de costosos y complejos paquetes de software como el DRP (Planificación de Recursos de Distribución), ERP (Enterprise Resources Planning).

En tales condiciones, la simulación de operaciones de logística es una herramienta de gran utilidad, ya que permite la experimentación de distintas alternativas de solución y la mejora de los sistemas reales o subsistemas que pueden resultar aún más costosos.

La logística es una función operativa que comprende toda clase de actividades y procesos necesarios para la administración estratégica, flujo de información y almacenamiento de materias primas y sus componentes, existencias y productos terminados, de tal manera que éstos contengan la cantidad adecuada, en el lugar correcto y en el momento apropiado.

El término logística (del inglés: Logistics) ha sido tomado principalmente del ámbito militar para ser utilizado en el mundo empresarial y de negocios como el término que, en su sentido general, se refiere a lo siguiente:

- Al posible flujo de los recursos que una empresa va a necesitar para la realización de sus actividades.
- Al conjunto de operaciones y tareas relacionadas con el envío de productos terminados al punto de consumo o de uso.
- Por tanto, no es una exageración el decir que el éxito final de un proyecto depende en una buena parte, de la logística.

3.2.1 Definiciones y conceptos de Logística

Para Ferrel, Hirt, Adriaenséns, Flores y Ramos (2004), la logística es: "una función operativa importante que comprende todas las actividades necesarias para la obtención y administración de materias primas y componentes, así como el manejo de los productos terminados, su empaque y su distribución a los clientes".

Según Lamb, Hair (2002), la logística es: "el proceso de administrar estratégicamente el flujo y almacenamiento eficiente de las materias primas, de las existencias en proceso y de los bienes terminados del punto de origen al de consumo".

Para McDaniel (2002), la logística es: "el movimiento de los bienes correctos en la cantidad adecuada hacia el lugar correcto en el momento apropiado".

Para E.B. Franklin (2004), la logística es: "el movimiento de los recursos y talentos correctos de los que se dispone, en la cantidad adecuada hacia el lugar correcto en el momento apropiado, con las especificaciones de calidad esperadas por el cliente y con la documentación necesaria y obligatoria para que el proceso cumpla su finalidad".

3.2.2 Objetivo de la Logística

El objetivo principal de la logística sería la optimización de la cadena de suministros, entendida ésta como el conjunto de actividades integradas que tienen como objetivo la satisfacción de la necesidad del cliente de forma eficaz y eficiente, es decir, el cumplimiento con gran regularidad de los compromisos acordados y establecidos con el cliente al menor costo posible. Precisamente, para el logro de este objetivo, contribuyen los conceptos de Logística y Obtención.

La puesta en práctica de esta función logística se diferencian tradicionalmente tres grandes áreas de gestión: aprovisionamientos, producción y distribución física.

La producción se ocupa de la planificación y el control de las transformaciones que son necesarias para las materias primas o componentes que son adquiridos y el posterior ensamblaje, hasta la obtención de productos terminados o servicios finales.

La distribución física se encarga del movimiento de los productos terminados, que va desde el proceso de fabricación final o hasta la llegada a los clientes.

Los aprovisionamientos consisten en la gestión del proceso de adquisición de bienes y servicios externos, y estos van desde los proveedores hasta el inicio de los procesos de fabricación, montaje o distribución de los bienes o servicios. En esta área se diferencian tres núcleos de actuación: la gestión de stocks de materias primas, componentes adquiridos y la gestión de compras.

Los retos logísticos actuales tratan de reducir los niveles de stocks, con el fin de mejorar el servicio, evitar incidencias en la comunicación tales como pedidos, facturas, etc., reducir niveles intermedios de manipulación, almacenamiento y transporte, optimizar y eficientar el uso de transportes, reducir tiempos de espera en recepción, mejorar la planificación del reaprovisionamiento y reducir los costos administrativos de la gestión para la mejora de los flujos de información.

3.2.3 El concepto moderno de Logística

La logística y la globalización han evolucionado de forma simultánea que cada día se vuelve más indispensable para todas las empresas de ramo industrial, de la transformación y de servicios. La constante demanda y las expectativas de los clientes y usuarios de Internet por todo el mundo están ahora en la cima del sistema

de la cadena de suministro. Órdenes de clientes de cualquier parte del planeta podrán viajar hasta donde se encuentren sus proveedores o productores y volver como productos o servicios.

A través del sistema de cadena de suministro y de flujos de información, por un lado, y materiales para el otro lado. Los materiales se transforman en productos o servicios en las instalaciones de las fábricas de producción, entonces se entregan, hasta que llegan a los usuarios finales.

El flujo de información se inicia en los clientes o usuarios como órdenes comerciales, estas van a las instalaciones de producción en los que comprueban si hay existencias en inventario. Si hay productos en inventario, estos se entregan a los usuarios finales. Si no, una nueva orden se envía a los proveedores como una parte del flujo de información. El flujo físico de la materia prima pasa a través de los sistemas de producción para los usuarios finales.

El Council of Logistics Management (CLM) ofrece la siguiente definición: "La logística es el proceso de planificación, ejecución y control del flujo eficiente, rentable y almacenamiento de materias primas , el inventario en proceso, productos terminados e información relacionada desde el punto de origen al punto de consumo con el fin de ajustarse a los requisitos del cliente"

La logística se relaciona con la gestión estratégica de compras, sistemas de transporte, almacenamiento de materiales y piezas, transformación de mercancías, almacenamiento de productos finales, tiempo para la entrega a los clientes, por otro lado, la información para la gestión de pedidos, solicitudes de mercancías, facturas, estados de cuenta comercial, situación y ubicación de las órdenes, paquetes y envíos a través de los canales de comercialización, por el otro lado, los objetivos como la satisfacción de los clientes, pagos de facturas, declaraciones de lucro y la maximización de las ganancias.

3.3 Cadena de Suministro

La Cadena de suministro forma parte esencial del subsistema dentro del sistema organizacional de la empresa, que abarca la planificación de actividades involucradas en la búsqueda, obtención y transformación de los productos o servicios brindados dentro de ella, de la misma manera incluye la coordinación y colaboración de los socios del canal de distribución y flujo de transmisión de los insumos o productos, sean estos proveedores, intermediarios, funcionarios o clientes.

La cadena de suministro forma de manera integral la oferta y la demanda tanto dentro como fuera de la empresa, es por ello que se habla de cliente interno, demanda y oferta interna, para establecer los pasos y acciones específicos en la cadena productiva. Se trata de una función de integración que liga las funciones y los procesos del negocio de la empresa para convertirlo en un modelo de negocio coherente y de alto rendimiento.

La Cadena de suministro incluye todas las posibles actividades de gestión y logística, por ello está presente en cada fase del proceso. De esta manera permite una gestión efectiva, a través de los flujos de información, por lo tanto mejora el servicio al cliente y la llamada cadena de valor. La cadena de suministro cumple con abastecer y regular las operaciones de fabricación, distribución, optimización, marketing, ventas, diseño de productos, finanzas y tecnología.

Las actividades de abastecimiento de la cadena de suministro suelen transformar los recursos naturales, en algunos sistemas más sofisticados y avanzados, los productos utilizados son en gran medida reciclables, lo que indica que pueden volver a entrar y formar parte de la cadena de suministro en otro punto de su proceso. Cuando este sistema se integra nuevamente en la cadena de suministro se habla de los productos reciclables o retornables.

Una Cadena de suministro típica comienza con el proceso de evaluación ecológica y biológica de los recursos naturales en el entorno, luego sigue con la extracción de la materia prima, desde este punto hay varios enlaces de producción antes de pasar a las etapas de almacenamiento, distribución y consumo. Uno de los aspectos importantes de la cadena es la sincronización, esto significa que cualquier falla o desajuste en algún punto de la cadena creará un efecto en cadena o dominó tanto hacia atrás como hacia adelante provocando atascos, fallas, bloqueos y desperfectos.

De ahí surge la importancia de regular y controlar los flujos al interior del sistema, toda anomalía o variación en el ritmo de los flujos puede ser indicio de algún desperfecto. Un ejemplo claro de esto es un paro de transporte, provocando un bloqueo de varias cadenas de suministro en forma simultánea. Otro caso real es la disminución en la venta de casas habitación provocando el corte en el suministro de compra y venta de materiales de construcción, lo que repercute en un impacto negativo en los flujos de crédito y empleo del personal.

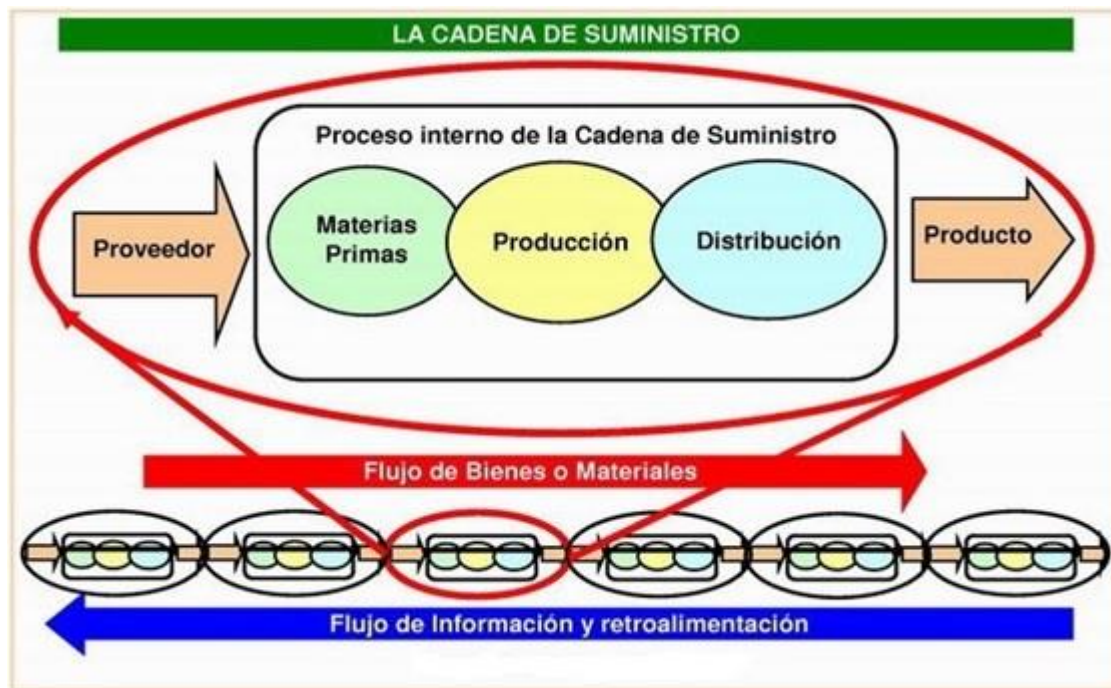


Figura 3.1 Proceso Interno de la Cadena de Suministro

A diferencia de los conceptos clásicos de input y output, en las cadenas de suministro los flujos se entrelazan unos con otros, hay flujos de entrada y salida en cada eslabón de la cadena, y también en cada eslabón en tanto el insumo como producto final para otros. Es normal que en estos intercambios participen numerosas empresas que buscan maximizar y optimizar sus beneficios dentro de sus intereses.

Cada empresa suele tener el conocimiento sobre lo que compete a su propio proceso en lo correspondiente al campo de su esfera productiva, dicho en otras palabras, se refiere a su propio eslabón dentro de la cadena. Pero la gran mayoría desconoce completamente lo que hacen los otros eslabones de la cadena.

Es literalmente una cadena de eslabones donde interactúan procesos y actores que buscan satisfacer las necesidades y demandas del cliente. Cada eslabón “produce” una parte del producto final, y se llevan a cabo ciertas actividades como transportar, producir, almacenar, embarcar, comprar, etc. Los eslabones también agregan costos a la cadena.

Si un eslabón falla, toda la cadena tiende a fallar, ya que el cliente no podrá identificar cuál de los eslabones incumplió con su responsabilidad, Por lo tanto, si algún actor no logró satisfacer algún requerimiento específico de su cliente, la cadena completa fallará. Eventualmente se podrá buscar otra cadena que le provea de ese producto o servicio. Sin embargo, en este caso todos los involucrados perderán.

La cadena de suministro comienza con los proveedores y termina con nuestros clientes, este incluye ciertas actividades intermedias, desde los procesos de abasto, almacenes, que pueden contener materias primas y productos en proceso o en su caso productos terminados, la logística de distribución de productos, la planeación de ventas o de la producción y programación de la planta.

Administrar la cadena implica tener una eficiente operación en cada uno de los pasos que permiten conseguir las materias primas, transformarlas en los productos, anticipar y planear la demanda, una perfecta distribución, siempre satisfaciendo los requerimientos de los clientes en forma rápida, flexible y económica.

3.3.1 Funciones Típicas de la Cadena de Suministro

La primera recomendación para un ejecutivo que busca mejorar el desempeño de una cadena de suministro es simplificarla. Eliminando todos los pasos no indispensables para satisfacer al cliente. Estos son los puntos críticos a seguir:

- Simplificar: limitar el análisis a las operaciones básicas de la cadena, enfocándose a descubrir las áreas de oportunidades mayores.
- Colaboración entre “socios” comerciales: promover la colaboración entre las empresas participantes de la cadena, por ejemplo, desarrollar alianzas estratégicas para limitar al máximo los inventarios en la cadena o para reducir tiempos de respuesta.
- Servir al cliente: es importante enfocarse en entender y satisfacer las necesidades del cliente, encontrar las causas que generan insatisfacción, ineficiencias y costos, trabajar en equipo para erradicarlos. No conformarse con simplemente reducir los efectos.
- Dominio de procesos: el primer reto es que todos los miembros de la cadena dominen los procesos básicos de la cadena, tales como; cotizar, comprar, almacenar, producir, planear, distribuir, transportar, entregar pedidos, etc.
- Estrategia de la cadena: desarrollar estrategias integrales que generen valor, incluir a los involucrados, enfocadas a satisfacer al cliente con beneficios atractivos para todos los participantes.
- Apoyos en la tecnología, la cual puede ser un gran aliado para facilitar la comunicación y coordinación entre los socios de la cadena.

Las empresas deben cumplir con una serie de procedimientos de calidad para ofrecerle al consumidor final, no solo el servicio o el producto terminado, sino la satisfacción que éstos desean obtener. La constante demanda de la clientela cada vez es más exigente, sin embargo, diversas compañías se entrelazan, a través de un complejo proceso logístico, con el objetivo de lograr que los consumidores y clientes consigan todo lo que necesiten al alcance de su mano.

En la actualidad, muchas empresas han remplazado sus sistemas informáticos por otros más complejos y avanzados, con la capacidad para manejar la totalidad de los ámbitos internos de la empresa, utilizando una misma plataforma de información. La idea de esta nueva estrategia es que los resultados obtenidos, agilicen los procesos en todas las áreas funcionales de las que forma parte esta cadena de suministro.

3.3.2 Fases de la Cadena de Suministro

En la medida en que tanto proveedores como clientes, trabajen de una manera integral y conjunta, utilizando herramientas con grandes avances y estableciendo constantes relaciones de comunicación, el producto o servicio podrá llegar al consumidor de forma más eficaz, efectiva y en los tiempos establecidos. A continuación, se detallan las fases de esta cadena:

- **Suministro:** Consiste en cómo, cuándo y dónde se obtienen las materias primas, con el objeto de poder pasar a la fase de transformación.
- **Fabricación:** Convierte y transforma las materias primas en productos terminados. Mientras más bajos sean los costos de producción, más barato será el producto final.
- **Distribución:** Traslada el producto final hasta los comercios, factorías y lugares de venta para que pueda ser adquirido por el consumidor final.

3.4 Simulación

En general, el término simulación hace referencia a aquello que permite enfrentar un problema trabajando con una imitación del mismo, en vez de lidiar con el problema real.

La simulación pretende de cierta forma simular un proceso real a través de un entorno tridimensional e interactivo, que permita realizar un análisis completo de los factores involucrados en dicho proceso, sin la necesidad de recrearlo físicamente. Esta técnica es ubicada en la rama de la Ingeniería Industrial y es considerada como una herramienta joven ya que es en 1960 cuando cobra gran relevancia.

3.4.1 Definición de Simulación

Thomas T. Goldsmith Jr. y Estle Ray Mann (2000), la define así: "Simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos períodos".

Una definición más formal formulada por R. E. Shannon (1988) es: "La simulación es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias -dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos - para el funcionamiento del sistema".

Thomas H. Naylor (1991), la define así: Simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son

necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos periodos de tiempo.

Geoffrey Gordon (1991), la define así: “Es una técnica numérica para conducir experimentos en un computador digital los cuales requieren ciertos tipos de modelos lógicos y matemáticos, que describen el comportamiento de un negocio o un sistema económico (o algún componente de ellos) en periodos extensos de tiempo real; dado que la simulación no pretende resolver analíticamente las ecuaciones de un modelo, por lo general un modelo matemático construido para los propósitos de simular es de naturaleza distinta a uno formado para técnicas analíticas”.

3.4.2 Uso de la Simulación en la Industria

- La simulación permite estudiar y experimentar con las complejas iteraciones que ocurren al interior de un sistema dado, ya sea una empresa, industria, economía o un subsistema de cualquiera de ellas.
- La observación detallada del sistema que se está simulando, conduce a un mejor entendimiento del mismo y proporciona sugerencias para mejorarlo, que de otro modo no podrían obtenerse.
- La simulación puede ser usada como recurso pedagógico, para enseñar los conocimientos básicos en el análisis teórico, el análisis estadístico y en la toma de decisiones.
- Un estudio de simulación sugiere, frecuentemente, cambios en el sistema. Los efectos de estos cambios pueden probarse antes de ser implementados en el sistema real.
- La simulación puede usarse para experimentar con situaciones nuevas acerca de las cuales tenemos muy poca o ninguna información.
- Cuando se presentan nuevos componentes de un sistema, la simulación permite detectar los cambios que ocurren en el comportamiento del sistema.

3.4.3 Utilidades de la Simulación

García E. (1998), menciona que se debe utilizar la simulación cuando existan los siguientes casos:

En general la simulación surge en dos tipos diferentes de problemas:

- Aquellos problemas que involucren alguna clase de proceso estocástico, por ejemplo, la demanda por un artículo, el tiempo de espera antes de empezar una producción, etc.
- Ciertos problemas matemáticos completamente determinísticos que no pueden resolverse fácilmente por métodos analíticos. Ejemplo claro son las ecuaciones diferenciales complejas.

Cuando se está estudiando un sistema por medio de la investigación operativa, es necesario usar la simulación en aquellas etapas que están ocasionando dificultades, tales como:

- Existen situaciones en las cuales es imposible o extremadamente costoso observar ciertos procesos en la vida real: vuelos espaciales, el ingreso nacional bruto de un país para los próximos dos años, reporte de ventas de una compañía para los próximos cinco años.
- Ciertos sistemas observados son tan complejos que es imposible describirlos en términos de un conjunto de ecuaciones matemáticas. Ejemplo: la economía de un país.
- Aunque pueda desarrollarse un modelo matemático para describir un sistema, puede no ser posible obtener una solución al modelo por medio de técnicas analíticas. Ejemplo: sistemas complejos de fenómenos de espera, problema de asignación de tareas en un taller.
- Puede ser imposible o sumamente costoso realizar experimentos de validación sobre el modelo matemático que describe el sistema.

3.4.4 Ventajas de la simulación

La simulación mediante el uso de computadoras se ha convertido en un procedimiento usual en la perspectiva de sistema por alguna de las razones siguientes:

- Ensayar sistemas reales sobre la realidad puede ser muy costoso
- Ensayar sobre la realidad puede conducir a la destrucción
- Es una herramienta eficiente de predicción
- Comprime el tiempo
- Es muy flexible a cambios
- Ayuda en la experimentación

3.4.5 Desventajas de la simulación

- Requiere más recursos que otras técnicas
- Requiere el conocimiento de un lenguaje
- El tiempo de desarrollo del modelo es muy alto
- No da soluciones óptimas
- Da un falso sentido de seguridad

3.4.6 Etapas para realizar un estudio de simulación

3.4.6.1 Definición del sistema

Consiste en estudiar el contexto del problema, identificar los objetivos del proyecto, especificar los índices de medición de la efectividad del sistema, establecer los objetivos específicos de la modelación y definir el sistema que se va a modelar.

3.4.6.2 Formulación del modelo

Una vez definidos con exactitud los resultados que se esperan obtener del estudio, se define y construye el modelo con el cual se obtendrán los resultados deseados. En la formulación del modelo es necesario definir todas las variables que forman parte de él, sus relaciones lógicas y los diagramas de flujo que describan en forma completa el modelo.

3.4.6.3 Colección de datos

Es importante que se definan con claridad y exactitud los datos que el modelo va a requerir y necesitar para producir los resultados deseados.

3.4.6.4 Implementación del modelo en la computadora

Con el modelo definido, el siguiente paso es decidir si se utiliza algún lenguaje como el fortran, algol, lisp, etc., o se utiliza algún paquete como Automod, ProModel, Vensim, Stella y iThink, GPSS, simula, simscript, Rockwell Arena, (Flexsim), etc., para procesarlo en la computadora y obtener los resultados deseados.

3.4.6.5 Verificación

El proceso de verificación consiste en comprobar que el modelo simulado cumple con los requisitos de diseño para los que fue elaborado. Se trata de evaluar que el modelo se comporta de acuerdo a su diseño del modelo.

3.4.6.6 Validación Del Sistema

A través de esta etapa se valoran las diferencias entre el funcionamiento del simulador y el sistema real que se está tratando de simular. Las formas más comunes de validar un modelo son:

- La opinión de expertos sobre los resultados de la simulación
- La exactitud con que se predicen datos históricos
- La exactitud en la predicción del futuro
- La comprobación de falla del modelo de simulación al utilizar datos que hacen fallar al sistema real
- La aceptación y confianza en el modelo de la persona que hará uso de los resultados que arroje el experimento de simulación
- La comprobación mediante pruebas estadísticas con un determinado nivel de confianza

3.4.6.7 Experimentación

La experimentación con el modelo se realiza después que este haya sido validado. La experimentación consiste en comprobar los datos generados como deseados y en realizar un análisis de sensibilidad de los índices requeridos.

3.4.6.8 Interpretación

En esta etapa del estudio, se interpretan los resultados que arroja la simulación y con base a esto se toma una decisión. Es obvio que los resultados que se obtienen de los datos procesados en el simulador y que dan como resultado el estudio de simulación, colaboran a soportar decisiones sobre el suceso estudiado.

3.4.6.9 Documentación

Existen dos tipos de documentación que son requeridos para hacer un mejor uso del modelo de simulación. La primera se refiere a la documentación del tipo técnico y la segunda se refiere al manual del usuario, con el cual se facilita la interacción y el uso del modelo desarrollado.

3.5 El modelo

El modelo es una abstracción o representación de un sistema con el fin de analizar su comportamiento en el proceso que realiza y a la vez que permita buscar su mejor desempeño, o en el caso que el sistema no existe todavía, poder definir su estructura ideal, indicando las relaciones fundamentales entre sus elementos.

3.5.1 Modelos de simulación

La experimentación puede realizarse mediante un trabajo de campo o de laboratorio. El modelo de método usado para la simulación puede ser teórico, conceptual o sistémico.

3.5.2 Modelo teórico

El modelo teórico debe contener los elementos que se precisen para la simulación. En el trabajo de laboratorio se generan programas de estadística con ordenador que generan números aleatorios, que contenga los estadísticos de la media y sus diferentes versiones, tales como la cuadrática, aritmética, geométrica-armónica. Además debe ser capaz de determinar la normalidad en términos de probabilidad de las series generadas.

La hipótesis de trabajo es que la media y sus versiones también determinan la normalidad de las series. Es un trabajo experimental de laboratorio. Si es cierta la hipótesis podemos establecer la secuencia teorema, teoría o ley. Es el modelo principal de todo una investigación científica, gracias a ello podemos definir o concluir la hipótesis, las predicciones, etc.

3.5.3 Modelo conceptual

El modelo conceptual desea establecer por un cuestionario y con trabajo de campo, la importancia de la discriminación o rechazo en una colectividad y hacerlo por medio de un cuestionario en forma de una simulación con una escala de actitud. Después de ver si la población es representativa o adecuada, ahora la simulación es la aplicación del cuestionario y el modelo es el cuestionario para confirmar o rechazar la hipótesis de si existe discriminación en la población y hacia qué grupo de personas y en que cuestiones. Gran parte de las simulaciones son de este tipo con modelos conceptuales.

3.5.4 Modelo Sistémico

El modelo sistémico se construye utilizando como metodología la dinámica de sistemas, se simula el sistema social en una de sus representaciones totales. El análisis de sistemas es una representación total. Un plan de desarrollo en el segmento de transportes con un modelo de ecología humana.

El énfasis en la teoría general de sistemas es lo adecuado en este tipo de simulaciones. Este método, que es para un sistema complejo, es sumamente abstracto, no se limita a la descripción del sistema, sino que debe incluir en la simulación las entradas y salidas de energía, procesos de homeostasis, autopoiesis y retroalimentación.

Tanto el programa de estadística, la escala de actitud y el sistema total, son perfectas simulaciones de la realidad y modelan todos los elementos en sus respectivas hipótesis de trabajo. Son también un microclima y el ambiente o el escenario en los procesos de simulación y experimentación.

Otras propiedades que deben contener las simulaciones es que sean repetibles indefinidamente, que eviten el efecto de aprendizaje que incita al encuestador a rellenar él mismo los cuestionarios y que se podrá evitar con algún control, que sean flexibles o mejorables y que no sea invasivo o cambiar la población de las muestras sucesivas.

3.5.5 Modelo Descriptivo

Consiste simplemente de una descripción del sistema a estudiar, lo cual puede hacerse mediante un diagrama de flujo.

3.5.6 Modelo Icónico

Es una representación a escala aumentada o reducida del sistema real, son imágenes del sistema que representan. Por ejemplo, la maqueta de un edificio, un barco de juguete, el esquema de un átomo, etc.

3.5.7 Modelo Analógico

Utilizan un conjunto de propiedades de un sistema para representar otros. Un sistema eléctrico puede usarse como un análogo de un sistema hidráulico.

3.5.8 Modelo Matemático

Estos modelos emplean letras, números y otro tipo de símbolos para representar el sistema de interés y para describir la interacción entre las variables. Los modelos matemáticos toman la forma de relaciones matemáticas, generalmente ecuaciones o desigualdades que representan la estructura del sistema.

3.5.9 Modelo Procedimental

Un modelo procedimental expresa las relaciones dinámicas que se supone que existen en la situación real, por medio de una serie de operaciones elementales en las variables apropiadas.

3.6 Simulación por computadora

La simulación por computadora es aquella disciplina que involucra por un lado, diseñar el modelo de un sistema físico teórico o real y por el otro ejecutar el modelo en una computadora digital, valiéndose luego de los resultados del mismo para fines que convengan a la empresa.

La simulación por computadora se utiliza cuando las pruebas sobre el sistema real no son factibles porque sobrepasan los límites aceptables de tiempo, costo o seguridad de las personas.

Es entonces cuando se desarrolla un modelo matemático para el sistema físico utilizando las leyes físicas que describen el problema. El modelo es luego traducido en términos de un programa de computadora para generar la solución del problema, este programa en ejecución representará entonces una aproximación discreta al sistema en el mundo real.

La simulación cuenta con un núcleo teórico de conocimiento que es independiente del mundo de las aplicaciones. Esta teoría se aplica a tres subcampos de la simulación que son:

- Diseño del modelo
- Ejecución del modelo
- Análisis de la ejecución

El campo de la simulación por computadoras tiene alrededor de 40 años de antigüedad, y aún está en un continuo crecimiento y avance. Al desarrollarse un hardware cada vez más rápido, con arquitecturas optimizadas y con mayores capacidades, las viejas formas de simulación han progresado notoriamente y nuevos métodos de simulación surgen con expectativas aún mayores.

Tradicionalmente los equipos y costos de desarrollo han sido muy altos para simulaciones con capacidades y realismo adecuados, pero los avances en las computadoras y las tecnologías asociadas han reducido notablemente los costos de crear ambientes realistas virtuales.

La tecnología se encuentra en un momento en el que existe la posibilidad de crear simuladores accesibles, basados en arquitecturas de microcomputadoras con componentes estándares para aplicaciones que tradicionalmente requerirán sistemas basados en estaciones de trabajo de muy alto costo, supercomputadoras o equipos específicos para simulación con dispositivos gráficos especiales.

La simulación por computadora se ha convertido en una parte útil del modelado de muchos sistemas naturales en física, química, biología y sistemas humanos como la economía y las ciencias sociales (sociología computacional), así como en dirigir para ganar la penetración, entonces su comportamiento cambiará para cada simulación según el conjunto de parámetros iniciales supuestos por el entorno.

La simulación por computadora es frecuentemente usada como un accesorio para, o en su caso para la sustitución de sistemas de modelado para los cuales las soluciones analíticas de forma cerrada simple no son posibles.

Varios paquetes de software se usan para modelar por computadora, el funcionamiento de la simulación se realiza sin esfuerzo de manera simple por ejemplo: la simulación Montecarlo y el modelado estocástico.

Es cada vez más frecuente escuchar acerca de simulaciones a muchas clases de procesos como ambientes sintéticos. Esta etiqueta ha sido adoptada al ampliar la definición de simulación, que abarca virtualmente cualquier representación computarizada.

3.6.1 Importancia de la simulación en ingeniería

La simulación forma parte de las herramientas más importantes y más interdisciplinarias de la ingeniería, en una simple corrida del programa podemos predecir cualquier comportamiento dinámico de una empresa o de la máquina que se esté diseñando.

Así podemos ver los pronósticos para la demanda y utilidad de nuestro producto, y observar cuando un mecanismo pueda fallar en las condiciones adversas del ambiente donde funcionará. Allí está el principal objetivo de la simulación, la cual es prevenir eventos indeseables y corregirlos a tiempo de manera que podamos alcanzar con éxito nuestros proyectos no importando el tiempo del proceso.

En este sentido las aplicaciones de la simulación parecen no tener límites, actualmente se simulan los comportamientos hasta las partes más pequeñas de un mecanismo o sistema, el desarrollo de las epidemias, el sistema inmunológico

humano, las plantas productivas, sucursales bancarias, el sistema de repartición de pizzas, distribución de productos, crecimiento de poblaciones de especies de animales, partidos y torneos de fútbol, movimiento de los planetas y la evolución del universo, para mencionar unos pocos ejemplos de las aplicaciones de esta herramienta. Además, la simulación es cada vez más entendible para el usuario, que no tiene que ser un especialista en computación.

Recientes avances en las metodologías de simulación y la gran disponibilidad de software que actualmente existe en el mercado, han hecho que la técnica de simulación sea una de las herramientas más ampliamente usadas en el análisis de sistemas. Además de las razones antes mencionadas, Thomas H. Taylor ha sugerido que un estudio de simulación es muy importante para la ingeniería de sistemas porque presenta las siguientes ventajas en el diseño de estos:

- A través de un estudio de simulación, se puede estudiar el efecto de cambios internos y externos del sistema, al hacer alteraciones en el modelo del sistema y observando los efectos de esas alteraciones en el comportamiento del sistema.
- Una observación detallada del sistema que se está simulando puede conducir a un mejor entendimiento del sistema y por consiguiente a sugerir estrategias que mejoren la operación y eficiencia del sistema.
- La simulación de sistemas complejos puede ayudar a entender mejor la operación del sistema, a detectar las variables más importantes que interactúan en el sistema y a entender mejor las interrelaciones entre estas variables.
- La técnica de simulación puede ser utilizada para experimentar con nuevas situaciones, sobre las cuales tiene poca o ninguna información. A través de esta experimentación se puede anticipar mejor a posibles resultados no previstos.

- Cuando nuevos elementos son introducidos en un sistema, la simulación puede ser usada para anticipar cuellos de botella o algún otro problema que puede surgir en el comportamiento del sistema.
- En simulación cada variable puede sostenerse constante excepto algunas cuya influencia está siendo estudiada. Como resultado el posible efecto de descontrol de las variables en el comportamiento del sistema necesitan no ser tomados en cuenta. Como frecuentemente debe ser hecho cuando el experimento está desarrollado sobre un sistema real.

3.6.2 Clasificación de la simulación

North M. J., Macal C. M. (2007), clasifican la simulación de la siguiente manera:

3.6.2.1 Microsimulación

Cuando las dimensiones de los elementos y los factores que envuelven al sistema son todos notables a un alto nivel de precisión, en este tipo de sistemas convencionales es interesante conocer todos los más íntimos detalles de una cantidad normalmente reducida de elementos y factores que rodean al fenómeno simulado.

3.6.2.2 Macrosimulación

Cuando se analiza un fenómeno a nivel de grandes cantidades de elementos cuyas dimensiones y factores descriptivos son notablemente menores al área del fenómeno descrito, siendo más relevante el comportamiento y la tendencia global antes que la descripción minuciosa de cada uno de los elementos y componentes.

3.6.2.3 Mesosimulación

Cuando se analiza un fenómeno considerando un nivel intermedio entre las escalas mencionadas con anterioridad. En este caso, la simulación no se centra en una situación o en un sistema definido, sino que hace hincapié en el análisis de un grupo de elementos bien determinados con el objetivo de conocer sus reacciones y darles un seguimiento completo desde que entran y hasta que salen del sistema.

3.6.2.4 Nanosimulación

Es un tipo especial de microsimulación donde el objetivo se centra en el análisis del comportamiento humano. En este tipo de campo interesa la descripción sistemática de las debilidades del sistema de percepción y reacción humano.

3.7 Tipos de modelos computacionales

Los modelos computacionales pueden clasificarse atendiendo a distintos pares de atributos, y estos son los siguientes:

- Estocástico o determinista
- Estático o dinámico
- Continuo o discreto
- Local o distribuido

Las ecuaciones definen las relaciones existentes entre los elementos del sistema modelado y tratan de encontrar un estado en el que el sistema se encuentre en equilibrio. Esta clase de modelos se emplean habitualmente para simular sistemas físicos, esto es, a modo de modelaje más sencillo antes de pasar al modelado dinámico.

3.7.1 Modelo Dinámico

Los modelos de simulación dinámicos cambian en el sistema en respuesta a señales de entrada.

3.7.2 Modelo Estocástico

Los modelos estocásticos emplean generadores de números aleatorios para simular el azar o una serie de acontecimientos aleatorios.

3.7.3 Modelo Discreto

Una simulación de un acontecimiento discreto (DES, del inglés Discrete event simulation) manipula acontecimientos en el tiempo. La mayoría de las simulaciones por computadora de test de lógica y arborigramas de fallos son de este tipo. En este tipo de simulación, el simulador tiene una lista de acontecimientos ordenados por el tiempo al que deberían suceder.

El simulador lee la lista y activa nuevos acontecimientos a medida que se procesa otro. No es importante ejecutar la simulación en tiempo real, sino que normalmente se le da más importancia al poder acceder a los datos producidos por la simulación para descubrir defectos lógicos en el diseño o en la sucesión de acontecimientos.

Un tipo especial de simulación discreta que no se sustenta en un modelo basado en una ecuación, pero no obstante, puede representarse formalmente, esta es denominada simulación agent-based.

En esta simulación, las entidades individuales por ejemplo moléculas, células, árboles o consumidores del modelo se representan directamente y teniendo ciertos aspectos como lugar, densidad o concentración y poseen un estado interno y un conjunto de comportamientos o reglas que determinan cómo se actualiza el estado del agente (agent) de un salto de tiempo al siguiente.

3.7.4 Modelo Continuo

Una simulación de movimiento continuo proporciona una solución numérica a ecuaciones diferenciales y algebraicas (tanto ecuaciones diferenciales en derivadas parciales como ecuaciones diferenciales ordinarias). A intervalos regulares, el programa de simulación resuelve todas las ecuaciones y utiliza los números para cambiar el estado y la salida de la simulación.

Entre las aplicaciones se incluyen simuladores de vuelo, videojuegos de construcción y gestión, modelados de procesos químicos y simulaciones de circuitos eléctricos. En un principio, este tipo de simulaciones se ejecutaban en ordenadores analógicos, en los que se podían representar las ecuaciones diferenciales mediante distintos componentes eléctricos como amplificadores operacionales. Sin embargo, a partir de finales de los años 80, la mayor parte de las simulaciones analógicas se ejecutaban en ordenadores digitales que emulaban a los ordenadores analógicos.

3.7.5 Modelo Distribuido

Los modelos distribuidos se ejecutan en una red de ordenadores interconectados, posiblemente a través de Internet. A este tipo de simulaciones dispersas en distintos ordenadores centrales se las conoce con el nombre de simulaciones distribuidas.

Existen diversos estándares para las simulaciones distribuidas, entre los que se encuentran el Aggregate Level Simulation Protocol (ALSP), el Distributed Interactive Simulation (DIS), el High level architecture (simulation) (HLA) y el Test and Training Enabling Architecture (TENA).

3.8 Aplicaciones de la simulación

Las áreas de aplicación de la simulación son muy amplias, numerosas y con diversidad, basta mencionar sólo algunas de ellas como las siguientes:

- Análisis del impacto ambiental causado por diversas fuentes
- Análisis y diseño de sistemas de manufactura
- Análisis y diseño de sistemas de comunicaciones
- Evaluación del diseño de organismos prestadores de servicios públicos (por ejemplo: hospitales, oficinas de correos, telégrafos, casas de cambio, etc.)
- Análisis de sistemas de transporte terrestre, marítimo o por aire
- Análisis de grandes equipos de cómputo
- Análisis de un departamento dentro de una fábrica
- Adiestramiento de operadores (centrales carboeléctricas, termoeléctricas, nucleoeeléctricas, aviones, etc.)
- Análisis de sistemas de acondicionamiento de aire
- Planeación para la producción de bienes
- Análisis financiero de sistemas económicos
- Evaluación de sistemas tácticos o de defensa militar
- La simulación se utiliza en la etapa de diseño para auxiliar en el logro o mejoramiento de un proceso o diseño o bien a un sistema ya existente para explorar algunas modificaciones
- Optimización con simulación
- Diseño de experimentos
- Simulación de sistemas de servicio

- Simulación de sistemas de salud (clínicas y hospitales)
- Programación de la producción con ayuda de simulación (el problema clásico de "Scheduling")
- Sistemas de Logística
- Simulación para no ingenieros
- Entrenamiento de astronautas
- Validación de los sistemas de los automóviles
- Ensayo de las características técnicas de nuevos aparatos
- Sistemas bancarios
- Simuladores de vuelo
- Robótica, entre otras

Se recomienda la aplicación de la simulación a sistemas ya existentes, cuando existe algún problema de operación o bien cuando se requiere llevar a cabo una mejora en el comportamiento. El efecto que ocurre sobre el sistema cuando se cambia alguno de sus componentes se puede examinar antes de que ocurra el cambio físico en la planta, y para asegurar que el problema de operación se soluciona o bien para determinar el medio más económico para lograr la mejora deseada.

Todos los modelos de simulación se llaman modelos de entrada y salida, es decir, producen la salida del sistema si se les da la entrada a sus subsistemas interactuantes. Por tanto, los modelos de simulación se corren en vez de resolverse, a fin de obtener la información o los resultados deseados.

Son incapaces de generar una solución por si mismos en el sentido de los modelos analíticos, solo pueden servir como herramienta para el análisis del comportamiento de un sistema en condiciones especificadas por el experimentador.

La simulación no es una teoría, sino una metodología de resolución de problemas. Además la simulación es solo uno de varios planteamientos valiosos para resolver problemas que están disponibles para el análisis de sistemas.

3.8.1 Utilidad de la simulación

- No existe una completa formulación matemática del problema o los métodos analíticos para resolver el modelo matemático no se han desarrollado aún. Muchos modelos de líneas de espera corresponden a esta categoría.
- Los métodos analíticos están disponibles, pero los procedimientos matemáticos son tan complejos y difíciles, que la simulación proporciona un método más simple de solución.
- Las soluciones analíticas existen y son posibles, pero están más allá de la habilidad matemática del personal disponible. El costo del diseño, la prueba y la corrida de una simulación debe entonces evaluarse contra el costo de obtener ayuda externa.
- Se desea observar el trayecto histórico simulado del proceso sobre un período, además de estimar ciertos parámetros.
- La simulación puede ser la única posibilidad, debido a la dificultad para realizar experimentos y observar fenómenos en su entorno real, por ejemplo, estudios de vehículos espaciales en sus vuelos interplanetarios.
- Se requiere la aceleración del tiempo para sistemas o procesos que requieren de largo tiempo para realizarse. La simulación proporciona un control sobre el tiempo, debido a que un fenómeno se puede acelerar o retardar según se desee.

3.9 Paquetes de software de simulación

3.9.1 ProModel

Software de simulación y optimización para la manufactura, logística, ensamble, balanceo de líneas, justificación de capital, distribución, entre otras aplicaciones.

3.9.2 Service Model

Software de simulación y optimización para Sistemas de Servicio, diseño y planeación de la capacidad en empresas o procesos de Servicio.

3.9.3 Med Model

Software de simulación y optimización de hospitales, clínicas y procedimientos de trabajo en ambiente de hospitales.

3.9.4 Sim Runner

Software para optimizar los modelos creados en ProModel, Service Model, Emodel y MedModel. También incluye el cálculo del período de Warm Up y número de réplicas, así como la longitud de la corrida.

3.9.5 Start::Fit

Software para ajuste de curvas y análisis estadístico de los datos de entrada y salida para la simulación.

3.9.6 Área Standart Edition

Es una potente aplicación idónea para simular sistemas complejos, operaciones y procesos en el ámbito de los servicios, la fabricación, el transporte, la logística, y la cadena de suministro, entre otros.

3.9.7 Arena Call Center Edition

Es la herramienta ideal para la planificación y gestión de centros de llamadas. Proporciona el poder de la simulación para ayudar a modelar, dimensionar, analizar y entender su centro de llamadas.

3.9.8 Arena Business Edition

Ayuda a representar y analizar los procesos de su negocio mediante la simulación de diferentes alternativas. La generación de un modelo de flujo de datos y la animación gráfica, permitirán visualizar cómo funcionan sus procesos actuales o futuros.

3.9.9 Arena Packagin Edition

Es la solución que aplica la simulación a las operaciones de transporte, empaquetado o llenado en las líneas de alta velocidad que pueden encontrarse en las industrias de bienes de consumo como alimentos, bebidas, tabaco o productos farmacéuticos.

3.10 ProModel

ProModel es un software especializado en simulación para evaluar, planificar o rediseñar procesos de manufactura, almacenaje, distribución, logística y transporte.

Esta herramienta es fácil de utilizar, permite construir una representación computacional del funcionamiento de la empresa, para luego evaluar diferentes

escenarios de configuración y proveerlo de la mejor solución. La animación y resultados gráficos son herramientas extremadamente poderosas para visualizar y entender el comportamiento del sistema, conteniendo al menos los siguientes elementos: Locaciones, entidades, llegadas y proceso.

Para hacer una simulación con ProModel, se deben cumplir dos eventos:

- Los elementos que conforman el modelo han de estar correctamente definidos, porque el programa antes de hacer la simulación comprueba la corrección en la definición del modelo.
- El modelo debe contener al menos los siguientes elementos: locaciones, entidades, arribos y proceso.

La simulación en ProModel es la forma como se animan las iteraciones, entre los elementos (locaciones, entidades, arribos y proceso), y la lógica definida.

3.10.1 Locaciones (Locations)

Las locaciones representan los lugares fijos en el sistema a donde se dirigen las entidades por procesar, el almacenamiento, alguna otra actividad o fabricación del producto. Deben usarse las locaciones para modelar los elementos como las maquinas, líneas de espera, líneas de proceso, estaciones de trabajo, y bandas transportadoras si fuera el caso.

3.10.2 Entidades (Entities)

Son aquellas que entran al sistema, siguen una ruta, realizan alguna actividad dentro de él y se retiran, en otras palabras, todo lo que el sistema procesa es llamado “Entidad”, también se piensa en ellas como las partes en los sistemas, personas, papeles, tornillos, computadoras y cualquier otro producto o cosa.

3.10.3 Llegadas (Arrivals)

Las llegadas se refieren al instante en que una “Entidad” es introducida en el sistema y activan el funcionamiento del proceso. Una llegada consiste básicamente en la materia prima, clientes, insumos, información, etc.

3.10.4 Proceso (Processing)

El proceso define básicamente las rutas y las operaciones que se llevan a cabo en las locaciones para las entidades durante su viaje por el sistema tomando en cuenta la información recolectada y proporcionada por el sistema, como la cantidad de tiempo que una entidad gasta en su lugar, los recursos que se necesitan para realizar el proceso, y cualquier otra cosa que ocurra dentro de la locación.

Capítulo 4

Formulación del Modelo de Simulación

4.1 Formulación del Problema

Este proyecto se delimitó a 16 Estaciones de Servicio, las cuales se encuentran ubicadas dentro de la zona urbana de la ciudad de Tapachula, Chiapas, donde posteriormente se establecerán objetivos para alcanzar las metas planteadas al inicio de este proyecto. A continuación se describen los datos tomados en cuenta en la investigación.

4.1.1 Diagnóstico inicial

Durante el diagnóstico inicial se observó que las calles de la ciudad de Tapachula, Chiapas se encontraban en proceso de reconstrucción y eso propiciaba que los autotanques de reparto local tuvieran que tomar rutas alternas dentro de la ciudad para la entrega del refinado a las estaciones de servicio.

El reparto de combustible es la actividad principal que la TAR Tapachula tiene dentro de su esquema, y para eso se tienen parámetros a seguir como el tiempo y la distancia de recorrido para la distribución del combustible. Los retrasos en los repartos de combustible se deben a problemas que parecen ser no tener una solución concreta pero se tienen programas de estudio para determinar las rutas óptimas y eficientar el proceso de reparto. A continuación se presentan las observaciones realizadas durante el reconocimiento del área de trabajo y de reparto de la Terminal.

La logística en el reparto de combustible es un problema que surge a raíz de la demanda de combustible a distintas zonas foráneas de partes aledañas del sector de reparto de la Ciudad de Tapachula, Chiapas. Las Jefaturas de Área Comercial y Operación, mediante la implementación de nuevos esquemas de reparto han tratado de disminuir problemas ocasionados con las entregas del refinado a las

distintas Estaciones de Servicio, ajustando los tiempos en ruta de cada reparto y brindando tolerancias por cualquier percance que pudiera afectar la vialidad.

Por esta razón surge la necesidad de hacer un análisis de los problemas que ocasionan estos trastornos, buscar soluciones efectivas que ayuden a la mejora de la organización, buscar la eficiencia y optimización de los recursos para lograr mayor efectividad en la realización de las tareas y aumentar la competitividad. A continuación se explican las actividades y observaciones realizadas a la llegada a la empresa.

Al llegar a la empresa se procedió al protocolo registro en bitácora de Residentes Profesionales por parte del Área de Vigilancia (vigilante en turno) y fue proporcionado la ropa y los equipos de protección personal para poder acceder al área de trabajo.

De inmediato el personal con la categoría de Vigilante, Contra incendios y Jefe de Seguridad (Área de SIPA) dieron un reconocimiento del área de trabajo donde se brindó la capacitación para uso de extintores, emergencia en caso de sismo, incendios, derrame de producto, descargas eléctricas, etc., pláticas de seguridad para dar a conocer las políticas y principios de seguridad de la empresa y un recorrido por la TAR para identificar las áreas de riesgo, operativas y de seguridad, donde se observaron las secciones en las que se compone la TAR Tapachula. Esta capacitación tuvo una duración de 6 días.

Durante la semana de capacitación se observaron los distintos procesos en los que intervienen trabajadores con la categoría de Vigilante, Ayudante de Patio, Bombero C, Probador Analítico, Auxiliar de Operaciones y Portero Checador para la descarga de los diferentes combustibles provenientes de las refinerías y que se manejan en la TAR Tapachula como son los siguientes:

- Diésel
- Magna (Calidad a 87 Octanos)
- Premium (Calidad a 92 Octanos)

Cabe mencionar que ésta recepción de combustible se da por medio de autotanques foráneos (fleteros) y la descarga del producto en el área denominada “Patines de Descarga”. Y una vez terminada la descarga del producto el chofer del autotanque fletero se dirige al Área de Auxiliar de Operaciones para recoger la factura del producto y procede a la salida de la TAR.

También se observaron los procesos de llenado de autotanques de reparto local donde interviene el personal con la categoría de Jefe Área Comercial, Jefe Área de Operación, Ing. De Línea de Operación, Auxiliar Área Comercial, Facturista, Despachador de Autotanques, Chofer Repartidor – Cobrador, Contraincendios, Portero Checador y Vigilante.

Las áreas en las que se divide la Terminal de Almacenamiento y Reparto PEMEX, Tapachula, Chiapas son las siguientes:

- Oficina de Superintendencia
- Oficina Área Administrativa
- Oficina STPRM Sección 53
- Jefatura Área Comercial
- Jefatura Área de Operación
- Jefatura Área de SIPA
- Jefatura Área de Mantenimiento
- Área Auxiliar de Operaciones
- Área de Vigilancia
- Laboratorio de Control de Calidad
- Cuarto de Anilina
- Área Patines de Descarga de Combustible

- Casa de Bombas
- Cobertizo Contra incendios
- Área de Tanques de Almacenamiento (TV's)
- Bodega de Materiales
- Taller de Mantenimiento
- Taller de Maquinas de Combustión Interna
- Área de Jardines
- Área de Lavado de Autotanques
- Área de Llenaderas de Productos (Islas)

Con base a la información presentada con anterioridad, se visualizan las causas que originan el bajo rendimiento en los reparto de combustible y muchos de los problemas se deben a una descompensación en los programas de reparto y la logística utilizada para la distribución.

A manera de concluir se dice que el problema principal que tiene por objeto esta investigación es:

El exceso de tiempo en la distribución de combustible, debido al desajuste de los programas de reparto y bajo rendimiento operativo de la Terminal de Almacenamiento y Reparto PEMEX, Tapachula, Chiapas, México.

Con base en la información recolectada y observada se considera que las Estaciones de Servicio (Clientes) guardan cierta relación con las causas que originan los problemas en la distribución de combustible, no dejando a un lado, la responsabilidad que tiene la empresa prestadora de servicios con sus objetivos operacionales.

4.1.2 Formulación de Objetivos

Entre los objetivos principales para los que se pretende desarrollar un modelo de simulación para representar el comportamiento de la distribución de combustible a Estaciones de Servicio son:

- Reducción de los tiempos de distribución de combustible
- Reducción de tiempos muertos ocasionados por actitud de los trabajadores
- Incremento del nivel de satisfacción de clientes
- Eficientizar el sistema de distribución
- Establecer alternativas soluciones óptimas y favorables

4.1.3 Medidas de Efectividad

Las medidas de efectividad fueron definidas tomando en cuenta el problema principal y con base a los objetivos planteados desarrollar un modelo de simulación eficiente, donde estas se utilizaran para comparar las diferentes soluciones planteadas y diseños elaborados para poder seleccionar la alternativa apropiada para la solución de los problemas.

Este análisis tiene como objetivo la optimización de tiempos en la distribución de combustible a Estaciones de Servicio, y en consecuencia las medidas de efectividad seleccionadas son las siguientes:

- **El tiempo en ruta de los autotanques a Estaciones de Servicio**
- **Número de Estaciones de Servicio a ser atendidas**

Al término de las corridas al modelo de simulación, se tomaran los datos relevantes y de las medidas efectivas que se mencionaron anteriormente que haya dado como resultado el programa planteado y se compararan los datos obtenidos

del sistema simulado contra los del sistema real, para la obtención de los resultados esperados que lleven al cumplimiento de los objetivos planteados.

4.2 Formulación del Modelo de Simulación

A continuación se especifican las características del sistema, el proceso principal, componentes del sistema y el análisis de los datos recolectados durante el periodo de recolección de información realizado para realización del modelo de simulación.

4.2.1 Proceso Principal de la Distribución de Combustible a Estaciones de Servicio

En la Terminal de Almacenamiento y Reparto PEMEX, Tapachula, Chiapas, los clientes realizan sus pedidos de combustible mediante un portal de internet emitido por la zona de influencia a la que corresponden, en este caso la Gerencia y Reparto del Golfo (GARG Golfo). Este proceso es fácil y rápido porque los clientes únicamente acceden al portal de internet, registran el código o códigos de combustibles de los cuales son requeridos, capacidad de combustible, horario del servicio y clave de la TAR que abastecerá su pedido.

La Terminal de Almacenamiento y Reparto cumple con la responsabilidad de enviar el combustible a las estaciones de servicio mediante autotankers de reparto local propiedad de PEMEX REFINACION con una capacidad de 20,000 litros, el área designada para este proceso es la Jefatura de Área Comercial (Jefe de Área Comercial y Auxiliar Área Comercial), en conjunto con la Jefatura de Operación (Jefe de Operación e Ing. De Línea de Operación) que también es una parte importante para el proceso porque es la encargada de designar a los autotankers y los repartos.

Actualmente la Terminal de Almacenamiento y Reparto PEMEX, Tapachula, Chiapas, opera con una fuerza de trabajo que a continuación se menciona:

- 5 TV's (tanques de almacenamiento) con capacidad total de 5,000 Barriles y con capacidad nominal y operacional de 3,500 barriles.
- 1 TV's (tanque de almacenamiento) con capacidad total de 10,000 barriles y con capacidad nominal y operacional de 8,500 barriles.
- 18 trabajadores con categoría de Chofer Repartidor – Cobrador (turno 1 y 2)
- 9 autotanques para reparto local con capacidad de 20,000 litros
- 3 autotanques (relevo) para reparto local con capacidad de 20,000 litros
- 1 autotanque para reparto local con capacidad de 30,000 litros (fuera de operación)
- 5 patines para la descarga de producto proveniente de refinerías
- 5 bombas de carga (islas) para el llenado de combustible para reparto a Estaciones de Servicio.
- 1 bomba de carga de combustible (autoconsumo de autotanques)

En la **Figura 4.1** se muestra una representación del sistema de reparto de combustible, desde que el cliente solicita el producto, el reparto por autotanque y la salida.

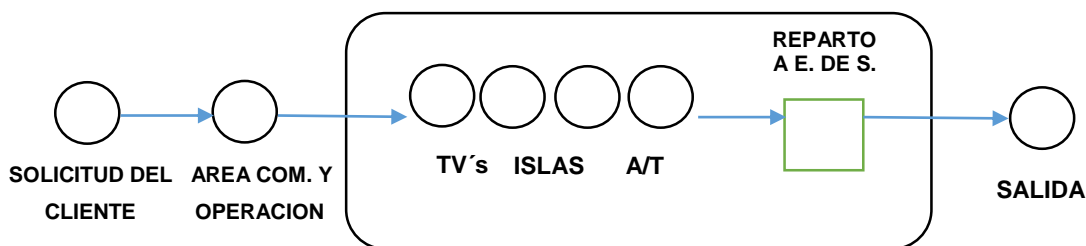


Figura 4.1 Representación del sistema de reparto de combustible

El sistema de reparto de combustible antes mencionado representa una serie de pasos que los departamentos y personas involucradas deben seguir como protocolo de servicio al cliente y para la satisfacción de la empresa.

Con lo mencionado anteriormente, el proceso comienza con el pedido de combustible por parte del gerente de la Estación de Servicio al portal de la Gerencia y Reparto del Golfo (GARG Golfo) para Estaciones de Servicio adscritas a Terminales de Almacenamiento y Reparto, el pedido aparece en el sistema de la TAR, personal con categoría de Facturista le proporciona al Chofer Repartidor Cobrador factura del producto solicitado con la respectiva cantidad de combustible a transportar y tipo de combustible, se procede al llenado del autotanque con ayuda de personal con categoría de Despachador de Autotanques, una vez terminada dicha acción, inicia salida de isla de llenado y posteriormente pasa al área de Vigilancia y sale de la TAR con rumbo a Estación de Servicio (cliente).

4.2.2 Componente del Sistema de Reparto de Combustible

El reparto de combustible es un sistema complejo donde interactúan sistemas de internet, logísticos, operativos y personas, donde es necesario definir y tomar en cuenta variables que desempeñen el trabajo en la representación del sistema, donde puedan subdividirse en partes y cada una con funciones específicas.

En la **Tabla 4.1** se muestran los componentes que forman el sistema de reparto de combustible: Entidades, Eventos, Recursos, Atributos.

ENTIDADES	EVENTOS	RECURSOS	ATRIBUTOS
Combustible (Gasolinas)	Solicitud de Reparto -Pedido al portal de internet (GARG Golfo) -Carga de combustible (islas) -Transporte de combustible -Entrega del combustible -Retorno de autotanque a TAR	Servicio de reparto -Autotanque	-carga -Ruta

4.2.2.1 Entidades del Sistema

Las entidades de un sistema son aquellos elementos que componen su estructura y que son procesados dentro de él, dicho en otras palabras y como resultado de esta investigación y recolección de información, es el combustible que se lleva a las Estaciones de Servicio (clientes) que entran al sistema y pasan por todo el proceso de documentación, llenado, reparto, descarga, salida de Estación de Servicio y retorno a la Terminal de Almacenamiento y Reparto. Cualquier cosa que el modelo procesa dentro del sistema lo denominamos Entidad.

4.2.2.2 Eventos del Sistema

Los eventos del sistema son aquellos sucesos que ocurren en un momento dado del tiempo y se diferencian de los demás por ser diferentes o por cambio en el estado del sistema. Los eventos definidos para el sistema de reparto de combustible son los siguientes:

- 1. Pedido de combustible al portal de la GARG Golfo en conjunto con la Terminal de Almacenamiento y Reparto**
- 2. Carga de autotanque en isla de llenado**
- 3. Transporte del combustible**
- 4. Entrega del combustible solicitado**
- 5. Pedido hecho con satisfacción**

Generalmente los eventos son delimitados por el proceso que siguen las entidades dentro del sistema, en muchas ocasiones resultan ser complicados, pero en este caso la ruta a seguir del sistema planteado es desde que la Estación de Servicio (cliente) hace el pedido hasta que se reparte el combustible y el autotanque sale de la Estación de Servicio para retornar a la Terminal de Almacenamiento y Reparto.

4.2.2.3 Recursos del Sistema

Los recursos del sistema son aquellos elementos con los que se cuenta para llevar a cabo las actividades, pudiendo ser el personal, equipos, maquinaria, etc., que conjuntamente tienen un objetivo que lograr. Para efecto de este caso como es el reparto de combustible resulta ser la actividad primordial pero sin los equipos necesarios no podría ser posible lograrlo, como lo es el autotanque que tiene la función de contener el combustible para su transportación a una Estación de Servicio (cliente)

Cabe mencionar que el personal con la categoría de Chofer Repartidor Cobrador únicamente realiza en su jornada de trabajo de 8 horas como máximo 3 viajes y en ocasiones por cuestiones del reparto y número de viajes dados de alta en los turnos 1 y 2 realizan 2 viajes.

4.2.2.4 Atributos del Sistema

Los atributos son elementos similares a las variables, pero están ligadas a las entidades específicas y usualmente contienen información relacionada a las entidades del sistema. Estos son cambiados y asignados cuando una entidad ejecuta una línea de lógica que contenga un operador, de la misma manera en que las variables trabajan.

Tal es el caso de la ruta a seguir para la distribución del combustible y la cantidad o carga de combustible a transportar.

4.2.3 Análisis de los datos que se incluyen el modelo de simulación

A continuación se describen detalles de los datos observados e información que se tomaron en cuenta para la formulación del modelo de simulación.

4.2.3.1 Descripción de los Datos

Los componentes del sistema que se especifican en la **Tabla 4.1**, se definieron de acuerdo a lo que se pretende lograr en el modelo de simulación y a las medidas de efectividad establecidas con anterioridad. Los atributos de las entidades del sistema son datos que se tomaron en cuenta como base para la recolección de tiempos, distancias y capacidades.

A continuación se da una descripción de los atributos tomados en cuenta para el proceso de distribución de combustible:

- **Carga:** hace referencia a un viaje y la cantidad de combustible que el autotank llevará a la Estación de Servicio (cliente).
- **Ruta:** se refiere al camino o carretera que el autotank tomará para distribuir el combustible a la Estación de Servicio solicitante.

4.3 Recolección de Datos

A continuación se detallan los aspectos que se tomaron en cuenta para la recolección de datos, el tiempo de estudio y el proceso de recolección de datos.

4.3.1 Duración del Estudio

La duración del estudio se determinó tomando en cuenta los tiempos marcados por el proyecto, la cantidad de Estaciones de Servicio a recorrer, distancias de las Estaciones de Servicio, Velocidad del recorrido y las referencias tomadas durante el recorrido. El total de la duración del estudio consistió en cuatro semanas distribuida de la siguiente manera:

- Dos semanas para la toma de tiempos y referencias de las Estaciones de Servicio en horario de 7:00 am a 15:00pm.
- Una semana para el trazo de nuevas rutas para la distribución del combustible en dos horarios, mañana y tarde.
- Una semana para la documentación de la información recolectada durante el estudio en dos horarios, mañana y tarde.

Esta distribución de la duración del estudio se realizó tomando en cuenta la participación de un solo analista, la complejidad con la que manejaron los datos y las condiciones en las que se tuvo que realizar el trabajo.

4.3.2 Recopilación de Información Sobre Rutas de Reparto

Se recolecto toda la información necesaria que pudiera facilitar el conocimiento sobre las diferentes rutas de reparto existentes en la Terminal de Almacenamiento y Reparto, así como el número de Estaciones de Servicio Adscritas y todas las distancias correspondientes a cada una.

Durante la recopilación de información se realizó un plan de trabajo que consiste en lo siguiente:

- Búsqueda de datos históricos sobre el reparto de combustible
- Búsqueda de información sobre rutas de reparto existentes
- Búsqueda de información sobre los tiempos establecidos de reparto a Estaciones de Servicio.
- Búsqueda de información sobre rutas alternas a Estaciones de Servicio
- Plan logístico con el que se trabajaba actualmente
- Búsqueda de información en Jefatura de Operación (Jefe de Operación e Ing. De Línea de Operación)
- Entrevista a Jefe de Área Comercial para conocer número de clientes (E. S.)

- Entrevista a personal con categoría de Facturista (turno 1 y 2)
- Entrevista a personal con categoría de Chofer Repartidor – Cobrador

En la **Tabla 4.2** se muestran las distintas Estaciones de Servicio Adscritas a la Terminal de Almacenamiento y Reparto, con sus respectivos tiempos y distancias como parte de la información recolectada.

Núm.	SIIC	Razón Social	Recorrido Total Kms.	Tiempo Total Recorrido Hr./Min.
1	107504	Gasolineras y Servicio Marfil, S.A. de C.V.	7.1	52 min.
2	107505	Súper Servicio Macal, S.A.	7.8	57 min.
3	107506	Fecam, S.A. de C.V.	1.6	37 min.
4	107508	Gasolinera Navy, S.A. de C.V.	8.7	59 min.
5	107495	Teutila Orantes Ruíz	159.1	03:34
6	107497	Gasolinera Tuxtla Chico, S.A. de C.V.	44.3	01:35
7	107499	Gasolinera y Servicio Aeropuerto, SA. De CV.	30.3	01:10
8	107501	Gasolinera Frontera, S.A. de C.V.	69.4	01:51
9	107507	Gasolinera Huixtla, S.A. de C.V.	84.1	02:10
10	107509	María de Jesús Wong Villarreal	51.5	01:53
11	109412	Servicio Villa Comatitlán, S.A. de C.V.	125.1	02:43
12	110455	Francisco Ruíz López (Cacahoatán)	57.3	01:39
13	110482	Gasolinera 4 Caminos S.A. de C.V.	6.8	49 min.
14	110517	Servicio Cacahoatán, S.A. de C.V.	57.5	01:41
15	1400012	Ómnibus Cristóbal Colón, S.A. de C.V.	9	01:00
16	111203	Patricia Diz Pazos (Manguito)	28	01:07
17	111380	Gasolinera Los Cerritos	11.8	01:00
18	109407	Lub. Y Comb. Marinos, SA de C.V.	55.7	01:43
19	111861	Rigoberto García Pérez	225	04:36
20	111867	Francisco Ruíz López (Faja de Oro)	71.8	02:07
21	107502	Servicio Huehuetán S.A. de C.V.	50.1	01:44
22	111971	Servicio El Hueyate	90.1	02:35
23	112799	La Turquesa S.A. de C.V.	5	47 min.
24	113050	Norma Angélica González Moreno (Escuintla)	159.7	03:38
25	113287	Luciano A. Ruiz Robledo (Indeco)	15.8	01:14
26	113886	Periférico 8° Urbana	3.7	41 min.
27	113780	Lub y Comb. Fronterizos	84.5	02:14

28	114317	Norma Angélica González Moreno (Suchiate)	96.4	02:20
29	114314	Luciano A. Ruiz Robledo (Galería)	8.6	53 min.
30	114346	Gasolinera Viva México	18	01:06
31	114612	Gasolinera Ónix	3.7	50 min.
32	114449	Gasolinera Galerías	8.6	52 min.
33	114614	Gasolinera La Cibeles, S.A. de C.V.	8.5	01:03
34	114876	Suminist. De Comb. Y Lub. de Puerto Madero (Herdez)	56.2	01:43
35	115302	José Basilio Eduardo López Sánchez (Huixtla, Chis.)	102.9	02:38
36	115311	Glendy Guadalupe García Patiño (Acapetahua, Chis.)	176.3	04:00
37	115491	Norma Angélica González Moreno (Cd. Hidalgo)	87.9	02:25
38	115607	Inmobiliaria Mido, S.A. de C.V.	46.2	01:30
39	114634	Akishino, S.A. de C.V.	3	52 min.
40	115811	Promotora de Servicios Ocozocoautla, S.A. de C.V.	29.4	01:20
41	116005	Gasolinera Cafetales, S.A. de C.V.	15.1	01:06

Tabla 4.2 (Continuación)

4.3.3 Recorrido y trazo de rutas de la nueva TAR Tapachula, ubicada en el Parque Industrial Puerto Madero, en el tramo carretero 4 Milpas – Playa Linda a las distintas Estaciones de Servicio Adscritas a la Terminal de Almacenamiento y Reparto PEMEX, Tapachula, Chiapas.

Como parte de las actividades de recolección de información, se solicitó a la Superintendencia de la TAR Tapachula y Gerencia y Reparto del Golfo (GARG Golfo) mediante un oficio emitido por la Jefatura de Operación (Jefe de Operación e Ing. De Línea de Operación) en el que se pedía licencia para recorrer las distintas Estaciones de Servicio, en busca de nuevas rutas de reparto para optimizar los tiempos de entrega, y poner en práctica los objetivos planteados durante el inicio del proyecto, lo cual fue proporciono el siguiente material logístico:

- Autotanque de Reparto Local
- Trabajador con la categoría de Chofer Repartidor – Cobrador
- Turno de trabajo de 7am a 3pm

- Documento firmado y sellado por parte de la Superintendencia
- Documento firmado y sellado por parte de la Policía Federal
- Documento firmado y sellado por parte de tránsito del Estado
- Bitácora de control de viajes

El tiempo de comisión fue de 4 semanas, donde se recorrieron las 41 estaciones de servicio Adscritas a la TAR Tapachula, llevando un control estricto de referencias, tiempos y distancias recorridas por parte del autotanque para el análisis cuantitativo y estadístico de los datos recolectados.

Una vez terminado el recorrido a las Estaciones de Servicio se procedió al orden y documentación de cada una de las rutas de reparto de combustible, en un formato proporcionado por parte de Jefatura de Operación para el registro de las rutas, donde posteriormente se harían llegar a la Superintendencia y Gerencia de Golfo (GARG Golfo) para su respectivo análisis, donde se incluyó los siguientes aspectos:

- Distancias (kilómetros)
- Tiempos
- Referencias
- Estado de la carpeta asfáltica
- Señalamientos
- Puentes
- Zonas de riesgo
- Semáforos
- Zona de tránsito peatonal
- Zonas escolares
- Zona de tiendas comerciales
- Ubicación de la Estación de Servicio

En la **Figura 4.2** y **4.3** respectivamente se observa la visita y estacionamiento de autotanque de reparto local en área de descarga de producto de la Estación de Servicio 0909 Tuxtla Chico, ubicada en el municipio de Tuxtla Chico, Chiapas.



Figura 4.2 Visita a Estación de Servicio Tuxtla Chico, en mpio. De Tuxtla Chico, Chiapas.



Figura 4.3 Estacionamiento de autotanque de reparto local en área de descarga de producto de la Estación de Servicio 0909 Tuxtla Chico, ubicada en el municipio de Tuxtla Chico, Chiapas.

El resultado del recorrido y trazo de rutas a las estaciones de servicio de la nueva Terminal de Almacenamiento y reparto PEMEX, Tapachula, Chiapas, se muestra en la siguiente **Tabla 4.3**

No.	E. S.	KM/IDA	KM/RET	MIN/IDA	MIN/RET	DESC.	T. TO.
1	HERDEZ	2.7	2.7	5	7	23	00:35
2	LUB. MARINOS	2.7	3.3	6	6	20	00:32
3	AEROPUERTO	9.8	10	14	15	21	00:50
4	LUCIANO(PAR VIAL)	23	25.5	28	34	23	01:25
5	4 CAMINOS	26.7	21.6	40	23	23	01:26
6	LOS CERRITOS	24	23.8	30	30	23	01:23
7	LUCIANO(INDECO)	26	26	35	37	25	01:37
8	GALERIAS	24.7	23	35	30	23	01:28
9	FECAM	25.7	25.5	38	38	24	01:40
10	MARFIL	34	34.5	45	45	25	01:55
11	MACAL	36	36	55	57	23	02:15
12	CAFETALES	38.5	38	65	61	24	02:30
13	VIVA MEXICO	36	32	44	38	23	01:45
14	OCOZOCUAHUTLA	31	33	40	45	22	01:47
15	LA TURQUEZA	35.5	35.5	48	47	25	02:00
16	CRISTOBAL COLON	36	35.5	54	56	20	02:10
17	LA CIBELES	37.5	37	53	55	25	02:13
18	HUEHUETAN	44	44	51	50	24	02:05
19	LA VENDICION (ESCUINTLA)	97	103	105	125	25	04:15
20	MAPASTEPEC	130	128	155	150	25	05:30
21	VILLA COMALTITLAN	85	80	95	85	25	03:25
22	MARIA DE JESUS WONG (MAZATAN)	45	45	60	60	25	02:25
23	TEUTILA ORANTES	105	95	125	105	25	04:15
24	GLENDY GARCIA (ACAPETAHUA)	110	105	140	120	25	05:05
25	HUIXTLA	61.5	61.5	75	75	25	02:55
26	JOSE VACILIO (INGENIO, HUIXTLA)	78	74	100	90	23	03:33
27	EL HUEYATE	75	70	92	80	24	03:16
28	AKISHINO	26.5	26.5	35	35	25	01:35
29	MIDO	47.5	40	55	45	22	02:02
30	FAJA DE ORO	53	53	76	70	24	02:50
31	TUXTLA CHICO	41	41	48	47	25	02:00
32	CACAHOATAN	47	47	55	55	22	02:12
33	FRANCISCO RUIZ LOPEZ	47	47	57	57	22	02:16
34	FRONTERA	53	53	65	62	23	02:30
35	FRONTERIZOS	60	60	75	75	25	02:55
36	SUCHIATE	70	70	95	95	25	03:35
37	CIUDAD HIDALGO	63	63	80	80	25	03:05
38	ONIX	28	28	55	45	25	02:05
39	NAVY	39	39	40	43	22	01:45
40	PERIFERICO	27	27	50	52	23	02:05
41	MANGUITO	36	37	35	37	23	01:35

4.3.4 Análisis de las Rutas de Distribución de Combustible

Durante el análisis de la información recopilada de las distintas rutas de reparto en las que se lleva el refinado a Estaciones de Servicio, cabe mencionar que en la parte de la recopilación de información se consideraron los recorridos, las maniobras de entrada y salida del autotank de las distintas Estaciones de Servicio y el tiempo de descarga del combustible.

La palabra “maniobra” hace referencia a la entrada del autotank a la Estación de Servicio para dirigirse a la zona de descarga de producto, el acoplamiento de la manguera a la caja de válvulas del autotank, accionamiento de la bomba de descarga de Estación de Servicio, descarga de producto, desacoplamiento de la manguera, entrega de la factura del producto solicitado y salida del autotank de la Estación de Servicio para su regreso a la TAR.

Para la obtención del análisis estadístico se tomaron en cuenta criterios para determinar los tiempos de ruta a las Estaciones de Servicio, los cuales se mencionan a continuación:

- Puntos de referencia estratégicos (cruceos, puentes, poblaciones)
- Velocidades entre 60 y 70 Km/Hr.
- Distancias de inicio y fin de cada ruta
- Tiempos de inicio y fin de cada ruta

El análisis se realizó utilizando la fórmula matemática siguiente:

Media Aritmética: es el valor obtenido al sumar todos los datos y dividir el resultado entre el número total de datos.

Formula de la Media Aritmética en su forma general:

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{N}$$

Formula de la media aritmética en su forma simplificada:

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{N}$$

Donde:

\bar{X} : es el símbolo de la media aritmética.

X1: datos a sumar

N: número de datos

Esta fórmula se utilizó en todos los casos para determinar el tiempo registrado en cada referencia y tener un valor aproximado de los valores buscados.

4.3.5 Identificación de las Causas en los Tiempos Largos de Entrega

Durante el estudio de las distintas Estaciones de Servicio, se realizó un análisis para identificar las causas que originan el retraso de los autotankes en el reparto de combustible, tomado en cuenta factores dentro de la TAR Tapachula como en ruta hacia las Estaciones de Servicio, en el cual se encontraron las siguientes causas dentro de la TAR:

- Incorrecta distribución de viajes
- Horarios de distribución de viajes
- Tomar receso de 30 minutos en horario donde existe demanda de combustible
- Autotankes fuera de operación debido a fallas mecánicas
- Falta de un control para mantenimiento de los autotankes

- Ausentismo de personal con la categoría de Chofer Repartidor Cobrador
- Cancelación de viajes de combustibles
- Altas de viajes al momento

Causas de retraso en ruta:

- Fallos mecánicos
- Pinchaduras de llantas
- Retenes militares
- Retenes aduanales
- Conducción a muy bajas velocidades
- Tiempos muertos por paros en ruta
- Accidentes
- Rutas equivocadas
- Confusiones de Estación de Servicio

Capítulo 5

Modelo de Simulación

5.1 Construcción del Modelo de Simulación

El proceso que se llevó a cabo para la construcción del modelo de simulación tiene bases en los eventos mencionados con anterioridad, de la misma manera se mencionan a continuación los aspectos importantes tomados en cuenta:

- Solicitud de combustible al portal de internet (GARG Golfo) y Terminal de Almacenamiento y Reparto
- Generar factura de combustible para la Estación de Servicio Solicitante
- Carga de combustible (Islas)
- Transporte del combustible en autotanque
- Entrega del combustible
- Retorno del autotanque a la Terminal de Almacenamiento y Reparto

Con los datos obtenidos en el capítulo anterior, se alimentara el modelo mediante un lenguaje de simulación seleccionado. El lenguaje elegido es ProModel donde se busca observar de manera virtual el proceso de reparto de combustible a las Estaciones de Servicio, alimentando el programa con información real proporcionada por la empresa e información obtenida del diagnóstico realizado durante la estancia y recolección de datos. Y está basado en los siguientes componentes para la construcción del modelo de simulación.

Locaciones

Las locaciones son lugares fijos en el sistema donde las entidades son dirigidas para su procesamiento o actividad al que serán programadas. Tal es el caso de las Estaciones de Servicio (clientes), tanques de almacenamiento (TV's) y llenaderas (islas) a las que se le asignara alguna actividad. Estas son las siguientes:

- **Tanque de Almacenamiento (TV's).** Representa el lugar donde se almacena el combustible proveniente de las refinerías, en esta locación se le asignan actividades o atributos para que se mantenga siempre abastecido y pueda mantener en continuo flujo de combustible a las islas de llenado donde se carga de combustible a los autotanques con su respectivo tiempo en esa área.

- **Llenaderas (islas).** Representa el espacio y lugar donde los autotanques son programados para abastecerse de combustible, alimentado con ciertos atributos y luego dirigirse a las Estaciones de Servicio para el reparto correspondiente, y está diseñada para que los autotanques tengan su respectivo tiempo en esa área.

- **Estaciones de servicio (clientes).** En esta locación los autotanques son procesados y programados con ciertos atributos para realizar las actividades llenado y de reparto de combustible al cliente solicitado, es decir, se les asigna la tarea de llevar el combustible.

En la **Figura 5.1** se observan las locaciones del sistema definidas para el programa de simulación.

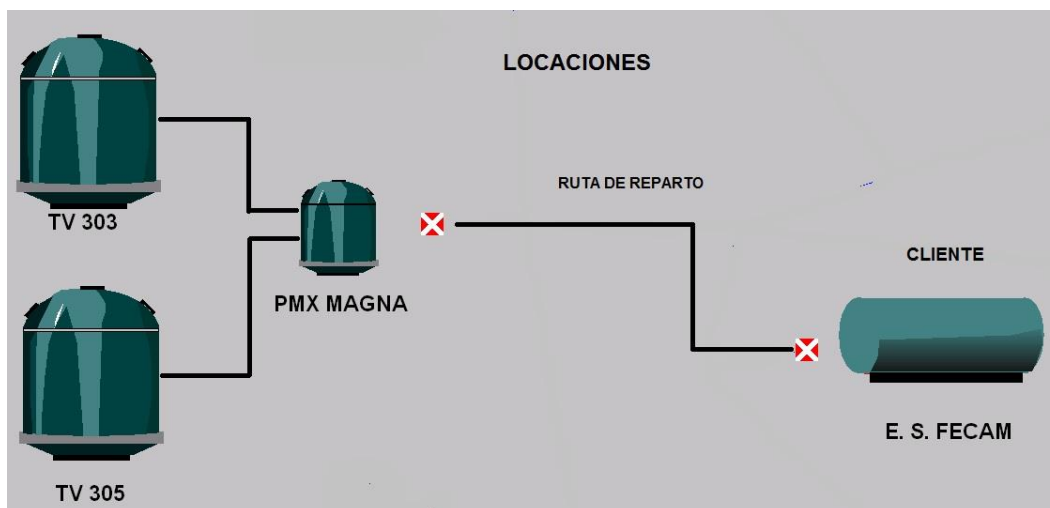


Figura 5.1 Locaciones Definidas para el Programa de Simulación

Entidades

La entidad para este sistema será el combustible, quien tendrá programado atributos que los diferenciarán unas de otras y que durante el proceso de simulación determinarán el tiempo de cada reparto de combustible, es decir, el tiempo total de ciclo dentro del sistema.

En la **Figura 5.2** se muestra la representación gráfica de las Estaciones de Servicio (clientes) en forma de entidades, el cual se utilizó dentro del programa de simulación.

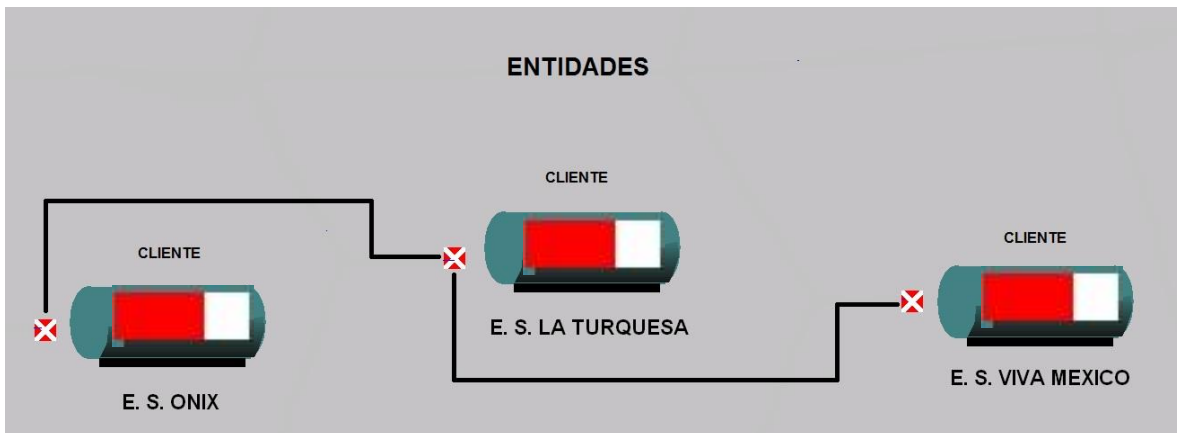


Figura 5.2 Entidades en el Sistema de Simulación

Llegadas (Arrivals)

Este importante elemento de ProModel indica con qué frecuencia los autotankers hacen el reparto de combustible a las Estaciones de Servicio y determina la cantidad de viajes realizados. Los componentes de las llegadas se describen a continuación:

- **Entidad:** es la entidad que llega, tal es el caso del combustible a la Estación de Servicio.
- **Locación:** es el lugar fijo del sistema, como los tanques de almacenamiento (TV's), Estaciones de Servicio e Islas de llenado de combustible.
- **Qty Each:** es el número de entidades que llegaran en un momento específico, como son los autotanques con el producto solicitado.
- **First Time:** es la primera vez (en tiempo de reloj de simulación) que ocurrirá la llegada. Es decir el registro de tiempos de reparto de combustible.
- **Occurrences:** es el número de repeticiones de las llegadas existentes, tal es caso de los repartos de combustible y el número de viajes solicitados por una misma Estación de Servicio.
- **Frequency:** es el tiempo entre las ocurrencias en el sistema, para este caso son cinco autotanques, los cuales registraras tiempos distintos.

Atributos

Los atributos son las características propias de cada entidad que los hace diferentes unos con otros, son asignados automáticamente cuando las entidades pasan por las locaciones TV's (tanques de almacenamiento), autotanques e islas de llenado.

Los atributos son similares a las variables, pero estas se encuentran ligadas a las entidades específicas y en la mayoría de las ocasiones contienen información acerca de la entidad en localización.

Los atributos son cambiados y asignados cuando una entidad ejecuta una línea de lógica que contiene un operador, de la misma manera en que las variables hacen sus actividades o trabajos.

Variables Globales

Las variables globales también llamadas auxiliares dentro del programa de simulación, ayudan a identificar el tipo de atributo que se les asigna a los autotanques cuando pasan a la isla de llenado y el tiempo que tardan dentro del sistema, además se presenta un gráfico (ver figura 5.3) donde se observa el autotanque dentro de la isla de llenado. El nombre utilizado para el manejo de los mismos son:

- **AUX.** Representa la actividad de llenado de combustible al autotanque dentro de la isla de llenado.
- **RUTA (1-5).** Indica las distintas rutas de los autotanques para los diferentes productos que serán transportados a las Estaciones de Servicio.



Figura 5.3 Auxiliares Utilizados en el Programa de Simulación

Cabe mencionar que los auxiliares son de gran ayuda, porque indican el valor del atributo adquirido, demuestran que la programación del modelo en la locación de “tanques de almacenamiento o Estaciones de Servicio” es correcta, porque no deben de tomar otro valor que no sea el indicado en la programación del proceso de simulación.

Subrutinas

La subrutina es una parte fundamental de los códigos que forman parte de la programación. Esta porción de código realiza una tarea específica, relativamente independiente del resto del código. En este caso se formularon subrutinas para controlar la distribución de combustible a Estaciones de Servicio, tipo de combustible, ruta de los autotankers, tiempos de carga y descarga.

La programación de las subrutinas de lógica para la distribución del combustible se podrá observar en el **ANEXO A**.

A continuación se muestra un ejemplo de subrutina para la programación de las capacidades de los autotankers, y como se menciona con anterioridad aparecerán en el **anexo A**.

Programación de subrutina para capacidad de Autotankers

Time Units:	Minutes
Distance Units:	Meters
Initialization Logic:	VIEW "Full Zoom" Tank_SetLevel (PMX_MAGNA1, 20000) Tank_SetLevel (PMX_MAGNA2, 20000) Tank_SetLevel (PMX_DIESEL1, 20000) Tank_SetLevel (PMX_DIESEL2, 20000) Tank_SetLevel (PMX_PREMIUM, 20000) ACTIVATE Supply_Tank_Sub1 () ACTIVATE Supply_Tank_Sub2 () ACTIVATE Supply_Tank_Sub3 () ACTIVATE Supply_Tank_Sub4 () ACTIVATE Supply_Tank_Sub5 ()

Proceso

El proceso representa las actividades que se realizan en cada locación dentro del modelo de simulación y se utilizará para conocer la ruta que los autotankes siguen para la distribución de combustible a las Estaciones de Servicio en el sistema.

Cuando un autotankete recibe la orden que tipo de combustible a va transportar, entra a la “isla de llenado” se le asigna un conjunto de atributos, sale de la isla de llenado y sigue una ruta para llevar el combustible al cliente solicitante, llega a la Estación de Servicio, descarga el producto y sale de la Estación para dirigirse a la terminal de reparto donde sigue su ciclo de operación hasta cumplir su trabajo.

En la **Figura 5.4** se muestra el proceso que sigue una entidad en el sistema dentro del programa de simulación.

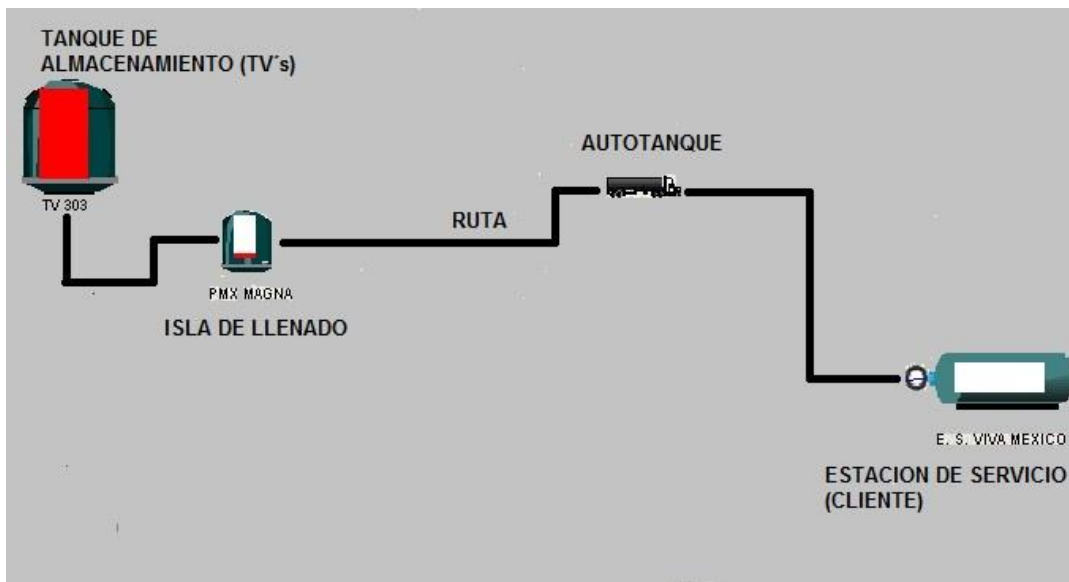


Figura 5.4 Proceso del Modelo de Simulación

En la **Figura 5.5** se muestra el modelo de simulación terminado, donde se incluye toda la información antes descrita y que aparecerá en el momento de correr el programa.

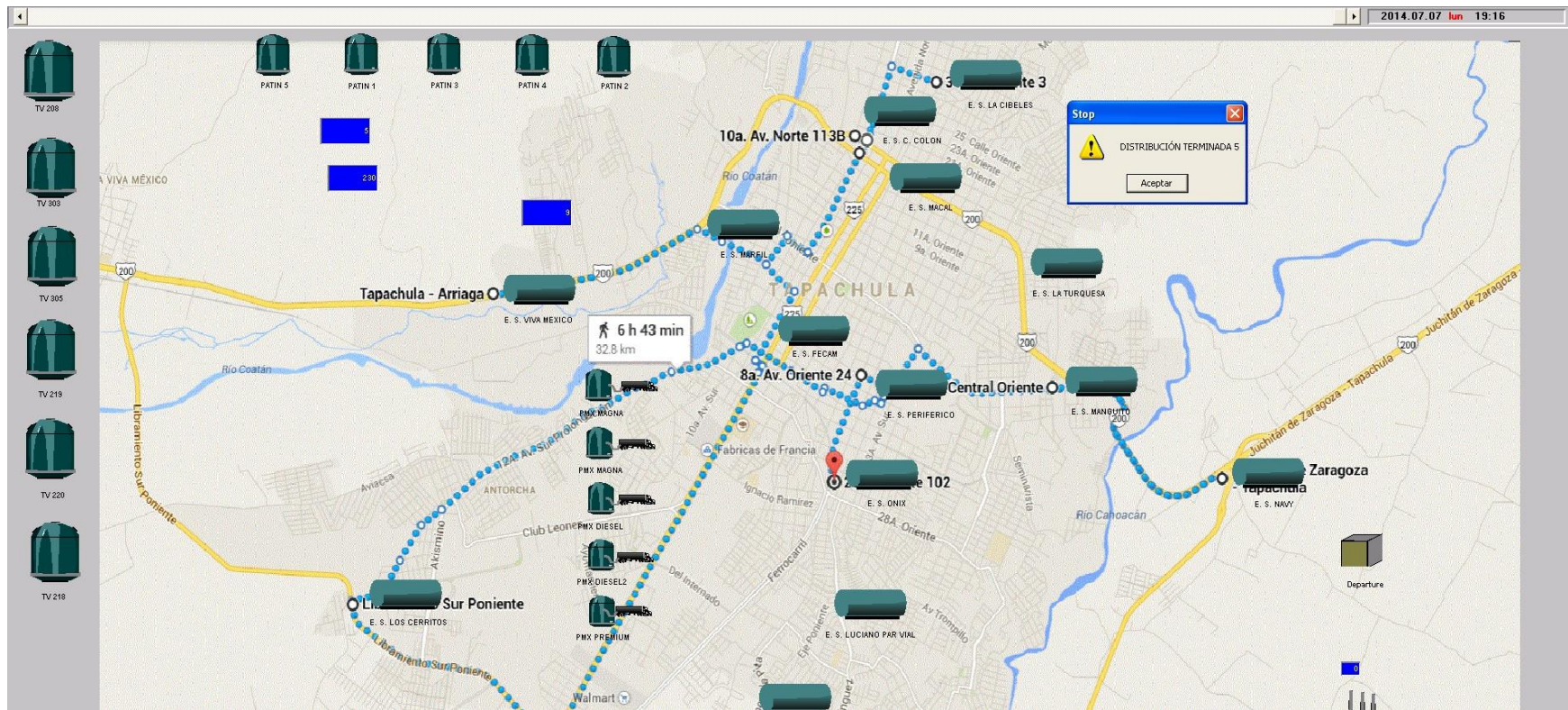


Figura 5.5 Modelo de Simulación Terminado

5.2 Verificación y Validación del Modelo de Simulación

En este punto se debe comprobar que el modelo de simulación planteado es representativo al sistema real, realizando alrededor de 10 corridas muestra que servirán para comparar los resultados simulados con los datos reales del sistema, esto es con la finalidad de saber si el modelo planteado representa al sistema real, esperando obtener los resultados deseados y grandes expectativas del trabajo, se espera generar con las diferentes corridas resultados confiables que beneficien al trabajo de investigación.

Para la validación del modelo de simulación, se utilizó el programa Minitab 16 donde los resultados obtenidos tanto de la simulación como de los datos reales se compararán utilizando una prueba estadística, la prueba T pareada. Esta prueba consiste en comparar ambas muestras y determinar si mediante la aplicación de la prueba son estadísticamente iguales, de ser así, el modelo de simulación de valida, de lo contrario, se rechaza.

La comparación de tiempos se realizó tomando en cuenta la distancia y el tiempo de llegada y retorno de la TAR a cada estación de servicio en el ciclo de trabajo de un día. Se utilizó un nivel de confianza del 5% aplicando la prueba estadística T pareada. En las siguientes figuras se exponen los resultados de las comparaciones de cada isla de llenado de combustible:

Tiempo de Servicio AUTOTANQUE_1 Simulado contra Tiempo de Servicio Real

Tiempo de Servicio AUTOTANQUE_2 Simulado contra Tiempo de Servicio Real

Tiempo de Servicio AUTOTANQUE_3 Simulado contra Tiempo de Servicio Real

Tiempo de Servicio AUTOTANQUE_4 Simulado contra Tiempo de Servicio Real

Tiempo de Servicio AUTOTANQUE_5 Simulado contra Tiempo de Servicio Real

Durante el proceso de recolección de información y los datos simulados durante el proceso, se utiliza la siguiente prueba estadística tomando en cuenta lo siguiente:

Son distribuciones normales con un intervalo de confianza de $1-\alpha$, para la diferencia de medias, por lo tanto el estadístico de prueba es el siguiente:

Supongamos que X_1, \dots, X_n son variables aleatorias independientes distribuidas normalmente, con media μ y varianza σ^2 . Sea

$$\bar{X}_n = (X_1 + \dots + X_n)/n$$

La media muestral, Entonces

$$Z = \frac{\bar{X}_n - \mu}{\sigma/\sqrt{n}}$$

Sigue una distribución normal de media 0 y varianza 1.

Sin embargo, dado que la desviación estándar no siempre es conocida de antemano, Gosset estudió un cociente relacionado,

$$T = \frac{\bar{X}_n - \mu}{S_n/\sqrt{n}}, \quad S^2(x) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Es la varianza muestral y demostró que la función de densidad de T es

$$f(t) = \frac{\Gamma((\nu+1)/2)}{\sqrt{\nu\pi} \Gamma(\nu/2)} (1+t^2/\nu)^{-(\nu+1)/2}$$

Donde ν es igual a $n-1$.

La distribución de T se llama ahora la **distribución-t de Student**.

El parámetro ν representa el número de *grados de libertad*. La distribución depende de ν , pero no de μ o σ .

Por lo tanto:

Hipótesis Nula:

H0: la diferencia de media SI es cero con un nivel de confianza del 95%, los 16 datos obtenidos de la corrida de prueba contra los 16 datos obtenidos del sistema real del tiempo de servicio del AUTOTANQUW PMX_MAGNA_1, de la Terminal de Almacenamiento y Reparto, PEMEX, Tapachula, Chiapas.

Hipótesis Alterna:

H1: la diferencia de media NO es cero con un nivel de confianza del 95%, de los 16 datos obtenidos de la corrida de prueba contra los 16 datos obtenidos del sistema real del tiempo de servicio del AUTOTANQUE PMX_MAGNA_1, de la Terminal de Almacenamiento y Reparto, PEMEX, Tapachula, Chiapas.

Criterio de Rechazo:

Rechazar H0 si dentro del intervalo de confianza, el valor cero no se incluye.

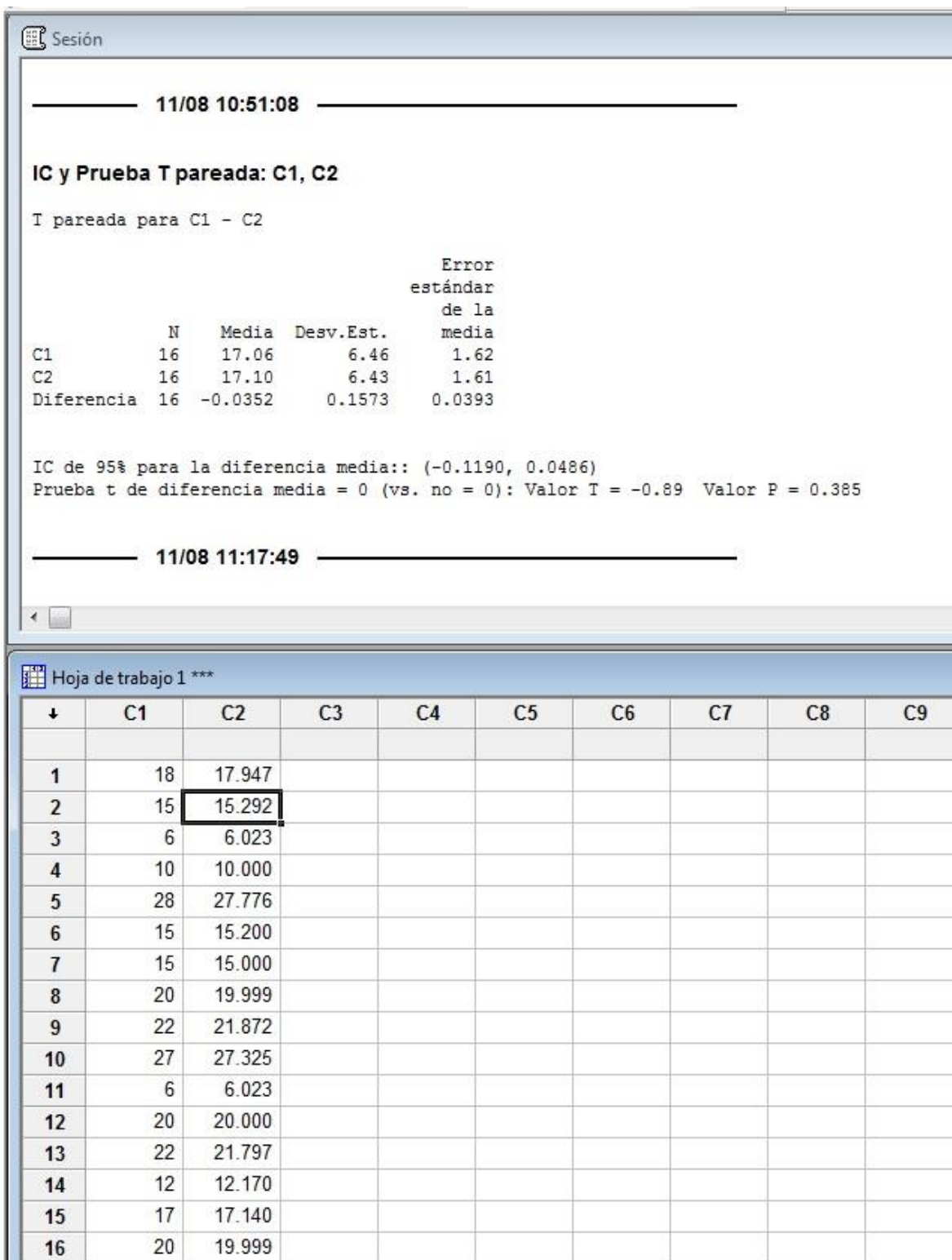


Figura 5.6 Validación del tiempo de Servicio de AUTOTANQUE PMX_MAGNA_1

Por lo tanto:

Hipótesis Nula:

H0: la diferencia de media SI es cero con un nivel de confianza del 95%, los 18 datos obtenidos de la corrida de prueba contra los 18 datos obtenidos del sistema real del tiempo de servicio del AUTOTANQUW PMX_MAGNA_2, de la Terminal de Almacenamiento y Reparto, PEMEX, Tapachula, Chiapas.

Hipótesis Alterna:

H1: la diferencia de media NO es cero con un nivel de confianza del 95%, de los 18 datos obtenidos de la corrida de prueba contra los 18 datos obtenidos del sistema real del tiempo de servicio del AUTOTANQUE PMX_MAGNA_2, de la Terminal de Almacenamiento y Reparto, PEMEX, Tapachula, Chiapas.

Criterio de Rechazo:

Rechazar H0 si dentro del intervalo de confianza, el valor cero no se incluye.

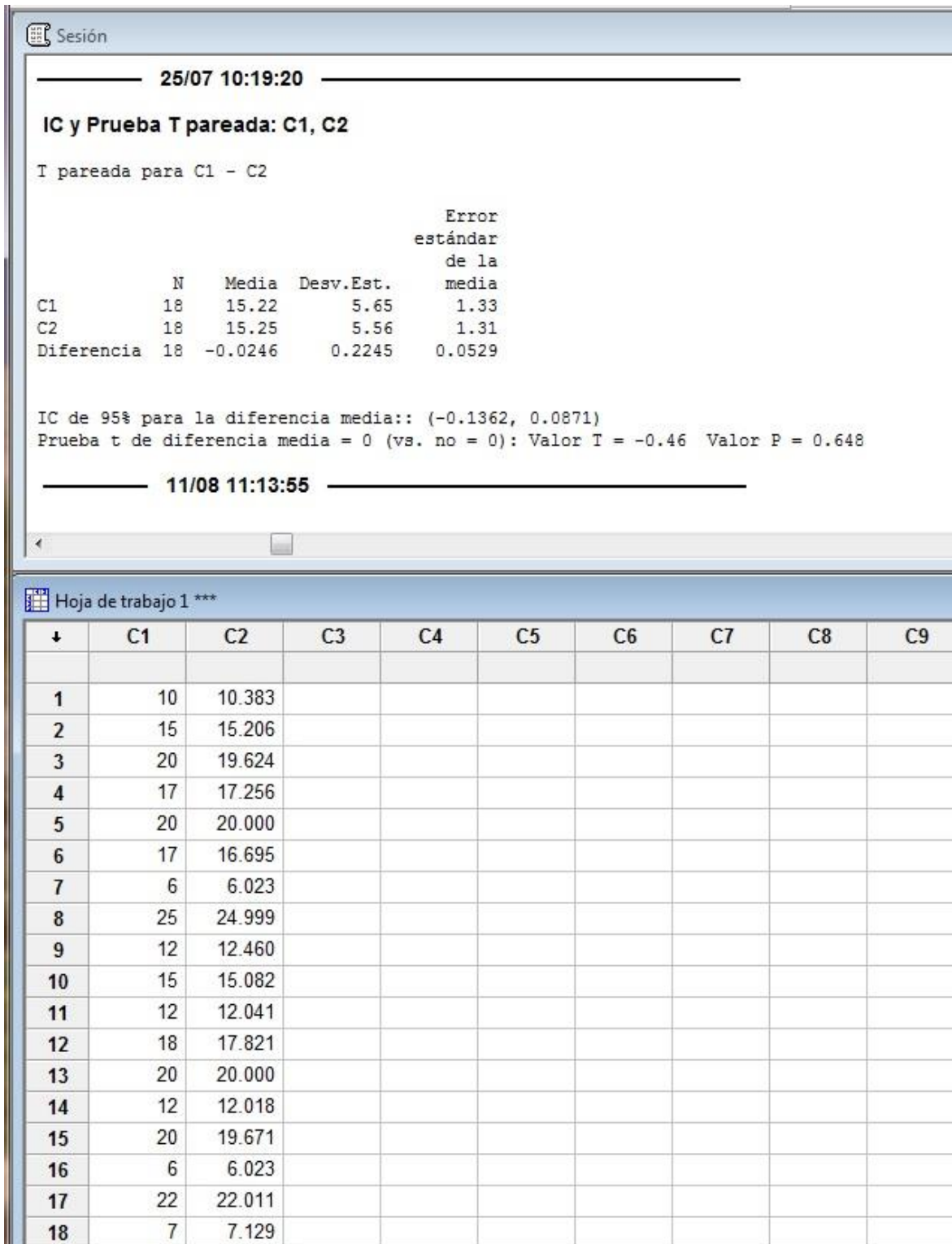


Figura 5.7 Validación del tiempo de Servicio de AUTOTANQUE PMX_MAGNA_2

Por lo tanto:

Hipótesis Nula:

H0: la diferencia de media SI es cero con un nivel de confianza del 95%, los 12 datos obtenidos de la corrida de prueba contra los 12 datos obtenidos del sistema real del tiempo de servicio del AUTOTANQUW PMX_DIESEL_1, de la Terminal de Almacenamiento y Reparto, PEMEX, Tapachula, Chiapas.

Hipótesis Alterna:

H1: la diferencia de media NO es cero con un nivel de confianza del 95%, de los 12 datos obtenidos de la corrida de prueba contra los 12 datos obtenidos del sistema real del tiempo de servicio del AUTOTANQUE PMX_DIESEL_1, de la Terminal de Almacenamiento y Reparto, PEMEX, Tapachula, Chiapas.

Criterio de Rechazo:

Rechazar H0 si dentro del intervalo de confianza, el valor cero no se incluye.

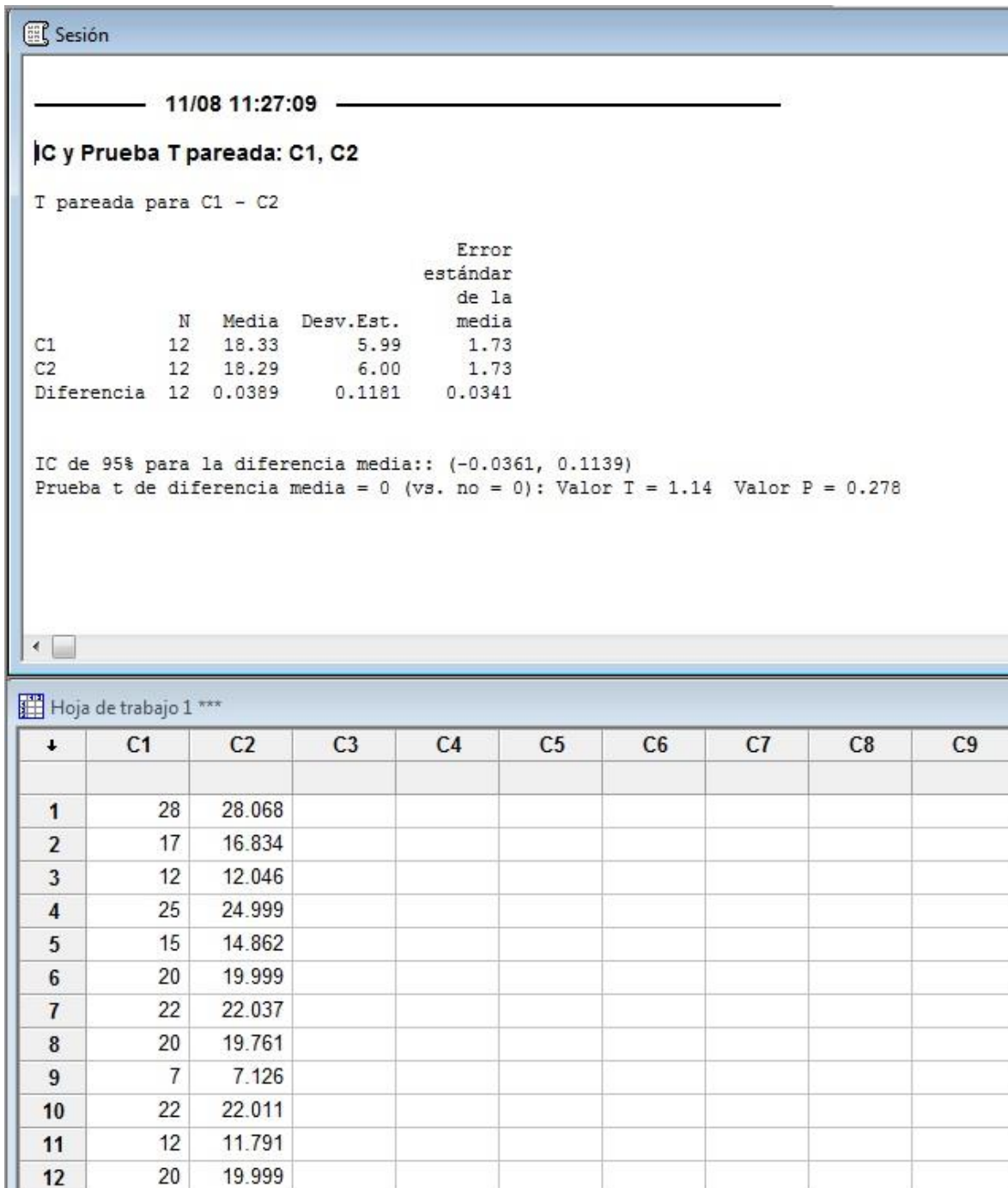


Figura 5.8 Validación del tiempo de Servicio de AUTOTANQUE PMX_DIESEL_1

Por lo tanto:

Hipótesis Nula:

H0: la diferencia de media SI es cero con un nivel de confianza del 95%, los 12 datos obtenidos de la corrida de prueba contra los 12 datos obtenidos del sistema real del tiempo de servicio del AUTOTANQUW PMX_DIESEL_2, de la Terminal de Almacenamiento y Reparto, PEMEX, Tapachula, Chiapas.

Hipótesis Alterna:

H1: la diferencia de media NO es cero con un nivel de confianza del 95%, de los 12 datos obtenidos de la corrida de prueba contra los 12 datos obtenidos del sistema real del tiempo de servicio del AUTOTANQUE PMX_DIESEL_2, de la Terminal de Almacenamiento y Reparto, PEMEX, Tapachula, Chiapas.

Criterio de Rechazo:

Rechazar H0 si dentro del intervalo de confianza, el valor cero no se incluye.

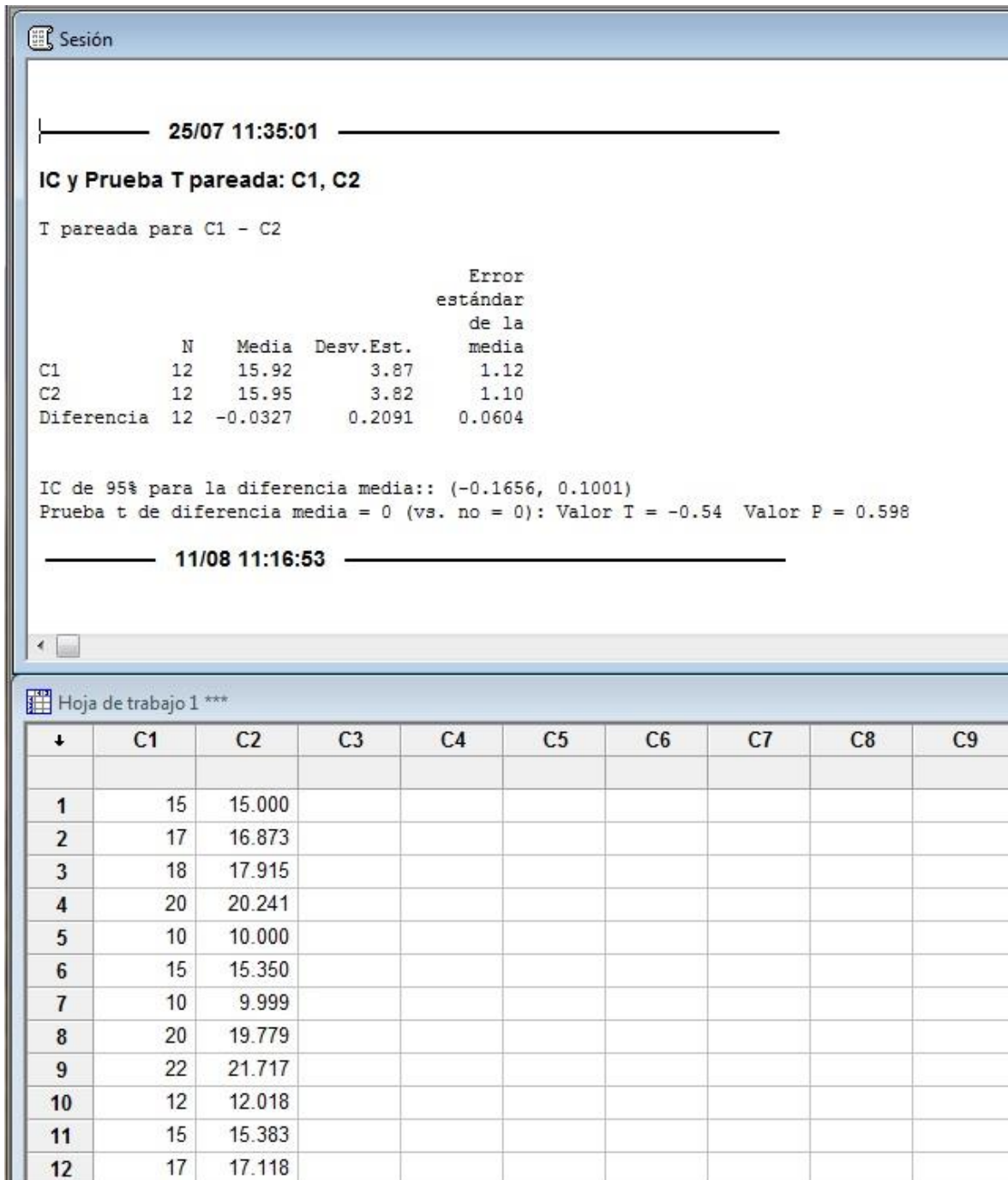


Figura 5.9 Validación del tiempo de Servicio de AUTOTANQUE PMX_DIESEL_2

Por lo tanto:

Hipótesis Nula:

H0: la diferencia de media SI es cero con un nivel de confianza del 95%, los 20 datos obtenidos de la corrida de prueba contra los 20 datos obtenidos del sistema real del tiempo de servicio del AUTOTANQUE PMX_PREMIUM, de la Terminal de Almacenamiento y Reparto, PEMEX, Tapachula, Chiapas.

Hipótesis Alterna:

H1: la diferencia de media NO es cero con un nivel de confianza del 95%, de los 20 datos obtenidos de la corrida de prueba contra los 20 datos obtenidos del sistema real del tiempo de servicio del AUTOTANQUE PMX_PREMIUM, de la Terminal de Almacenamiento y Reparto, PEMEX, Tapachula, Chiapas.

Criterio de Rechazo:

Rechazar H0 si dentro del intervalo de confianza, el valor cero no se incluye.

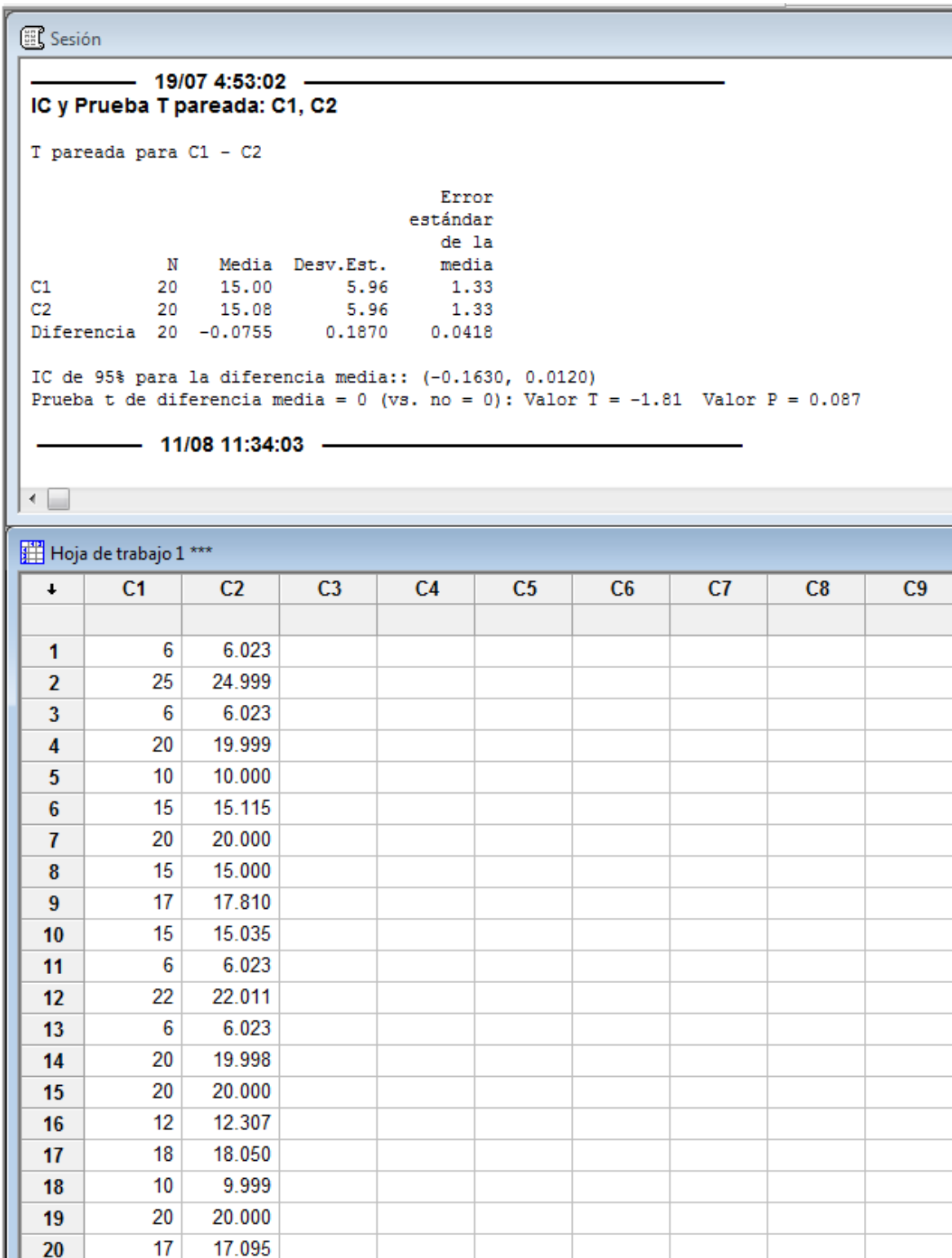


Figura 5.10 Validación del tiempo de Servicio de AUTOTANQUE PMX_PREMIUM

Capítulo 6

PROPUESTAS

6.1 Propuesta. Equilibrio de Cargas de Distribución entre AUTOTANQUES

6.1.1 Objetivo

La finalidad de esta propuesta es para mejorar el tiempo en la distribución a las Estaciones de Servicio y evitar retrasos en los repartos de combustible, mediante cambios en el proceso de logística y reparto a las entregas del refinado. Esta propuesta consiste en que los AUTOTANQUES 3 y 4, apoyen a las islas de PMX_MAGNA_2 y PMX_PREMIUM con viajes de combustible cuando se encuentren desocupadas, ya que estas realizan más viajes durante su jornada de trabajo y se coadyuve a la disminución de los tiempos y mediante esto cumplir exitosamente con los repartos, terminando en los tiempos establecidos por la Terminal de Almacenamiento y Reparto.

6.1.2 Resultados Previstos

Los resultados que se esperan obtener con esta propuesta es la creación de un nuevo sistema de distribución, donde exista un mutuo apoyo entre compañeros de trabajo con la finalidad de cumplir exitosamente con los programas de reparto y tener una cultura hacia el enfoque de un servicio de calidad, siendo eficaz y eficiente, en tanto que se proteja la seguridad e integridad física del producto y de los trabajadores, y cumplir con los objetivos planteados por la empresa.

6.1.3 Actividades

La responsabilidad depende primordialmente de todos los trabajadores con la categoría de Chofer Repartidor – Cobrador, ya que ellos tendrán la responsabilidad de llevar el producto a las distintas Estaciones de Servicio, respetando los límites

de velocidad y los tiempos establecidos por la ruta segura de reparto, teniendo en cuenta que el personal con la categoría de Facturista mantendrá constante comunicación con el personal encargado de las entregas y el distribuirá de manera equitativa los viajes de manera que se cumpla exitosamente el programa de repartos del día. Las actividades que se recomiendan realizar son las siguientes:

- **Recurrir al personal con la categoría de Chofer Repartidor – Cobrador para la realización de las entregas de viajes de PMX_PREMIUM Y PMX_MAGNA_2.** Es necesario mantener en constante comunicación al personal de reparto de combustible, porque puede necesitarse en cualquier momento que este requiera llevar un viaje de combustible PREMIUM o MAGNA, teniendo en cuenta que son los AUTOTANQUES 3 y 4 de DIESEL, y con esto se satisface a la Estación de Servicio solicitante, brindándole un servicio de calidad, manteniendo satisfechos a los usuarios de este producto refinado.
- **El trabajador con la categoría de Facturista al darse cuenta que una Estación de Servicio requiere de combustible PREMIUM o MAGNA ordenar que un equipo de DIESEL cumpla con la entrega.** El Facturista deberá estar atento en conjunto con las Jefaturas de Área Comercial y Operación sobre algún pedido de combustible PREMIUM o MAGNA y enviar algún AUTOTANQUE de DIESEL para satisfacer al cliente. Y de esta manera apoyar a PMX_PREMIUM y PMX_MAGNA, ya que los AUTOTANQUES de DIESEL tienen tiempo libre, y así disminuir cuellos de botella, el tiempo de entregas y cumplir con los objetivos deseados de la empresa.

Es importante mencionar que la práctica de estas actividades será constante, por lo menos unos meses para generar la cultura de trabajo y puedan llevarse a cabo los objetivos planteados por la empresa y por las Jefaturas de Área Comercial y Operación, respetando los estatutos de la empresa y de los trabajadores.

6.1.4 Modelo de Simulación

Para representar la propuesta en el modelo de simulación, se toma como base principal el modelo original y se agrega una condición en la subrutina VEL2 y VEL2R, VEL3 Y VEL3R, VEL4 Y VEL4R, VEL5 Y VEL5R.

Subrutina VEL2:

```
IF TIPO=1 THEN RETURN 260
IF TIPO=2 THEN RETURN 240
IF TIPO=3 THEN RETURN 280
IF TIPO=4 THEN RETURN 310
IF TIPO=5 THEN RETURN 250
IF TIPO=6 THEN RETURN 365
IF TIPO=7 THEN RETURN 166
IF TIPO=8 THEN RETURN 560
ELSE RETURN 166
```

Subrutina VEL2R:

```
IF TIPO=1 THEN RETURN 179
IF TIPO=2 THEN RETURN 220
IF TIPO=3 THEN RETURN 240
IF TIPO=4 THEN RETURN 250
IF TIPO=5 THEN RETURN 416
IF TIPO=6 THEN RETURN 292
IF TIPO=7 THEN RETURN 166
IF TIPO=8 THEN RETURN 636
ELSE RETURN 285
```

Subrutina VEL3:

```
IF TIPO=1 THEN RETURN 285
IF TIPO=2 THEN RETURN 297
IF TIPO=3 THEN RETURN 166
IF TIPO=4 THEN RETURN 560
IF TIPO=5 THEN RETURN 222
ELSE RETURN 300
```

Subrutina VEL3R:

```
IF TIPO=1 THEN RETURN 363
IF TIPO=2 THEN RETURN 253
IF TIPO=3 THEN RETURN 285
IF TIPO=4 THEN RETURN 636
IF TIPO=5 THEN RETURN 195
ELSE RETURN 300
```

Subrutina VEL4:

```
IF TIPO=1 THEN RETURN 200
IF TIPO=2 THEN RETURN 320
IF TIPO=3 THEN RETURN 240
IF TIPO=4 THEN RETURN 247
IF TIPO=5 THEN RETURN 200
IF TIPO=6 THEN RETURN 266
ELSE RETURN 200
```

Subrutina VEL4R:

```
IF TIPO=1 THEN RETURN 300
IF TIPO=2 THEN RETURN 273
IF TIPO=3 THEN RETURN 208
IF TIPO=4 THEN RETURN 416
IF TIPO=5 THEN RETURN 130
IF TIPO=6 THEN RETURN 235
ELSE RETURN 300
```

Subrutina VEL5:

```
IF TIPO=1 THEN RETURN 166
IF TIPO=2 THEN RETURN 560
IF TIPO=3 THEN RETURN 166
IF TIPO=4 THEN RETURN 300
IF TIPO=5 THEN RETURN 400
IF TIPO=6 THEN RETURN 172
IF TIPO=7 THEN RETURN 250
IF TIPO=8 THEN RETURN 200
IF TIPO=9 THEN RETURN 320
ELSE RETURN 266
```

Subrutina VEL5R:

```
IF TIPO=1 THEN RETURN 166
IF TIPO=2 THEN RETURN 636
IF TIPO=3 THEN RETURN 175
IF TIPO=4 THEN RETURN 290
IF TIPO=5 THEN RETURN 200
IF TIPO=6 THEN RETURN 145
```

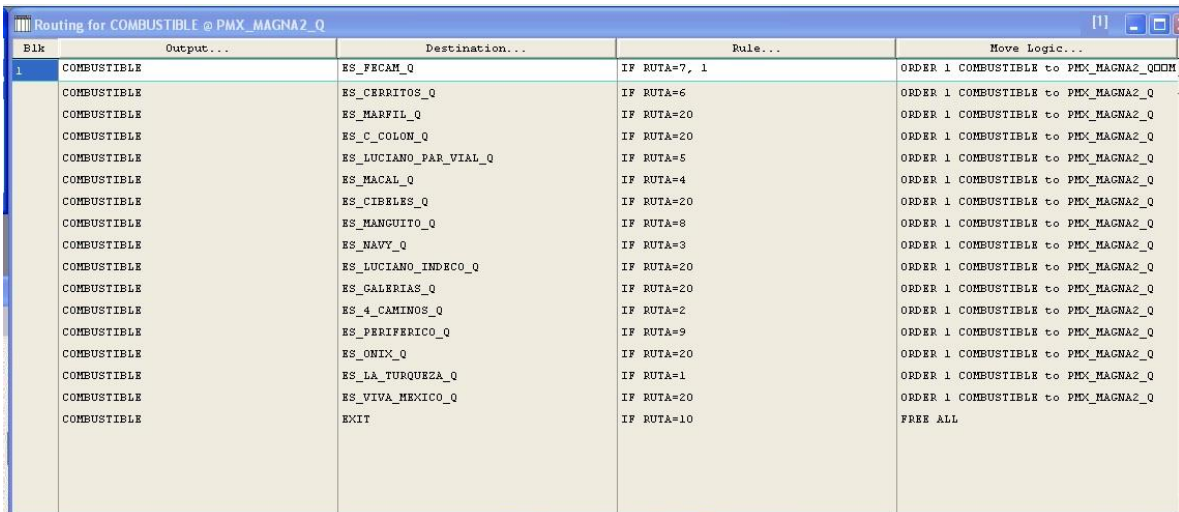
```

IF TIPO=7 THEN RETURN 277
IF TIPO=8 THEN RETURN 300
IF TIPO=9 THEN RETURN 250
ELSE RETURN 235

```

En la entidad PROCESO realizar los ajustes para el orden y la lógica de la distribución como se muestra a continuación:

En las **Figuras 6.1, 6.2, 6.3 Y 6.4**, respectivamente se observa la lógica de la distribución para el AUTOTANQUE_2, AUTOTANQUE_3, AUTOTANQUE_4 y AUTOTANQUE_5.



Elk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	COMBUSTIBLE	ES_FRCAM_Q	IF RUTA=7, 1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_QDDM
	COMBUSTIBLE	ES_CERRITOS_Q	IF RUTA=6	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_MARFIL_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_COLON_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_LUCIANO_PAR_VIAL_Q	IF RUTA=5	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_MACAL_Q	IF RUTA=4	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_CIBELES_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_MANGUITO_Q	IF RUTA=8	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_MAVY_Q	IF RUTA=3	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_LUCIANO_IMDECO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_GALERIAS_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_4_CAMINOS_Q	IF RUTA=2	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_PERIFERICO_Q	IF RUTA=9	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_ONIX_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_LA_TURQUEZA_Q	IF RUTA=1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_VIVA_MEXICO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q
	COMBUSTIBLE	EXIT	IF RUTA=10	FREE ALL

Figura 6.1 Lógica de la Distribución para PMX_MAGNA_2

Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	COMBUSTIBLE	ES_CERRITOS_Q	IF RUTA=20, 1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_QDD
	COMBUSTIBLE	ES_MARFIL_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q
	COMBUSTIBLE	ES_MACAL_Q	IF RUTA=2	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q
	COMBUSTIBLE	ES_COLON_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q
	COMBUSTIBLE	ES_CIBELES_Q	IF RUTA=6	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q
	COMBUSTIBLE	ES_MANGUITO_Q	IF RUTA=4	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q
	COMBUSTIBLE	ES_LUCIANO_INDECO_Q	IF RUTA=1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q
	COMBUSTIBLE	ES_LUCIANO_PAR_VIAL_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q
	COMBUSTIBLE	ES_GALERIAS_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q
	COMBUSTIBLE	ES_4_CAMINOS_Q	IF RUTA=5	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q
	COMBUSTIBLE	ES_PERIFERICO_Q	IF RUTA=3	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q
	COMBUSTIBLE	ES_LA_TURQUEZA_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q
	COMBUSTIBLE	ES_VIVA_MEXICO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q
	COMBUSTIBLE	ES_NAVY_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q
	COMBUSTIBLE	ES_ONIX_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q
	COMBUSTIBLE	EXIT	IF RUTA=7	FREE ALL

Figura 6.2 Lógica de la Distribución para PMX_DIESEL_1

Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	COMBUSTIBLE	ES_CERRITOS_Q	IF RUTA=2, 1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_QDD
	COMBUSTIBLE	ES_MARFIL_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_MACAL_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_MANGUITO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_GALERIAS_Q	IF RUTA=6	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_LA_TURQUEZA_Q	IF RUTA=5	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_COLON_Q	IF RUTA=3	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_CIBELES_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_NAVY_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_LUCIANO_INDECO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_LUCIANO_PAR_VIAL_Q	IF RUTA=4	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_4_CAMINOS_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_PERIFERICO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_ONIX_Q	IF RUTA=1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q
	COMBUSTIBLE	ES_VIVA_MEXICO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q
	COMBUSTIBLE	EXIT	IF RUTA=7	FREE ALL

Figura 6.3 Lógica de la Distribución para PMX_DIESEL_2

Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	COMBUSTIBLE	ES_FRCAM_Q	IF RUTA=1 OR RUTA=3, 1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_QCD
	COMBUSTIBLE	ES_CERRITOS_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q
	COMBUSTIBLE	ES_MARFIL_Q	IF RUTA=5	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q
	COMBUSTIBLE	ES_MANGUITO_Q	IF RUTA=2	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q
	COMBUSTIBLE	ES_GALERIAS_Q	IF RUTA=10	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q
	COMBUSTIBLE	ES_PERIFREICO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q
	COMBUSTIBLE	ES_MACAL_Q	IF RUTA=9	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q
	COMBUSTIBLE	ES_COLON_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q
	COMBUSTIBLE	ES_CIBILES_Q	IF RUTA=4	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q
	COMBUSTIBLE	ES_NAVY_Q	IF RUTA=7	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q
	COMBUSTIBLE	ES_LUCIANO_INDECO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q
	COMBUSTIBLE	ES_LUCIANO_PAR_VIAL_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q
	COMBUSTIBLE	ES_4_CAMINOS_Q	IF RUTA=6	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q
	COMBUSTIBLE	ES_ONIX_Q	IF RUTA=8	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q
	COMBUSTIBLE	ES_VIVA_MEXICO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q
	COMBUSTIBLE	ES_LA_TURQUEZA_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q
	COMBUSTIBLE	EXIT	IF RUTA=11	FREE ALL

Figura 6.4 Lógica de la Distribución para PMX_PREMIUM

Al simular el modelo con estas condiciones se obtendrán resultados que más adelante se comparan con el modelo original y se analizará que tan factible es su implementación.

En la **Figura 6.5** se muestra el sistema de simulación de la distribución de combustible a las estaciones de servicio con las condiciones antes especificadas.

En la **Figura 6.5** se muestra el modelo de simulación terminado para la propuesta 1, donde se incluye toda la información antes descrita y que aparecerá en el momento de correr el programa.

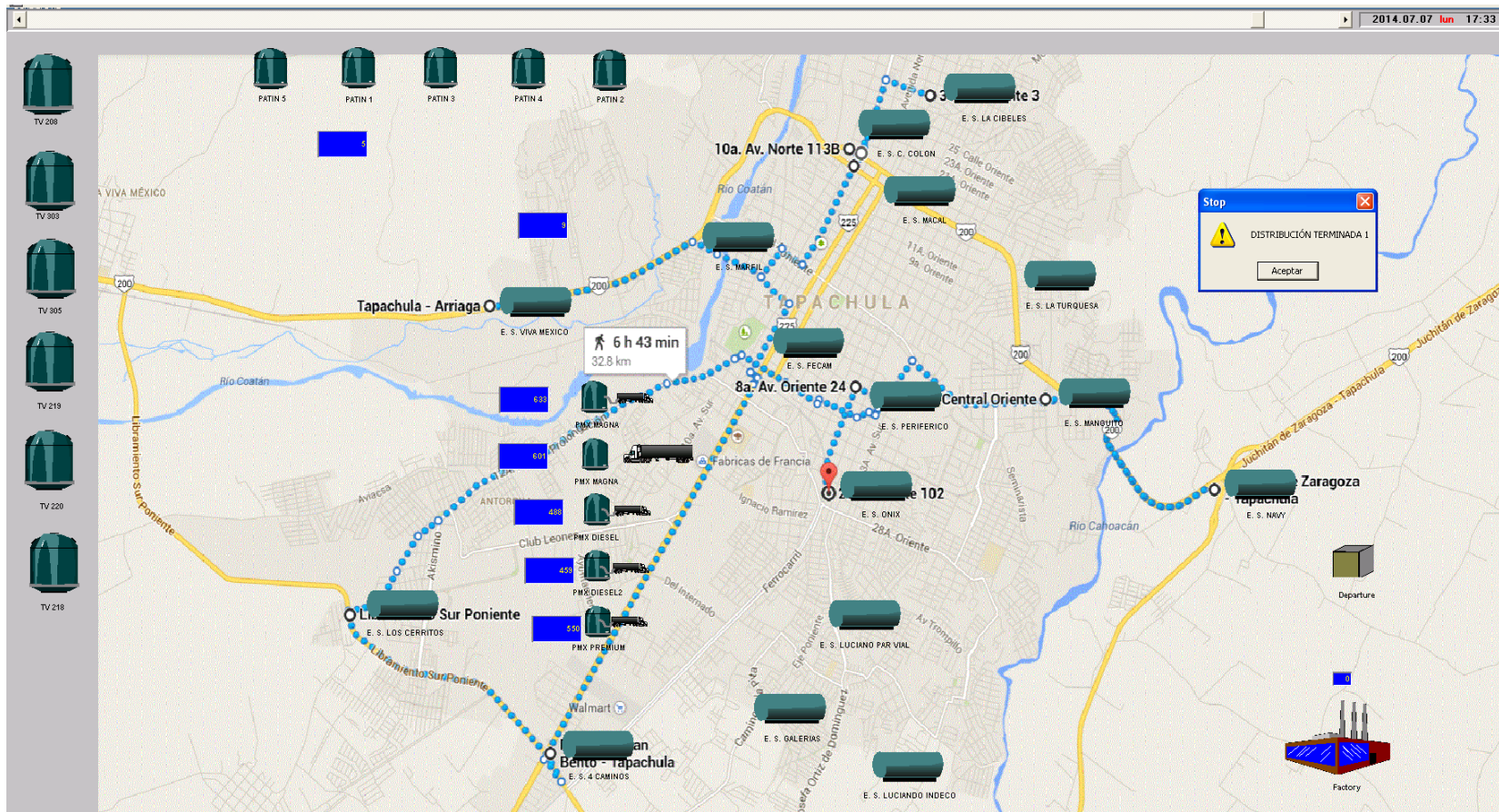


Figura 6.5 Propuesta. Equilibrio de Cargas de Distribución entre AUTOTANQUES

6.2 Presentación de Resultados

A continuación se presentan los resultados obtenidos a través de las corridas de simulación, recordando que se establecieron 10 réplicas de la alternativa de solución y de las cuales se extrae la información más relevante para realizar el análisis, considerando todas las variables antes definidas: Tiempo, Distancia y Tipo de Producto.

6.2.1 Modelo Original

En primer término, se comienza por presentar los resultados del sistema real para que sean comparados contra los de la propuesta. **Las Tablas 6.1, 6.2, 6.3, 6.4 y 6.5** respectivamente, se muestran los Viajes, la Estación de Servicio, el Producto Transportado y las distancias correspondientes para la distribución, la isla de llenado y AUTOTANQUE que realiza la entrega. Cabe mencionar que durante la distribución existen 30 minutos de receso a cada AUTOTANQUE durante la jornada laboral. La escala utilizada es la siguiente: TIEMPOS= MINUTOS y DISTANCIAS= KILOMETROS. Para observar resultados ver **ANEXO B**.

Tabla 6.1 Sistema Real de Distribución para AUTOTANQUE_1

AUTOTANQUE_1				
PEMEX_MAGNA_1				
NUM.	VIAJES	E. S.	PROD.	KM.
1	1	C. COLON	MAGNA	4
2	1	VIVA MEXICO	MAGNA	5
3	1	FECAM	MAGNA	1
4	1	MARFIL	MAGNA	4
5	1	INDECO	MAGNA	8
6	1	4 CAMINOS	MAGNA	5
7	1	GALERIAS	MAGNA	4
8	1	CIBELES	MAGNA	6
TIEMPO DE DISTRIBUCION= 10:33.920 HRS.				

Tabla 6.2 Sistema Real de Distribución de Combustible para AUTOTANQUE_2

AUTOTANQUE_2				
PEMEX_MAGNA_2				
NUM.	VIAJES	E. S.	PROD.	KM.
1	1	TURQUEZA	MAGNA	2
2	1	4 CAMINOS	MAGNA	4
3	1	NAVY	MAGNA	5
4	1	MACAL	MAGNA	5
5	1	PAR_VIAL	MAGNA	5
6	1	CERRITOS	MAGNA	6
7	1	FECAM	MAGNA	1
8	1	MANGUITO	MAGNA	14
9	1	PERIFERICO	MAGNA	2
TIEMPO DE DISTRIBUCION= 11:06.641 HRS.				

Tabla 6.3 Sistema Real de Distribución de Combustible para AUTOTANQUE_3

AUTOTANQUE_3				
PEMEX_DIESEL_1				
NUM.	VIAJES	E. S.	PROD.	KM.
1	1	INDECO	DIESEL	8
2	1	MACAL	DIESEL	5
3	1	PERIFERICO	DIESEL	2
4	1	MANGUITO	DIESEL	14
5	1	4 CAMINOS	DIESEL	4
6	1	CIBELES	DIESEL	6
TIEMPO DE DISTRIBUCION= 08:08.775 HRS.				

Tabla 6.4 Sistema Real de Distribución de Combustible para AUTOTANQUE_4

AUTOTANQUE_4				
PEMEX_DIESEL_2				
NUM.	VIAJES	E. S.	PROD.	KM.
1	1	ONIX	DIESEL	3
2	1	CERRITOS	DIESEL	6
3	1	C. COLON	DIESEL	4
4	1	PAR_VIAL	DIESEL	5
5	1	TURQUEZA	DIESEL	2
6	1	GALERIAS	DIESEL	4
TIEMPO DE DISTRIBUCION= 07:39.934 HRS.				

Tabla 6.5 Sistema Real de Distribución de Combustible para AUTOTANQUE_5

AUTOTANQUE_5				
PEMEX_PREMIUM				
NUM.	VIAJES	E. S.	PROD.	KM.
1	1	FECAM	PREMIUM	1
2	1	MANGUITO	PREMIUM	14
3	1	FECAM	PREMIUM	1
4	1	CIBELES	PREMIUM	6
5	1	MARFIL	PREMIUM	4
6	1	4 CAMINOS	PREMIUM	4
7	1	NAVY	PREMIUM	5
8	1	ONIX	PREMIUM	3
9	1	MACAL	PREMIUM	5
10	1	GALERIAS	PREMIUM	4
TIEMPO DE DISTRIBUCION= 12:16.696 HRS.				

6.2.2 Modelo Propuesto

A continuación se presentan los resultados del análisis efectuado al modelo propuesto con las 10 corridas de simulación correspondientes. Cabe señalar que en **las Tablas 6.6, 6.7, 6.8, 6.9 y 6.10** respectivamente, se muestran los Viajes, la Estación de Servicio, el Producto Transportado y las Distancias correspondientes para la distribución, la isla de llenado y AUTOTANQUE que realiza la entrega. Cabe mencionar que durante la distribución existen 30 minutos de receso a cada AUTOTANQUE durante la jornada laboral. La escala utilizada es la siguiente: TIEMPOS= MINUTOS y DISTANCIAS= KILOMETROS. Para observar resultados ver **ANEXO C**.

El resultado del modelo propuesto resulta ser positivo, ya que mediante el estudio realizado se llegó al objetivo deseado y se logra optimizar **1:45:00 horas** la distribución de combustible en la jornada laboral.

Tabla 6.6 Sistema Propuesto de Distribución para AUTOTANQUE_1

AUTOTANQUE_1				
PEMEX_MAGNA_1				
NUM.	VIAJES	E. S.	PROD.	KM.
1	1	C. COLON	MAGNA	4
2	1	VIVA MEXICO	MAGNA	5
3	1	FECAM	MAGNA	1
4	1	MARFIL	MAGNA	4
5	1	INDECO	MAGNA	8
6	1	4 CAMINOS	MAGNA	5
7	1	GALERIAS	MAGNA	4
8	1	CIBELES	MAGNA	6
TIEMPO DE DISTRIBUCION=10:33.920 HRS.				

Tabla 6.7 Sistema Propuesto de Distribución para AUTOTANQUE_2

AUTOTANQUE_2				
PEMEX_MAGNA_2				
NUM.	VIAJES	E. S.	PROD.	KM.
1	1	TURQUEZA	MAGNA	2
2	1	4 CAMINOS	MAGNA	4
3	1	NAVY	MAGNA	5
4	1	MACAL	MAGNA	5
5	1	PAR VIAL	MAGNA	5
6	1	CERRITOS	MAGNA	6
7	1	FECAM	MAGNA	1
8	1	MANGUITO	MAGNA	14
TIEMPO DE DISTRIBUCION= 09:47.401 HRS.				

Tabla 6.8 Sistema Propuesto de Distribución para AUTOTANQUE_3

AUTOTANQUE_3				
PEMEX_DIESEL_1				
NUM.	VIAJES	E. S.	PROD.	KM.
1	1	INDECO	DIESEL	8
2	1	MACAL	DIESEL	5
3	1	PERIFERICO	DIESEL	2
4	1	MANGUITO	DIESEL	14
5	1	4 CAMINOS	DIESEL	4
6	1	CIBELES	DIESEL	6
7	1	MACAL	PREMIUM	5
8	1	PERIFERICO	MAGNA	2
TIEMPO DE DISTRIBUCION= 10:20.716 HRS.				

Tabla 6.9 Sistema Propuesto de Distribución para AUTOTANQUE_4

AUTOTANQUE_4				
PEMEX_DIESEL_2				
NUM.	VIAJES	E. S.	PROD.	KM.
1	1	ONIX	DIESEL	3
2	1	CERRITOS	DIESEL	6
3	1	C. COLON	DIESEL	4
4	1	PAR VIAL	DIESEL	5
5	1	TURQUEZA	DIESEL	2
6	1	GALERIAS	DIESEL	4
7	1	ONIX	PREMIUM	3
8	1	GALERIAS	PREMIUM	4
TIEMPO DE DISTRIBUCION= 10:04.743 HRS.				

Tabla 6.10 Sistema Propuesto de Distribución para AUTOTANQUE_5

AUTOTANQUE_5				
PEMEX_PREMIUM				
NUM.	VIAJES	E. S.	PROD.	KM.
1	1	FECAM	PREMIUM	1
2	1	MANGUITO	PREMIUM	14
3	1	FECAM	PREMIUM	1
4	1	CIBELES	PREMIUM	6
5	1	MARFIL	PREMIUM	4
6	1	4 CAMINOS	PREMIUM	4
7	1	NAVY	PREMIUM	5
TIEMPO DE DISTRIBUCION: 9:10.613 HRS.				

6.3 Análisis de los Resultados

Los resultados obtenidos de la propuesta se compararan con los resultados del modelo original mediante unas gráficas donde se muestran claramente que la alternativa que se propone resulta de ser de gran ayuda para los fines de la empresa, y se reduce considerablemente el tiempo de distribución de la jornada laboral.

A continuación, en la **Figura 6.6** se muestran las comparaciones de los resultados obtenidos del modelo original y de la propuesta, donde se expresan con claridad las mejoras con relación a la distribución de los viajes por AUTOTANQUE en la jornada laboral.

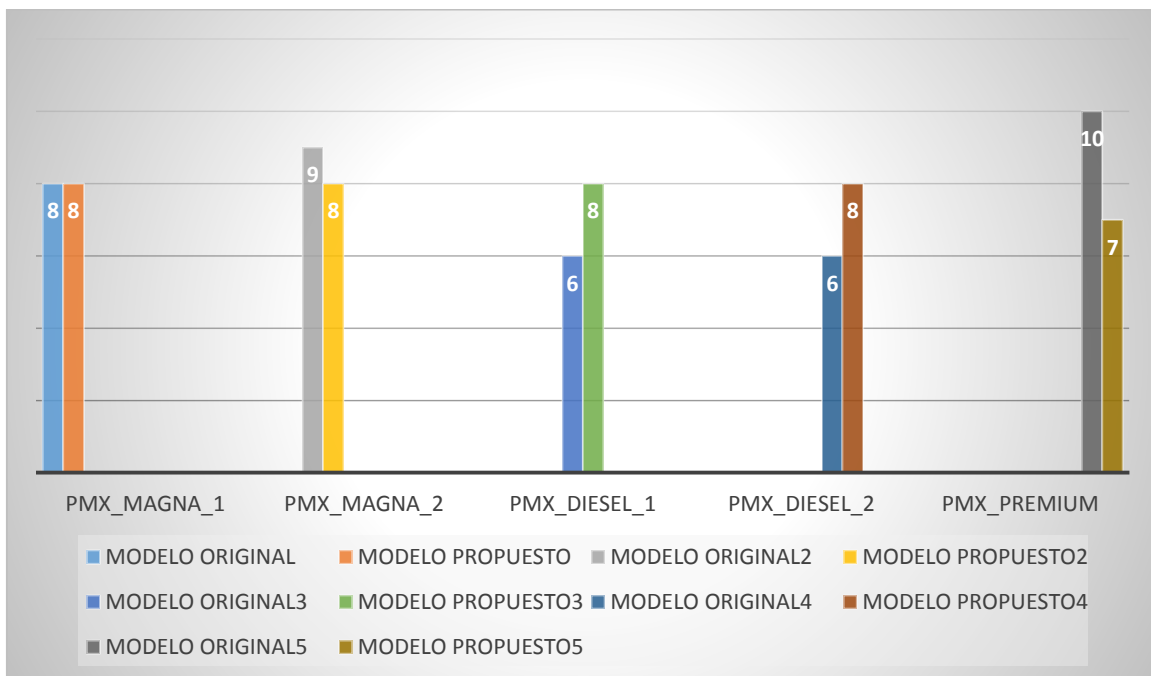


Figura 6.6 Comparación de Resultados Obtenidos del Modelo Original y de la Propuesta con Relación a la Distribución de viajes por Autotanque

Como se puede apreciar en la figura anterior, la distribución de los viajes resulta ser una opción viable en la propuesta que se plantea, ya que cada uno de los autotanques realiza el mismo número de viajes en la jornada laboral ayudando a disminuir los tiempos en la jornada y en la distribución de combustible a Estaciones de Servicio evitando retrasos y un mayor cansancio entre los trabajadores.

En la **Figura 6.7** y **6.8** respectivamente, se presenta el número de viajes realizado por autotanque en cada isla de llenado de combustible en el modelo original y el modelo propuesto.

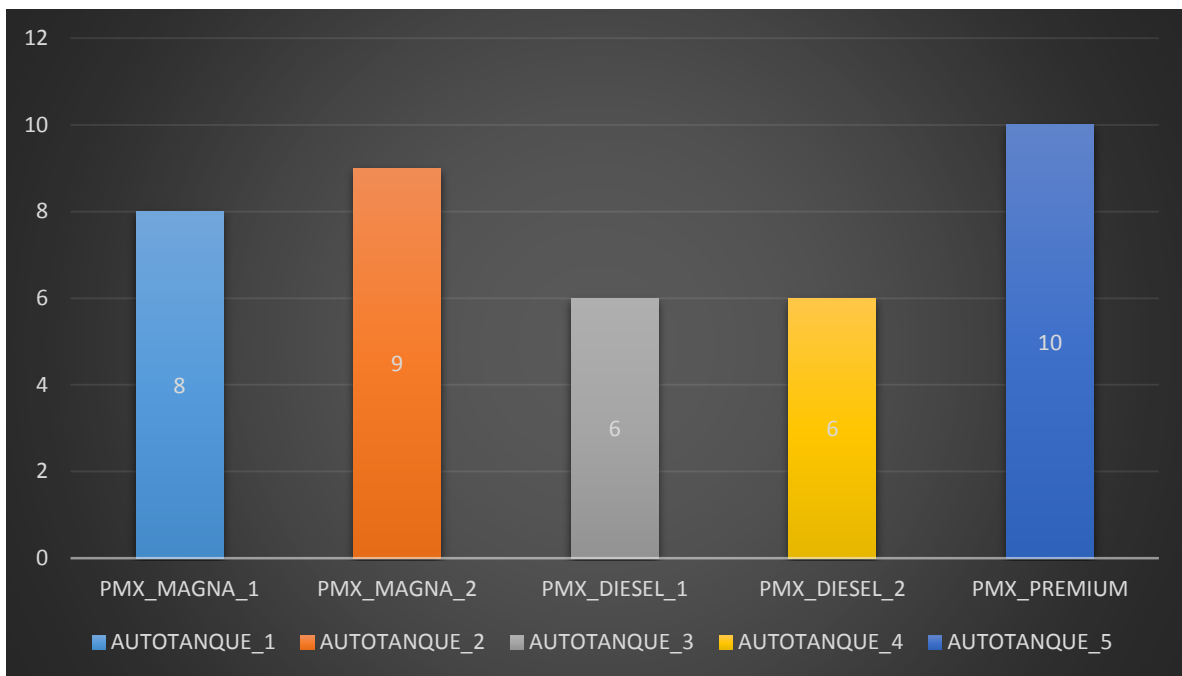


Figura 6.7 Viajes Realizados por Autotanque en Cada Isla de Llenado de Combustible en el Modelo Original

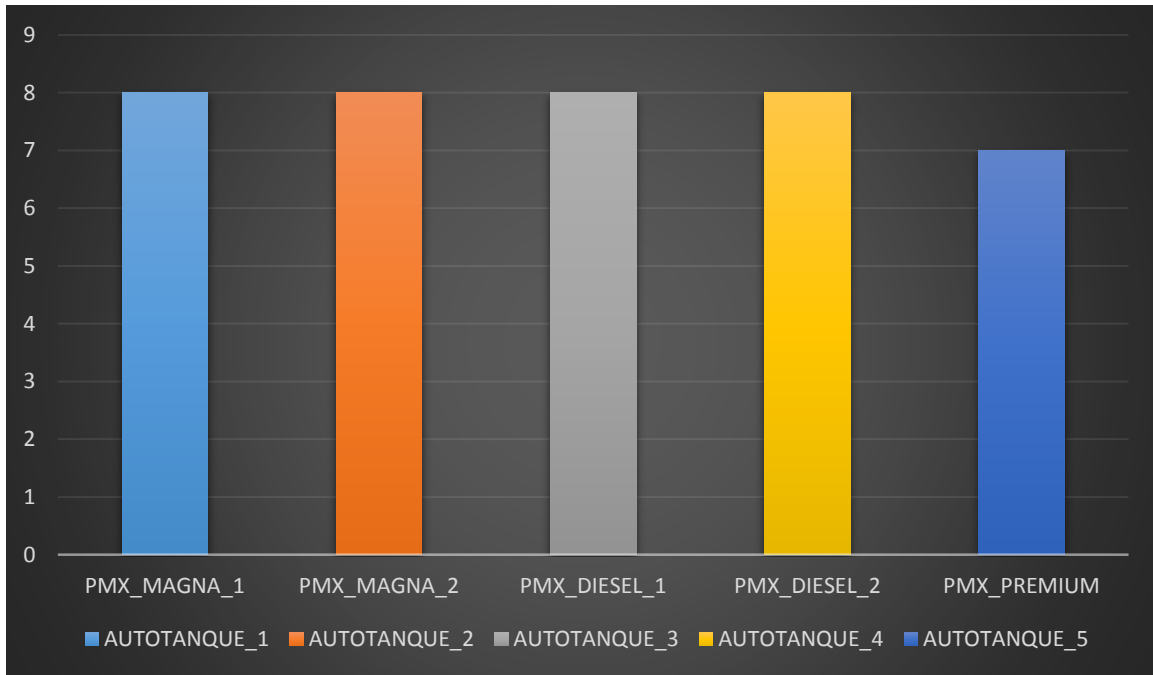


Figura 6.8 Viajes Realizados por Autotanque en Cada Isla de Llenado de Combustible en el Modelo Propuesto

En la **Figura 6.9** se presenta la comparación final entre el modelo original y el modelo propuesto donde se observan los tiempos de distribución de cada AUTOTANQUE en cada isla de llenado de combustible.

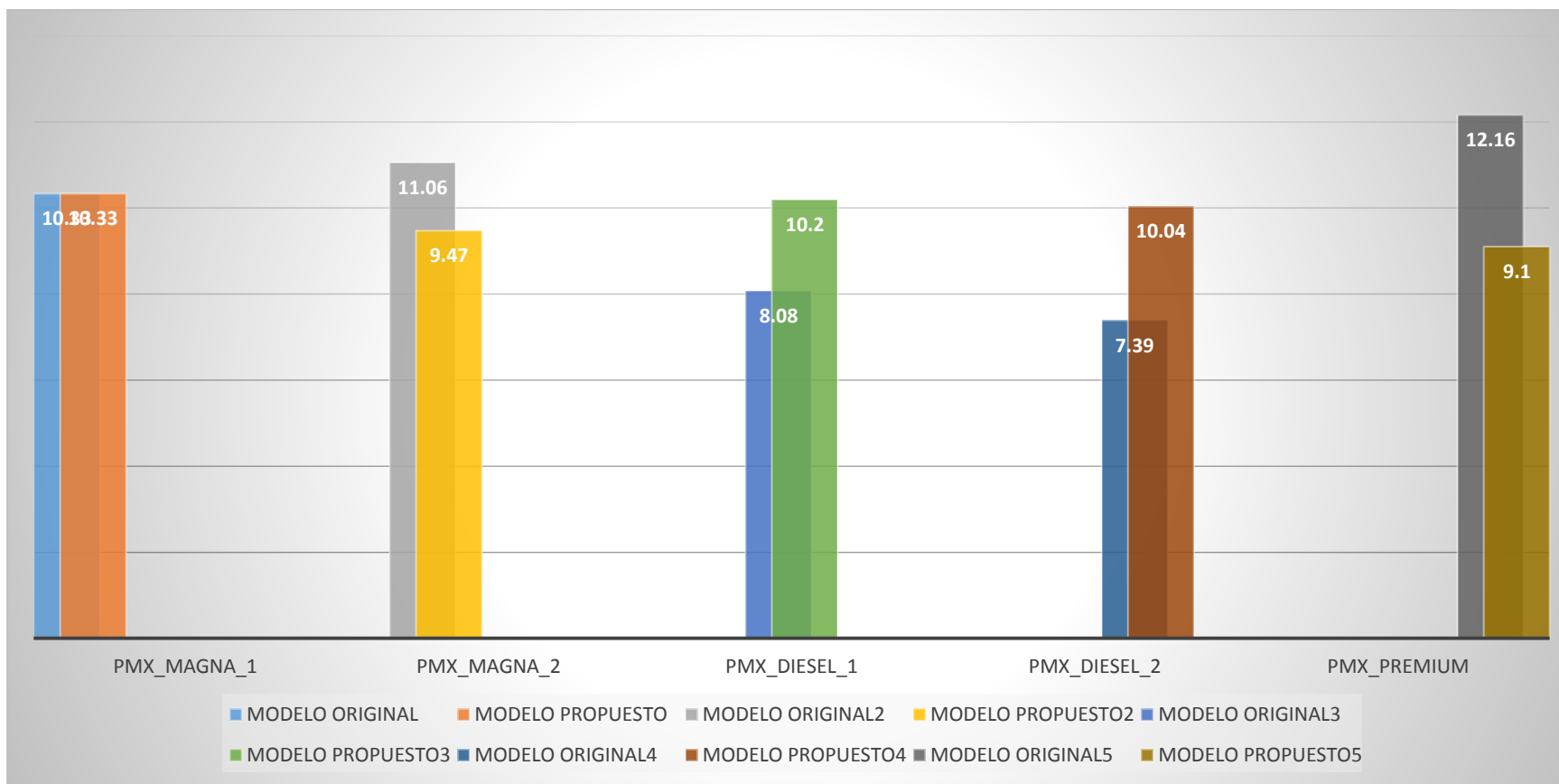


Figura 6.9 Comparación de Tiempos de Distribución entre el Modelo Original y el Modelo Propuesto dado en Horas

Capítulo 7

Conclusiones y Recomendaciones

7.1 Conclusiones

Durante el desarrollo del proyecto y a través del estudio en campo que se realizó en la Terminal de Almacenamiento y Reparto, a los recorridos, a las estaciones de servicio adscritas, se pudo observar y analizar todo el sistema de distribución de combustible, la logística utilizada en el servicio, las distintas rutas utilizadas para transportar el refinado a los destinos correspondientes.

Los retrasos en la distribución del combustible a estaciones de servicio se deben principalmente a la logística utilizada para la asignación de viajes y también a los trabajadores con la categoría de Chofer Repartidor – Cobrador porque no existe una capacitación constante en cuanto al desempeño y la productividad del trabajador.

Con base a los resultados obtenidos a través del modelo de simulación y la propuesta planteada, se dice que los objetivos del proyecto se cumplieron satisfactoriamente. Se desarrolló un modelo de simulación que representa ampliamente al sistema real de distribución de combustible y se logró plantear una propuesta que ayudará a mejorar el servicio de distribución de combustible a las distintas estaciones de servicio, reduciendo el tiempo de espera del cliente y optimizando el tiempo de repartos.

La alternativa de solución planteada reduce en gran medida el tiempo de espera del cliente, reduce el cansancio entre los trabajadores y utilizando una lógica más apegada a la distribución del refinado.

En apartados anteriores se explicaron los problemas más frecuentes que existen en la distribución de combustible, así como sus posibles causas. Es importante mencionar que la mayoría de esos problemas se pueden evitar si existe una mejor cultura por parte de los trabajadores para desarrollar su trabajo y así evitar perjuicios que puedan dañar su integridad y la de la empresa, es por eso que

siempre existen platicas y reuniones con los trabajadores exhortándolos a participar en la mejoría de su trabajo para beneficio de la sociedad y la empresa. Como en todo lugar existe la necesidad por parte de los trabajadores y clientes pero todo se puede llevar por un mejor camino teniendo la comunicación constante con el personal.

A través del involucramiento en el sistema del proyecto desarrollado, se dice que todas las personas de la empresa tienen responsabilidad y con respecto a los departamentos de Área Comercial y Operación deben poner más énfasis en la logística del suministro de combustible, existen muchos problemas por resolver pero cada uno se presenta en su momento.

A manera de concluir, considerando el resultado de las estadísticas arrojadas durante la investigación, así como las observaciones anteriores, se puede afirmar que la alternativa de solución planteada resulta de gran ayuda para la distribución de combustible.

7.2 Recomendaciones

Se recomienda ampliamente la puesta en práctica la alternativa planteada en este proyecto, con base a los resultados arrojados en la simulación del sistema se confirma que es un buena alternativa que ayudara a la mejora en cuanto a las distancias, distribución, calidad y optimización de los tiempos. La decisión de implementar o no el sistema propuesto, queda en las manos de los altos directivos de la Gerencia y Reparto del Golfo de Pemex (GARG GOLFO).

Fuentes de Información

Fuentes consultadas

García Duna E., García Reyes H., Cadenas Barrón L. E. (2006). Simulación y Análisis de Sistemas con ProModel. Primera Edición, Edit. Pearson Educación.

Ponce J., Solís G., Ulfe L. (2004). Investigación de Operaciones. Edit. Pearson Educación.

Shannon R. E. (1988). Simulación de Sistemas de Diseño, Desarrollo e Implementación. Edit. Trillas, México.

Taha H. A. (2005). Investigación de Operaciones. Edit. Pearson Educación. México.

Coa A. R. (2002). Introducción a la simulación y a la teoría de colas. Edit. NETBIBLO, 1º Edición, ISBN: 84-9745-017-5.

Guasch Petit A., Piera M. A. (2003). Modelado y Simulación: Aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. Edit. U.P.C. 1º Edición, ISBN: 84-8301-704-0.

Shannon R. E. (1988). Simulación de sistemas: diseño, desarrollo e implementación. Edit. Trillas. México.

Naylor T. H. (1991). Técnicas de simulación en computadoras. Edit. LIMUSA, 8º reimpresión. México

North M. J., Macal C. M. (2007). Soluciones Estratégicas con Agent-Based Modeling and Simulation”, Oxford University Press (2007).

García E. (1998). Simulación y análisis de modelos estocásticos. Edit. Mc Graw Hill. México

Flores M., A. (2004). Marketing. Edit. Mc Graw Hill, Pág. 282.

Lamb C., Hair J., y McDaniel C. (2002). Marketing. Edit. International Thomson Editores S.A. Sexta Edición, Pág. 383.

Franklin B., E. (2004). Organización de Empresas. Edit. Mc Graw Hill, Segunda Edición, Pág. 362.

Coss B., R., (1991). Simulación: un Enfoque Práctico. Edit. Limusa, 6^o Reimpresión. México.

Long D. (2008). Logística Internacional: Administración de la Cadena de Abastecimiento Global. Edit. Limusa. ISBN: 13-978-968-18-6581-8. México.

Soret L., S., I. (2006). Logística y Marketing para la Distribución Comercial. Edit. ESIC. 3^o Edición. Madrid, España.

Ballou R. H. (2004). Logística: Administración de la Cadena de Suministro. Edit. Pearson Educación. 5^o Edición. ISBN: 970-26-0540-7. México.

Krajewski, L., J., Ritzman, L., P. (2000). Administración de Operaciones: Estrategia y Análisis. Edit. Pearson Educación. México.

Slone, R., E., Dittmann J., P., Mentzer, J., T. (2009). Transformación de la Cadena de Suministro. Edit. PROFIT. Madrid, España.

Trejo T. E. M. (2011). Analizar Propuestas de Mejora del Servicio de Cobro de las Cajas Rápidas de la Operadora Chedraui S. A. DE C. V. Sucursal Plaza Cristal, Utilizando Simulación. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Tesis



Páginas Electrónicas

<http://www.promodel.com./paginaoficial>

<http://www.google.com.mx/monografias.com>

<http://www.google.com,mx/ITESCAM.edu>

ANEXOS

ANEXO A

SUBROUTINAS PARA EL PROGRAMA DE SIMULACION

ID	Type	Parameter	Type	Logic
-----	-----	-----	-----	-----
Tank_Fill	None	Tank_ID	Integer	// Fills a tank_ID by a quantity and rate.
		Tank_FillQty	Real	
		Tank_FillRate	Real	
		Tank_ResumeLevel	Real	Real Tank_TimeInc Real Tank_FillInc Real Tank_FillCapacity = Tank_Cap. (Tank_ID)

Int Tank_VarRate=0

Real Tank_FillRequest = Tank_FillQty

If Tank_FillRate <= 0.0

Then Tank_VarRate = 1

Else Tank_FillRate = Tank_FillRate * Tank_TimeStep // convert units per minute to units per timestep

Wait Until Tank_State [Tank_ID] <> Tank_Down // Don't fill if Tank_ID is down

While Tank_FillQty > 0.0 do

{

Tank_TimeInc = Tank_TimeStep

If Tank_Level [Tank_ID] = Tank_Fill Capacity then // Is Tank_ID already full?

```
{
If Tank_ResumeLevel = Tank_Stop then
{
Tank_QtyLeft = Tank_FillQty
Return
}
If Tank_ResumeLevel = 0.0
Then Stop "Attempted to fill "$ Loc (Tank_ID) $ "beyond its capacity of" $Tank_Cap (Tank_ID)
Else If Tank_Resume Level >= Tank_FillCapacity
Then Stop "Resume Level in Tank_Fill subroutine for "$ Loc (Tank_ID) $ " must be less than its capacity"
Else Wait Until Tank_Level [Tank_ID] <= Tank_ResumeLevel // wait for drop to resume filling
}
if Tank_VarRate then
{
Tank_FillRate = Tank_Rate (0, Tank_ID) * Tank_TimeStep
if Tank_FillRate = 0.0 then
{
Tank_QtyLeft =Tank_FillQty
Return
}
}
// Adjust rate for last remaining quantity
If Tank_FillQty < Tank_FillRate then
{
Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_FillQty/ Tank_FillInc // proportionalize
```

```
Tank_FillInc = Tank_FillQty
}
Else Tank_FillInc = Tank_FillRate
If Tank_FillCapacity - Tank_Level [Tank_ID] < Tank_FillInc then // Test for insufficient cap BEFORE Wait
{
Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * (Tank_FillCapacity - Tank_Level [Tank_ID]) / Tank_FillInc // proportionalize
Tank_FillInc = Tank_FillCapacity - Tank_Level [Tank_ID]
}
if Tank_State [Tank_ID] <> Tank_Filling
then Tank_SetState (Tank_ID,Tank_Filling)
Wait Tank_TimeInc
Wait Until Tank_State [Tank_ID] <> Tank_Down // Don't fill if Tank_ID is down
If Tank_FillCapacity - Tank_Level [Tank_ID] < Tank_FillInc // Test for insufficient cap AFTER Wait
then Tank_FillInc = Tank_FillCapacity - Tank_Level[Tank_ID]
Dec Tank_FillQty, Tank_FillInc
Inc Tank_Level [Tank_ID], Tank_FillInc
Tank_UpdateStats (Tank_ID)
}
// Adjust for floating point error
if Tank_Level[Tank_ID]<Tank_FillRequest
then if Tank_Level[Tank_ID] + .0000001 > Tank_FillRequest then
{
Tank_Level [Tank_ID] = Tank_FillRequest
Tank_UpdateStats (Tank_ID)
Tank_QtyLeft = 0.0
```

Inc Tank_Fills [Tank_ID]

```
Tank_Empty      None      Tank_ID      Integer // Empties a Tank_ID by a quantity and rate.
                Tank_EmptyQty Real
                Tank_EmptyRate Real      Real Tank_TimeInc
                Tank_ResumeLevel Real      Real Tank_EmptyInc
                Int Tank_VarRate
```

If Tank_EmptyRate <= 0.0

Then Tank_VarRate = 1

Else Tank_EmptyRate = Tank_EmptyRate * Tank_TimeStep // convert units per minute to units per timestep

Wait Until Tank_State [Tank_ID] <> Tank_Down // Don't empty if Tank_ID is down

While Tank_EmptyQty > 0.0 do

{

Tank_TimeInc = Tank_TimeStep

If Tank_Level [Tank_ID] = 0.0 then // Is Tank_ID empty?

{

If Tank_ResumeLevel = Tank_Stop then

{

Tank_QtyLeft = Tank_EmptyQty

Return

}

If Tank_ResumeLevel = 0.0

Then Stop "Attempted to empty "\$Loc (Tank_ID) \$" by more than its contents"

Else If Tank_ResumeLevel > Tank_Cap (Tank_ID)

Then Stop "Resume Level in Tank_Empty subroutine for "\$Loc (Tank_ID) \$" must be less than or equal to its capacity"

```
Else Wait Until Tank_Level [Tank_ID] >= Tank_ResumeLevel // wait for rise to resume filling
}
If Tank_VarRate then
{
Tank_EmptyRate = Tank_Rate (Tank_ID, 0) * Tank_TimeStep
if Tank_EmptyRate = 0.0 then
{
Tank_QtyLeft = Tank_EmptyQty
Return
}
}
If Tank_EmptyQty < Tank_EmptyRate then // test for final partial amount
{
Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_EmptyQty / Tank_EmptyRate //proportionalize
Tank_EmptyInc = Tank_EmptyQty
}
Else Tank_EmptyInc = Tank_EmptyRate
If Tank_Level [Tank_ID] < Tank_EmptyInc then // Test for insufficient qty BEFORE Wait
{
Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_Level [Tank_ID] / Tank_EmptyInc // proportionalize
Tank_EmptyInc = Tank_Level [Tank_ID]
}
if Tank_State[Tank_ID] <> Tank_Emptying
then Tank_SetState(Tank_ID,Tank_Emptying)
Wait Tank_TimeInc
```

```

Wait Until Tank_State [Tank_ID] <> Tank_Down // Don't empty if Tank_ID is down
If Tank_Level [Tank_ID] < Tank_EmptyInc then // Test for insufficient qty AFTER Wait
Tank_EmptyInc = Tank_Level [Tank_ID]
Dec Tank_EmptyQty, Tank_EmptyInc
Dec Tank_Level [Tank_ID], Tank_EmptyInc
Tank_UpdateStats (Tank_ID)
}
Tank_QtyLeft = 0.0

```

Tank_Transfer	None	Tank_FromID	Integer	// Transfers a quantity from one Tank_ID to another.
		Tank_ToID	Integer	
		Tank_TransferQty	Real	Real Tank_ToQty
		Tank_FromRate	Real	Real Tank_FromQty
		Tank_ToRate	Real	Real Tank_TimeInc
		Tank_ResumeLevel	Real	Real Tank_ToCapacity = Tank_Cap (Tank_ToID)

```

Int Tank_VarRate = 0
Wait Until Tank_State [Tank_FromID] <> Tank_Down // Don't transfer if FROM Tank_ID is down
If Tank_FromRate <= 0.0 // test for variable rate transfer
Then Tank_VarRate = 1 // used as a flag
Else
{
Tank_FromRate = Tank_FromRate * Tank_TimeStep // convert units per min to per timestep
If Tank_ToRate = 0.0
Then Tank_ToRate = Tank_FromRate

```

```
Else Tank_ToRate = Tank_ToRate * Tank_TimeStep // convert units per min to per timestep
}
While Tank_TransferQty > 0.0 do
{
Tank_TimeInc = Tank_TimeStep
// Make sure there is available TO capacity
If Tank_Level [Tank_ToID] >= Tank_ToCapacity then
{
If Tank_ResumeLevel = Tank_Stop then
{
Tank_QtyLeft = Tank_TransferQty
Return
}
If Tank_ResumeLevel = 0.0
Then Stop "Attempted to fill "$Loc (Tank_ToID) $" beyond its capacity of " $Tank_ToCapacity
Else If Tank_ResumeLevel >= Tank_ToCapacity
Then Stop "Resume Level in Tank_Transfer subroutine for "$Loc (Tank_FromID)$ " must be less than its capacity"
else Wait Until Tank_Level[Tank_ToID] <= Tank_ResumeLevel
}
If Tank_Level [Tank_FromID] <= 0.0 then Wait Until Tank_Level [Tank_FromID] > 0.0 // test for empty FROM tank_ID

// For variable flow rate, call Tank_Rate subroutine to find rate
If Tank_VarRate then
{
Tank_FromRate =Tank_Rate (Tank_FromID, Tank_ToID) * Tank_TimeStep // convert var units per min to per timestep
```



```
if Tank_FromRate = 0.0 then
{
Tank_QtyLeft = Tank_TransferQty
Return
}
Tank_ToRate = Tank_FromRate
}

// Test for final remaining quantity
If Tank_TransferQty < Tank_FromRate then
{
Tank_FromQty = Tank_TransferQty // reduce to remaining quantity
Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_FromQty / Tank_FromRate // proportionalize
Tank_ToQty = Tank_ToRate * Tank_FromQty / Tank_FromRate // proportionalize
}
Else
{
Tank_FromQty = Tank_FromRate
Tank_ToQty = Tank_ToRate
}
// Adjust flow rates based on FROM level BEFORE time step
If Tank_Level [Tank_FromID] < Tank_FromQty then
{
Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_Level [Tank_FromID] / Tank_FromQty // proportionalize
Tank_ToQty = Tank_ToQty * Tank_Level [Tank_FromID] / Tank_FromQty // proportionalize
```

```
Tank_FromQty = Tank_Level [Tank_FromID] // reduce to remaining quantity
}

// Further adjust flow rates based on TO level BEFORE time step
If Tank_ToCapacity - Tank_Level [Tank_ToID] < Tank_ToQty then
{
  Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * (Tank_ToCapacity - Tank_Level [Tank_ToID]) / Tank_ToQty
  Tank_FromQty = Tank_FromQty * (Tank_ToCapacity - Tank_Level [Tank_ToID]) / Tank_ToQty
  Tank_ToQty = Tank_ToCapacity - Tank_Level [Tank_ToID]
}
if Tank_State[Tank_FromID] <> Tank_Emptying
then Tank_SetState(Tank_FromID, Tank_Emptying)
if Tank_State[Tank_ToID] <> Tank_Filling
then Tank_SetState(Tank_ToID, Tank_Filling)
Wait Tank_TimeInc
Wait Until Tank_State [Tank_FromID] <> Tank_Down // Don't transfer if FROM Tank_ID is down
// Adjust rate based on FROM level after time step
If Tank_Level [Tank_FromID] < Tank_FromQty then
{
  Tank_ToQty = Tank_ToQty * Tank_Level [Tank_FromID] / Tank_FromQty // proportionalize
  Tank_FromQty = Tank_Level [Tank_FromID] // reduce to remaining qty
}
// Further adjust flow rates based on available TO capacity
If Tank_ToCapacity - Tank_Level [Tank_ToID] < Tank_ToQty then
{
```

```

Tank_FromQty = Tank_FromQty * (Tank_ToCapacity - Tank_Level [Tank_ToID]) / Tank_ToQty // proportionalize
Tank_ToQty = Tank_ToCapacity - Tank_Level Tank_ToID]
}
// If Tank_FromQty + .0000001 > Tank_TransferQty then
// {
// Tank_FromQty = Tank_TransferQty
// if Tank_ToRate = Tank_FromRate
// then Tank_ToQty = Tank_TransferQty
// }
Dec Tank_Level [Tank_FromID], Tank_FromQty
Tank_UpdateStats (Tank_FromID)
Inc Tank_Level [Tank_ToID], Tank_ToQty
Tank_UpdateStats (Tank_ToID)
Dec Tank_TransferQty, Tank_FromQty
}
Tank_QtyLeft = 0.0
Inc Tank_Fills [Tank_ToID]

```

```

Tank_TransferDownTo None      Tank_FromID      Integer // Transfers until FROM tank_ID drops to a specified level
                               Tank_ToID         Integer
                               Tank_FromLevel    Real   if (Tank_FromLevel < 0.0) or (Tank_FromLevel > Tank_Cap (Tank_FromID))
                               Tank_FromRate     Real   then Stop ""$Tank_FromLevel $ " is not a valid level for "$Loc(Tank_FromID)$" in
Tank_TransferDownTo subroutine call"
                               Tank_ToRate      Real   if Tank_Level [Tank_FromID] <= Tank_FromLevel then Stop "Level specified in
Tank_TransferDownTo is greater than or equal to current level for "$loc(Tank_FromID)

```

```
Real Tank_ToQty
Real Tank_FromQty
Real Tank_TimeInc
Real Tank_ToCapacity = Tank_Cap (Tank_ToID)

Int Tank_VarRate = 0
Wait Until Tank_Level [Tank_FromID] > 0.0 // Don't start until there is at least something in From Tank_ID
Wait Until Tank_State [Tank_FromID] <> Tank_Down // Don't transfer if FROM Tank_ID is down
If Tank_FromRate <= 0.0 // test for variable rate transfer
Then Tank_VarRate = 1 // used as a flag
Else
{
Tank_FromRate = Tank_FromRate * Tank_TimeStep // convert units per min to per timestep
If Tank_ToRate = 0.0
Then Tank_ToRate = Tank_FromRate
Else Tank_ToRate = Tank_ToRate * Tank_TimeStep //convert units per min to per timestep
}
While Tank_Level [Tank_FromID] > Tank_FromLevel Do
{
Tank_TimeInc = Tank_TimeStep
// Make sure there is capacity in TO tank_ID before time step or an infinite loop will occur
If Tank_Level [Tank_ToID] >= Tank_ToCapacity
then Wait Until Tank_Level [Tank_ToID] < Tank_ToCapacity
```

```
// For variable flow rate, call Tank_Rate subroutine to find rate
If Tank_VarRate then
{
Tank_FromRate = Tank_Rate (Tank_FromID, Tank_ToID) * Tank_TimeStep // convert var units per min to per time step
if Tank_FromRate <= 0.0 then Stop "Tank_Rate must return a value greater than 0 in Tank_TransferToLevel subroutine"
Tank_ToRate = Tank_FromRate
}

// Adjust flow rates based on FROM contents
If Tank_Level [Tank_FromID] - TankFromLevel < Tank_FromRate then
{
Tank_FromQty = Tank_Level [Tank_FromID] - TankFromLevel // reduce to remaining qty
Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_FromQty / Tank_FromRate // proportionalize
Tank_ToQty = Tank_ToRate * Tank_FromQty / Tank_FromRate // proportionalize
}
Else
{
Tank_FromQty = Tank_FromRate
Tank_ToQty = Tank_ToRate
}
// Further adjust flow rates based on available TO capacity
If Tank_ToCapacity - Tank_Level [Tank_ToID] < Tank_ToQty then
{
Tank_FromQty = Tank_FromQty * (Tank_ToCapacity - Tank_Level [Tank_ToID]) / Tank_ToQty
Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * (Tank_ToCapacity - Tank_Level [Tank_ToID]) / Tank_ToQty
```

```
Tank_ToQty = Tank_ToCapacity - Tank_Level [Tank_ToID]
}
if Tank_State[Tank_FromID] <> Tank_Emptying
then Tank_SetState(Tank_FromID, Tank_Emptying)
if Tank_State[Tank_ToID] <> Tank_Filling
then Tank_SetState(Tank_ToID, Tank_Filling)
Wait Tank_TimeInc
Wait Until Tank_State [Tank_FromID] <> Tank_Down // Don't transfer if FROM Tank_ID is down
// Adjust transfer qty based on FROM level AFTER time step
If Tank_Level [Tank_FromID] - TankFromLevel < Tank_FromQty then
{
Tank_ToQty = Tank_ToQty * (Tank_Level[Tank_FromID] - TankFromLevel) / Tank_FromQty // proportionalize
Tank_FromQty = Tank_Level [Tank_FromID] - TankFromLevel // reduce to remaining qty
}
// Further adjust flow rates based on available TO capacity
If Tank_ToCapacity - Tank_Level [Tank_ToID] < Tank_ToQty then
{
Tank_FromQty = Tank_FromQty * (Tank_ToCapacity - Tank_Level[Tank_ToID]) / Tank_ToQty // proportionalize
Tank_ToQty = Tank_ToCapacity - Tank_Level [Tank_ToID]
}
Dec Tank_Level [Tank_FromID], Tank_FromQty
Tank_UpdateStats (Tank_FromID)
Inc Tank_Level [Tank_ToID], Tank_ToQty
Tank_UpdateStats (Tank_ToID)
}
```

```

Tank_TransferUpTo  None      Tank_FromID   Integer      // Transfers until TO tank_ID rises to a specified level
                   Tank_ToID   Integer
                   Tank_ToLevel Real          if (Tank_ToLevel < 0.0) or (Tank_ToLevel > Tank_Cap(Tank_ToID))
                   Tank_FromRate Real          then Stop ""$Tank_ToLevel $ " is not a valid level for " $Loc(Tank_ToID)$" in
Tank_TransferUpTo subroutine call"
                   Tank_ToRate   Real          if Tank_Level[Tank_ToID] >= Tank_ToLevel
then Stop "Level specified in Tank_TransferUpTo is less than or equal to current level for "$loc(Tank_ToID)

                   Real Tank_ToQty
                   Real Tank_FromQty
                   Real Tank_TimeInc

Int Tank_VarRate = 0
Wait Until Tank_State [Tank_FromID] <> Tank_Down // Don't transfer if FROM Tank_ID is down
If Tank_FromRate <= 0.0 // test for variable rate transfer
Then Tank_VarRate = 1 // used as a flag
Else
{
Tank_FromRate = Tank_FromRate * Tank_TimeStep // convert units per min to per timestep
If Tank_ToRate = 0.0
Then Tank_ToRate = Tank_FromRate
Else Tank_ToRate = Tank_ToRate * Tank_TimeStep //convert units per min to per timestep
}
While Tank_Level [Tank_ToID] < Tank_ToLevel Do

```

```
{  
Tank_TimeInc = Tank_TimeStep  
// Make sure there is enough From qty BEFORE time step or an infinite loop will occur  
If Tank_Level [Tank_FromID] <= 0.0  
then Wait Until Tank_Level [Tank_FromID] > 0.0  
  
// For variable flow rate, call Tank_Rate subroutine to find rate  
If Tank_VarRate then  
{  
Tank_FromRate = Tank_Rate(Tank_FromID, Tank_ToID) * Tank_TimeStep // convert var units per min to per time step  
if Tank_FromRate <= 0.0 then Stop "Tank_Rate must return a value greater than 0 in Tank_TransferToLevel subroutine"  
Tank_ToRate = Tank_FromRate  
}  
  
// Adjust flow rates based on TO level BEFORE time step.  
If Tank_ToLevel - Tank_Level [Tank_ToID] < Tank_ToRate then  
{  
Tank_ToQty = Tank_ToLevel - Tank_Level [Tank_ToID] // reduce to remaining qty  
Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_ToQty / Tank_ToRate // proportionalize  
Tank_FromRate = Tank_FromRate * Tank_ToQty / Tank_ToRate // proportionalize  
}  
Else  
{  
Tank_FromQty = Tank_FromRate  
Tank_ToQty = Tank_ToRate
```



```
// Further adjust flow rates based on available From qty and To level BEFORE time step
If Tank_Level [Tank_FromID] < Tank_FromRate then // test for less than From qty
{
Tank_FromQty = Tank_Level [Tank_FromID]
Tank_ToQty = Tank_ToRate * Tank_FromQty / Tank_FromRate
Tank_TimeInc = Tank_TimeInc * Tank_FromQty / Tank_FromRate
}
if Tank_State[Tank_FromID] <> Tank_Emptying
then Tank_SetState(Tank_FromID, Tank_Emptying)
if Tank_State[Tank_ToID] <> Tank_Filling
then Tank_SetState(Tank_ToID, Tank_Filling)
Wait Tank_TimeInc
Wait Until Tank_State [Tank_FromID] <> Tank_Down // Don't transfer if FROM Tank_ID is down

// Adjust transfer qty based on levels AFTER time step
If Tank_ToLevel - Tank_Level [Tank_ToID] < Tank_ToQty then
{
if Tank_Level[Tank_ToID] >= Tank_ToLevel then Return // terminate if already filled to level
Tank_FromQty = Tank_FromQty * (Tank_ToLevel - Tank_Level [Tank_ToID]) / Tank_ToQty // proportionalize
Tank_ToQty = Tank_ToLevel - Tank_Level [Tank_ToID] // reduce to remaining qty
}
If Tank_Level [Tank_FromID] < Tank_FromQty then
{
Tank_ToQty = Tank_ToQty * Tank_FromQty / Tank_Level [Tank_FromID]
```

```
Tank_FromQty = Tank_Level [Tank_FromID
}
Dec Tank_Level [Tank_FromID], Tank_FromQty
Tank_UpdateStats (Tank_FromID)
Inc Tank_Level [Tank_ToID], Tank_ToQty
Tank_UpdateStats (Tank_ToID)
}
```

```
Tank_Inc      None      Tank_ID      Integer // Instantly increases the level of a Tank_ID by a specified quantity.
              Tank_FillQty Real // If the Tank_ID has insufficient capacity, it is filled as capacity becomes available.

              Real      Tank_FillAmt
```

```
While Tank_FillQty > 0 do
{
Tank_FillAmt = Tank_FillQty
Wait Until Tank_Level [Tank_ID] < Cap (Loc (Tank_ID)) // wait until Tank_ID is not full
If Tank_FreeCap (Tank_ID) < Tank_FillAmt then Tank_FillAmt = Tank_FreeCap (Tank_ID)
Dec Tank_FillQty, Tank_FillAmt
Inc Tank_Level [Tank_ID], Tank_FillAmt
Tank_UpdateStats(Tank_ID)
}
```

```
Tank_Dec      None      Tank_ID      Integer // Instantly decreases the level of a Tank_ID by a specified quantity.
              Tank_EmptyQty Real // If the Tank_ID has insufficient quantity, it is emptied as material becomes available.
              Real      Tank_EmptyAmt
```

```
While Tank_EmptyQty > 0 do
```

```
{
```

```
Tank_EmptyAmt = Tank_EmptyQty
```

```
Wait Until Tank_Level[Tank_ID] > 0.0 // wait until Tank_ID is not empty
```

```
If Tank_Level [Tank_ID] < Tank_EmptyAmt then Tank_EmptyAmt = Tank_Level [Tank_ID]
```

```
Dec Tank_EmptyQty, Tank_EmptyAmt
```

```
Dec Tank_Level[Tank_ID], Tank_EmptyAmt
```

```
Tank_UpdateStats(Tank_ID)
```

```
}
```

```
Tank_FallTrigger  None    Tank_ID    Integer // Waits until a Tank_ID falls to a specified level to trigger some action
```

```
                Tank_FallLevel  Real
```

```
Wait Until Tank_Level [tank_ID] > Tank_FallLevel // wait until level first rises above trigger level
```

```
Wait Until Tank_Level [tank_ID] <= Tank_FallLevel // wait until level drops to trigger level
```

```
Tank_RiseTrigger  None    Tank_ID    Integer // Waits until a Tank_ID rises to a specified level to trigger some action
```

```
                Tank_RiseLevel  Real
```

```
Wait Until Tank_Level [tank_ID] < Tank_RiseLevel // wait until level first falls below trigger level
```

```
Wait Until Tank_Level [tank_ID] >= Tank_RiseLevel // wait until level rises to trigger level
```

```
Tank_Prep         None    Tank_ID    Integer // Prepares or cleans a Tank_ID before filling.
```

```
                Tank_PrepTime  Real    // Time is counted as Setup time.
```

```
Tank_Product[Tank_ID] = 0 // Clears out current product type
Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Setup)
Wait Tank_PrepTime
Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Idle)
```

```
Tank_SetLevel   None    Tank_ID    Integer // Instantly sets the Tank_ID level to the specified amount
                Tank_SetQty Real // If less than 0 or greater than the capacity, an error occurs.
```

```
If (Tank_SetQty < 0.0) or (Tank_SetQty > Tank_Cap (Tank_ID)) then
Stop "Set level" $ Tank_SetQty $ " is out of range for " $ Loc(Tank_ID)
    Tank_Level [Tank_ID] = Tank_SetQty
    Tank_UpdateStats (Tank_ID)
```

```
Tank_DoOperation None    Tank_ID    Integer // Delays some time for an operation such as mixing.
                Tank_OperationTime Real // Time is counted as Operation time.
```

```
Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Operation)
Wait Tank_OperationTime
Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Blocked)
```

```
Tank_GoDown     None    Tank_ID    Integer // Sets Tank_ID state to Tank_Down for a specified time and then sets it to state prior to
downtime.
                Tank_DownTime Real // Downtime statistics are updated.
```

```
int Tank_LastState = Tank_State [Tank_ID]
Inc Tank_Statistics [Tank_ID, 14] // Current number of DTs
if Tank_State [Tank_ID] <> Tank_Down
then Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Down)
Wait Tank_Downtime
Dec Tank_Statistics [Tank_ID,14]
If (Tank_Statistics [Tank_ID, 14] = 0) and (Tank_State[Tank_ID] = Tank_Down)
then Tank_SetState (Tank_ID, Tank_LastState)

Tank_SetState   None      Tank_ID      Integer    // Updates Tank_Statistics and sets the Tank_State.
                SetState Integer

Int Stat_Index = Tank_State [Tank_ID] + 7
Inc Tank_Statistics [Tank_ID, Stat_Index], Clock (min) - Tank_Statistics [Tank_ID, 6] // inc cum state time
Tank_Statistics [Tank_ID,6] = Clock(min) // update last state change time
Tank_State [Tank_ID] = SetState

Tank_FreeCap    Real      Tank_ID      Integer    // Returns the available capacity of a Tank_ID

Return Cap (Loc (Tank_ID)) - Tank_Level [Tank_ID]
Tank_Cap        Real      Tank_ID      Integer    // Returns the defined capacity of a Tank_ID

Return Cap (Loc (Tank_ID))

Tank_UpdateStats None      Tank_ID      Integer    // Updates the statistics for a Tank_ID whenever the Level changes.
// It is called automatically in all of the pre-defined subroutines that fill, empty and transfer.
```

// Tank_Statistics array column numbers referenced:

// 1 Last level

// 2 Last change time

// 3 Cum time-weighted level

// 4 Entries

// 5 Max contents

Inc Tank_Statistics [Tank_ID, 3], Tank_Statistics [Tank_ID, 1] * (Clock () - Tank_Statistics[Tank_ID,2]) // inc cum level

Tank_Statistics [Tank_ID, 2] = Clock () // Update time since last change

If Tank_Level [Tank_ID] > Tank_Statistics [Tank_ID, 1] then // test for increase in level

{

Inc Tank_Statistics [Tank_ID, 4], Tank_Level [Tank_ID] - Tank_Statistics [Tank_ID, 1] // increment unit entries

If Tank_Level [Tank_ID] > Tank_Statistics [Tank_ID, 5] // test for new max conts

Then Tank_Statistics [Tank_ID, 5] = Tank_Level [Tank_ID] // assign new max conts

if Tank_Level[Tank_ID] = Cap(Loc(Tank_ID)) // test to see if now full

Then Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Blocked)

Else if Tank_State [Tank_ID] <> Tank_Filling

then Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Filling)

}

Else if Tank_Level [Tank_ID] < Tank_Statistics [Tank_ID,1] then // must be a drop in level

{

If Tank_Level [Tank_ID] = 0 // test to see if now empty

Then Tank_SetState (Tank_ID, Tank_Idle)

Else if Tank_State [Tank_ID] <> Tank_Emptying

Then Tank_State [Tank_ID] = Tank_Emptying

```
}  
Tank_Statistics[Tank_ID,1] = Tank_Level[Tank_ID] // Update last level to current level  
  
Tank_Rate      Real      Tank_FromID  Integer // Used to dynamically change a flow rate for an emptying FROM tank_ID and/or a filling  
TO tank_ID.  
Tank_ToID      Integer // The user must modify this routine to return the desired rate.  
  
// For example, if the flow rate from TankA to TankB decreases from 150 gpm to 100 gpm when TankB rises above 4000,  
// the following code might be entered:  
  
//      If (Tank_FromID = TankA) and (Tank_ToID = TankB)  
//      then if Tank_Level[Tank_FromID] > 4000  
//      then return 100  
//      else return 150  
  
// Replace the following code with your code.  
if Tank_FromID = 0  
then Stop "Passing 0 as the fill rate for " $ loc(Tank_ToID) $ " requires that you return a rate value using the subroutine called Tank_Rate."  
else Stop "Passing 0 as the empty or transfer rate for " $ loc(Tank_FromID) $ " requires that you return a rate value using the subroutine called  
Tank_Rate."  
Tank_SelectOutput Integer Tank_Start Integer // Selects an output tank_ID according to a selection rule. Works for up to 10 outputs.  
Tank_Qty          Integer  
Tank_Rule         Integer int Tank_Index  
Tank_Limit        Real Int Tank_WithLongestIdleTime  
Tank_Prod         Integer Real Tank_LongestIdleTime
```

```
Tank_Loop
{
If Tank_Limit > 0 then // test for OK to fill a partial tank_ID
{
Tank_Index = Tank_Start
while Tank_Index < Tank_Start + Tank_Qty do
{

//Test for partially full tank_ID with level equal to or less than the maximum level and same product type.
// To select a partially full tank_ID only when it is filling and not emptying, add test for Tank_State[Tank_Index] <> Tank_Emptying. (see added
change further below)
if (Tank_Level [Tank_Index] > 0) and (Tank_Level [Tank_Index] <= Tank_Limit) and (Tank_Product[Tank_Index] = Tank_Prod)
Then Return Tank_Index
Else Inc Tank_Index
}
}

// Test for idle tank_ID that meets selection rule
Tank_Index = Tank_Start
If Tank_Rule = Tank_InOrder
Then while Tank_Index < Tank_Start + Tank_Qty do
If Tank_State [Tank_Index] = Tank_Idle
Then Return Tank_Index
Else Inc Tank_Index
Else if Tank_Rule = Tank_LongestIdle then
```



```
{
Tank_WithLongestIdleTime = 0
Tank_LongestIdleTime = 999999999.0
while Tank_Index < Tank_Start + Tank_Qty do
{
If Tank_State [Tank_Index] = Tank_Idle
Then if Tank_Statistics[Tank_Index, 6] < Tank_LongestIdleTime then
{
Tank_LongestIdleTime = Tank_Statistics[Tank_Index, 6]
Tank_WithLongestIdleTime = Tank_Index
}
Inc Tank_Index
}
If Tank_WithLongestIdleTime > 0 then Return Tank_WithLongestIdleTime
}
Else Stop "Invalid output selection rule defined for "$ Loc(Tank_Start)

// Wait for a tank_ID to become available
If Tank_Limit > 0 // Eliminate this test if a partial tank_ID can only fill when already filling and not emptying.
then Wait 1 min // if waiting on a limit, check every minute since it is dependent on product type as well
else // Wait for the first tank_ID to become idle
If Tank_Qty < 2
then Wait Until Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle
else If Tank_Qty < 3
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle)
```

```
else If Tank_Qty < 4
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)
else If Tank_Qty < 5
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)
or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Idle)
else If Tank_Qty < 6
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)
or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Idle)
else If Tank_Qty < 7
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)
or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Idle)
else If Tank_Qty < 8
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)
or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Idle)
or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Idle)
else If Tank_Qty < 9
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)
or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Idle)
or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+7] = Tank_Idle)
else If Tank_Qty < 10
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)
or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Idle)
or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+7] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+8] = Tank_Idle)
else If Tank_Qty < 11
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Idle)
```

```

or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Idle)
or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+7] = Tank_Idle) or (Tank_State[Tank_Start+8] = Tank_Idle)
or (Tank_State[Tank_Start+9] = Tank_Idle)
}

```

```

Tank_SelectInput Integer Tank_Start Integer // Selects an input tank_ID according to a rule. Works for up to 10 inputs.
                Tank_Qty Integer
                Tank_Rule Integer int Tank_Index
                Tank_Limit Real Int Tank_WithLongestBlockedTime
                Tank_Prod Integer Real Tank_LongestBlockedTime

```

Tank_Loop

```

{
If Tank_Limit > 0 then // test for OK to draw froml a partial tank_ID
{
Tank_Index = Tank_Start
while Tank_Index < Tank_Start + Tank_Qty do
{

// test for partially full tank_ID with level equal to or greater than the minimum level and same product type.
// To select only a tank_ID that is not being filled, add test for Tank_State[Tank_Index] <> Tank_Filling. (See additional note further below)
if (Tank_FreeCap(Tank_Index) > 0) and (Tank_Level [Tank_Index] >= Tank_Limit) and (Tank_Product[Tank_Index] = Tank_Prod)
Then Return Tank_Index
Else Inc Tank_Index
}
}
}

```

```
// Test for blocked tank_ID that meets selection rule
Tank_Index = Tank_Start
If Tank_Rule = Tank_InOrder
Then while Tank_Index < Tank_Start + Tank_Qty do
If Tank_State[Tank_Index] = Tank_Blocked
Then Return Tank_Index
Else Inc Tank_Index
Else if Tank_Rule = Tank_LongestBlocked then
{
Tank_WithLongestBlockedTime = 0
Tank_LongestBlockedTime = 999999999.0
while Tank_Index < Tank_Start + Tank_Qty do
{
If Tank_State [Tank_Index] = Tank_Blocked
Then if Tank_Statistics [Tank_Index, 6] < Tank_LongestBlockedTime then
{
Tank_LongestBlockedTime = Tank_Statistics [Tank_Index, 6]
Tank_WithLongestBlockedTime = Tank_Index
}
}
Inc Tank_Index
}
If Tank_WithLongestBlockedTime > 0 then Return Tank_WithLongestBlockedTime
}
Else Stop "Invalid input selection rule defined for "$ Loc (Tank_S
```

```
// Wait for a tank_ID to have material for input
If Tank_Limit > 0 // If partial tanks can only selected if currently emptying (not filling), eliminate this test.
then Wait 1 min // if waiting on a limit, check every minute since it is dependent on product type as well
else // Wait for the first tank_ID to become blocked (full)
If Tank_Qty < 2
then Wait Until Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked
else If Tank_Qty < 3
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked)
else If Tank_Qty < 4
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] =
Tank_Blocked)
else If Tank_Qty < 5
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] =
Tank_Blocked)
or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Blocked)
else If Tank_Qty < 6
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] =
Tank_Blocked)
or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Blocked)
else If Tank_Qty < 7
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] =
Tank_Blocked)
or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Blocked)
else If Tank_Qty < 8
```

```
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Blocked)
or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Blocked)
or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Blocked)
else If Tank_Qty < 9
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Blocked)
or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Blocked)
or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+7] = Tank_Blocked)
else If Tank_Qty < 10
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Blocked)
or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Blocked)
or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+7] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+8] = Tank_Blocked)
else If Tank_Qty < 11
then Wait Until (Tank_State[Tank_Start] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+1] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+2] = Tank_Blocked)
or (Tank_State[Tank_Start+3] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+4] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+5] = Tank_Blocked)
or (Tank_State[Tank_Start+6] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+7] = Tank_Blocked) or (Tank_State[Tank_Start+8] = Tank_Blocked)
or (Tank_State[Tank_Start+9] = Tank_Blocked)
}
Supply_Tank_Sub1   None                L1:
Tank_SetLevel(TV_208,100000)
Tank_FallTrigger(TV_208,500)
GOTO L1
```



```
Supply_Tank_Sub2  None          L1:  
Tank_SetLevel(TV_303,100000)  
Tank_FallTrigger(TV_303,500)  
GOTO L1  
Supply_Tank_Sub3  None          L1:  
Tank_SetLevel(TV_219,100000)  
Tank_FallTrigger(TV_219,500)  
GOTO L1  
Supply_Tank_Sub4  None          L1:  
Tank_SetLevel(TV_220,100000)  
Tank_FallTrigger(TV_220,500)  
GOTO L1  
Supply_Tank_Sub5  None          L1:  
Tank_SetLevel(TV_218,100000)  
Tank_FallTrigger(TV_218,500)  
GOTO L1
```

```
VEL1      Integer  TIPO      Integer
```

```
IF TIPO=1 THEN RETURN 230  
IF TIPO=2 THEN RETURN 340  
IF TIPO=3 THEN RETURN 166  
IF TIPO=4 THEN RETURN 400  
IF TIPO=5 THEN RETURN 285  
IF TIPO=6 THEN RETURN 250
```



```
IF TIPO=7 THEN RETURN 200  
ELSE RETURN 300
```

VEL1R Integer TIPO Integer

```
IF TIPO=1 THEN RETURN 190  
IF TIPO=2 THEN RETURN 518  
IF TIPO=3 THEN RETURN 166  
IF TIPO=4 THEN RETURN 200  
IF TIPO=5 THEN RETURN 363  
IF TIPO=6 THEN RETURN 230  
IF TIPO=7 THEN RETURN 175  
ELSE RETURN 300
```

VEL2 Integer TIPO Integer

```
IF TIPO=1 THEN RETURN 260  
IF TIPO=2 THEN RETURN 240  
IF TIPO=3 THEN RETURN 280  
IF TIPO=4 THEN RETURN 310  
IF TIPO=5 THEN RETURN 250  
IF TIPO=6 THEN RETURN 365  
IF TIPO=7 THEN RETURN 166  
IF TIPO=8 THEN RETURN 560  
ELSE RETURN 166
```




VEL2R Integer TIPO Integer
IF TIPO=1 THEN RETURN 179
IF TIPO=2 THEN RETURN 220
IF TIPO=3 THEN RETURN 240
IF TIPO=4 THEN RETURN 250
IF TIPO=5 THEN RETURN 416
IF TIPO=6 THEN RETURN 292
IF TIPO=7 THEN RETURN 166
IF TIPO=8 THEN RETURN 636
ELSE RETURN 285

VEL3 Integer TIPO Integer

IF TIPO=1 THEN RETURN 285
IF TIPO=2 THEN RETURN 297
IF TIPO=3 THEN RETURN 166
IF TIPO=4 THEN RETURN 560
IF TIPO=5 THEN RETURN 222
ELSE RETURN 300

VEL3R Integer TIPO Integer

IF TIPO=1 THEN RETURN 363
IF TIPO=2 THEN RETURN 253
IF TIPO=3 THEN RETURN 285



```
IF TIPO=4 THEN RETURN 636  
IF TIPO=5 THEN RETURN 195  
ELSE RETURN 300
```

VEL4 Integer TIPO Integer

```
IF TIPO=1 THEN RETURN 200  
IF TIPO=2 THEN RETURN 320  
IF TIPO=3 THEN RETURN 240  
IF TIPO=4 THEN RETURN 247  
IF TIPO=5 THEN RETURN 200  
ELSE RETURN 266
```

VEL4R Integer TIPO Integer

```
IF TIPO=1 THEN RETURN 300  
IF TIPO=2 THEN RETURN 273  
IF TIPO=3 THEN RETURN 208  
IF TIPO=4 THEN RETURN 416  
IF TIPO=5 THEN RETURN 130  
ELSE RETURN 235
```



VEL5 Integer TIPO Integer

```
IF TIPO=1 THEN RETURN 166
IF TIPO=2 THEN RETURN 560
IF TIPO=3 THEN RETURN 166
IF TIPO=4 THEN RETURN 300
IF TIPO=5 THEN RETURN 400
IF TIPO=6 THEN RETURN 172
IF TIPO=7 THEN RETURN 250
IF TIPO=8 THEN RETURN 200
IF TIPO=9 THEN RETURN 320
ELSE RETURN 266
```

VEL5R Integer TIPO Integer

```
IF TIPO=1 THEN RETURN 166
IF TIPO=2 THEN RETURN 636
IF TIPO=3 THEN RETURN 175
IF TIPO=4 THEN RETURN 290
IF TIPO=5 THEN RETURN 200
IF TIPO=6 THEN RETURN 145
IF TIPO=7 THEN RETURN 277
IF TIPO=8 THEN RETURN 300
IF TIPO=9 THEN RETURN 250
ELSE RETURN 235
```

Programación de subrutina para capacidad de Autotanques

Time Units: Minutes
Distance Units: Meters
Initialization Logic: VIEW "Full Zoom"
Tank_SetLevel (PMX_MAGNA1, 20000)
Tank_SetLevel (PMX_MAGNA2, 20000)
Tank_SetLevel (PMX_DIESEL1, 20000)
Tank_SetLevel (PMX_DIESEL2, 20000)
Tank_SetLevel (PMX_PREMIUM, 20000)
ACTIVATE Supply_Tank_Sub1 ()
ACTIVATE Supply_Tank_Sub2 ()
ACTIVATE Supply_Tank_Sub3 ()
ACTIVATE Supply_Tank_Sub4 ()
ACTIVATE Supply_Tank_Sub5 ()

Locaciones

Name	Cap	Units Stats	Rules	Cost
-----	-----	-----	-----	-----
PMX_MAGNA1	20000	1	Time Series	Oldest
PMX_MAGNA1_Q	1	1	Time Series	Oldest
PMX_MAGNA2	20000	1	Time Series	Oldest
PMX_MAGNA2_Q	1	1	Time Series	Oldest
PMX_DIESEL1	20000	1	Time Series	Oldest
PMX_DIESEL1_Q	1	1	Time Series	Oldest
PMX_DIESEL2	20000	1	Time Series	Oldest
PMX_DIESEL2_Q	1	1	Time Series	Oldest
PMX_PREMIUM	20000	1	Time Series	Oldest
PMX_PREMIUM_Q	1	1	Time Series	Oldest
INICIO	INFINITE	1	Time Series	Oldest
ES_FECAM	100000	1	Time Series	Oldest
ES_FECAM_Q	3	1	Time Series	Oldest
Delivery_Tank_OutQ	INF	1	Time Series	Oldest
TV_208	100000	1	Time Series	Oldest
Factory	5	1	Time Series	Oldest
Departure	1	1	Time Series	Oldest
TV_303	100000	1	Time Series	Oldest
TV_305	100000	1	Time Series	Oldest
TV_219	100000	1	Time Series	Oldest
TV_220	100000	1	Time Series	Oldest

TV_218	100000	1	Time Series	Oldest
PATIN_5	1	1	Time Series	Oldest
PATIN_1	1	1	Time Series	Oldest
PATIN_3	1	1	Time Series	Oldest
PATIN_4	1	1	Time Series	Oldest
PATIN_2	1	1	Time Series	Oldest
ES_CERRITOS	50000	1	Time Series	Oldest
ES_CERRITOS_Q	1	1	Time Series	Oldest
ES_MARFIL	50000	1	Time Series	Oldest
ES_MARFIL_Q	1	1	Time Series	Oldest
ES_MACAL	70000	1	Time Series	Oldest
ES_MACAL_Q	1	1	Time Series	Oldest
ES_C_COLON	50000	1	Time Series	Oldest
ES_C_COLON_Q	1	1	Time Series	Oldest
ES_CIBELES	70000	1	Time Series	Oldest
ES_CIBELES_Q	1	1	Time Series	Oldest
ES_LUCIANO_PAR_VIAL	50000	1	Time Series	Oldest
ES_LUCIANO_PAR_VIAL_Q	1	1	Time Series	Oldest
ES_GALERIAS	70000	1	Time Series	Oldest
ES_GALERIAS_Q	1	1	Time Series	Oldest
ES_4_CAMINOS	100000	1	Time Series	Oldest
ES_4_CAMINOS_Q	1	1	Time Series	Oldest
ES_PERIFERICO	50000	1	Time Series	Oldest
ES_PERIFERICO_Q	1	1	Time Series	Oldest
ES_ONIX	50000	1	Time Series	Oldest



ES_ONIX_Q	1	1	Time Series	Oldest
ES_LA_TURQUEZA	50000	1	Time Series	Oldest
ES_LA_TURQUEZA_Q	1	1	Time Series	Oldest
ES_MANGUITO	70000	1	Time Series	Oldest
ES_MANGUITO_Q	1	1	Time Series	Oldest
ES_VIVA_MEXICO	30000	1	Time Series	Oldest
ES_VIVA_MEXICO_Q	1	1	Time Series	Oldest
ES_NAVY	50000	1	Time Series	Oldest
ES_NAVY_Q	1	1	Time Series	Oldest
ES_LUCIANO_INDECO	50000	1	Time Series	Oldest
ES_LUCIANO_INDECO_Q	1	1	Time Series	Oldest

Entidades

Name	Speed (mpm)	Stats	Cost
-----	-----	-----	-----
COMBUSTIBLE	60	Time Series	0

Interfaces

Net	Node	Location
Net1	N7	PMX_MAGNA1_Q
	N8	PMX_MAGNA2_Q
	N9	PMX_DIESEL1_Q
	N16	PMX_DIESEL2_Q
	N13	PMX_PREMIUM_Q
	N25	ES_MACAL_Q
	N63	ES_LUCIANO_PAR_VIAL_Q
	N21	ES_4_CAMINOS_Q
	N67	ES_VIVA_MEXICO_Q
	N24	ES_MARFIL_Q
	N32	ES_CIBELES_Q
	N37	ES_LA_TURQUEZA_Q
	N38	ES_C_COLON_Q
	N39	ES_ONIX_Q
	N40	ES_GALERIAS_Q
	N44	ES_CERRITOS_Q
	N50	ES_LUCIANO_INDECO_Q
	N52	ES_NAVY_Q
	N43	ES_MANGUITO_Q
	N54	ES_FECAM_Q
N55	ES_PERIFERICO_Q	
N5	INICIO	

Programación de Velocidades

Name	Units	Res. Stats	Ent. Search	Search	Path	Motion	Cost
-----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
AUTOTANQUE1	1	By Unit	Closest	Oldest	Net1	Empty: 207 mpm Home: N5 Full: 207 mpm (Return)	0
AUTOTANQUE2	1	By Unit	Closest	Oldest	Net1	Empty: 240 mpm Home: N5 Full: 240 mpm (Return)	0
AUTOTANQUE3	1	By Unit	Closest	Oldest	Net1	Empty: 230 mpm Home: N5 Full: 230 mpm (Return)	0
AUTOTANQUE4	1	By Unit	Closest	Oldest	Net1	Empty: 215 mpm Home: N5 Full: 215 mpm (Return)	0
AUTOTANQUE5	1	By Unit	Closest	Oldest	Net1	Empty: 400 mpm Home: N5 Full: 400 mpm (Return)	0



Proceso

Entity	Location	Operation	Blk	Output	Destination	Rule
-----	-----	-----	----	-----	-----	-----
COMBUSTIBLE	INICIO	INC AUX				
			1	COMBUSTIBLE	PMX_MAGNA1_Q	IF AUX=1, 1
				COMBUSTIBLE	PMX_MAGNA2_Q	IF AUX=2
				COMBUSTIBLE	PMX_DIESEL1_Q	IF AUX=3
				COMBUSTIBLE	PMX_DIESEL2_Q	IF AUX=4
				COMBUSTIBLE	PMX_PREMIUM_Q	IF AUX=5
				COMBUSTIBLE	EXIT	IF AUX>5

PROGRAMACION PARA COMBUSTIBLE PMX_MAGNA1_Q

GET AUTOTANQUE1

CARGA = 20000

Tank_Empty (PMX_MAGNA1, CARGA, 1000, 1000)

ACTIVATE Tank_TransferUpTo (TV_208, PMX_MAGNA1, 20000, 2000, 0)

INC RUTA

RUTA1=RUTA

1	COMBUSTIBLE ES_FECAM_Q	IF RUTA=3, 1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE1
	COMBUSTIBLE ES_CERRITOS_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE1
	COMBUSTIBLE ES_MARFIL_Q	IF RUTA=4	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE1
	COMBUSTIBLE ES_MACAL_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE1
	COMBUSTIBLE ES_MANGUITO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE1
	COMBUSTIBLE ES_C_COLON_Q	IF RUTA=1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE1
	COMBUSTIBLE ES_CIBELES_Q	IF RUTA=8	ORDER 1 COMBUSTIBLE to INICIO MOVE WITH AUTOTANQUE1
	COMBUSTIBLE ES_NAVY_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE1
	COMBUSTIBLE ES_LUCIANO_INDECO_Q	IF RUTA=5	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA1_Q

COMBUSTIBLE ES_LUCIANO_PAR_VIAL_Q	IF RUTA=20	MOVE WITH AUTOTANQUE1 ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE1
COMBUSTIBLE ES_GALERIAS_Q	IF RUTA=7	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE1
COMBUSTIBLE ES_4_CAMINOS_Q	IF RUTA=6	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE1
COMBUSTIBLE ES_PERIFERICO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE1
COMBUSTIBLE ES_ONIX_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE1
COMBUSTIBLE ES_LA_TURQUEZA_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE1
COMBUSTIBLE ES_VIVA_MEXICO_Q	IF RUTA=2	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE1

PROGRAMACION PARA COMBUSTIBLE PMX_MAGNA2_Q

GET AUTOTANQUE2

CARGA = 20000

Tank_Empty (PMX_MAGNA2, CARGA, 1000, 200)

ACTIVATE Tank_TransferUpTo (TV_303, PMX_MAGNA2, 20000, 2000, 0)

INC RUTA

RUTA2=RUTA

1	COMBUSTIBLE ES_FECAM_Q	IF RUTA=7, 1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE2
	COMBUSTIBLE ES_CERRITOS_Q	IF RUTA=6	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE2
	COMBUSTIBLE ES_MARFIL_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE2
	COMBUSTIBLE ES_C_COLON_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE2
	COMBUSTIBLE ES_LUCIANO_PAR_VIAL_Q	IF RUTA=5	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE2
	COMBUSTIBLE ES_MACAL_Q	IF RUTA=4	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE2
	COMBUSTIBLE ES_CIBELES_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE2
	COMBUSTIBLE ES_MANGUITO_Q	IF RUTA=8	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE2
	COMBUSTIBLE ES_NAVY_Q	IF RUTA=3	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q

COMBUSTIBLE ES_LUCIANO_INDECO_Q	IF RUTA=20	MOVE WITH AUTOTANQUE2 ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE2
COMBUSTIBLE ES_GALERIAS_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE2
COMBUSTIBLE ES_4_CAMINOS_Q	IF RUTA=2	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE2
COMBUSTIBLE ES_PERIFERICO_Q	IF RUTA=9	ORDER 1 COMBUSTIBLE to INICIO MOVE WITH AUTOTANQUE2
COMBUSTIBLE ES_ONIX_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE2
COMBUSTIBLE ES_LA_TURQUEZA_Q	IF RUTA=1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE2
COMBUSTIBLE ES_VIVA_MEXICO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_MAGNA2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE2

PROGRAMACION PARA COMBUSTIBLE PMX_DIESEL1_Q

GET AUTOTANQUE3

CARGA = 2000

Tank_Empty (PMX_DIESEL1, CARGA, 1000, 200)

ACTIVATE Tank_TransferUpTo (TV_219, PMX_DIESEL1, 20000, 2000, 0)

INC RUTA

RUTA3=RUTA

1	COMBUSTIBLE ES_CERRITOS_Q	IF RUTA=20, 1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE3
	COMBUSTIBLE ES_MARFIL_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE3
	COMBUSTIBLE ES_MACAL_Q	IF RUTA=2	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE3
	COMBUSTIBLE ES_C_COLON_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE3
	COMBUSTIBLE ES_CIBELES_Q	IF RUTA=6	ORDER 1 COMBUSTIBLE to INICIO MOVE WITH AUTOTANQUE3
	COMBUSTIBLE ES_MANGUITO_Q	IF RUTA=4	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE3
	COMBUSTIBLE ES_LUCIANO_INDECO_Q	IF RUTA=1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE3
	COMBUSTIBLE ES_LUCIANO_PAR_VIAL_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE3
	COMBUSTIBLE ES_GALERIAS_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q

COMBUSTIBLE ES_4_CAMINOS_Q	IF RUTA=5	MOVE WITH AUTOTANQUE3 ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE3
COMBUSTIBLE ES_PERIFERICO_Q	IF RUTA=3	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE3
COMBUSTIBLE ES_LA_TURQUEZA_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE3
COMBUSTIBLE ES_VIVA_MEXICO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE3
COMBUSTIBLE ES_NAVY_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE3
COMBUSTIBLE ES_ONIX_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL1_Q MOVE WITH AUTOTANQUE3

PROGRAMACION PARA COMBUSTIBLE PMX_DIESEL2_Q

GET AUTOTANQUE4

CARGA = 20000

Tank_Empty (PMX_DIESEL2, CARGA, 1000, 200)

ACTIVATE Tank_TransferUpTo (TV_220, PMX_DIESEL2, 20000, 2000, 0)

INC RUTA

RUTA4=RUTA

1	COMBUSTIBLE ES_CERRITOS_Q	IF RUTA=2, 1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE4
	COMBUSTIBLE ES_MARFIL_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE4
	COMBUSTIBLE ES_MACAL_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE4
	COMBUSTIBLE ES_MANGUITO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE4
	COMBUSTIBLE ES_GALERIAS_Q	IF RUTA=6	ORDER 1 COMBUSTIBLE to INICIO MOVE WITH AUTOTANQUE4
	COMBUSTIBLE ES_LA_TURQUEZA_Q	IF RUTA=5	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE4
	COMBUSTIBLE ES_C_COLON_Q	IF RUTA=3	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE4
	COMBUSTIBLE ES_CIBELES_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE4
	COMBUSTIBLE ES_NAVY_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q



COMBUSTIBLE ES_LUCIANO_INDECO_Q	IF RUTA=20	MOVE WITH AUTOTANQUE4 ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE4
COMBUSTIBLE ES_LUCIANO_PAR_VIAL_Q	IF RUTA=4	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE4
COMBUSTIBLE ES_4_CAMINOS_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE4
COMBUSTIBLE ES_PERIFERICO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE4
COMBUSTIBLE ES_ONIX_Q	IF RUTA=1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE4
COMBUSTIBLE ES_VIVA_MEXICO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_DIESEL2_Q MOVE WITH AUTOTANQUE4

PROGRAMACION PARA COMBUSTIBLE PMX_PREMIUM_Q

GET AUTOTANQUE5

CARGA = 20000

Tank_Empty (PMX_PREMIUM, CARGA, 1000, 200)

ACTIVATE Tank_TransferUpTo (TV_218, PMX_PREMIUM, 20000, 2000, 0)

INC RUTA

RUTA5=RUTA

1	COMBUSTIBLE ES_FECAM_Q	IF RUTA=1 OR RUTA=3, 1	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q MOVE WITH AUTOTANQUE5
	COMBUSTIBLE ES_CERRITOS_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q MOVE WITH AUTOTANQUE5
	COMBUSTIBLE ES_MARFIL_Q	IF RUTA=5	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q MOVE WITH AUTOTANQUE5
	COMBUSTIBLE ES_MANGUITO_Q	IF RUTA=2	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q MOVE WITH AUTOTANQUE5
	COMBUSTIBLE ES_GALERIAS_Q	IF RUTA=10	ORDER 1 COMBUSTIBLE to INICIO MOVE WITH AUTOTANQUE5
	COMBUSTIBLE ES_PERIFERICO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q MOVE WITH AUTOTANQUE5
	COMBUSTIBLE ES_MACAL_Q	IF RUTA=9	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q MOVE WITH AUTOTANQUE5
	COMBUSTIBLE ES_C_COLON_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q MOVE WITH AUTOTANQUE5
	COMBUSTIBLE ES_CIBELES_Q	IF RUTA=4	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q

COMBUSTIBLE ES_NAVY_Q	IF RUTA=7	MOVE WITH AUTOTANQUE5 ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q MOVE WITH AUTOTANQUE5
COMBUSTIBLE ES_LUCIANO_INDECO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q MOVE WITH AUTOTANQUE5
COMBUSTIBLE ES_LUCIANO_PAR_VIAL_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q MOVE WITH AUTOTANQUE5
COMBUSTIBLE ES_4_CAMINOS_Q	IF RUTA=6	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q MOVE WITH AUTOTANQUE5
COMBUSTIBLE ES_ONIX_Q	IF RUTA=8	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q MOVE WITH AUTOTANQUE5
COMBUSTIBLE ES_VIVA_MEXICO_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q MOVE WITH AUTOTANQUE5
COMBUSTIBLE ES_LA_TURQUEZA_Q	IF RUTA=20	ORDER 1 COMBUSTIBLE to PMX_PREMIUM_Q MOVE WITH AUTOTANQUE5

Atributos

ID	Type	Classification
-----	-----	-----
CARGA	Integer	Entity
RUTA	Integer	Entity

Variables Globales

ID	Type		
-----	-----		
Records the quantity remaining after a fill if there was insufficient capacity.			
Tank_Qty	Left Real	0	None
AUX	Integer	0	Time Series
RUTA1	Integer	0	Time Series
RUTA2	Integer	0	Time Series
RUTA3	Integer	0	Time Series
RUTA4	Integer	0	Time Series
RUTA5	Integer	0	Time Series



ANEXO B (RESULTADOS DEL MODELO REAL)

General Report

Output from C:\ProMod4\RESIDENCIA17.MOD

Date: Aug/26/2014 Time: 05:35:19 PM

 Scenario : Normal Run

Replication : 1 of 1

Simulation Time: 12.27 HRS.

LOCATIONS

Location Name	Scheduled Hours	Capacity	Average		Average Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Util
			Total Entries	Minutes Per. Entry				
PMX MAGNA1	12.27	20000	180000	-	14671	20000	20000	73.35
PMX MAGNA1 Q	12.27	1	9	79.11	0.96	1	0	96.66
PMX MAGNA2	12.27	20000	200000	-	13645.4	20000	20000	68.23
PMX MAGNA2 Q	12.27	1	10	66.66	0.90	1	0	90.49
PMX DIESEL1	12.27	20000	140000	-	9486.27	20000	20000	47.43
PMX DIESEL1 Q	12.27	1	7	69.82	0.66	1	0	66.34
PMX DIESEL2	12.27	20000	140000	-	8901.34	20000	20000	44.51
PMX DIESEL2 Q	12.27	1	7	65.70	0.62	1	0	62.43

PMX PREMIUM	12.27	20000	220000	-	14786	20000	20000	73.93
PMX PREMIUM Q	12.27	1	11	66.97	1	1	1	100.00
INICIO	12.27	999999	0	0.00	0	0	0	0.00
ES FECAM	12.27	100000	80000	-	31049.6	80000	80000	31.05
ES FECAM Q	12.27	3	4	20.00	0.10	1	0	3.62
Delivery Tank OutQ	12.27	999999	0	0.00	0	0	0	0.00
TV 208	12.27	100000	199600	-	54115	100000	39600	54.12
Factory	12.27	5	0	0.00	0	0	0	0.00
Departure	12.27	1	0	0.00	0	0	0	0.00
TV 303	12.27	100000	199600	-	50438.9	100000	19600	50.44
TV 305	12.27	100000	0	-	0	0	0	0.00
TV 219	12.27	100000	199600	-	35533.4	100000	79600	35.53
TV 220	12.27	100000	199600	-	33299.7	100000	79600	33.30
TV 218	12.27	100000	299200	-	51400.5	100000	99200	51.40
PATIN 5	12.27	1	0	0.00	0	0	0	0.00
PATIN 1	12.27	1	0	0.00	0	0	0	0.00
PATIN 3	12.27	1	0	0.00	0	0	0	0.00
PATIN 4	12.27	1	0	0.00	0	0	0	0.00
PATIN 2	12.27	1	0	0.00	0	0	0	0.00
ES CERRITOS	12.27	50000	40000	-	9417.64	40000	40000	18.84
ES CERRITOS Q	12.27	1	2	20.00	0.05	1	0	5.43
ES MARFIL	12.27	50000	40000	-	1351.98	40000	40000	2.70
ES MARFIL Q	12.27	1	2	20.00	0.05	1	0	5.43
ES MACAL	12.27	70000	60000	-	23666.2	60000	60000	33.81
ES MACAL Q	12.27	1	3	20.00	0.08	1	0	8.14

ES C COLON	12.27	50000	40000	-	4373.83	40000	40000	8.75
ES C COLON Q	12.27	1	2	20.00	0.05	1	0	5.43
ES CIBELES	12.27	70000	60000	-	17925.6	60000	60000	25.61
ES CIBELES Q	12.27	1	3	20.00	0.08	1	0	8.14
ES LUCIANO PAR VIAL	12.27	50000	40000	-	2432.18	40000	40000	4.86
ES LUCIANO PAR VIAL Q	12.27	1	2	20.00	0.05	1	0	5.43
ES GALERIAS	12.27	70000	60000	-	11208.8	60000	60000	16.01
ES GALERIAS Q	12.27	1	3	20.00	0.08	1	0	8.14
ES 4 CAMINOS	12.27	100000	80000	-	19733.8	80000	80000	19.73
ES 4 CAMINOS Q	12.27	1	4	20.00	0.10	1	0	10.86
ES PERIFERICO	12.27	50000	40000	-	12507.1	40000	40000	25.01
ES PERIFERICO Q	12.27	1	2	20.00	0.05	1	0	5.43
ES ONIX	12.27	50000	40000	-	14704.4	40000	40000	29.41
ES ONIX Q	12.27	1	2	20.00	0.05	1	0	5.43
ES LA TURQUEZA	12.27	50000	40000	-	9282.82	40000	40000	18.57
ES LA TURQUEZA Q	12.27	1	2	20.00	0.05	1	0	5.43
ES MANGUITO	12.27	70000	60000	-	20717.8	60000	60000	29.60
ES MANGUITO Q	12.27	1	3	20.00	0.08	1	0	8.14
ES VIVA MEXICO	12.27	30000	20000	-	268.76	20000	20000	0.90
ES VIVA MEXICO Q	12.27	1	1	20.00	0.02	1	0	2.71
ES NAVY	12.27	50000	40000	-	8995.05	40000	40000	17.99
ES NAVY Q	12.27	1	2	20.00	0.05	1	0	5.43
ES LUCIANO INDECO	12.27	50000	40000	-	11418.2	40000	40000	22.84
ES LUCIANO INDECO Q	12.27	1	2	20.00	0.05	1	0	5.43

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

Location Name	% Scheduled Hours	% Empty	% Partially Occupied	% Full	% Down
INICIO	12.27	100.00	0.00	0.00	0.00
ES FECAM Q	12.27	89.14	10.86	0.00	0.00
Delivery Tank OutQ	12.27	100.00	0.00	0.00	0.00
Factory	12.27	100.00	0.00	0.00	0.00

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

Location Name	Scheduled Hours	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
PMX MAGNA1 Q	12.27	21.72	0.00	3.34	71.56	3.38	0.00
PMX MAGNA2 Q	12.27	24.43	0.00	9.51	66.06	0.00	0.00
PMX DIESEL1 Q	12.27	16.29	0.00	33.66	50.05	0.00	0.00
PMX DIESEL2 Q	12.27	16.29	0.00	37.57	46.14	0.00	0.00
PMX PREMIUM Q	12.27	27.15	0.00	0.00	71.92	0.93	0.00
Departure	12.27	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
PATIN 5	12.27	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
PATIN 1	12.27	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

PATIN 3	12.27	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
PATIN 4	12.27	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
PATIN 2	12.27	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
ES CERRITOS Q	12.27	5.43	0.00	94.57	0.00	0.00	0.00
ES MARFIL Q	12.27	5.43	0.00	94.57	0.00	0.00	0.00
ES MACAL Q	12.27	8.14	0.00	91.86	0.00	0.00	0.00
ES C COLON Q	12.27	5.43	0.00	94.57	0.00	0.00	0.00
ES CIBELES Q	12.27	8.14	0.00	91.86	0.00	0.00	0.00
ES LUCIANO PAR VIAL Q	12.27	5.43	0.00	94.57	0.00	0.00	0.00
ES GALERIAS Q	12.27	8.14	0.00	91.86	0.00	0.00	0.00
ES 4 CAMINOS Q	12.27	10.86	0.00	89.14	0.00	0.00	0.00
ES PERIFERICO Q	12.27	5.43	0.00	94.57	0.00	0.00	0.00
ES ONIX Q	12.27	5.43	0.00	94.57	0.00	0.00	0.00
ES LA TURQUEZA Q	12.27	5.43	0.00	94.57	0.00	0.00	0.00
ES MANGUITO Q	12.27	8.14	0.00	91.86	0.00	0.00	0.00
ES VIVA MEXICO Q	12.27	2.71	0.00	97.29	0.00	0.00	0.00
ES NAVY Q	12.27	5.43	0.00	94.57	0.00	0.00	0.00
ES LUCIANO INDECO Q	12.27	5.43	0.00	94.57	0.00	0.00	0.00
PMX MAGNA1	12.27	0.00	0.00	0.00	42.93	57.07	0.00
PMX MAGNA2	12.27	0.00	0.00	0.00	50.10	49.90	0.00
PMX DIESEL1	12.27	0.00	0.00	0.00	64.79	35.21	0.00
PMX DIESEL2	12.27	0.00	0.00	0.00	67.71	32.29	0.00
PMX PREMIUM	12.27	0.00	0.00	0.00	46.43	53.57	0.00
ES FECAM	12.27	0.00	0.00	3.53	96.47	0.00	0.00
TV 208	12.27	0.00	0.00	0.00	97.29	2.71	0.00

TV 303	12.27	0.00	0.00	0.00	97.29	2.71	0.00
TV 305	12.27	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
TV 219	12.27	0.00	0.00	0.00	97.29	2.71	0.00
TV 220	12.27	0.00	0.00	0.00	97.29	2.71	0.00
TV 218	12.27	0.00	0.00	0.00	97.29	2.71	0.00
ES CERRITOS	12.27	0.00	0.00	13.83	86.17	0.00	0.00
ES MARFIL	12.27	0.00	0.00	44.90	55.10	0.00	0.00
ES MACAL	12.27	0.00	0.00	17.23	82.77	0.00	0.00
ES C COLON	12.27	0.00	0.00	5.19	94.81	0.00	0.00
ES CIBELES	12.27	0.00	0.00	35.40	64.60	0.00	0.00
ES LUCIANO PAR VIAL	12.27	0.00	0.00	39.43	60.57	0.00	0.00
ES GALERIAS	12.27	0.00	0.00	57.41	42.59	0.00	0.00
ES 4 CAMINOS	12.27	0.00	0.00	13.66	86.34	0.00	0.00
ES PERIFERICO	12.27	0.00	0.00	26.98	73.02	0.00	0.00
ES ONIX	12.27	0.00	0.00	4.75	95.25	0.00	0.00
ES LA TURQUEZA	12.27	0.00	0.00	4.12	95.88	0.00	0.00
ES MANGUITO	12.27	0.00	0.00	13.17	86.83	0.00	0.00
ES VIVA MEXICO	12.27	0.00	0.00	15.70	84.30	0.00	0.00
ES NAVY	12.27	0.00	0.00	23.38	76.62	0.00	0.00
ES LUCIANO INDECO	12.27	0.00	0.00	6.52	93.48	0.00	0.00



RESOURCES

Resource Name	Units	Scheduled Hours	Number Of Times Used	Average Minutes Per To Usage	Average Minutes Travel To Park	Average Minutes Travel	% Blocked In Travel	% Util
AUTOTANQUE1	1	11.77	9	52.52	19.13	37.04	0.00	91.27
AUTOTANQUE2	1	11.77	10	50.20	11.37	20.81	0.00	87.14
AUTOTANQUE3	1	11.77	7	50.97	13.56	7.01	0.00	63.92
AUTOTANQUE4	1	11.77	7	47.86	10.59	20.67	0.00	57.91
AUTOTANQUE5	1	11.77	11	50.62	13.10	5.71	0.00	99.19

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

Resource Name	Scheduled Hours	% In Use	% Travel To Use	% Travel To Park	% Idle	% Down
AUTOTANQUE1	11.77	66.90	24.37	5.24	3.49	0.00
AUTOTANQUE2	11.77	71.05	16.09	2.95	9.91	0.00
AUTOTANQUE3	11.77	50.49	13.43	0.99	35.08	0.00
AUTOTANQUE4	11.77	47.41	10.50	2.93	39.16	0.00
AUTOTANQUE5	11.77	78.80	20.40	0.81	0.00	0.00

NODE ENTRIES FOR Net1

Node Name	Total Entries	Blocked Entries
N5	1	0
N11	2	0
N17	1	0
N18	5	0
N25	4	0
N30	1	0
N46	4	0
N48	2	0
N36	1	0
N47	8	0
N58	4	0
N60	1	0
N21	4	0
N67	1	0
N69	8	0
N28	6	0
N32	3	0
N33	7	0
N37	2	0
N31	4	0
N38	2	0
N35	4	0
N39	2	0
N42	4	0
N44	2	0
N49	4	0
N50	2	0
N51	4	0
N52	2	0
N29	6	0
N43	3	0
N26	2	0
N6	19	0

N54	4	0
N53	4	0
N55	2	0
N2	8	0
N3	16	0
N4	9	0
N7	20	0
N8	6	0
N9	20	0
N10	6	0
N13	22	0
N14	10	0
N15	29	0
N1	1	0
N19	4	0
N20	2	0
N22	6	0
N27	3	0
N40	4	0
N41	1	0
N45	1	0
N12	2	0
N16	2	0
N23	2	0



FAILED ARRIVALS

Entity Name	Location Name	Total Failed
COMBUSTIBLE	PMX MAGNA1_Q	0
COMBUSTIBLE	PMX MAGNA2_Q	0
COMBUSTIBLE	PMX DIESEL1_Q	0
COMBUSTIBLE	PMX DIESEL2_Q	0
COMBUSTIBLE	PMX PREMIUM_Q	0

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Current Quantity In System	Average Minutes In System	Average Minutes In Move Logic	Average Minutes Wait For Res, etc.	Average Minutes In Operation	Average Minutes Blocked
COMBUSTIBLE	43	1	102.88	14.69	51.16	36.27	0.73

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

Entity Name	% In Move	% Wait For Res, etc.	% In Operation	% Blocked
COMBUSTIBLE	14.28	49.74	35.26	0.72

VARIABLES

Variable Name	Total Changes	Average Minutes Per Change	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Average Value
AUX	5	147.33	0	5	5	0.84
RUTA1	9	79.11	0	9	9	4.46
RUTA2	10	66.66	0	10	10	5.36
RUTA3	7	69.82	0	7	7	4.61
RUTA4	7	65.70	0	7	7	4.79
RUTA5	11	66.97	0	11	11	5.51
VELRUTA1	1	20.00	0	230	230	223.75

ANEXO C (RESULTADOS DEL MODELO PROPUESTO)

General Report

Output from C:\ProMod4\RESIDENCIA17A.MOD

Date: Aug/27/2014 Time: 10:34:29 AM

 Scenario : Normal Run

Replication : 1 of 1

Simulation Time: 10.56 HRS.

LOCATIONS

Location Name	Scheduled Hours	Capacity	Average		Average Contents	Maximum Contents	Current Contents	% Util
			Total Entries	Minutes Per Entry				
PMX MAGNA1	10.56	20000	180000	-	14584.1	20000	20000	72.92
PMX MAGNA1 Q	10.56	1	9	70.43	1	1	1	100.00
PMX MAGNA2	10.56	20000	200000	-	14588.6	20000	20000	72.94
PMX MAGNA2 Q	10.56	1	10	60.17	0.94	1	0	94.93
PMX DIESEL1	10.56	20000	140000	-	11024.3	20000	20000	55.12
PMX DIESEL1 Q	10.56	1	7	69.82	0.77	1	0	77.10
PMX DIESEL2	10.56	20000	140000	-	10344.5	20000	20000	51.72
PMX DIESEL2 Q	10.56	1	7	65.70	0.72	1	0	72.55

PMX PREMIUM	10.56	20000	220000	-	13303.9	20000	20000	66.52
PMX PREMIUM Q	10.56	1	11	50.05	0.86	1	0	86.86
INICIO	10.56	999999	0	0.00	0	0	0	0.00
ES FECAM	10.56	100000	80000	-	36083.5	80000	80000	36.08
ES FECAM Q	10.56	3	4	20.00	0.12	1	0	4.21
Delivery Tank OutQ	10.56	999999	0	0.00	0	0	0	0.00
TV 208	10.56	100000	199600	-	59238.9	100000	39600	59.24
Factory	10.56	5	0	0.00	0	0	0	0.00
Departure	10.56	1	0	0.00	0	0	0	0.00
TV 303	10.56	100000	199600	-	56103.8	100000	19600	56.10
TV 305	10.56	100000	0	-	0	0	0	0.00
TV 219	10.56	100000	199600	-	41294.4	100000	79600	41.29
TV 220	10.56	100000	199600	-	38698.5	100000	79600	38.70
TV 218	10.56	100000	299200	-	50449.1	100000	98800	50.45
PATIN 5	10.56	1	0	0.00	0	0	0	0.00
PATIN 1	10.56	1	0	0.00	0	0	0	0.00
PATIN 3	10.56	1	0	0.00	0	0	0	0.00
PATIN 4	10.56	1	0	0.00	0	0	0	0.00
PATIN 2	10.56	1	0	0.00	0	0	0	0.00
ES CERRITOS	10.56	50000	40000	-	10944.5	40000	40000	21.89
ES CERRITOS Q	10.56	1	2	20.00	0.06	1	0	6.31
ES MARFIL	10.56	50000	40000	-	2393.55	40000	40000	4.79
ES MARFIL Q	10.56	1	2	20.00	0.06	1	0	6.31
ES MACAL	10.56	70000	60000	-	21578.7	60000	60000	30.83
ES MACAL Q	10.56	1	3	20.00	0.09	1	0	9.46

ES C COLON	10.56	50000	40000	-	5082.94	40000	40000	10.17
ES C COLON Q	10.56	1	2	20.00	0.06	1	0	6.31
ES CIBELES	10.56	70000	60000	-	15901	60000	60000	22.72
ES CIBELES Q	10.56	1	3	20.00	0.09	1	0	9.46
ES LUCIANO PAR VIAL	10.56	50000	40000	-	2826.51	40000	40000	5.65
ES LUCIANO PAR VIAL Q	10.56	1	2	20.00	0.06	1	0	6.31
ES GALERIAS	10.56	70000	60000	-	7347.71	60000	60000	10.50
ES GALERIAS Q	10.56	1	3	20.00	0.09	1	0	9.46
ES 4 CAMINOS	10.56	100000	80000	-	15536.9	80000	80000	15.54
ES 4 CAMINOS Q	10.56	1	4	20.00	0.12	1	0	12.62
ES PERIFERICO	10.56	50000	40000	-	13096.4	40000	40000	26.19
ES PERIFERICO Q	10.56	1	2	20.00	0.06	1	0	6.31
ES ONIX	10.56	50000	40000	-	15314.7	40000	40000	30.63
ES ONIX Q	10.56	1	2	20.00	0.06	1	0	6.31
ES LA TURQUEZA	10.56	50000	40000	-	10787.8	40000	40000	21.58
ES LA TURQUEZA Q	10.56	1	2	20.00	0.06	1	0	6.31
ES MANGUITO	10.56	70000	60000	-	24076.7	60000	60000	34.40
ES MANGUITO Q	10.56	1	3	20.00	0.09	1	0	9.46
ES VIVA MEXICO	10.56	30000	20000	-	312.34	20000	20000	1.04
ES VIVA MEXICO Q	10.56	1	1	20.00	0.03	1	0	3.15
ES NAVY	10.56	50000	40000	-	10459.7	40000	40000	20.92
ES NAVY Q	10.56	1	2	20.00	0.06	1	0	6.31
ES LUCIANO INDECO	10.56	50000	40000	-	10554.1	40000	40000	21.11
ES LUCIANO INDECO Q	10.56	1	2	20.00	0.06	1	0	6.31

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple Capacity)

Location Name	Scheduled Hours	%			
		% Empty	% Partially Occupied	% Full	% Down
-----	-----	-----	-----	-----	-----
INICIO	10.56	100.00	0.00	0.00	0.00
ES FECAM Q	10.56	87.38	12.62	0.00	0.00
Delivery Tank OutQ	10.56	100.00	0.00	0.00	0.00
Factory	10.56	100.00	0.00	0.00	0.00

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single Capacity/Tanks)

Location Name	Scheduled Hours	%					
		% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked	% Down
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
PMX MAGNA1 Q	10.56	25.24	0.00	0.00	73.51	1.25	0.00
PMX MAGNA2 Q	10.56	28.39	0.00	5.07	66.54	0.00	0.00
PMX DIESEL1 Q	10.56	18.93	0.00	22.90	58.17	0.00	0.00
PMX DIESEL2 Q	10.56	18.93	0.00	27.45	53.62	0.00	0.00
PMX PREMIUM Q	10.56	31.55	0.00	13.14	54.23	1.08	0.00
Departure	10.56	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
PATIN 5	10.56	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
PATIN 1	10.56	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00

PATIN 3	10.56	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
PATIN 4	10.56	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
PATIN 2	10.56	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00
ES CERRITOS Q	10.56	6.31	0.00	93.69	0.00	0.00	0.00
ES MARFIL Q	10.56	6.31	0.00	93.69	0.00	0.00	0.00
ES MACAL Q	10.56	9.46	0.00	90.54	0.00	0.00	0.00
ES C COLON Q	10.56	6.31	0.00	93.69	0.00	0.00	0.00
ES CIBELES Q	10.56	9.46	0.00	90.54	0.00	0.00	0.00
ES LUCIANO PAR VIAL Q	10.56	6.31	0.00	93.69	0.00	0.00	0.00
ES GALERIAS Q	10.56	9.46	0.00	90.54	0.00	0.00	0.00
ES 4 CAMINOS Q	10.56	12.62	0.00	87.38	0.00	0.00	0.00
ES PERIFERICO Q	10.56	6.31	0.00	93.69	0.00	0.00	0.00
ES ONIX Q	10.56	6.31	0.00	93.69	0.00	0.00	0.00
ES LA TURQUEZA Q	10.56	6.31	0.00	93.69	0.00	0.00	0.00
ES MANGUITO Q	10.56	9.46	0.00	90.54	0.00	0.00	0.00
ES VIVA MEXICO Q	10.56	3.15	0.00	96.85	0.00	0.00	0.00
ES NAVY Q	10.56	6.31	0.00	93.69	0.00	0.00	0.00
ES LUCIANO INDECO Q	10.56	6.31	0.00	93.69	0.00	0.00	0.00
PMX MAGNA1	10.56	0.00	0.00	0.00	46.01	53.99	0.00
PMX MAGNA2	10.56	0.00	0.00	0.00	48.35	51.65	0.00
PMX DIESEL1	10.56	0.00	0.00	0.00	59.08	40.92	0.00
PMX DIESEL2	10.56	0.00	0.00	0.00	62.47	37.53	0.00
PMX PREMIUM	10.56	0.00	0.00	0.00	56.34	43.66	0.00
ES FECAM	10.56	0.00	0.00	4.11	95.89	0.00	0.00
TV 208	10.56	0.00	0.00	0.00	96.85	3.15	0.00

TV 303	10.56	0.00	0.00	0.00	96.85	3.15	0.00
TV 305	10.56	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00
TV 219	10.56	0.00	0.00	0.00	96.85	3.15	0.00
TV 220	10.56	0.00	0.00	0.00	96.85	3.15	0.00
TV 218	10.56	0.00	0.00	0.00	96.85	3.15	0.00
ES CERRITOS	10.56	0.00	0.00	16.07	83.93	0.00	0.00
ES MARFIL	10.56	0.00	0.00	43.34	56.66	0.00	0.00
ES MACAL	10.56	0.00	0.00	20.02	79.98	0.00	0.00
ES C COLON	10.56	0.00	0.00	6.03	93.97	0.00	0.00
ES CIBELES	10.56	0.00	0.00	41.14	58.86	0.00	0.00
ES LUCIANO PAR VIAL	10.56	0.00	0.00	45.82	54.18	0.00	0.00
ES GALERIAS	10.56	0.00	0.00	66.71	33.29	0.00	0.00
ES 4 CAMINOS	10.56	0.00	0.00	15.87	84.13	0.00	0.00
ES PERIFERICO	10.56	0.00	0.00	31.35	68.65	0.00	0.00
ES ONIX	10.56	0.00	0.00	5.52	94.48	0.00	0.00
ES LA TURQUEZA	10.56	0.00	0.00	4.79	95.21	0.00	0.00
ES MANGUITO	10.56	0.00	0.00	15.31	84.69	0.00	0.00
ES VIVA MEXICO	10.56	0.00	0.00	18.24	81.76	0.00	0.00
ES NAVY	10.56	0.00	0.00	27.17	72.83	0.00	0.00
ES LUCIANO INDECO	10.56	0.00	0.00	7.58	92.42	0.00	0.00

RESOURCES

Resource Name	Units	Scheduled Hours	Number Of Times Used	Average Minutes Per Usage	Average Minutes Travel To Use	Average Minutes Travel To Park	% Blocked In Travel	% Util
AUTOTANQUE1	1	10.06	9	50.64	15.79	6.02	0.00	99.00
AUTOTANQUE2	1	10.06	8	56.25	10.59	34.55	0.00	88.56
AUTOTANQUE3	1	10.06	9	51.38	12.73	6.84	0.00	95.55
AUTOTANQUE4	1	10.06	10	45.00	9.71	11.82	0.00	90.61
AUTOTANQUE5	1	10.06	8	48.65	9.88	12.85	0.00	77.54

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE

Resource Name	Scheduled Hours	% In Use	% Travel To Use	% Travel To Park	% Idle	% Down
AUTOTANQUE1	10.06	75.47	23.54	1.00	0.00	0.00
AUTOTANQUE2	10.06	74.53	14.03	11.44	0.00	0.00
AUTOTANQUE3	10.06	76.58	18.97	2.27	2.19	0.00
AUTOTANQUE4	10.06	74.52	16.09	3.92	5.47	0.00
AUTOTANQUE5	10.06	64.45	13.09	4.26	18.20	0.00

NODE ENTRIES FOR Net1

Node Name	Total Entries	Blocked Entries
----	-----	-----
N5	1	0
N11	2	0
N17	1	0
N18	5	0
N25	3	0
N30	1	0
N46	3	0
N48	2	0
N36	1	0
N47	6	0
N58	4	0
N60	1	0
N21	4	0
N67	1	0
N69	8	0
N28	6	0
N32	3	0
N33	7	0
N37	2	0
N31	4	0
N38	2	0
N35	4	0
N39	2	0
N42	4	0
N44	2	0
N49	4	0
N50	2	0
N51	4	0
N52	2	0
N29	6	0
N43	3	0
N26	2	0
N6	18	0

N54	4	0
N53	4	0
N55	2	0
N2	8	0
N3	17	0
N4	9	0
N7	20	0
N8	7	0
N9	22	0
N10	7	0
N13	25	0
N14	10	0
N15	29	0
N1	1	0
N19	4	0
N20	2	0
N22	6	0
N27	3	0
N40	4	0
N41	1	0
N45	1	0
N12	2	0
N16	3	0
N23	3	0



FAILED ARRIVALS

Entity Name	Location Name	Total Failed
COMBUSTIBLE	PMX MAGNA1_Q	0
COMBUSTIBLE	PMX MAGNA2_Q	0
COMBUSTIBLE	PMX DIESEL1_Q	0
COMBUSTIBLE	PMX DIESEL2_Q	0
COMBUSTIBLE	PMX PREMIUM_Q	0

ENTITY ACTIVITY

Entity Name	Total Exits	Current Quantity In System	Average Minutes In System	Average Minutes In Move Logic	Average Minutes Wait For Res, etc.	Average Minutes In Operation	Average Minutes Blocked
COMBUSTIBLE	43	1	95.02	14.71	43.68	36.27	0.34

ENTITY STATES BY PERCENTAGE

Entity Name	% In Move Logic	% Wait For Res, etc.	% In Operation	% Blocked
COMBUSTIBLE	15.49	45.97	38.18	0.36

VARIABLES

Variable Name	Total Changes	Average Minutes Per Change	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Average Value
AUX	5	126.78	0	5	5	0.68
RUTA1	9	70.43	0	9	9	4.46
RUTA2	10	60.17	0	10	10	4.77
RUTA3	7	69.82	0	7	7	4.23
RUTA4	7	65.70	0	7	7	4.43
RUTA5	11	50.05	0	11	11	5.37
VELRUTA1	9	70.43	0	633	633	278.6
VELRUTA2	10	60.17	0	601	601	281.48
VELRUTA3	7	69.82	0	488	488	269.97
VELRUTA4	7	65.70	0	459	459	265.23
VELRUTA5	11	50.05	0	550	550	282.10