



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA  
Y CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



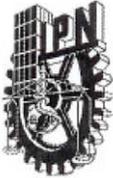
## ***“DISEÑO Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS LOGÍSTICOS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO DE APARATOS ELECTRODOMÉSTICOS DE LÍNEA BLANCA”***

### **TESIS**

Que para obtener el grado de:  
**MAESTRO EN CIENCIAS**  
**en Ingeniería Industrial**

Presenta:  
Enrique Robles Torres

*México D.F. Agosto 2006*



# INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

## ACTA DE REVISION DE TESIS

En la Ciudad de México, D. F., siendo las 12:00 horas del día 29 Del mes de agosto del 2006 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de Tesis designada Por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de UPIICSA

Para examinar la tesis de grado titulada:

"DISEÑO Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS LOGÍSTICOS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO DE APARATOS ELECTRODOMÉSTICOS DE LÍNEA BLANCA"

Presentada por el alumno:

ROBLES  
Paterno

TORRES  
materno

ENRIQUE  
nombre(s)

Con registro: 

B0	1	0	9	1	5
----	---	---	---	---	---

Aspirante al grado de:

MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **SU APROBACION DE LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

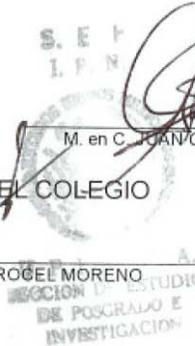
### LA COMISION REVISORA

Director de Tesis

DR. LUCIANO PABLO VARELA CORONEL

  
DR. EDUARDO GUTIÉRREZ GONZÁLEZ  
M. en C. FAUSTINO RICARDO GARCÍA SOSA  
M. en C. JAVIER HERNÁNDEZ ÁVALOS  
M. en C. JUAN CARLOS GUTIÉRREZ MATUS

### EL PRESIDENTE DEL COLEGIO

  
DR. MAURICIO JORGE PROCEL MORENO



# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

UNIDAD PROFESIONAL INTERDISCIPLINARIA DE INGENIERÍA  
Y CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS

SECCIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN



## CARTA DE CESIÓN DE DERECHOS

En la ciudad de México D. F. el día 29 del mes de Agosto del año 2006, el que suscribe Enrique Robles Torres, alumno del programa de Maestría en Ciencias con especialidad en Ingeniería Industrial con número de registro B010915, adscrito a la Sección de Estudios de Posgrado de la UPIICSA-IPN, manifiesta que es autor intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Luciano Pablo Varela Coronel y cede los derechos del trabajo intitulado "DISEÑO Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS LOGÍSTICOS EN UNA EMPRESA DE SERVICIOS DE MANTENIMIENTO DE APARATOS ELECTRODOMÉSTICOS DE LÍNEA BLANCA" al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, grafico o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección [enrique\\_robles777@hotmail.com](mailto:enrique_robles777@hotmail.com). Si el permiso es otorgado el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Enrique Robles Torres

Nombre y Firma

## **AGRADECIMIENTOS**

### **A mi Dios**

Por ayudarme y guiarme en cada paso que doy en la vida.

### **A mis Padres**

Por darme la vida y apoyarme siempre.

## ÍNDICE

<b>ABSTRACT .....</b>	<b>12</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>13</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b><u>CAPITULO I. INTRODUCCIÓN TEÓRICA</u> .....</b>	<b>16</b>
<b>CONCEPTOS BÁSICOS DE CADENA DE SUMINISTRO .....</b>	<b>16</b>
COMO FUNCIONA LA CADENA DE SUMINISTRO.....	18
<i>Producción</i> .....	19
<i>Inventario</i> .....	20
<i>Ubicación</i> .....	21
<i>Transporte</i> .....	21
<i>Información</i> .....	22
<b>TEORÍA DE PLANEACIÓN RUTAS DE ABASTECIMIENTO Y DE SERVICIOS.....</b>	<b>23</b>
PROBLEMAS DE RUTEO DE VEHÍCULOS .....	23
ORGANIZACIÓN DE LOS TRANSPORTES .....	24
PROGRAMACIÓN DE LOS VEHÍCULOS .....	24
TOMA DE DECISIONES EN DISTRIBUCIÓN .....	25
PROBLEMAS DE RUTEO Y PROGRAMACIÓN DE VEHÍCULOS .....	25
DESCRIPCIÓN DE PROBLEMAS DE RUTEO CON MISMO ORIGEN Y DESTINO.....	25
PROBLEMA DE RUTEO DE VEHÍCULOS .....	26
EVOLUCIÓN DE METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN.....	27
ALGORITMOS DE PRIMERA GENERACIÓN .....	27
ALGORITMOS DE LA SEGUNDA GENERACIÓN .....	27
SISTEMAS DE TERCERA GENERACIÓN .....	28
PRINCIPIOS PARA RUTEO Y PROGRAMACIÓN DE VEHÍCULOS .....	28
<b><u>CAPITULO II. ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA</u>.....</b>	<b>29</b>
<b>ANTECEDENTES DE LA EMPRESA.....</b>	<b>29</b>
ANÁLISIS PRELIMINAR DE LA SITUACIÓN.....	29
DIAGNOSTICO PRELIMINAR.....	30
PROPUESTA PRELIMINAR.....	31
<b>METODOLOGÍA .....</b>	<b>33</b>
FASE 1 – DISEÑO DE FORMATOS Y RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN .....	33
FASE 2 – CONSTRUCCIÓN DE SUBPROCESOS DE ORDENES DE SERVICIO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	34
FASE 3 – ESTABLECIMIENTO DE PREMISAS, DISEÑO Y ANÁLISIS DE ESCENARIOS.....	34
FASE 4 – PROPUESTA DE ACCIONES Y ELECCIÓN DEL SOFTWARE DE OPTIMIZACIÓN .....	35
FASE 5 – CONFIGURACIÓN DEL SOFTWARE DE OPTIMIZACIÓN .....	37
FASE 6 – ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DEL SOFTWARE DE OPTIMIZACIÓN .....	39

<b><u>CAPITULO III. SITUACIÓN ACTUAL Y ESCENARIOS PROPUESTOS</u></b> .....	<b>40</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>40</b>
<b>CONTENIDO DEL PROYECTO</b> .....	<b>41</b>
<b>PROCESO</b> .....	<b>44</b>
SUBPROCESO CREACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE ORDENES DE SERVICIO .....	44
SUBPROCESO ASIGNACIÓN DE ORDENES DE SERVICIO .....	45
SUBPROCESO EJECUCIÓN DE ORDENES DE SERVICIO.....	46
SUBPROCESO DE ESTATUS DE ORDEN DE SERVICIO .....	46
COMPONENTES DEL SUBPROCESO EJECUCIÓN DE ORDENES DE SERVICIO .....	47
FAMILIAS DE PRODUCTOS .....	48
TIPO DE ORDEN DE SERVICIO .....	49
RAZÓN DE CANCELACIÓN.....	49
TIEMPOS Y KILÓMETROS.....	50
INGRESO PROMEDIO POR ORDEN DE SERVICIO.....	51
ATENCIÓN A CLIENTES.....	52
PRODUCTIVIDAD PROMEDIO DE ORDENES POR HORA DEL DÍA .....	53
<b><u>CAPITULO IV. DEFINICIÓN DE PREMISAS Y ESCENARIOS</u></b> .....	<b>56</b>
<b>PREMISAS</b> .....	<b>56</b>
IMPACTO DE LAS PREMISAS PARA EL ESCENARIO 1 Y 2 .....	57
IMPACTO PREMISA: MAXIMIZACIÓN DE TIEMPO DE CLIENTE.....	63
<b>ESCENARIO 1 – REDUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA</b> .....	<b>65</b>
<b>ESCENARIO 2 – OPTIMIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA</b> .....	<b>70</b>
<b>ESCENARIO 3 – OPTIMIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA CON RESTRICCIÓN DE HORARIO</b> .....	<b>74</b>
<b>RESUMEN DE ESCENARIOS</b> .....	<b>81</b>
<b><u>CAPITULO V. CONSIDERACIONES Y ACCIONES PARA EJECUTAR LAS PREMISAS</u></b> ..	<b>84</b>
<b>CONSIDERACIONES DE LOS ESCENARIOS</b> .....	<b>84</b>
<b>POSIBLES ACCIONES PARA EJECUTAR LAS PREMISAS</b> .....	<b>87</b>
PREMISA REDUCIR TIEMPO DE ADMINISTRACIÓN.....	87
PREMISA OPTIMIZAR KILÓMETROS Y TIEMPO DE INICIO .....	87
PREMISA OPTIMIZAR KILÓMETROS Y TIEMPO DE RUTA.....	88
PREMISA OPTIMIZAR KILÓMETROS DE REGRESO .....	89
PREMISA REDUCIR ORDENES CANCELADAS .....	90
<b><u>CAPITULO VI. RESULTADOS DEL SOFTWARE DE OPTIMIZACIÓN</u></b> .....	<b>91</b>
UBICACIÓN ACTUAL DE LAS UNIDADES MÓVILES .....	91
TÉCNICOS ASIGNADOS A LAS UNIDADES MÓVILES .....	92
TERRITORIOS DE LAS BASES DEL MODULO METROPOLITANO.....	95
MODELO DE BALANCEO DE TERRITORIOS .....	95
ESCENARIO BASELINE .....	97
ESCENARIO FACILITY LOCATION – 5 UNIDADES MÓVILES .....	97
RESUMEN DE ESCENARIOS .....	98

UBICACIÓN PROPUESTA DE LAS UNIDADES MÓVILES .....	98
UBICACIÓN UNIDADES ACTUAL VS. PROPUESTA.....	99
ASIGNACIÓN DE TÉCNICOS PROPUESTA.....	99
TERRITORIOS DE BASES PROPUESTAS.....	102
RUTEO TÉCNICO VS. RUTEO ROUTE PRO.....	103
RUTEO CAPS TERRITORIO ACTUAL VS. RUTEO CAPS TERRITORIO PROPUESTO BASE Mex5 .....	106
RESUMEN DE OPTIMIZACIÓN: IMPACTO PORCENTUAL EN REDUCCIÓN DE KILÓMETROS .....	106
PREMISAS OPTIMIZACIÓN OBJETIVO VS. OPTIMIZACIÓN OBTENIDA .....	107
<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>108</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>110</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>113</b>
<b>ANEXO 1. CAMPOS DE LA DIRECCIÓN DEL CLIENTE PARA GEOCODIFICACIÓN... 118</b>	
<b>ANEXO 2. DIAGRAMAS DE FLUJO.....</b>	<b>121</b>
ORDENES DE SERVICIO PROMEDIO POR DÍA – ACTUAL.....	122
ORDENES DE SERVICIO PROMEDIO POR DÍA (LUNES - VIERNES) – ACTUAL.....	123
ORDENES DE SERVICIO PROMEDIO POR DÍA (SÁBADO) – ACTUAL .....	124
TIEMPO DE SERVICIO PROMEDIO POR DÍA – ACTUAL .....	125
TIEMPO DE SERVICIO PROMEDIO POR DÍA (LUNES – VIERNES) – ACTUAL.....	126
TIEMPO DE SERVICIO PROMEDIO POR DÍA (SÁBADO) – ACTUAL .....	127
KILÓMETROS POR DÍA POR TÉCNICO, KILÓMETROS POR MÓDULO – ACTUAL.....	128
KILÓMETROS POR DÍA POR TÉCNICO, KILÓMETROS POR MÓDULO – ESCENARIO 1.....	129
KILÓMETROS POR DÍA POR TÉCNICO, KILÓMETROS POR MÓDULO – ESCENARIO 2.....	130
KILÓMETROS POR DÍA POR TÉCNICO, KILÓMETROS POR MÓDULO – ESCENARIO 3.....	131
COSTO OPERATIVO DE LA ORDEN DE SERVICIO – ACTUAL .....	132
COSTO OPERATIVO DE LA ORDEN DE SERVICIO – ESCENARIO 1 .....	133
COSTO OPERATIVO DE LA ORDEN DE SERVICIO – ESCENARIO 2 .....	134
COSTO OPERATIVO DE LA ORDEN DE SERVICIO – ESCENARIO 3 .....	135
IMPACTO DE LAS PREMISAS – ESCENARIO 1 Y 2 .....	136
JORNADA LABORAL PROMEDIO – ESCENARIO 3 .....	137
AHORRO POR ORDEN – ESCENARIO 1 .....	138
AHORRO POR ORDEN – ESCENARIO 2 .....	139
AHORRO POR ORDEN – ESCENARIO 3 .....	140
COSTO DE ORDEN – ESCENARIO 1 .....	141
COSTO DE ORDEN – ESCENARIO 2 .....	142
COSTO DE ORDEN – ESCENARIO 3 .....	143
AHORRO POTENCIAL – ESCENARIO 1 .....	144
AHORRO POTENCIAL – ESCENARIO 2 .....	145
AHORRO POTENCIAL – ESCENARIO 3 .....	146
INCREMENTO DE INGRESO PROMEDIO POR ORDEN – ESCENARIOS 1 Y 2.....	147
INGRESO PROYECTADO ANUAL – ACTUAL .....	148
VARIACIÓN MARGEN POTENCIAL ANUAL ESCENARIO 1 .....	149
VARIACIÓN MARGEN POTENCIAL ANUAL ESCENARIO 2 .....	150
VARIACIÓN MARGEN POTENCIAL ANUAL ESCENARIO 3 .....	151

## DIAGRAMAS

Diagrama 1. Incremento de Ordenes por Día por Reducción de Tiempo de Administración .....	57
Diagrama 2. Incremento de Ordenes por Día y Ahorro por Reducción de Kilómetros de Inicio .....	58
Diagrama 3. Incremento de Ordenes por Día y Ahorro por Reducción de Kilómetros de Ruta .....	59
Diagrama 4. Ahorro por Reducción de Kilómetros de Regreso .....	59
Diagrama 5. Incremento de Ordenes por Día y Ahorro por Reducción de Ordenes Canceladas.....	60
Diagrama 6. Margen por Orden de Servicio – Actual .....	65
Diagrama 7. Jefes de Servicio y Capturistas Requeridos – Escenario 1 .....	66
Diagrama 8. Margen por Orden de Servicio – Escenario 1.....	66
Diagrama 9. Ahorro por Orden de Servicio - Escenario 1 .....	67
Diagrama 10. Variación del Margen Anual - Escenario 1 .....	68
Diagrama 11. Incremento Anual de Ordenes de Servicio - Escenario 2 .....	70
Diagrama 12. Margen por Orden de Servicio – Escenario 2.....	70
Diagrama 13. Ahorro por Orden de Servicio - Escenario 2 .....	71
Diagrama 14. Variación del Margen Anual - Escenario 2 .....	72
Diagrama 15. Decremento Anual de Ordenes de Servicio - Escenario 3 .....	77
Diagrama 16. Margen por Orden de Servicio – Escenario 3.....	78
Diagrama 17. Ahorro por Orden de Servicio - Escenario 3 .....	78
Diagrama 18. Variación del Margen Anual - Escenario 3 .....	79

## CUADROS

Cuadro 1. Comparación de Características de Software de Optimización .....	36
Cuadro 2. Resumen de Escenarios .....	40
Cuadro 3. Familias de Productos .....	48
Cuadro 4. Tipo de Orden de Servicio .....	49
Cuadro 5. Razón de Cancelación .....	49
Cuadro 6. Tiempos y Kilómetros .....	50
Cuadro 7. Ingreso Promedio por Orden de Servicio .....	52
Cuadro 8. Atención a Clientes .....	52
Cuadro 9. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Lunes-Viernes) .....	53
Cuadro 10. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Sábado) .....	54
Cuadro 11. Impacto de las Premisas – Escenario 1 y 2 .....	57
Cuadro 12. Costo Anual de Ordenes Canceladas .....	61
Cuadro 13. Incremento de Ingreso por Reducción de Ordenes de Canceladas .....	61
Cuadro 14. Ingreso Promedio por Orden de Servicio Actual .....	61
Cuadro 15. Ingreso Promedio por Orden de Servicio Proyectado .....	62
Cuadro 16. Maximización de Tiempo de Cliente .....	63
Cuadro 17. Maximización de Tiempo de Cliente (Lunes-Viernes) .....	64
Cuadro 18. Maximización de Tiempo de Cliente (Sábado) .....	64
Cuadro 19. Ingreso Promedio por Orden de Servicio - Escenario 1 .....	67
Cuadro 20. Variación del Margen Anual - Escenario 1 .....	69
Cuadro 21. Ingreso Promedio por Orden de Servicio - Escenario 2 .....	71
Cuadro 22. Variación del Margen Anual - Escenario 2 .....	73
Cuadro 23. Impacto de las Premisas – Escenario 3 .....	74
Cuadro 24. Jornada Promedio Actual (Lunes-Viernes) .....	74
Cuadro 25. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Lunes a Viernes) - Escenario 3 .....	75
Cuadro 26. Jornada Promedio Actual (Sábado) .....	76
Cuadro 27. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Sábado) - Escenario 3 .....	76
Cuadro 28. Ingreso Promedio por Orden de Servicio - Escenario 3 .....	77
Cuadro 29. Variación del Margen Anual - Escenario 3 .....	80
Cuadro 30. Margen vs. Costo - Escenarios Analizados .....	81
Cuadro 31. Comparativo Escenarios Jornada Laboral vs. Productividad .....	82
Cuadro 32. Porcentaje de Variación Ingreso, Margen y Costo - Escenarios Analizados .....	83
Cuadro 33. Comparativo de los Elementos Optimizados para cada uno de los Escenarios Analizados .....	84
Cuadro 34. Posibles Acciones para Reducir Tiempo de Administración .....	87
Cuadro 35. Posibles Acciones para Optimizar Kilómetros y Tiempo de Inicio .....	88
Cuadro 36. Posibles Acciones para Optimizar Kilómetros y Tiempo de Ruta .....	89
Cuadro 37. Posibles Acciones para Reducir Kilómetros de Regreso .....	89
Cuadro 38. Posibles Acciones para Reducir Ordenes Canceladas .....	90
Cuadro 39. Unidades Móviles Ubicación Actual .....	91
Cuadro 40. Técnicos Asignados a la Base MEX1 - Actual .....	92
Cuadro 41. Técnicos Asignados a la Base MEX2 - Actual .....	92
Cuadro 42. Técnicos Asignados a la Base MEX3 - Actual .....	93
Cuadro 43. Técnicos Asignados a la Base MEX4 - Actual .....	93
Cuadro 44. Técnicos Asignados a la Base MEX5 - Actual .....	94
Cuadro 45. Resumen de Costos de Escenarios .....	98
Cuadro 46. Unidades Móviles Ubicación Propuesta .....	98
Cuadro 47. Resumen de Optimización Mejora por Rutas y Mejora por Territorios .....	106
Cuadro 48. Impacto de las Premisas – Escenario 1 y 2 .....	107
Cuadro 49. Ingreso por Tipo de Orden de Servicio .....	116
Cuadro 50. Costo Base/Día Nómina .....	116
Cuadro 51. Costo Base/Día Vehículo .....	117
Cuadro 52. Costo Base/Km .....	117

## GRÁFICAS

Gráfica 1. Porcentaje de Familias en Ordenes de Servicio .....	48
Gráfica 2. Porcentaje de Tipo de Orden de Servicio .....	49
Gráfica 3. Porcentaje Razón de Cancelación .....	50
Gráfica 4. Tiempos y Porcentaje de Tiempos .....	51
Gráfica 5. Kilómetros y Porcentaje de Kilómetros .....	51
Gráfica 6. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Lunes-Viernes) .....	53
Gráfica 7. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Sábado).....	54
Gráfica 8. Maximización de Tiempo de Cliente .....	63
Gráfica 9. Costos Orden de Servicio – Actual .....	65
Gráfica 10. Costos Orden de Servicio – Escenario 1 .....	67
Gráfica 11. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Lunes a Viernes) .....	75
Gráfica 12. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Sábado).....	76
Gráfica 13. Margen vs. Costo - Escenarios Analizados .....	81
Gráfica 14. Porcentajes Margen vs. Costo - Escenarios Analizados .....	81
Gráfica 15. Comparativo de los Elementos Optimizados para cada uno de los Escenarios Analizados..	84
Gráfica 16. Ordenes Anuales - Escenarios Analizados.....	85
Gráfica 17. Costo por Orden Promedio - Escenarios Analizados .....	85
Gráfica 18. Ingreso por Orden Promedio - Escenarios Analizados.....	86
Gráfica 19. Margen por Orden Promedio - Escenarios Analizados .....	86
Gráfica 20. Eficiencia Promedio Ordenes/Día - Escenarios Analizados .....	86

## FIGURAS

Figura 1. Organización de Territorios (Actual) .....	30
Figura 2. Actividades de Balanceo de Territorios y Ruteo Dinámico .....	32
Figura 3. Subprocesos de Ordenes de Servicio .....	44
Figura 4. Componentes del Subproceso Ejecución de Ordenes de Servicio .....	47
Figura 5. Premisas.....	56
Figura 6. Ubicación Gráfica Actual de las Unidades Móviles .....	91
Figura 7. Asignación Gráfica de Técnicos a las Unidades Móviles - Actual .....	94
Figura 8. Territorios de las Bases del Módulo Metropolitano - Actual.....	95
Figura 9. Diagrama de Flujo para Realizar el Modelo de Balanceo de Territorios .....	95
Figura 10. Modelo Gráfico del Balanceo de Territorios .....	96
Figura 11. Representación Gráfica del Escenario Baseline .....	97
Figura 12. Representación Gráfica del Escenario Facility Location con 5 Unidades Móviles .....	97
Figura 13. Ubicación Gráfica Propuesta de las Unidades Móviles .....	98
Figura 14. Ubicación de Unidades Móviles Actual vs. Propuesta .....	99
Figura 15. Asignación de Técnicos Base MEX1 Propuesta.....	99
Figura 16. Asignación de Técnicos Base MEX2 Propuesta.....	100
Figura 17. Asignación de Técnicos Base MEX3 Propuesta.....	100
Figura 18. Asignación de Técnicos Base MEX4 Propuesta.....	101
Figura 19. Asignación de Técnicos Base MEX5 Propuesta.....	101
Figura 20. Asignación Gráfica de Técnicos a las Unidades Móviles - Propuesta .....	102
Figura 21. Territorios de las Bases del Módulo Metropolitano - Propuesta.....	102
Figura 22. Ruteo Técnico T01004 vs. Ruteo RoutePro .....	103
Figura 23. Ruteo Técnico T01010 vs. Ruteo RoutePro .....	103
Figura 24. Ruteo Técnico T01029 vs. Ruteo RoutePro .....	104
Figura 25. Ruteo Técnico T01044 vs. Ruteo RoutePro .....	104
Figura 26. Ruteo Técnico T01066 vs. Ruteo RoutePro .....	105
Figura 27. Ruteo Técnico T01105 vs. Ruteo RoutePro .....	105
Figura 28. Ruteo Base MEX5 Territorio Actual vs. Territorio Propuesto.....	106
Figura 29. Campos de la Dirección del Cliente para Geocodificación .....	118

## ABSTRACT

La creciente necesidad de mejorar en cada uno de los eslabones de la cadena logística, asociado al auge del comercio electrónico ha llevado a la necesidad de trabajar más eficientemente en el área de transporte, sobre todo en cumplir con los compromisos de entrega y servicio a los clientes. Por lo tanto, la incorporación de herramientas orientadas a automatizar y administrar estos recursos debe tomarse en cuenta en empresas de servicios logísticos y de distribución de productos o servicios. Estas herramientas llevan varios años de posicionamiento en USA y Europa, pero con poca presencia en México. Los diferentes proveedores ofrecen ahorros de hasta un 30% en los costos de transporte.

El objetivo de la presente tesis fue el de plantear 3 posibles escenarios de ruteo de acuerdo a la operación en una empresa dedicada al mantenimiento de aparatos de línea blanca, de los cuales se eligió el Escenario 2 – Optimización de Infraestructura, siendo este el escenario con mayores beneficios económicos y el cual se utilizó para ejecutar el balanceo de territorios y ruteo dinámico.

Para ello se utilizó el software Route Pro de CAPS Logistics, el cual fue configurado con base en las premisas del escenario 2, obteniéndose una reducción en kilómetros del 21.4% debido al mejor armado de rutas y una reducción en kilómetros del 17.8% debido al balanceo de los territorios, lo cual da como resultado una reducción total de 39.2% de kilómetros en el análisis previo a la implementación de estas dos prácticas. Después de más de un año de que la empresa implementará la práctica de balanceo de territorios y ruteo dinámico en el módulo metropolitano ha obtenido ahorros reales del 35% con lo que respecta al área de kilómetros y por ende un ahorro en su operación, además de mejorar la atención al cliente.

Por lo que queda abierto para futuras investigaciones el estudio de los beneficios así como la factibilidad de implementación de un software de balanceo de territorios y ruteo dinámico en empresas de otro giro, con problemáticas y un modelo de operación distinto al mostrado en la presente tesis.

## SUMMARY

The increasing necessity to improve in each one of the links of the logistic chain, associated to the height of the electronic commerce has taken to the necessity to work more efficiently in the transport area, mainly in fulfilling the commitments of delivery and service to the clients. Therefore, the incorporation of oriented tools to automate and to administer these resources must be taken into account in companies from logistic services and product distribution or services. These tools take several years of positioning in the USA and Europe, but with little presence in Mexico. The different suppliers offer savings of until a 30% in the transport costs.

The objective of the present thesis was to raise 3 possible scenes of routing according to the operation in a company dedicated to the maintenance of electrical appliance, which Scene 2 was chosen - Infrastructure Optimization, being this scene with greater economic benefits and which was used to execute the territory planning and dynamic routing.

For it was used the software Route Pro of CAPS Logistics, which it was configured with base in the premises of scene 2, obtaining a reduction in kilometers of 21.4% due to the best construction of routes and a reduction in kilometers of 17.8% due to the territory planning, which gives like result a total reduction of 39.2% of kilometers in the previous analysis to the implementation of these two practices. After more from a year of which the company will implement the practice of territory planning and dynamic routing in the metropolitan module has obtained real savings of 35% with which it concerns to the area of kilometers and therefore a saving in its operation, besides to improve the attention to the client.

Reason why it is left for future investigations the study of the benefits as well as the feasibility of implementation territory planning and dynamic routing with a software in another type of companies with different problematic and operation model from the shown in the present thesis.

## INTRODUCCIÓN

Operar servicios de logística en un país sobre poblado y de amplia extensión territorial como México, cuya capital se ubica como la segunda más grande del mundo, superada solo por Nueva York [1], representa todo un desafío.

Y es que el país es un conglomerado de territorios con características y problemáticas muy diferentes. La parte rural, que abarca 94% de la extensión total se compone de poblados muy dispersos entre sí y con menos de 2,000 habitantes. Mientras que la urbana, donde vive el 66% del total de la población y cuya extensión abarca sólo 6% del territorio [2], enfrenta problemas como vialidades insuficientes, puesto que la pavimentación es inferior al 50% de la red vial [3].

A esto se suma el problema del tráfico. Tan sólo la ciudad de México tiene un parque vehicular, que crece 6% anualmente y unas 3,070 intersecciones con semáforos [3], lo que reduce la velocidad promedio en las vías primarias a 20 kilómetros por hora.

Dichos factores generan retraso en la distribución de las mercancías y en los servicios de logística [39]. Para responder a tales problemas se han creado sistemas de ruteo, cuya operación permite organizar las mejores alternativas de rutas, de acuerdo al número de vehículos disponibles, el tráfico, los límites de velocidad y las horas de servicio.

Estos sistemas, conocidos como optimizadores de rutas, son programas de cómputo basados en algoritmos de programación lineal, bajo una interfase gráfica y geográfica, que permiten conocer el trayecto más corto entre los puntos de una ruta. Las soluciones del mercado son una suite de productos que abarca planeación estratégica de territorios y rutas.

El objetivo de esta tesis es plantear 3 posibles escenarios de ruteo de acuerdo a la operación en una empresa dedicada a dar servicios de mantenimiento a aparatos electrodomésticos de línea blanca, de los cuales se elegirá el escenario con mayores beneficios económicos para ejecutar el balanceo de territorios y ruteo dinámico en un software de optimización y de esta manera verificar porcentajes de ahorros proyectados en las premisas establecidas en la modelación de los escenarios, e indicar las posibles acciones que deben ejecutarse para que los ahorros se lleven a cabo en la realidad con respecto a las oportunidades visualizadas en la operación de la empresa.

El presente trabajo de tesis consta de 6 capítulos, en el capítulo I se exponen algunos conceptos básicos de cadena de suministro así como de su administración además de la base teórica para la planeación de rutas de abastecimiento y de servicios. Las cuales son los fundamentos teóricos de los software de optimización.

En el capítulo II se presentan los antecedentes de la empresa, se ilustra el análisis preliminar de la situación de la empresa, el diagnóstico y la propuesta preliminares, así como la metodología utilizada para el diseño y análisis de escenarios logísticos y la elección del software de optimización.

Se revisaron las metodologías utilizadas en dos compañías de consultoría que permitieron tener acceso a esta información y las cuales utilizan los software Roadnet y RoadShow. Ninguna de ellas ha implementado este tipo de herramientas en una empresa de servicios y aunado a la problemática particular de la empresa se elaboró una metodología propia.

En el capítulo III se muestra un resumen general de los resultados obtenidos, los procesos implicados en el desarrollo de la cadena de suministro de la empresa, los componentes de la cadena logística a analizar, el análisis de información en forma tabular y gráfica.

En el capítulo IV se establecen las premisas utilizadas para el análisis de la cadena de suministro así como el impacto de la mismas tanto en tiempo, kilómetros y costos. Se exponen el análisis y diseño de los tres escenarios estudiados para esta empresa, mostrando los resultados contra el escenario actual así como sus variaciones. Además se muestra un resumen de los tres escenarios analizados.

En el capítulo V se muestran las consideraciones del subproceso de ejecución de ordenes de servicio y las consideraciones de los escenarios, así como las posibles acciones a llevar a cabo para ejecutar las premisas propuestas en el capítulo IV.

En el capítulo VI se muestran los resultados de las optimizaciones obtenidas con los software utilizados para el balanceo de territorios y ruteo dinámico, así como el comparativo de los resultados de la optimización objetivo versus los resultados obtenidos una vez implementadas las prácticas de balanceo de territorios y ruteo dinámico en la empresa.

Y por último se encuentran las conclusiones del proyecto, bibliografía utilizada, anexos, glosario de términos utilizados así como los diagramas de costos utilizados para el cálculo de los costos e indicadores mencionados a lo largo de esta tesis.

El tipo de referencia utilizada en la presente tesis fue basada en la norma Vancouver y en la norma ISO 7144.

## **CAPITULO I. INTRODUCCIÓN TEÓRICA**

### **CONCEPTOS BÁSICOS DE CADENA DE SUMINISTRO**

La cadena de suministro incluye las actividades de las compañías y de los negocios necesarios para diseñar, hacer, entregar y usar un producto o servicio [4]. Los negocios dependen de sus cadenas de suministro para proveerles con lo que necesitan para sobrevivir dentro del ámbito de sus competencias. Cada negocio encaja dentro de una o más cadenas de suministro y tiene un rol que jugar en cada una de ellas.

El paso acelerado del cambio y la incertidumbre a cerca de la forma en que evolucionarán los mercados ha hecho que sea de suma importancia para las compañías, estar pendientes de las cadenas de suministro en las que participan, al igual que comprender los roles que juegan. Aquellas compañías que aprendan como construir y participar en cadenas fuertes tendrán una ventaja competitiva substancial en sus mercados [5].

La práctica de la administración de la cadena de suministro se guía por unos conceptos básicos que no han cambiado mucho a lo largo de los siglos. Hace muchos cientos de años, Napoleón puso la marca, “un ejercito marcha con su estomago” [6]. Napoleón era un maestro estratega y un general con mucha habilidad y esta marca muestra que él claramente comprendió la importancia de lo que nosotros llamaríamos en la actualidad una cadena de suministro eficiente. A menos que los soldados sean alimentados, el ejército no se puede mover.

En este mismo orden de ideas, hay otro dicho que dice “los amateurs hablan de estrategia mientras que los profesionales hablan de logística” [6]. La gente puede discutir todo tipo de grandes estrategias y de maniobras certeras, pero nada de eso sería posible sin imaginarse primero como cubrir las demandas que día a día se van gestando para proveer a un ejército con combustible, refacciones, refugio y municiones. Esto tiene muchas analogías en los negocios.

El término de “cadena de suministro” surgió a finales de los 80’s y se expandió su uso en los 90’s. Antes de estas fechas, los negocios utilizaban términos como “logística” y “administración de operaciones” [4]. Algunas definiciones de cadena de suministro se mencionan a continuación:

“Una cadena de suministro es la alineación de Firmas que llevan productos o servicios al mercado” [7]

“Una cadena de suministro consiste de todas las etapas involucradas, directa o indirectamente, en el cumplimiento de los requerimientos de un cliente. La cadena de suministro no sólo incluye al fabricante y proveedores, sino al transporte, almacenes, detallistas y los propios consumidores” [4]

“Una cadena de suministro es una red de facilidades y opciones de distribución que ejecuta las funciones de gestión de adquisiciones de los materiales, la transformación de esos materiales en productos intermedios y terminados, y la distribución de estos productos terminados al consumidor” [8]

Si esto es una cadena de suministro entonces se puede definir la administración de la cadena de suministro como las cosas que se hacen para influenciar la conducta de la cadena de suministro y obtener los resultados que se quieren. Algunas definiciones de administración de la cadena de suministro son:

“La coordinación sistemática y estratégica de la función tradicional de negocios y las tácticas a lo largo de estas funciones de negocios dentro de una compañía en particular y a lo largo de los negocios dentro de la cadena de suministro, con el propósito de mejorar el desempeño a largo plazo de compañías individuales y de la cadena de suministro en su totalidad” [9]

“Administración de la cadena de suministro es la coordinación de producción, inventario, ubicación y transporte entre los participantes de una cadena de suministro para alcanzar la mejor mezcla de responsabilidad y eficiencia para el mercado que se atiende” [6]

Hay una diferencia entre el concepto de administración de la cadena de suministro y el concepto tradicional de logística. La logística se refiere típicamente a las actividades que ocurren dentro de las fronteras de una sola organización y la cadena de suministro se refiere a redes de compañías que trabajan de manera conjunta y coordinan sus acciones para entregar un producto al mercado.

También la logística tradicional se enfoca en actividades tales como gestión de compras, distribución, mantenimiento y administración de inventarios [10]. La administración de la cadena de suministro reconoce todo lo de la logística tradicional y también incluye actividades tales como mercadotecnia, desarrollo de nuevos productos, finanzas y servicio al cliente [5].

En la visión más amplia de la cadena de suministro, estas actividades adicionales se ven ahora como una parte del trabajo que se necesita para cumplir con los requerimientos del cliente. La administración de la cadena de suministro ve a la cadena de suministro y a las organizaciones que forman parte de ella como una sola entidad. Es un enfoque de sistemas para comprender y administrar las diferentes actividades que se necesitan para coordinar el flujo de los productos y servicios con la finalidad de atender mejor al cliente final.

Si se consideran de manera individual, los diferentes requerimientos siempre tienen necesidades que entran en conflicto. Por ejemplo, el requerimiento de altos niveles de servicio al cliente implica mantener altos niveles de inventario, pero posteriormente el requerimiento de operar eficientemente implica reducir los niveles de inventario. Sólo cuando estos requerimientos se ven de manera conjunta como parte de una fotografía grande, es cuando se pueden encontrar formas efectivas de balancear sus diversas demandas.

La administración efectiva de la cadena de suministro requiere de mejoras simultáneas tanto en los niveles de servicio al cliente como la eficiencia interna de las compañías que operen dentro de la cadena de suministro. El servicio al cliente en su nivel más básico significa altas tasas consistentes de ordenes suministradas, altas tasas de entregas a tiempo y una tasa muy baja de productos retornados por los clientes por cualquier motivo [5]. La eficiencia interna de las organizaciones que forman parte de la cadena de suministro significa que estas organizaciones obtienen una tasa atractiva de recuperación de la inversión en inventarios y otros activos y que además encuentran caminos para reducir sus gastos operativos y de ventas [11].

Existe un patrón básico en la práctica de la administración de la cadena de suministro. Cada cadena tiene su propia configuración única de demandas de sus mercados y retos operativos. Las compañías que conforman una cadena de suministro deben tomar decisiones individuales y colectivas respecto a sus acciones en cinco áreas [4]:

1. *Producción.*- ¿Qué productos quiere el mercado?, ¿Cuánto y cuando de que producto se debe producir? Esta actividad incluye la creación de programas maestros de producción que tomen en consideración la capacidad de la planta, el balanceo de cargas de trabajo, el control de calidad y el mantenimiento del equipo.
2. *Inventario.*- ¿Qué tipo de inventario se debe almacenar en cada etapa dentro de una cadena de suministro?, ¿Cuánto inventario se debe mantener como materia prima, producto semi-terminado o terminado? El propósito principal del inventario es actuar como una protección contra la incertidumbre en la cadena de suministro. Sin embargo, mantener inventario puede ser costoso, por lo que ¿Cuáles son los niveles óptimos de inventario y sus puntos de reorden?
3. *Ubicación.*- ¿En donde se deben ubicar las facilidades para la producción y almacenamiento de inventario?, ¿En donde se encuentran las ubicaciones más eficientes en términos de costo para la producción y para el almacenamiento de inventario?, ¿Se deben utilizar las facilidades actuales o se deben construir nuevas facilidades? Una vez que se han tomado estas decisiones van a determinar los caminos posibles disponibles para que fluya el producto hasta el cliente final.
4. *Transporte.*- ¿Cómo se debe mover el inventario de una ubicación en la cadena de suministro a otra? La carga aérea y la entrega de productos vía terrestre son generalmente rápidos y confiables pero son caros. Embarcar los productos vía marítima o ferroviaria es mucho menos caro pero usualmente involucra tiempos de tránsito más largos y mayor incertidumbre. Esta incertidumbre se debe compensar a través de mayores niveles de inventario. ¿Cuándo es mejor utilizar que modo de transporte?
5. *Información.*- ¿Cuántos datos se deben recabar y cuanta información se debe compartir? La información exacta y a tiempo mantiene la promesa de una mejor coordinación y una mejor toma de decisión. Si se tiene buena información, la gente puede tomar decisiones efectivas acerca de que producir y cuanto, acerca de donde ubicar el inventario y como transportarlo de la mejor manera.

La suma de estas decisiones definirá la capacidad y efectividad de la cadena de suministro de una compañía. Las cosas que pueda hacer una compañía y las formas en que pueda competir en sus mercados dependen mucho de la efectividad de su cadena de suministro. Si la estrategia de una compañía es atender un mercado masivo y competir con base al precio, es preciso que tenga una cadena de suministro que este optimizada para bajos costos [12]. Si la estrategia de una compañía es atender un mercado segmentado y competir con base al servicio al cliente y conveniencia, es preciso que tenga una cadena de suministro que este optimizada para responder al cliente [13]. Lo que es una compañía y lo que pueda hacer lo configura su cadena de suministro y los tipos de mercados que atiende.

### ***Como funciona la cadena de suministro***

El objetivo o misión de la administración de la cadena de suministro se puede definir como un incremento de las ventas hacia el consumidor final mientras simultáneamente se reduce tanto el inventario como los gastos de operación. Dependiendo del mercado que atienda, las ventas ocurren por diferentes razones. En algunos mercados, los clientes valoran y pagarán por altos niveles de servicio. En otros mercados los clientes buscan el precio más bajo para un artículo.

Como ya se mencionó con anterioridad en la sección pasada, existen cinco áreas en las cuales las compañías pueden tomar decisiones que definirán las capacidades de sus cadenas de suministro: producción, inventario, ubicación, transporte e información. Estas áreas son elementos de desempeño que se pueden administrar para producir las capacidades que se necesitan para una cadena de suministro dada.

La administración efectiva de la cadena de suministro implica un conocimiento de cada elemento y como opera. Cada elemento tiene la habilidad de afectar directamente la cadena de suministro así como de habilitar ciertas capacidades. Revisemos cada uno de estos elementos de forma individual para ver los resultados que se pueden obtener al mezclar diferentes combinaciones de estos elementos.

### Producción

La producción se refiere a la capacidad de una cadena de suministro de hacer y almacenar productos [14]. Las facilidades de producción son fábricas y almacenes. La decisión fundamental que enfrentan los gerentes en términos de producción es como resolver la opción que se tiene entre capacidad de respuesta o eficiencia. Si las fábricas y los almacenes se construyen con mucho exceso de capacidad, pueden ser muy flexibles y tener una respuesta rápida a cambios pronunciados en la demanda de los productos.

Las facilidades en donde toda o casi toda la capacidad se utiliza, no son capaces de responder fácilmente a las fluctuaciones de la demanda. Por el contrario, la capacidad cuesta dinero y un exceso de capacidad es capacidad inactiva sin uso y sin generación de ingresos. De modo que mientras más exceso de capacidad se tenga, las operaciones se convierten menos eficientes.

Las fábricas se pueden construir de acuerdo a los dos siguientes enfoques:

1. *Enfoque de producto.*- Una fábrica que utiliza este enfoque desarrolla un rango de operaciones diferentes que se requieren para hacer una línea de producto dada desde la fabricación de diferentes partes de productos hasta el ensamble de estas partes [15].
2. *Enfoque funcional.*- Un enfoque funcional se concentra en desarrollar pocas operaciones tales como hacer sólo un grupo selecto de partes o bien sólo ensamblarlas. Estas funciones se pueden aplicar para hacer muchos tipos de productos [15].

Un enfoque funcional resulta en un alto nivel de conocimientos acerca de funciones particulares en vez de un alto nivel de conocimientos en un producto dado. Las compañías necesitan decidir que enfoque o cual mezcla de estos dos enfoques les proporcionará la capacidad y la pericia que necesitan para responder mejor a las demandas de los clientes.

Al igual que con las fábricas, los almacenes también se pueden construir con diferentes enfoques. Existen tres principales enfoques que se utilizan en un almacén.

1. *Almacenamiento Stock Keeping Unit (SKU).*- En este enfoque tradicional, todo lo relacionado con un producto dado se almacena junto. Esta es una forma eficiente y fácil de entender para almacenar productos [14].

2. *Almacenamiento de trabajo por lotes.*- En este enfoque, todos los diferentes productos relacionados con las necesidades de un cierto tipo de cliente o relacionados con las necesidades de un trabajo en particular se almacenan juntos. Esto permite una operación eficiente de recolección y empaque, pero usualmente requiere de más espacio de almacenamiento que el enfoque tradicional SKU [14].
3. *Cruce de andenes (Crossdocking).*- Un enfoque del que fue el pionero Wal-Mart en su meta por incrementar la eficiencia es su cadena de suministro. En este enfoque, el producto no se almacena en la bodega. Por el contrario, este sitio se utiliza para albergar un proceso en donde los vehículos de los proveedores llegan y descargan grandes cantidades de diferentes productos. Estos lotes grandes son posteriormente separados en lotes pequeños. Los lotes pequeños de diferentes productos se recombinan de acuerdo a las necesidades del día y se cargan rápidamente en el vehículo de reparto que moverá los productos a su destino final [14].

### Inventario

El inventario se esparce a lo largo de la cadena de suministro e incluye todo (desde materia prima hasta trabajo en proceso y producto terminado) lo que manejan los fabricantes, distribuidores y detallistas en una cadena de suministro. Nuevamente, los gerentes deben decidir donde se quieren posicionar en la disyuntiva entre capacidad de respuesta y eficiencia. Mantener grandes cantidades de inventario le permite a una compañía o a una cadena de suministro completa tener mucha capacidad de respuesta a las fluctuaciones en la demanda de los clientes. Sin embargo, la creación y almacenamiento de inventario es un costo y para alcanzar altos niveles de eficiencia, el costo del inventario se debe mantener tan bajo como sea posible [16].

Existen tres decisiones básicas por hacer respecto a la creación y mantenimiento de inventario:

1. *Ciclo de inventario.*- Esta es la cantidad de inventario necesaria para satisfacer la demanda del producto en el período entre las compras del producto [17]. Las compañías tienden a producir y a comprar en grandes lotes con la finalidad de obtener las ventajas de las economías de escala. Sin embargo, grandes lotes traen consigo un incremento en los costos de acarreo. Los costos de acarreo se dan por el costo de almacenar, manejar y asegurar el inventario [18]. Los gerentes enfrentan la disyuntiva entre el costo reducido de ordenar productos al comprarlos en gran escala con mejores precios de compra y el incremento en el costo de acarreo del ciclo de inventario que trae las compras en grandes lotes.
2. *Inventario de seguridad.*- Es el inventario que se mantiene como protección contra la incertidumbre [17]. Si el pronóstico de la demanda se puede hacer con mucha precisión, entonces el único inventario que se requeriría sería el de ciclo de inventario. Pero debido a que cada pronóstico tiene un grado de incertidumbre, se cubre esa incertidumbre manteniendo inventario adicional en caso de que súbitamente la demanda sea mayor que lo anticipado. La disyuntiva aquí es sopesar el costo de acarreo de inventario extra contra el costo de perder ventas debido a un inventario insuficiente [19].
3. *Inventario de temporada.*- Este es un inventario que se genera en anticipación a incrementos predecibles de la demanda que ocurren en un cierto período del año [17]. Por ejemplo, es predecible que la demanda de anticongelantes se incrementa en el invierno. Si una compañía que fabrica anticongelantes tiene una tasa de

producción fija que es cara a los cambios, entonces tratará de fabricar el producto a una tasa constante a lo largo del año y tendrá inventario durante períodos de baja demanda para cubrirse en los períodos de alta demanda que excedan su tasa de producción. La alternativa de tener inventario de temporada es invertir en facilidades de manufactura que puedan cambiar rápidamente sus tasas de producción de diferentes productos para responder a los incrementos en la demanda. En este caso, la disyuntiva está entre el costo de acarreo del inventario de temporada y el costo de tener facilidades con capacidades más flexibles de producción [16].

### Ubicación

La ubicación se refiere al sitio geográfico de una facilidad en la cadena de suministro [20]. También incluye las decisiones relacionadas con que actividad se debe desempeñar en cada facilidad. La disyuntiva entre la capacidad de respuesta versus la eficiencia está en la decisión de si se centralizan actividades en menores localidades para obtener economías de escala y eficiencia, o si se descentralizan actividades en muchas localidades cercanas a los clientes y a los proveedores con la finalidad de que las operaciones tengan mayor capacidad de respuesta [21].

Cuando se toman decisiones sobre la ubicación de una facilidad, los gerentes necesitan considerar un rango de factores que se relacionan con una ubicación específica, que incluyen el costo de las facilidades, el costo de la mano de obra, las habilidades disponibles dentro de la fuerza de trabajo, las condiciones de la infraestructura, los impuestos y tarifas y la proximidad a los proveedores y los clientes [21]. Las decisiones de ubicación tienden a ser decisiones muy estratégicas porque comprometen altas cantidades de dinero en planes a largo plazo.

Las decisiones de la ubicación de las facilidades tienen un fuerte impacto en el costo y en las características del desempeño de la cadena de suministro. Una vez que se determina el tamaño, el número y la ubicación de las facilidades, que también define el número de caminos posibles a través de los cuales puede fluir un producto en su camino hacia el cliente final.

Las decisiones de la ubicación de facilidades refleja la estrategia básica de una compañía para construir y entregar sus productos al mercado.

### Transporte

Se refiere al movimiento de todo, desde materia prima hasta producto terminado entre las diferentes facilidades de una cadena de suministro. En el transporte, la disyuntiva entre la capacidad de respuesta y la eficiencia se manifiesta en la elección del modo de transporte. Los modos rápidos de transporte como los aviones tienen mucha capacidad de respuesta pero también son más costosos. Los modos de transporte más lentos como el barco y el ferrocarril son muy eficientes en términos de costo pero no tienen tanta capacidad de respuesta [4]. Debido a que el costo del transporte puede representar tanto como un tercio del costo de operación de una cadena de suministro, las decisiones que se tomen son muy importantes [20].

Existen seis modos de transporte básico que puede escoger una compañía para efectuar sus movimientos [22]:

1. *Barco*.- El cual es muy eficiente en términos de costo pero también es el modo de transporte más lento. Está limitado a usarse entre ubicaciones que están situadas cerca de aguas navegables y de facilidades tales como puertos y canales.
2. *Tren*.- El cual también es muy eficiente en términos de costo pero puede ser lento. Este modo también está restringido su uso entre ubicaciones que atienden las vías del tren.
3. *Ductos*.- Pueden ser muy eficientes pero están restringidos a productos como los líquidos o gases tales como el agua, aceite y gas natural.
4. *Camiones*.- Son un modo de transporte relativamente rápido y muy flexible. Los camiones pueden ir casi a cualquier parte. El costo de este modo varía debido a las fluctuaciones existentes en el costo del combustible y a las condiciones de los caminos.
5. *Aviones*.- Son un modo de transporte muy rápido y con mucha capacidad de respuesta. También es el modo de transporte más caro y está limitado de alguna manera por la disponibilidad de aeropuertos apropiados.
6. *Transporte electrónico*.- Es el modo de transporte más rápido y es muy flexible y muy eficiente en términos de costo. Sin embargo, únicamente se puede usar para el movimiento de cierto tipo de productos tal como la energía eléctrica, datos y productos compuestos de datos (música, fotos, texto).

Algún día, la tecnología que nos permita convertir la materia en energía y viceversa pueda reescribir por completo la teoría y la práctica de la administración de la cadena de suministro.

Dado estos diferentes modos de transporte y la ubicación de las facilidades en una cadena de suministro, los gerentes necesitan diseñar rutas y redes para mover los productos. Una ruta es el camino a través del cual se mueven los productos y las redes están compuestas por varios caminos y facilidades conectadas por esos caminos [20]. Como una regla general, mientras más alto sea el valor de un producto (por ejemplo un componente electrónico o un producto farmacéutico) más se debe enfatizar su red de transporte hacia una respuesta rápida, por el contrario, mientras menos sea el valor de un producto (por ejemplo productos a granel como el grano o madera para la construcción), más se debe enfatizar su red de transporte hacia la eficiencia [23].

### Información

La información es la base bajo la cual se toman las decisiones respecto a los otros cuatro elementos de la cadena de suministro (producción, inventario, ubicación y transporte) [5]. Es la conexión entre todas las actividades y operaciones en la cadena de suministro. Bajo el supuesto que esta conexión es fuerte (por ejemplo que los datos sean exactos, a tiempo y completos), las compañías en una cadena de suministro serán capaces de tomar decisiones buenas cada una, para sus propias operaciones. Esto también tiende a maximizar las ganancias de una cadena de suministro como un todo. Así es la manera en que la bolsa de valores u otros mercados libres funcionan, y las cadenas de suministro tienen mucho de la misma dinámica de los mercados [6].

La información se utiliza para dos propósitos principales en una cadena de suministro:

1. *Coordinación diaria de actividades* relacionadas con el funcionamiento de los otros cuatro elementos de la cadena de suministro: producción, inventario, ubicación y transporte. Las compañías dentro de una cadena de suministro utilizan los datos disponibles del suministro y demanda de un producto para decidir los programas de producción semanales, los niveles de inventarios, las rutas de transporte y las ubicaciones para alojar el stock [4].
2. *Pronosticar y planear* con anticipación y cubrir las demandas futuras. La información disponible se utiliza para hacer pronósticos tácticos para guiar los programas de producción mensual o trimestral, así como los itinerarios. La información disponible también se utiliza para hacer pronósticos estratégicos como guía para saber si se construyen nuevas facilidades, para ingresar a un mercado nuevo, o bien para salir de un mercado existente [14].

Dentro de la cadena de suministro como un todo, la disyuntiva que las compañías enfrentan en términos de información entre la capacidad de respuesta versus la eficiencia es decidir cuanta información se va a compartir con las otras compañías y cuanta información se debe mantener privada. Mientras más información entre las compañías se comparta acerca del suministro de un producto, de la demanda del cliente, del pronóstico del mercado, y la programación de la producción, tendrán más capacidad de respuesta. Sin embargo, si se balancea esta apertura, cada compañía tiene sus propias preocupaciones de revelar información que pudiera ser usada en su contra por un competidor.

## **TEORÍA DE PLANEACIÓN RUTAS DE ABASTECIMIENTO Y DE SERVICIOS**

La planeación de rutas de abastecimiento y de servicios es la más importante decisión operacional relacionada con el transporte en toda cadena de suministro. Consiste en decidir cuales clientes visitar con un vehículo en particular y en que secuencia se debe de realizar la visita para tener los menores costos, cumpliendo con un nivel de servicio dado.

Debido a la complejidad de este tipo de problemas se han desarrollado herramientas computacionales para determinar soluciones óptimas de acuerdo a criterios de costos, distancias, tiempo, entre otros.

### ***Problemas de ruteo de vehículos***

La logística de una compañía involucra una gran cantidad de componentes. Los más conocidos y estudiados son [20]: Metas de servicio al cliente, Estrategia de ubicación de las facilidades, Decisiones de inventario y Estrategia de transporte. La estrategia de transporte toma mayor relevancia al revisar los componentes de costos en las compañías, en donde sobresale que este componente causa entre uno y dos tercios de los costos totales de logística [20].

Una de las formas más usadas para lograr reducciones de costos de transporte y mejorar los niveles de servicio es la construcción de rutas que minimicen el tiempo o la distancia. Esta intención es en sí el objetivo del ruteo de vehículos, que pretende encontrar la secuencia de visita de un conjunto de vehículos a un conjunto de ubicaciones de manera que se minimice el tiempo o la distancia total de viaje.

Otra versión de esta definición dice que el objetivo es diseñar un conjunto de rutas de entrega para una flota de vehículos desde una bodega central a un conjunto de puntos de demanda teniendo en cada uno requerimientos de servicios conocidos de manera que se minimiza la distancia total recorrida por la flota. [24]

Se reconoce como objetivos que acompañan al ruteo de vehículos a [25]:

- ✓ Ubicar los bienes en los vehículos de manera que no sean requeridos muchos camiones.
- ✓ Rutear cada camión para reducir el tiempo de viaje.
- ✓ Un camión sólo puede llevar una cantidad limitada de volumen de carga.
- ✓ El peso de la carga que lleva un camión debe respetar límites especificados por la ley.
- ✓ Puede ser posible que la entrega a un cliente se pueda realizar únicamente entre un espacio definido de tiempo, que se conoce técnicamente como Ventana de Tiempo.
- ✓ Los conductores pueden trabajar por un tiempo limitado.

### ***Organización de los Transportes***

La organización de los transportes depende de la distribución geográfica de los puntos (fábricas, almacenes, clientes) entre los cuales se realiza el flujo de los productos o servicios.

Toda operación de transporte está integrada en una de las tres funciones aseguradas por el sistema logístico para el caso de productos son: aprovisionamiento, producción y distribución física; en el caso de servicios son: solicitud del servicio, programación del servicio y ejecución del servicio [10].

Podemos, pues, distinguir dos grandes categorías de problemas en la organización de los transportes: por una parte la elección del medio y por otra la programación de los movimientos [26].

Prácticamente, la elección de los medios, es decir, de los modos de transporte, de la capacidad necesaria y del sistema de explotación debe ser realizada al mismo tiempo que la localización de los puntos de tránsito.

### ***Programación de los vehículos***

Los vehículos utilizados con objeto de satisfacer, la demanda de productos o servicios, de los lugares donde los productos están disponibles y los servicios son recibidos y programados. Estos puntos, llamados fuentes, pueden ser proveedores, fábricas, almacenes, call center [27].

Conocidos los medios adecuados, el plan de transporte debe determinar [27]:

- En qué proporción cada fuente contribuye a satisfacer la demanda del producto o servicio.
- La afectación de los medios de transporte disponibles para su correspondiente utilización.
- La correspondiente planeación de rutas de abastecimiento o servicio.

## ***Toma de Decisiones en Distribución***

Varios problemas importantes se presentan en la toma de decisiones dentro del área de distribución física [28]:

- 1) A nivel estratégico se debe decidir sobre la capacidad y localización de instalaciones (plantas, almacenes).
- 2) A nivel táctico, la definición del tamaño y mezcla de los medios de transporte es de vital relevancia.
- 3) Finalmente, a nivel operativo, la determinación de la ruta de los vehículos a través de un grupo de consumidores, y su programación para satisfacer limitaciones de tiempo y precedencias son problemas de importancia a resolver.

La importancia de los costos de distribución asociados a los problemas descritos previamente justifica un especial tratamiento en su solución.

## ***Problemas de Ruteo y Programación de Vehículos***

Los problemas de ruteo y programación tienen un impacto relevante en el costo de transporte y el nivel de servicio al cliente.

Se identifican 3 tipos básicos de problemas de ruteo [26]:

- 1) Encontrar una ruta en una red donde el origen es diferente al punto destino.
- 2) Definir rutas de transporte entre múltiples orígenes y destinos.
- 3) El problema de rutear vehículos cuando el origen y el punto destino son los mismos.

La solución del primer tipo de problema se facilita mediante el uso de métodos para encontrar los caminos más cortos entre puntos.

El segundo tipo de problema ha sido resuelto mediante la aplicación del método de transporte y variaciones de éste.

La solución del tercer tipo de problema incluye la utilización de numerosos y diversos modelos como el del agente viajero (TSP) [29], ruteo de vehículos (VRP) [30], el VRP con ventanas de tiempo (VRPTW), el problema de recoger y entregar (PDP), el problema de ruteo e inventario (IRP), y otros.

## ***Descripción de Problemas de Ruteo con Mismo Origen y Destino***

*Problema del Agente Viajero.* Consiste en encontrar la secuencia de puntos que el agente debe visitar iniciando y regresando al mismo punto, minimizando la distancia o tiempo total [29].

*Problema de Ruteo de Vehículos.* Un número de vehículos con capacidad limitada debe servir un conjunto determinado de consumidores con cierta demanda y satisfaciendo limitaciones, como los son horarios de carga y descarga, kilómetros y tiempos de ruta. El objetivo es el de asignar vehículos a consumidores y definir la secuencia de visitas para minimizar costos, distancias o tiempos [30].

El Problema de Recoger y Entregar. Al problema anterior se le incluye la posibilidad de recoger artículos [31].

Problema de Ruteo e Inventarios. Un almacén central con capacidad ilimitada sirve un conjunto de detallistas con cierta demanda fija. El objetivo es el de asignar vehículos y determinar sus cargas para reponer inventarios de los detallistas al mínimo costo de transporte e inventarios [20].

### **Problema de Ruteo de Vehículos**

Se tiene una flota de vehículos idénticos para hacer entregas de un almacén central a un conjunto de clientes.

El problema básico consiste en determinar la ruta de cada vehículo, dónde cada ruta inicia y termina en el almacén central después de realizar una secuencia de visitas a un grupo de clientes. Cada cliente se asigna a un vehículo solamente y la capacidad del vehículo no debe excederse. Todo esto al mínimo costo [32].

La determinación puede resultar en rutas fijas a realizar o en rutas variables en cada período que dependerán de la demanda de los clientes.

Los parámetros básicos se describen a continuación [32]:

$K$  = número de vehículos.

$n$  = número de clientes a servir, dónde el índice 0 se le asigna al almacén central.

$b$  = capacidad de cada vehículo (volumen, peso u ordenes de servicio).

$a_i$  = tamaño de la entrega al cliente  $i$ .

$c_{ij}$  = costo directo de transportar del punto  $i$  al  $j$  ( $c_{ij} = c_{ji}$ ).

Aspectos Adicionales del Problema [26]:

- Los costos de transporte pueden ser asimétricos.
- Otras características de los vehículos:
  - Vehículos diferentes.
  - Limitaciones simultáneas (volumen y peso).
  - Capacidad compartida de varios tipos de artículos.
  - Compatibilidad entre vehículo y cliente.
  - Varios viajes en el horizonte de planeación.
- Además de entregar se requiere recoger artículos.
- Limitación en el tiempo total del viaje.
- La existencia de "ventanas de tiempo" con los clientes.
- Limitaciones de precedencia entre clientes.
- La existencia de almacenes múltiples con flotilla de vehículos asignados a ellos.
- En lugar de cantidad fija de vehículos, definir cuántos.
- Entrega a ciertos clientes es opcional incurriéndose en castigo.
- Determinar cantidad de artículos y rutas para abastecer clientes.

## ***Evolución de Metodología de Solución***

Se identifican 3 generaciones de algoritmos desarrollados para resolver el problema de ruteo de vehículos.

*Algoritmos de Primera Generación.-* Consiste de métodos heurísticos. El algoritmo representativo es el de Clarke and Wright [29], que es el que ha perdurado por su flexibilidad para considerar restricciones de diversa naturaleza

*Algoritmos de Segunda Generación.-* Se caracterizan por la aplicación de programación matemática para desarrollar métodos de solución, mediante la utilización de modelos que aproximaban el problema de ruteo [33].

*Algoritmos de Tercera Generación.-* La investigación sobre el problema de ruteo se centra en el desarrollo de algoritmos "robustos" que puedan aplicarse a una amplia gama de situaciones problemáticas [34]. Un enfoque para lograr lo anterior es la utilización de enfoques interactivos a través de interfases con el tomador de decisiones. Otro es la utilización de la inteligencia artificial.

### ***Algoritmos de Primera Generación***

Los algoritmos de primera generación pueden ser de los siguientes tipos.

*Algoritmos de Construcción de Rutas.-* En éstos, un enlace entre 2 clientes se incluye secuencialmente hasta que todos han sido asignados a una ruta [32]. Cada vez que se agrega un cliente, se determina si la capacidad del vehículo y otras restricciones adicionales se satisfacen. La selección de un enlace se basa en los ahorros en costo.

*Algoritmos de Mejora de Rutas.-* Éstos inician con una ruta factible y en cada iteración, alguna combinación de intercambio de enlaces que sea factible y ahorre costos se lleva a cabo [32].

*Algoritmos de 2 Fases.-* Los algoritmos de este tipo inician asignando clientes a cada vehículo sin violar su capacidad como primera fase. Posteriormente se define la secuencia en que cada cliente debe ser visitado como una segunda fase [32].

### ***Algoritmos de la Segunda Generación***

Los algoritmos de ésta generación son heurísticos basados en programación matemática. Los más representativos se basan en la solución de los problemas de asignación generalizada y el de "set partitioning" [29].

El algoritmo de Fisher & Jaikumar consiste en 2 fases; La primera resuelve el problema de asignación generalizada para asignar clientes a los vehículos y; La segunda fase resuelve problemas del agente viajero para definir la secuencia de visitas en cada ruta para cada vehículo [29].

## ***Sistemas de Tercera Generación***

Los algoritmos son incorporados a sistemas computacionales con alto grado de interacción del tomador de decisiones [35].

Algunos incorporan el uso de mapas digitales “inteligentes” [35].

Entre los sistemas más comercializados están CAPS RoutePro y DESCARTES RoadShow [35].

### ***Principios para Ruteo y Programación de Vehículos***

- Cargar vehículos con demanda de clientes cercanos unos a otros [26].
- Construir rutas iniciando con el cliente más lejano.
- La secuencia de visitas a clientes debe formar un patrón de lágrima [26].
- Las rutas más eficientes son elaboradas usando los vehículos más grandes.
- Los servicios de “recoger” deben mezclarse entre los de entrega, en lugar de asignarse al final de la ruta [26].
- Deben evadirse “ventanas de tiempo” muy limitadas [36].

Como puede observarse existe una gran cantidad de conceptos y elementos sobre los cuales están soportadas las herramientas de optimización y debido a la gran complejidad de los elementos implicados en el balanceo de territorios y ruteo dinámico, es importante echar mano de la tecnología existente en la solución de problemas logísticos complejos, las cuales además de ayudar a reducir el tiempo de planeación de la operación, entregando buenos resultados que dan a la compañía una serie de beneficios, entre los que destaca un menor kilometraje recorrido y por lo tanto reducción de tiempo y costos y un mejor servicio al cliente.

Otro punto muy importante es considerar dentro de la teoría tradicional los apoyos tecnológicos que existen actualmente, no solamente por resolver problemas logísticos complejos y reducir tiempos de planeación, sino además de dar una visión más clara de las soluciones prácticas en el área de logística tanto alumnos de licenciatura y maestría en las áreas de ingeniería industrial y todas las áreas afines.

Por lo que el objetivo de la presente tesis es plantear 3 posibles escenarios de ruteo de acuerdo a la operación en una empresa dedicada a dar servicios de mantenimiento a aparatos electrodomésticos de línea blanca, de los cuales se elegirá el escenario con mayores beneficios económicos para ejecutar el balanceo de territorios y ruteo dinámico en un software de optimización y de esta manera verificar porcentajes de ahorros proyectados en las premisas establecidas en la modelación de los escenarios, e indicar las posibles acciones que deben ejecutarse para que los ahorros se lleven a cabo en la realidad con respecto a las oportunidades visualizadas en la operación de la empresa.

Esto con la finalidad de obtener mejoras en la ejecución de los servicios, mejorando la atención que se le brinda al cliente, dándole un valor agregado al servicio de mayor rapidez de respuesta. Además de conseguir ahorros potenciales significativos.

En el siguiente capítulo se presentan los antecedentes de la empresa, el análisis, diagnóstico y propuesta preliminar para la ejecución del balanceo de territorios y ruteo dinámico, la metodología utilizada y la elección del software de optimización.

## **CAPITULO II. ANTECEDENTES Y METODOLOGÍA**

### **ANTECEDENTES DE LA EMPRESA**

La compañía estudiada en la presente tesis, es una empresa de servicios de mantenimiento de productos de línea blanca, que atiende las distintas necesidades de postventa de los consumidores, ocupando el segundo lugar dentro de su ramo [40], situación que produjo la iniciativa de realizar un análisis en sus operaciones en busca de áreas de oportunidad no solamente para reducir sus costos, si también para mejorar su nivel de servicio y poder consolidarse como la empresa líder dentro de su ramo.

Consta con personal capacitado técnicamente, además de una infraestructura operativa en Latinoamérica, representando México el 65% del mercado que atiende actualmente [40].

La empresa fue fundada en Abril de 1992 y en este momento consta con 28 centros de servicio y más de 250 talleres autorizados distribuidos estratégicamente en toda la Republica Mexicana [40].

La gama de servicios que ofrece la empresa incluye la reparación de aparatos con garantía de fábrica. Los aparatos de línea blanca que ya están fuera de garantía también pueden recibir el servicio, el técnico quien revisa el aparato para detectar la falla, realiza un presupuesto que incluye la mano de obra y las refacciones necesarias. (Esta visita tiene un costo para el cliente y es reembolsable una vez aceptado el presupuesto). La empresa también ofrece contratos de extensión de garantía, mantenimiento preventivo y correctivo a los aparatos de línea blanca.

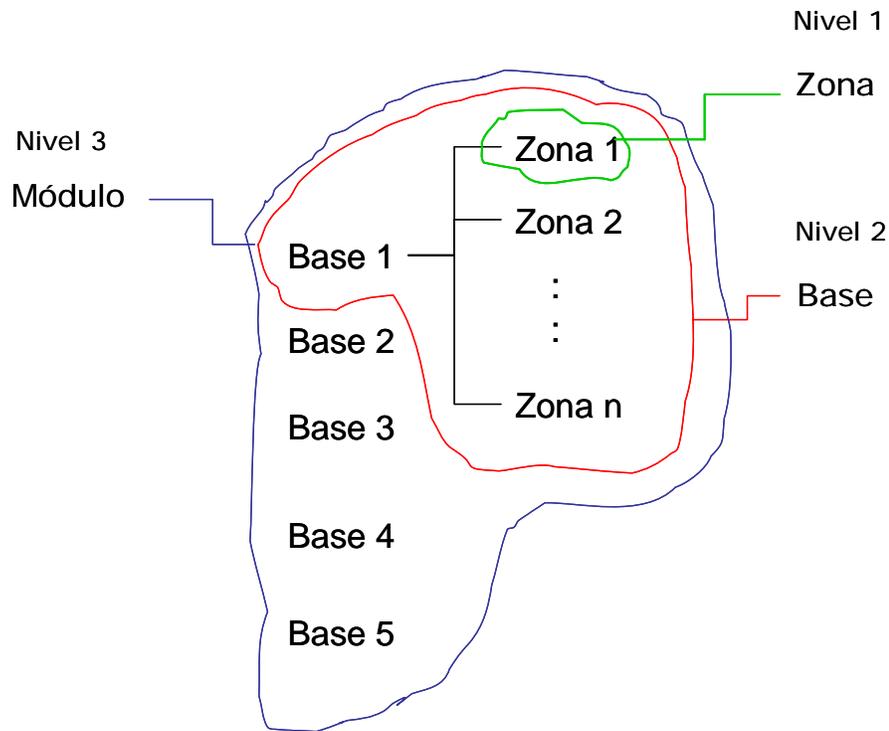
### ***Análisis preliminar de la situación***

En la empresa se observa un modelo de atención que en forma básica opera con cuatro subprocesos:

1. Call Center; recibe y documenta las llamadas – casos, que son asignados como ordenes de servicios.
2. Bases - Operaciones; Administra y controla las zonas, asigna la carga de trabajo a los técnicos.
3. Técnicos; Organizan la ruta del día, ejecutan los servicios y reportan los resultados.
4. Administración; proporciona el control a la gestión, prepara e informa resultados de la ejecución.

La organización de territorios se da por niveles, que trabajan con base en agrupaciones de códigos postales (Figura 1):

1. Nivel 1.- Una Zona corresponde a un técnico, es decir, un técnico tiene asignado un grupo de códigos postales los cuales forman su zona de trabajo.
2. Nivel 2.- Una Base contiene a un a un grupo de Zonas (grupo de técnicos).
3. Nivel 3.- Un Módulo contiene a un grupo de Bases.



**Figura 1. Organización de Territorios (Actual)**

En la organización de territorios y ruteo de las ordenes de servicio se observa lo siguiente:

- La designación de zonas, y grupo de zonas (Bases) se realiza por la agrupación de códigos postales, sin evidencia de utilización de algoritmos de optimización de agrupación o de zonificación (Balanceo de territorios).
- La asignación de ordenes de servicios a las zonas (técnicos), se basa en una estructura estática atendiendo carga de trabajo - Ordenes de Servicio (OS), (se asignan en promedio 12 OS por técnico/día) – Las OS del día son programadas para el día siguiente, es decir, la asignación de las OS se realiza un día antes al de su ejecución por los técnicos.
- La ruta diaria la define el técnico, en base a su conocimiento del territorio y tipo de OS asignadas. El reporte de avance diario, se hace al final del día. Sin embargo, no se evidencio el uso de algoritmos de optimización.

### ***Diagnostico preliminar***

En consideración de las observaciones anteriores, se pueden hacer los siguientes supuestos y comentarios:

El modelo logístico de servicio, es del tipo Zona – Ruta lo cual nos representa que la ejecución de la ruta se realiza dentro de la zona del técnico, quiere decir que lo primero que se debe buscar es el balance del territorio, es decir, balancear las zonas de los técnicos con base en la demanda de OS y luego la optimización de la ruta, obligando a que los resultados de una buena ruta estén basados o al menos altamente influenciados por el balance del territorio.

No cabe duda que la utilización de herramientas, técnicas y prácticas de negocio que en forma sistemática apoyen la definición de territorios y su balance (Modulo-Base-Zona), tendrá un impacto tanto en la gestión como en lo económico.

Dadas las características de una operación de ruteo dinámico; La asignación diaria de OS a los técnicos, podría también producir un impacto positivo en la gestión como en lo económico; pero sin duda estaría supeditado al balance correcto del territorio.

Se considera que no sería prudente la implementación de una herramienta de ruteo dinámico, sin antes hacer un balance de territorio, (o al menos verificar la definición de Modulo-Base-Zona); así se podrían garantizar un impacto positivo tanto en la gestión como en lo económico.

Los criterios de servicio al cliente, así como los objetivos de gestión de la empresa, deberán ser balanceados con los objetivos de optimización buscados con la implementación de prácticas, técnicas y herramientas de balanceo de territorio y ruteo dinámico.

### ***Propuesta preliminar***

En base a lo expuesto, se considera que existen grandes oportunidades de mejora de la gestión así como de conseguir beneficios económicos importantes; pero que deben ser explorados antes de iniciar una implantación, validando el impacto en la gestión y económico con el nivel de servicio y atención al cliente.

La propuesta se basa en tres fases:

***Diseño y análisis de escenarios logísticos:*** Esta fase se enfocaría a preparar (diseñar) los escenarios de balanceo de territorio (Bases-Zonas) y asignación de OS bajo un modelo de ruteo dinámico, tomando una "Base con sus Zonas" del módulo metropolitano, haciendo la recopilación y preparación de los datos de cuatro semanas (ver Metodología Fase 1 página 28), permitiendo el análisis y comparación de la ejecución actual contra los diferentes escenarios de: 1) Bases-Zonas, y 2) Ruteo Dinámico, dando así la oportunidad de visualizar y evidenciar el impacto en: 1) la gestión y 2) en lo económico (Figura 2). El resultado final sería una recomendación de cómo implementar una "Práctica de Balanceo de Territorios", y en que "Tipo de Zona" y condiciones tendría impacto implementar "Ruteo Dinámico", complementando el resultado con una recomendación de los planes de implementación. Al final, también se entregará un análisis de ahorros esperados a través de inferir y estimar los ahorros de acuerdo a los resultados obtenidos en la base analizada.

***Implementación de Práctica de Balanceo de Territorios:*** El objetivo de esta fase es la preparación del sistema de información para capturar y preparar los datos requeridos (ver Metodología Fase 1 página 28) para el análisis de balanceo de territorios, la preparación del modelo base de análisis, el entrenamiento en la práctica y la herramienta, la interpretación de los resultados y finalmente el apoyo en la corrida del módulo metropolitano con sus 5 bases.

***Implementación de Ruteo Dinámico, (Rutas de alto impacto):*** Esta fase tendría como objetivo, el análisis de las Base-Zonas, donde tendría impacto la implementación de Ruteo Dinámico, la preparación del sistema de información para capturar y desplegar los datos requeridos (ver Metodología Fase 1 página 28) para la gestión de rutas dinámicas, la preparación de modelo de rutas dinámicas (Parametrización de la herramienta), el entrenamiento en uso e interpretación de los resultados y el apoyo en la corrida para el módulo metropolitano con sus 5 bases.

La Figura 2 muestra las actividades que se ejecutan en la fase uno de la propuesta: Diseño y análisis de escenarios logísticos.

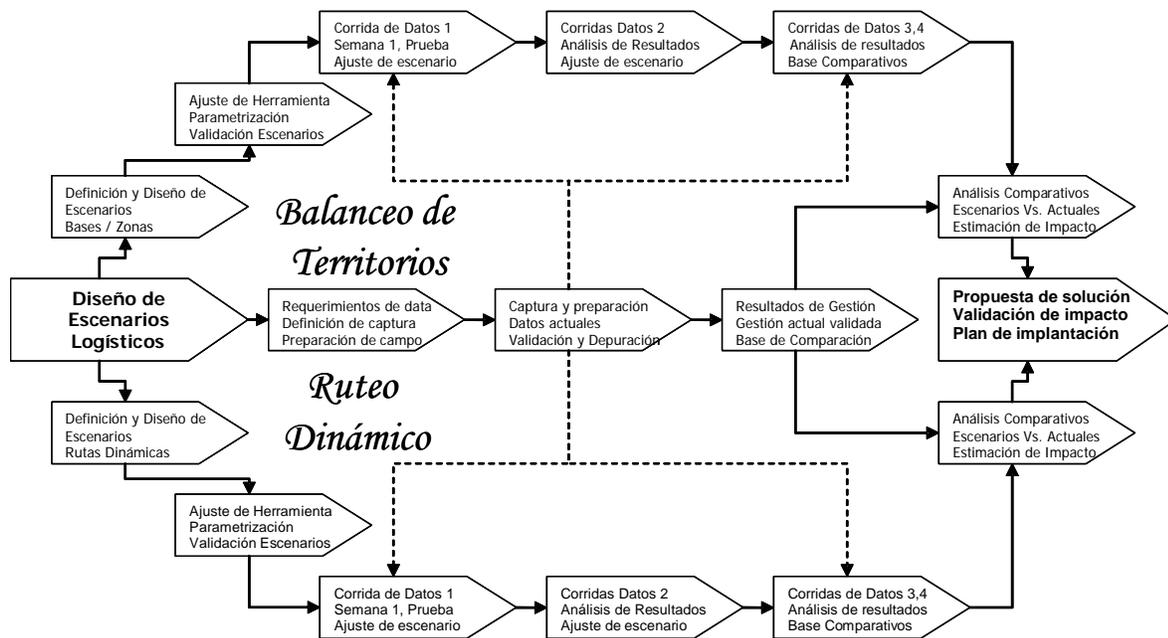


Figura 2. Actividades de Balanceo de Territorios y Ruteo Dinámico

## METODOLOGÍA

La metodología mostrada se realizó con base a la experiencia y habilidades del analista.

### ***Fase 1 – Diseño de Formatos y Recopilación de Información***

En la fase 1 se diseñaron y elaboraron los formatos para recopilación de información.

*Formato de unidades móviles:* en este formato se recopiló la información de los nombres o denominación que les da la empresa a sus unidades móviles, así como la dirección donde se encuentran ubicadas, sus coordenadas geográficas (X,Y) y el horario en el cual se encuentran disponibles para atender a los técnicos.

*Formato de vehículos:* en este formato se recopiló la información de cada uno de los vehículos como marca, modelo, periodo de renovación, el costo anual de: seguro vehicular, impuestos, rotulación, equipo satelital, seguro de contenido, servicios preventivos, llantas y reparaciones, y el técnico asignado al vehículo.

*Formato de técnicos:* en este formato se recopiló la información referente a cada uno de los técnicos, ID del técnico, nombre, la base a la que pertenece, la unidad móvil a la que asiste a recoger sus ordenes de servicios y refacciones, además de realizar sus tramites administrativos correspondientes, la dirección de su domicilio, las coordenadas geográficas (X,Y), su sueldo base, prestaciones, costo de la renta del radio nextel y la cantidad promedio de ordenes de servicio asignadas diariamente.

*Formato de coordinación (jefes de servicio y capturistas):* en este formato se recopiló la información referente a cada una de las personas que integran el área de coordinación: nombre, la base a la que coordinan, su sueldo base, prestaciones y costo de la renta del radio nextel.

*Formato de información call center:* en este formato se recopiló la información por día de cada una de las ordenes de servicio del módulo metropolitano: número de orden de servicio, ID del técnico que atiende la orden, la base del técnico, fecha de creación, fecha programada y fecha de ejecución de la orden, tipo de orden de servicio, modelo del producto, descripción del producto, estatus de la orden, y si fue cancelada la orden su razón de cancelación, el ID del cliente, nombre del cliente, dirección del cliente (Calle, No., Colonia, Delegación, Código Postal, Entre Calle 1, Entre Calle 2, Ciudad, Estado/Provincia), coordenadas geográficas (X,Y) y teléfono.

*Formato de bitácora de ruta de técnicos:* en este formato se recopiló la información de la ruta de cada uno de los técnicos del módulo metropolitano el cual contiene fecha de la ruta, ID del técnico, nombre del técnico, hora de llegada a la unidad móvil, nombre de la unidad móvil, hora de salida de la unidad móvil para inicio de ejecución de ruta, kilómetros del odómetro de salida de la unidad móvil, e información referente a las ordenes de servicio ejecutadas: número de orden de servicio, hora de llegada y de salida de la ubicación, kilómetros del odómetro al llegar a la ubicación, estatus de la orden que ejecuto, si fue cancelada la razón de la cancelación, observaciones, total de ordenes recibidas, total de ordenes completadas y total de ordenes canceladas.

Se recolectó la información necesaria por medio de los formatos y por observación directa realizando visitas a los lugares donde se llevan a cabo los procesos de: creación y programación de ordenes de servicio, asignación de ordenes de servicio, ejecución de ordenes de servicio, estatus de orden de servicio. Una vez que se obtuvo la información se

configuro la base de datos y se realizo su depuración.

### ***Fase 2 – Construcción de Subprocesos de Ordenes de Servicio y Análisis de la información***

En la fase 2 se construyeron los subprocesos en forma detalla de una orden de servicio desde su creación hasta el cierre de la misma, así como los componentes del subproceso de ejecución que ordenes de servicio (ruteo).

- ✓ SUBPROCESO CREACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE ORDENES DE SERVICIO
- ✓ SUBPROCESO ASIGNACIÓN DE ORDENES DE SERVICIO
- ✓ SUBPROCESO EJECUCIÓN DE ORDENES DE SERVICIO
- ✓ SUBPROCESO DE ESTATUS DE ORDEN DE SERVICIO
- ✓ COMPONENTES DEL SUBPROCESO EJECUCIÓN DE ORDENES DE SERVICIO

Se realizo el análisis de información de la situación actual de la empresa, para ello se elaboraron los diagramas de flujo de costos, tiempos y kilometrajes (ver Anexo 2), de la información recopilada en los formatos de vehículos, técnicos, coordinación y bitácora de ruta de los técnicos:

- ✓ ORDENES DE SERVICIO PROMEDIO POR DÍA – ACTUAL
- ✓ ORDENES DE SERVICIO PROMEDIO POR DÍA (LUNES - VIERNES) – ACTUAL
- ✓ ORDENES DE SERVICIO PROMEDIO POR DÍA (SÁBADO) – ACTUAL
- ✓ TIEMPO DE SERVICIO PROMEDIO POR DÍA – ACTUAL
- ✓ TIEMPO DE SERVICIO PROMEDIO POR DÍA (LUNES – VIERNES) – ACTUAL
- ✓ TIEMPO DE SERVICIO PROMEDIO POR DÍA (SÁBADO) – ACTUAL
- ✓ KILÓMETROS POR DÍA POR TÉCNICO, KILÓMETROS POR MÓDULO – ACTUAL
- ✓ COSTO OPERATIVO DE LA ORDEN DE SERVICIO – ACTUAL
- ✓ INGRESO PROYECTADO ANUAL – ACTUAL

También se realizo el análisis de tipo estadístico por medio de tablas dinámicas y gráficas en Excel de la información obtenida de los formatos de información de call center y bitácora de ruta de los técnicos:

- ✓ FAMILIAS DE PRODUCTOS
- ✓ TIPO DE ORDEN DE SERVICIO
- ✓ RAZÓN DE CANCELACIÓN
- ✓ TIEMPOS Y KILÓMETROS
- ✓ INGRESO PROMEDIO POR ORDEN DE SERVICIO
- ✓ ATENCIÓN A CLIENTES
- ✓ PRODUCTIVIDAD PROMEDIO DE ORDENES POR HORA DEL DÍA

### ***Fase 3 – Establecimiento de Premisas, Diseño y Análisis de Escenarios***

En la fase 3 se establecieron las premisas para los escenarios con base en las oportunidades visualizadas durante el análisis de la información, las cuales son la base para el diseño y análisis de los escenarios propuestos mediante el uso de diagramas de flujo (ver Anexo 2):

- ✓ KILÓMETROS POR DÍA POR TÉCNICO, KILÓMETROS POR MÓDULO – ESCENARIO 1
- ✓ KILÓMETROS POR DÍA POR TÉCNICO, KILÓMETROS POR MÓDULO – ESCENARIO 2
- ✓ KILÓMETROS POR DÍA POR TÉCNICO, KILÓMETROS POR MÓDULO – ESCENARIO 3

- ✓ COSTO OPERATIVO DE LA ORDEN DE SERVICIO – ESCENARIO 1
- ✓ COSTO OPERATIVO DE LA ORDEN DE SERVICIO – ESCENARIO 2
- ✓ COSTO OPERATIVO DE LA ORDEN DE SERVICIO – ESCENARIO 3
- ✓ IMPACTO DE LAS PREMISAS – ESCENARIO 1 Y 2
- ✓ JORNADA LABORAL PROMEDIO – ESCENARIO 3
- ✓ AHORRO POR ORDEN – ESCENARIO 1
- ✓ AHORRO POR ORDEN – ESCENARIO 2
- ✓ AHORRO POR ORDEN – ESCENARIO 3
- ✓ COSTO DE ORDEN – ESCENARIO 1
- ✓ COSTO DE ORDEN – ESCENARIO 2
- ✓ COSTO DE ORDEN – ESCENARIO 3
- ✓ AHORRO POTENCIAL – ESCENARIO 1
- ✓ AHORRO POTENCIAL – ESCENARIO 2
- ✓ AHORRO POTENCIAL – ESCENARIO 3
- ✓ INCREMENTO DE INGRESO PROMEDIO POR ORDEN – ESCENARIOS 1 Y 2
- ✓ VARIACIÓN MARGEN POTENCIAL ANUAL ESCENARIO 1
- ✓ VARIACIÓN MARGEN POTENCIAL ANUAL ESCENARIO 2
- ✓ VARIACIÓN MARGEN POTENCIAL ANUAL ESCENARIO 3

Los cuales permiten visualizar y calcular indicadores para cada uno de los escenarios y de esta forma ver cuales son las variaciones de los escenarios con respecto al escenario actual, además de realizar una comparación entre los escenarios y elegir aquel escenario con mayores beneficios económicos para ejecutar el balanceo de territorios y ruteo dinámico en un software de optimización.

#### ***Fase 4 – Propuesta de Acciones y Elección del Software de Optimización***

En la fase 4 se propusieron las posibles acciones para llevar a cabo las premisas establecidas en la fase 3:

- ✓ PREMISA REDUCIR TIEMPO DE ADMINISTRACIÓN
- ✓ PREMISA OPTIMIZAR KILÓMETROS Y TIEMPO DE INICIO
- ✓ PREMISA OPTIMIZAR KILÓMETROS Y TIEMPO DE RUTA
- ✓ PREMISA OPTIMIZAR KILÓMETROS DE REGRESO
- ✓ PREMISA REDUCIR ORDENES CANCELADAS

Las cuales se consideraron en parte de la configuración del software de optimización, además de ejecutarse en la operación misma de la empresa.

#### ***Elección de Software de Optimización***

Estos software, conocidos como optimizadores de rutas, son programas de cómputo basados en algoritmos de programación lineal, bajo una interfase gráfica y geográfica, que permiten conocer el trayecto más corto entre los puntos de una ruta. Las soluciones del mercado son una suite de productos que abarca planeación estratégica de territorios y rutas.

Al revisar las múltiples alternativas que existen en el mercado mexicano (Roadnet, Axiodis, TransCAD, UPS, RoadShow y Route Pro) es posible encontrar características comunes en todas ellas y por lo tanto se advierte un estándar de mercado.

El uso de una interfaz gráfica apoyada en mapas cartográficos provistos por un GIS para la ubicación de los puntos de despacho, traslados y entrega de los clientes, como así también mostrar las rutas generadas, aparece como una de las principales características. Además, esta interfaz permite actualizar fácilmente datos en el mapa.

Otra característica importante es la utilización de métodos heurísticos, existiendo varias alternativas. Es importante destacar que estos métodos encuentran óptimos locales y no absolutos, por lo tanto es posible que al ejecutar en reiteradas veces la metodología, este entregue soluciones distintas. Esto implica, la necesidad de efectuar una revisión manual de los resultados obtenidos.

Una tercera característica importante es el modelo (función objetivo) tarifario utilizado por estos sistemas. La mayoría utiliza básicamente un esquema con un costo fijo más ciertos costos variables. Dentro de los costos variables se consideran: distancia recorrida, tiempo utilizado, número de detenciones (entrega o recojo) en la ruta. Por lo tanto, dada la experiencia, es necesario adecuar los modelos tarifarios a estas variables para el cálculo de las rutas óptimas, tarea que a veces no es trivial. .

En la elección del software de optimización se realizó la comparación de dos software RoutePro de CAPS Logistics y RoadShow de Descartes siendo estos dos los más comercializados actualmente en México y de los cuales se pudo encontrar más información para realizar la evaluación, de los cuales se tomaron en cuenta las características principales que componen a estos software (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Comparación de Características de Software de Optimización**

<b>Características</b>	<b>RoadShow</b>	<b>RoutePro</b>
Sistemas y proyectos	X	✓
Mapas geográficos	X	✓
Red de caminos	X	X
Tipos de sitios	✓	✓
Tipos de zonas	✓	✓
Ventanas de tiempo	✓	✓
Tipo de ordenes	X	✓
Unidades de medida	✓	✓
Familias de productos	X	✓
Tipos de vehículos	✓	✓
Tiempos de carga y descarga	✓	✓
Restricciones de zonas	✓	✓
Métodos de ruteo	X	✓
Menús de rutas	X	✓
Restricciones de ruteo	✓	✓
Viajes	✓	✓
Registros de las rutas	X	✓
Nombre de las rutas	X	✓
Ordenes fuera de ruta	✓	✓
Viaje en vacío del vehículo	✓	✓
Despliegue de tiempos	✓	✓
Priorización de ordenes	✓	✓
Editor de ruteo	✓	✓

- La configuración de sistemas y proyectos es una funcionalidad que tiene RoutePro, la cual permite crear sistemas independientes para modelar diferentes modelos de ruteo guardando las configuraciones e información en las carpetas correspondiente al sistema, además se pueden configurar diferentes proyectos dentro de un mismo sistema lo cual facilita la comparación de un mismo modelo de ruteo bajo diferentes restricciones, mientras que RoadShow solo cuenta con la configuración de monosistema y además no es posible configurar proyectos dentro del sistema.
- Los mapas geográficos son un elemento que posee RoutePro, donde encontramos los mapas de todos los países del mundo, mientras que RoadShow hay que comprar los mapas geográficos con un distribuidor autorizado de mapas.
- En cuanto a las redes de caminos tanto RoutePro como RoadShow necesitan adquirir los archivos de redes de caminos con un distribuidor autorizado de mapas ya que no cuentan con ellas, a excepción de RoutePro que tiene redes de caminos de USA.
- En RoutePro hay la posibilidad de realizar diferenciaciones entre el tipo de orden mientras que en Roadshow las ordenes son consideradas de un solo tipo.
- En lo que respecta a Familia de Productos RoutePro puede ejecutar tiempos de carga y descarga considerando la familia de los productos asignándoselos a los productos individualmente, RoadShow no cuenta con esta funcionalidad.
- RoutePro tiene la posibilidad de configurar los parámetros de los diversos métodos de ruteo que contiene el sistema, en tanto que RoadShow solo ejecutar los métodos de ruteo con la parametrización standard.
- RoutePro también tiene la posibilidad de colocar en el menú de ruteo las diferentes configuraciones de un método de ruteo con el nombre que el usuario desee, en tanto que RoadShow no cuenta con esta funcionalidad.
- En cuanto a los registros de rutas solo esta funcionalidad la tiene RoutePro, y esta funcionalidad genera un archivo donde se registra las razones por las cuales no fue ingresada una orden a una ruta o rutas.
- El nombre de las rutas es una funcionalidad con que cuenta RoutePro la cual permite nombrar automáticamente las rutas con la configuración que haya elegido el usuario.
- Y por último RoutePro cuenta con un Wizard que permite al usuario ejecutar la configuración del sistema de una manera eficiente, además de ser un software más "amigable" con el usuario con respecto a RoadShow.

Como se puede observar por las diferentes configuraciones, elementos y ventajas con que cuenta RoutePro con respecto a RoadShow, fue el software utilizado en la ejecución de optimización en la presente tesis.

### ***Fase 5 – Configuración del Software de Optimización***

En la fase 5 se realizó la configuración del software de optimización para el balanceo de territorios, para ello se ejecutaron los siguientes pasos:

1. Armado la de base de datos en el SCDIT<sup>1</sup>
2. Creación del sistema
3. Cambio de unidades de medida
4. Cargar mapa geográfico
5. Cargar red de caminos
6. Configuración de tipos de sitios
7. Importación datos del SCDIT
8. Configurando de Lanes
9. Configuración de costos
10. Salvar el proyecto

Para ejecutar el escenario baseline o actual y el cual nos permite realizar la calibración del sistema se realizaron los siguientes pasos:

1. Calculo de distancia en los Lanes Historicos
2. Calculo de costo en los Lanes Historicos
3. Configurar escenario Baseline
4. Correr escenario Baseline
5. Ajustes y validación de escenario Baseline

Una vez validado el escenario baseline se ejecuta el escenario de localización de unidades móviles y balanceo de territorios y para el cual se realizaron los siguientes pasos:

1. Ubicación de las unidades móviles
2. Generación de Lanes
3. Calculo de Distancias
4. Calculo de Costos
5. Configurar escenario de balanceo de territorios
6. Correr escenario de balanceo de territorios

Una vez ejecutado el escenario de localización de unidades móviles y balanceo de territorios se extrajo información del sistema y de esta forma se identifico la ubicación de las unidades móviles y que técnicos deben asistir a cada una de ellas para recoger sus ordenes de servicios y refacciones, además de realizar sus tramites administrativos correspondientes, también se identificaron las colonias y códigos postales asignados a cada una de las bases y zonas de los técnicos de acuerdo con el balanceo que realizo el software de optimización.

Para ejecutar la configuración del software de optimización para la ejecución del ruteo se realizaron los siguientes pasos:

1. Creación del sistema
2. Creación del proyecto
3. Cargar mapa geográfico
4. Cargar red de caminos
5. Configuración tipos de sitios
6. Configuración de tipos de zonas
7. Configuración de ventanas de tiempo
8. Configuración de tipo de ordenes
9. Configuración de unidades de medida
10. Configuración de familias de productos
11. Configuración de tipos de vehículos
12. Configuración de tiempos de carga y descarga

---

<sup>1</sup> SCDIT: Supply Chain Data Input Template

13. Configuración de restricciones de zonas
14. Configuración del método de ruteo
15. Configuración del menú de rutas
16. Configuración propiedades de la ruta
  - a. Configuración de restricciones de ruteo
  - b. Configuración de viajes
  - c. Configuración de registro de las rutas
  - d. Configuración de nombre de las rutas
  - e. Configuración de ordenes fuera de ruta
  - f. Configuración de viaje en vacío del vehículo
  - g. Configuración de despliegue de tiempos estimados
  - h. Configuración de priorización de ordenes
  - i. Configuración de editor de ruteo
17. Salvar el proyecto

Para ejecutar el ruteo de las ordenes de servicio se realizaron los siguientes pasos:

1. Armado la de base de datos en el SCDIT
2. Importación de la información diaria al software
3. Ruteo de las ordenes de servicio
4. Revisión de la información de las rutas
5. Inserción de ordenes de servicio no ruteadas a una ruta
6. Reorganizar secuencia en una ruta
7. Exportación de información de rutas

### ***Fase 6 – Análisis de los Resultados del Software de Optimización***

En la fase 6 se realizó el análisis de los resultados de balanceo de territorios y ruteo dinámico, comparando los kilómetros ejecutados por los técnicos contra los kilómetros obtenidos del software de optimización, además de la verificación de la optimización de las premisas utilizadas en los escenarios propuestos contra la optimización obtenida.

Una vez validados los modelos de balanceo de territorios y ruteo dinámico se implementaron en la empresa y se dio la capacitación a las personas responsables del área.

En el siguiente capítulo se muestran los resultados obtenidos de la ejecución de la fase 1 y 2 de la metodología.

### **CAPITULO III. SITUACIÓN ACTUAL Y ESCENARIOS PROPUESTOS**

#### **RESUMEN**

Actualmente el módulo metropolitano de la empresa opera con 60 técnicos, utilizando una jornada de trabajo promedio de lunes a viernes de 12.36 horas con una eficiencia de 10.63 ordenes al día realizando en promedio 0.86 ordenes/hora y el sábado una jornada de 8.30 horas con una eficiencia de 6.65 ordenes al día realizando en promedio 0.80 ordenes/hora, se tiene un ingreso proyectado anual de \$33,751,379 por la ejecución de 158,473 ordenes de servicio al año. El costo anual directo del módulo por concepto de nomina, vehículos y kilómetros recorridos es de \$14,231,319, obteniéndose un margen anual de \$19,520,060.

El escenario 1 – Reducción de Infraestructura considera el empleo de 44 técnicos, la utilización de una jornada de trabajo promedio de lunes a viernes de 12.36 horas con una eficiencia de 14.65 ordenes al día realizando en promedio 1.19 ordenes/hora y el sábado una jornada de 8.30 horas con una eficiencia de 9.24 ordenes al día realizando en promedio 1.11 ordenes/hora, se tiene un ingreso proyectado de \$37,117,929 por la ejecución de 158,473 ordenes de servicio al año. El costo anual directo del módulo por concepto de nomina y vehículos se ve reducido, al necesitar menos recursos para atender las 158,473 ordenes anuales, con la optimización de los kilómetros recorridos se tiene un ahorro del 52% en este rubro, obteniéndose un costo anual de \$9,828,556 y un margen anual de \$27,289,374, siendo este incrementado un 40% (\$7,769,314) con respecto al margen actual (Cuadro 2).

El escenario 2 – Optimización de Infraestructura considera el empleo de 60 técnicos, la utilización de una jornada de trabajo promedio de lunes a viernes de 12.36 horas con una eficiencia de 14.65 ordenes al día realizando en promedio 1.19 ordenes/hora y el sábado una jornada de 8.30 horas con una eficiencia de 9.24 ordenes al día realizando en promedio 1.11 ordenes/hora, se tiene un ingreso proyectado de \$51,217,342 por la ejecución de 218,670 ordenes de servicio al año. El costo anual directo del módulo por concepto de nomina y vehículos es el mismo al actual, con la optimización de los kilómetros recorridos anualmente se tiene un ahorro del 35% en este rubro, obteniéndose un costo anual de \$13,270,367 y un margen anual de \$37,946,976, siendo este incrementado un 94% (\$18,426,916) con respecto al margen actual.

El escenario 3 – Optimización de Infraestructura con Restricción de Horario considera el empleo de 60 técnicos, la utilización de una jornada de trabajo de lunes a viernes de 8.50 horas con una eficiencia de 9.52 ordenes al día realizando en promedio 1.12 ordenes/hora y el sábado una jornada de 5.50 horas con una eficiencia de 5.07 ordenes al día realizando en promedio 0.92 ordenes/hora, se tiene un ingreso proyectado de \$30,369,070 por la ejecución de 139,602 ordenes de servicio al año, siendo estas cantidades menores a las actuales, teniendo un decremento en el ingreso anual de -\$3,382,309 con respecto al actual. El costo anual directo del módulo por concepto de nomina y vehículos es el mismo al actual, con la optimización de los kilómetros recorridos anualmente se tiene un ahorro del 49% en este rubro, obteniéndose un costo anual de \$12,896,571 y un margen anual de \$17,472,499, teniendo un decremento en el margen anual de -\$2,047,561, siendo este del -10% con respecto al margen actual.

	<b>Actual</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Escenario 2</b>	<b>Escenario 3</b>
<b>Ingreso</b>	\$ 33,751,379	\$ 37,117,929	\$ 51,217,342	\$ 30,369,070
<b>Costo Total</b>	\$ 14,231,319	\$ 9,828,556	\$ 13,270,367	\$ 12,896,571
<b>Margen</b>	\$ 19,520,060	\$ 27,289,374	\$ 37,946,976	\$ 17,472,499
<b>Incremento Margen</b>	\$ -	\$ 7,769,314	\$ 18,426,916	-\$ 2,047,561

**Cuadro 2. Resumen de Escenarios**

## CONTENIDO DEL PROYECTO

El proyecto de diseño y análisis de escenarios logísticos en una empresa de servicios de mantenimiento de aparatos electrodomésticos de línea blanca, contempla el análisis de tres escenarios de negocio que fueran factibles su aplicación a la operación de la empresa.

- Escenario 1 – Reducción de Infraestructura
- Escenario 2 – Optimización de Infraestructura
- Escenario 3 – Optimización de Infraestructura con Restricción de Horario

Todos los escenarios fueron evaluados bajo un horizonte de 1 año, el objetivo principal es maximizar el tiempo con el cliente, es decir, tener el mayor tiempo disponible para ejecutar un mayor número de ordenes de servicio minimizando los costos logísticos relevantes. Adicionalmente, cabe mencionar que los escenarios fueron modelados de forma conservadora, por lo que los beneficios obtenidos podrían ser superiores, esto debido que se modelaron los escenarios con costos promedio, debido a que la empresa solo tiene un registro global de los costos en que incurre su operación.

Aunque los beneficios del proyecto se detallan de forma cuantitativa en el contenido íntegro de este documento, vale la pena mencionar que existen beneficios intangibles que, aunque son difíciles de cuantificar, son sumamente importantes y de alto impacto operativo para la toma de decisiones futuras de la empresa en lo que a inversiones se refiere.

Algunos de estos beneficios intangibles son:

- Sirve como guía para identificar los activos de la empresa que requieren mejor utilización.
- Permite tener un marco de referencia para futuras inversiones de capital en técnicos, personal de coordinación y vehículos.
- Pone sobre la mesa información suficiente para evaluar esquemas alternativos de trabajo para la empresa.
- Permite conocer de mejor forma la distribución geográfica de la demanda de ordenes de servicio.
- Da dirección con respecto a las áreas del negocio que presentan las mayores oportunidades de mejora, es decir, se convierte en un disparador de proyectos de alto impacto.

Dada la dimensión de los cambios que conllevan a la obtención de los ahorros que se describen en este documento, la empresa deberá tener en consideración los siguientes elementos durante el proceso de implantación:

- Como en muchas otras organizaciones “los cambios no se dan de la noche a la mañana”, será necesario un proceso de maduración y de reeducación del personal involucrado en el cambio, el cual dependerá de la rapidez con la que se tomen las decisiones.
- La participación activa y coordinada de diversas áreas del negocio será indispensable, el proyecto se debe ver para el beneficio de toda la empresa, no de una cuenta contable en particular.
- Debe asignarse un responsable con suficiente autoridad para liderar el proyecto y coordinar las actividades necesarias para la obtención de los beneficios descritos en este documento.

- El proceso de planeación estratégica de balanceo de territorios y ruteo dinámico, no debe ser visto como un proceso de una sola vez, sino como un proceso continuo.

Con este proyecto queda claro que las iniciativas de balanceo de territorios y ruteo dinámico, no deben ser vistas únicamente como algo a nivel operativo, sino que tienen también un gran impacto a nivel estratégico.

El proceso de obtención de información para la construcción del modelo fue exhaustivo y requirió de la intervención de una cantidad importante de áreas del negocio y recursos, así mismo se realizaron diversas validaciones de la información, a fin de garantizar que los resultados obtenidos durante el análisis reflejen con un alto grado de confianza la realidad. Las premisas utilizadas en los escenarios fueron discutidas en su oportunidad con personal clave de la empresa.

La información utilizada para la construcción del modelo, fue recabada en la Base MEX1 del Módulo Metropolitano, el periodo bajo estudio comprende del 7 de Junio de 2004 al 10 de Julio de 2004, este periodo comprende el análisis de 24 días, es decir, cuatro semanas de las cuales se utilizó la información que a continuación se enlista:

- Semana 1 → Información de cinco técnicos
- Semana 2 → Información de seis técnicos
- Semana 3 → Información de cuatro técnicos
- Semana 4 → Información de cinco técnicos

Únicamente se utilizó esta información, por ser los técnicos de los que se obtuvo la información completa requerida para la elaboración del análisis.

Actualmente el módulo metropolitano opera con 60 técnicos, con una jornada de trabajo promedio de lunes a viernes de 12.36 horas y el sábado de 8.30 horas, con un nivel de servicio de 9.97 ordenes promedio al día, se tiene un ingreso proyectado anual de \$33,751,379 por la ejecución de 158,473 ordenes de servicio al año. El costo anual directo del módulo por concepto de nómina, vehículos y kilómetros recorridos es de \$14,231,319, obteniéndose un margen anual de \$19,520,060.

Como parte del análisis del Escenario1 – Reducción de Infraestructura considera el empleo de 44 técnicos, con una jornada de trabajo promedio de lunes a viernes de 12.36 horas y el sábado de 8.30 horas, en el cual se consideró un horizonte de 1 año, con un nivel de servicio de 13.75 ordenes promedio al día, se detectó que la empresa con una cantidad menor de personal operativo puede cubrir la demanda de ordenes de servicio considerada como estática. Es decir, que mediante un aumento en el tiempo de servicio efectivo, los técnicos podrán aumentar su productividad actual. Paralelamente, se reducirán los egresos por concepto de nómina, mejorando la utilización de los activos (al reducir el número de vehículos) y reduciendo los costos de operación (kilómetros recorridos).

En el Escenario 1, se detectó que existe una oportunidad importante de reducir los costos logísticos de la empresa, mediante la racionalización de la infraestructura operativa y activos utilizados consiguiéndose un ahorro del 25%, y con la optimización de tiempos y kilómetros un ahorro del 52%, obteniéndose un ahorro anual del módulo metropolitano de \$4,402,764, y un incremento de ingreso anual de \$3,366,550, dando como resultado un margen potencial de \$7,769,314 al año.

Como parte del análisis del Escenario 2 – Optimización de Infraestructura considera el empleo de 60 técnicos, con una jornada de trabajo promedio de lunes a viernes de 12.36

horas y el sábado de 8.30 horas, en el cual se consideró un horizonte de 1 año, con un nivel de servicio de 13.75 ordenes promedio al día, se detectó que la empresa con la infraestructura actual puede cubrir una demanda mayor de ordenes de servicio. Es decir, que mediante un aumento en el tiempo de servicio, los técnicos podrán aumentar su productividad actual. Paralelamente, se reducirán los costos de nómina, activos fijos (vehículos) y de operación.

En el Escenario 2, se detectó que existe una oportunidad de reducir los costos logísticos de la empresa, mediante la optimización de la infraestructura operativa utilizada incrementando 4.16 ordenes de servicio la productividad diaria, y con la optimización de tiempos y kilómetros conseguir un ahorro del 35%, obteniéndose un ahorro anual del módulo metropolitano de \$960,953 y un incremento de ingreso anual de \$17,465,963, dando como resultado un margen potencial de \$18,426,916 al año.

Como parte del análisis del Escenario 3 – Optimización de Infraestructura con Restricción de Horario considera el empleo de 60 técnicos, con una jornada de trabajo de lunes a viernes de 8.5 horas y el sábado de 5.5 horas, en el cual se consideró un horizonte de 1 año, el nivel de servicio obtenido en este escenario es de 8.78 ordenes de servicio promedio al día, lo que representa una ejecución de ordenes de servicio menor a la actual, debido al manejo de una jornada laboral menor.

En el Escenario 3, se detectó que existe una oportunidad de reducir los costos logísticos de la empresa, con la optimización de tiempos y kilómetros conseguir un ahorro del 49%, obteniéndose un ahorro anual del módulo metropolitano de \$1,334,748 y un decremento de ingreso anual de -\$3,382,309, dando como resultado un decremento del margen potencial del escenario 3 con respecto al actual de -\$2,047,561 al año.

En la muestra analizada se tienen 120 días/técnico, en los cuales se ejecutaron 1196 Ordenes de Servicio, de las cuales 967 Ordenes terminaron con estatus de Completado y 229 con estatus de Cancelado.

Los equipos de cada una de las ordenes de servicio fueron agrupados en familias, como a continuación se enlista:

- **Aire Acondicionado.-** En esta familia se agrupan todos los tipos de Aires Acondicionados.
- **Centro de Lavado.-** En esta familia se agrupan todos los tipos de Centros de Lavado.
- **Estufas, Parrillas y Campanas.-** En esta familia se agrupan todos los tipos de Estufas, Parrillas, Campanas, Hornos y Microondas.
- **Lavadora.-** En esta familia se agrupan todos los tipos de Lavadoras.
- **Lavavajillas.-** En esta familia se agrupan todos los tipos de Lavavajillas.
- **Refrigeradores y Enfriadores.-** En esta familia se agrupan todos los tipos de Refrigeradores y Enfriadores.
- **Secadora.-** En esta familia se agrupan todos los tipos de Secadoras y Centrifugadoras.

## PROCESO

En la empresa, se observa un modelo de atención que en forma básica opera con cuatro componentes o subprocesos (Figura3).

- Creación y Programación de Ordenes de Servicio; Call Center, recibe y documenta las llamadas.
- Asignación de Ordenes de Servicio; Jefe de Servicio, administra y controla las rutas, asigna la carga de trabajo a los técnicos.
- Ejecución de Ordenes de Servicio; Técnicos, organizan la ruta, ejecutan los servicios y reportan.
- Estatus de la Orden de Servicio; Capturista, proporciona el control a la gestión, prepara e informa resultados de la ejecución.

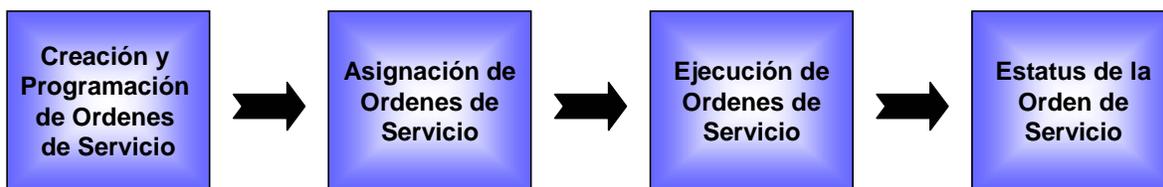


Figura 3. Subprocesos de Ordenes de Servicio

El proceso de una orden de servicio esta subdivido en cuatro subprocesos desde su creación hasta el cierre de la misma. El primer subproceso es realizado en el Call Center por los recepcionistas al momento de recibir y documentar la orden de servicio, como a continuación se describe.

### Subproceso Creación y Programación de Ordenes de Servicio

- El recepcionista contesta la llamada, saluda e identifica a la empresa, proporciona su nombre y ofrece el servicio.
- Identifica si el cliente, ya tiene número de registro o debe ser dado de alta en el sistema.
- Si es un cliente nuevo, captura su Nombre, Apellido Paterno, Apellido Materno.
- Se le confirma al cliente su número de registro, se le explica que éste es su número de cliente en el sistema y que debe conservarlo para futuras ocasiones.
- Se captura el Número de Teléfono del cliente y se selecciona el País (Esto debido a que la información se concentra en una sola base datos, donde también se encuentran las ordenes de servicio de Latinoamérica).
- A continuación se captura su dirección empezando por Calle y Número, al capturar Código Postal el programa despliega una lista de colonias que tienen asignado ese código postal y se selecciona la Colonia indicada por el cliente, la Delegación, Ciudad y Estado aparecen automáticamente en sus campos respectivos.
- Se captura Información Adicional de la dirección del cliente, es decir, se capturan las entre calles del domicilio y otras referencias para localizar más rápidamente el domicilio.

- Se captura el Modelo y número de Serie del Producto.
- A continuación se captura la Fecha de Compra, Lugar de Compra y No. de Factura, para definir si el producto tiene garantía vigente. Si el producto ya no tiene garantía se le informa al cliente que la visita del técnico para revisar el equipo y hacer el presupuesto, tiene un cargo de \$155 y que dicha cantidad se reembolsará una vez que él acepte la reparación.
- Se selecciona el Tipo de Orden de Servicio y Tipo de Cliente.
- Se captura el Nombre de quien reporta y su Número de Teléfono.
- En caso de tener póliza con la empresa se selecciona el No. de Contrato - (Contrato Correctivo o Contrato Preventivo)
- Se selecciona el Modelo del Producto previamente capturado y el Estatus de la Orden que debe de ser Procesando.
- Se capturan los datos de falla indicados por el cliente.
- Por último se le informa al cliente la fecha programada y el horario en que el técnico pasará, que es entre 9:00 a.m. – 7:00 p.m. (Se debe respetar la fecha que programa el sistema y sólo se cambia por una fecha posterior si el cliente lo solicita).

El segundo subproceso es realizado en el Call Center por el jefe de servicio al realizar la asignación de ordenes de servicio a los técnicos, como a continuación se describe.

### **Subproceso Asignación de Ordenes de Servicio**

- El jefe de servicio de cada una de las cinco bases del módulo metropolitano, extraen de la base de datos las ordenes de servicio correspondientes a su base, programadas para el día siguiente.
- Las ordenes de servicio son programadas con base en la capacidad de ordenes diarias configurada en el sistema, de Lunes a Viernes la base Mex1 tiene una programación 110 ordenes de servicio y los sábados una programación de 60 ordenes de servicio.
- El sistema asigna las ordenes de servicio a los técnicos, utilizando los Códigos Postales asignados a cada uno de los técnicos de acuerdo a su zona.
- Se revisa si hay ordenes de Villa Nicolás Romero y Villa del Carbón, debido a que estas colonias solo se visitan Lunes y Jueves y se reprograman.
- Se realiza el balanceo de las rutas, a los técnicos que tienen una carga mayor de ordenes de servicio se les quitan ordenes asignándoselas a otros técnicos con menor carga de trabajo, siempre cuidando que las ordenes reasignadas no queden muy retiradas de su zona.
- Se imprimen las ordenes de servicio.
- Se organizan las hojas impresas para ser entregadas a cada técnico

El tercer subproceso es realizado por el técnico al ejecutar las ordenes de servicio asignadas, como a continuación se describe.

### **Subproceso Ejecución de Ordenes de Servicio**

- Los técnicos de la Base MEX1 reciben en el Centro de Distribución (CD) las ordenes de servicio a realizar en el día.
- Revisan las ordenes de servicio que ejecutarán, con la finalidad verificar cuales son las posibles refacciones que probablemente utilizarán, de acuerdo con la falla indicada por el cliente.
- Realizan un vale de las refacciones que necesitan para la ejecución de las ordenes de servicio, el cual es registrado y surtido por personal del almacén.
- Realizan la entrega del dinero de ordenes con servicio de cargo, ejecutadas el día anterior.
- Los técnicos arman la ruta de las ordenes de servicio, es decir, acomodan las ordenes de servicio en la secuencia en que las irán realizando durante el día.
- Utilizan cierto tiempo para actividades personales.
- Técnico recoge sus refacciones.
- Salen del CD, a ejecutar las ordenes de servicio.
- Al final del día reportan el estatus de cada una de las ordenes de servicio.

El cuarto subproceso es realizado en el Call Center cuando el técnico reporta el estatus de la orden de servicio al capturista, como a continuación se describe.

### **Subproceso de Estatus de Orden de Servicio**

Los técnicos reportan el estatus con que se cerraron las ordenes de servicio ejecutadas durante el día (completado o cancelado), razón de cancelación, las refacciones utilizadas, el No. de serie del equipo. Toda esta información es recibida en el Call Center por la capturista de la siguiente forma.

- Se selecciona la orden de servicio indicada por el técnico.
- Se selecciona el estatus de la orden, completado, cancelado o pendiente.
- Si la orden de servicio se cierra con estatus completado, se captura el código de falla, No. de serie del equipo, el código de las refacciones utilizadas y su cantidad.
- Si por el contrario la orden de servicio se cierra con estatus cancelado, se captura la razón de cancelación, y las observaciones relacionadas con la misma.
- Si la reparación no es completada por técnico, se coloca el estatus de pendiente.

## Componentes del Subproceso Ejecución de Ordenes de Servicio

El en análisis realizado, se detectaron cuatro bloques de actividades que realizan los técnicos en el subproceso de ejecución de ordenes de servicio y los cuales se representan en la Figura 4.

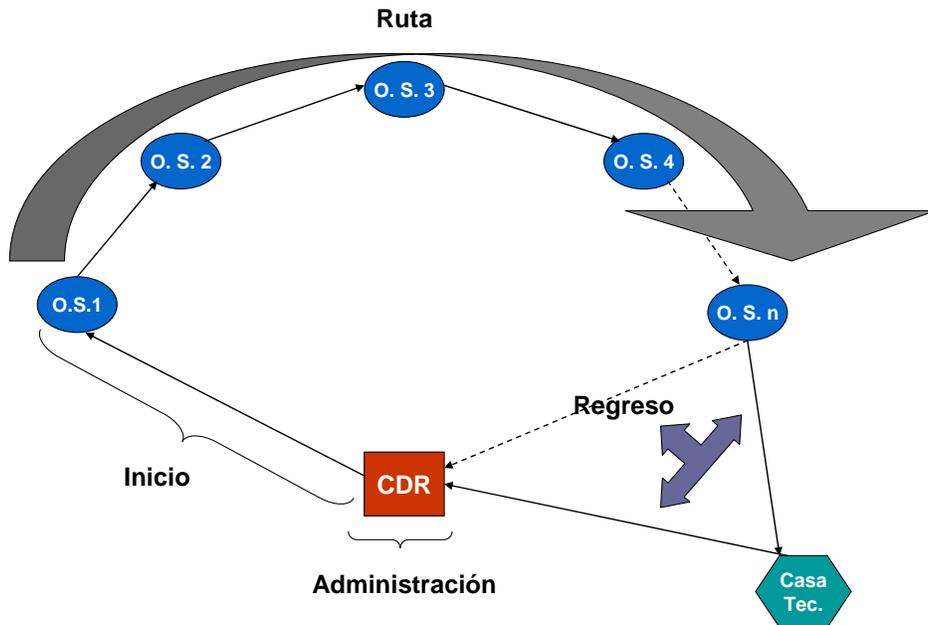


Figura 4. Componentes del Subproceso Ejecución de Ordenes de Servicio

- El primer componente es la Administración, y son las actividades realizadas en el CD por el técnico, como son revisar las ordenes de servicio a ejecutar en el día, realizar el vale de refacciones, realizar la entrega del dinero de ordenes con servicio de cargo ejecutadas el día anterior, armar la ruta; es decir, acomodar la secuencia en que ira realizando las ordenes de servicio durante el día, además de utilizar cierto tiempo para actividades personales.
- El segundo componente es el Inicio, y es la actividad de traslado del CD a la primera ubicación de orden de servicio.
- El tercer componente es la Ruta, y es la actividad de realizar el traslado de una ubicación a otra y la realización del servicio respectivo.
- El cuarto componente es el Regreso, y es la actividad de traslado que el técnico realiza de la última orden de servicio a su domicilio y el día siguiente de su domicilio al CD.

## Familias de Productos

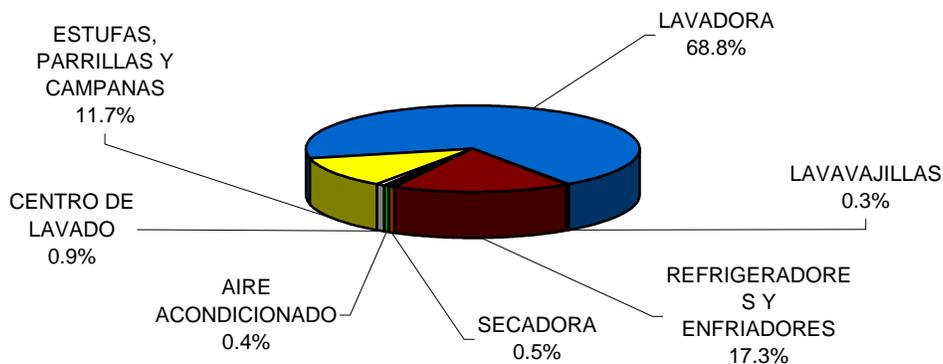
De la muestra tomada, se tienen 1196 ordenes de servicio de las cuales 967 ordenes fueron completadas lo que representa el 81% de las ordenes de las que se tiene un ingreso, mientras que las restantes 229 ordenes fueron canceladas (Cuadro 3), lo que representa el restante 19% de ordenes improductivas y de las cuales se esta incurriendo en un costo, este porcentaje esta representado por los cuatro razones de cancelación (Cliente Cancelo, Cliente Ausente, Dirección Equivocada, Faltante de Refacción).

Familia	Estatus		Total
	Cancelado	Completado	
AIRE ACONDICIONADO		5	5
CENTRO DE LAVADO	3	8	11
ESTUFAS, PARRILLAS Y CAMPANAS	28	112	140
LAVADORA	155	668	823
LAVAVAJILLAS	1	3	4
REFRIGERADORES Y ENFRIADORES	40	167	207
SECADORA	2	4	6
<b>Total</b>	<b>229</b>	<b>967</b>	<b>1196</b>

Cuadro 3. Familias de Productos

De las familias formadas, se puede observar que la familia lavadora es el grupo más significativo representando el 68.8% del total de las ordenes muestreadas, a continuación sigue la familia de refrigeradores y enfriadores con 17.3%, después la familia de estufas, parrillas y campanas con 11.7% y por último las restantes familias – Centro de Lavado, Secadora, Aire Acondicionado y Lavavajillas - representan el 2.2% (Gráfica 1).

## Porcentaje de Familias en Ordenes de Servicio



Gráfica 1. Porcentaje de Familias en Ordenes de Servicio

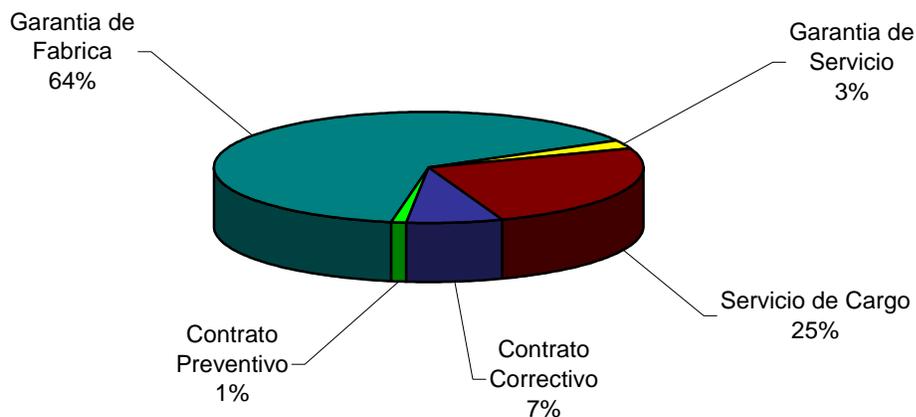
### Tipo de Orden de Servicio

El análisis por tipo de orden, se detecto que la mayor parte de las ordenes de servicio son de Garantía de Fabrica (Cuadro 4) el cual nos representa el 64% del mercado al cual se atiende, Servicio de Cargo el 25%, Contratos el 8% y Garantía de Servicio el 3% (Gráfica 2).

Tipo de Orden	Estatus		Total
	Cancelado	Completado	
Contrato Correctivo	12	75	87
Contrato Preventivo	2	12	14
Garantía de Fabrica	149	617	766
Garantía de Servicio	1	29	30
Servicio de Cargo	65	234	299
<b>Total</b>	<b>229</b>	<b>967</b>	<b>1196</b>

Cuadro 4. Tipo de Orden de Servicio

### Porcentaje de Tipo de Orden de Servicio



Gráfica 2. Porcentaje de Tipo de Orden de Servicio

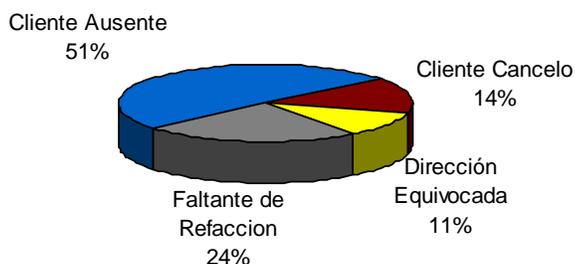
### Razón de Cancelación

En el análisis se detecto, que de las 229 ordenes de servicio que terminaron con estatus de cancelado (Cuadro 5) la mayor parte tienen razón de cancelación de Cliente Ausente el cual representa el 51%, Faltante de Refacción el 24%, Cliente Cancelo el 14%, y Dirección Equivocada el 11% (Gráfica 3).

Razón de cancelación	Total
Cliente Ausente	116
Cliente Cancelo	33
Dirección Equivocada	25
Faltante de Refacción	55
<b>Total</b>	<b>229</b>

Cuadro 5. Razón de Cancelación

### Porcentaje Razón de Cancelación



Gráfica 3. Porcentaje Razón de Cancelación

### Tiempos y Kilómetros

De los cuatro componentes del subproceso de ejecución de ordenes de servicio, se obtuvieron los siguientes cálculos de tiempos en horas, asimismo como de kilómetros, de cada uno de los días de los datos analizados (Cuadro 6).

Actividad	Lunes		Martes		Miércoles		Jueves		Viernes		Sábado		Promedio	
	Tiempo (Horas)	Kms.												
Administración	3.1		2.7		2.7		3.3		2.7		1.1		2.6	0.0
Inicio	1.0	23.7	0.6	12.2	0.6	9.7	0.9	18.0	0.7	15.6	0.9	14.9	0.8	15.7
Ruta	2.7	40.7	2.4	44.7	2.5	41.7	2.5	38.2	2.8	44.8	1.6	47.0	2.4	42.8
Servicio	4.4		5.2		5.2		4.7		5.0		3.1		4.6	0.0
<b>Subtotal</b>	<b>11.2</b>	<b>64.4</b>	<b>10.9</b>	<b>56.9</b>	<b>11.0</b>	<b>51.3</b>	<b>11.4</b>	<b>56.2</b>	<b>11.3</b>	<b>60.4</b>	<b>6.7</b>	<b>61.9</b>	<b>10.4</b>	<b>58.5</b>
Regreso	1.2	61.9	1.3	66.2	1.1	55.0	1.2	59.9	1.2	61.4	1.6	79.1	1.3	63.9
<b>Total</b>	<b>12.4</b>	<b>126.3</b>	<b>12.2</b>	<b>123.1</b>	<b>12.1</b>	<b>106.3</b>	<b>12.6</b>	<b>116.0</b>	<b>12.5</b>	<b>121.7</b>	<b>8.3</b>	<b>140.9</b>	<b>11.7</b>	<b>122.4</b>

Cuadro 6. Tiempos y Kilómetros

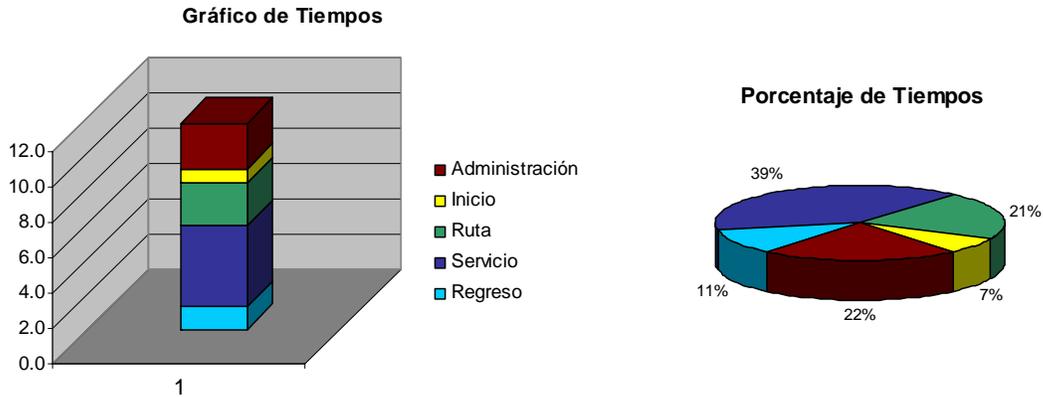
El tiempo promedio que se utiliza en Administración son 2.59 Horas, es decir 2 horas con 36 minutos en promedio se invierte en revisar las ordenes de servicio a ejecutar en el día (Gráfica 4), en realizar el vale de refacciones para que la persona responsable del almacén surta la lista solicitada, armar la ruta; es decir, acomodar la secuencia en que ira realizando las ordenes de servicio durante el día, además de cierto tiempo que toma el técnico para actividades personales.

En Inicio se tiene que se invierte 0.8 horas, es decir 48 minutos de traslado del CD a la primera ubicación con orden de servicio y se recorren en promedio 15.65 kilómetros.

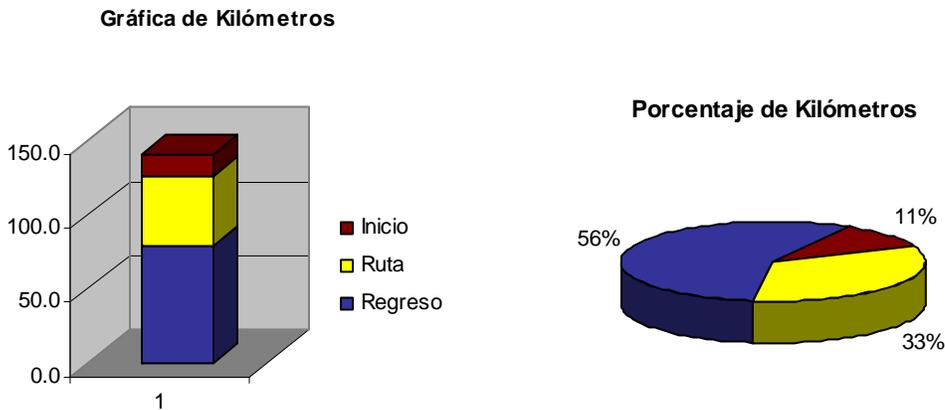
En Ruta se tiene que se ocupan 2.4 horas viajando de ubicación a ubicación y se recorren en promedio 42.8 kilómetros diariamente.

En el rubro de Servicio se tiene que el tiempo que el técnico pasa con el total de los clientes visitados son en promedio 4.6 horas diariamente y en los cálculos realizados se obtuvo un tiempo promedio de servicio por orden de 0.46 horas, realizando la división de estas dos cantidades nos como resultado la ejecución de 9.97 ordenes promedio diariamente.

En el Regreso se recorren en promedio 63.88 kilómetros, los que representan el 56% de los kilómetros recorridos en el día (Gráfica 5) y de los cuales no dan valor agregado al servicio, el tiempo promedio que aparece en este rubro es de 1.27 horas, que es el tiempo que tarda en trasladarse el técnico de la última orden de servicio a su domicilio y el día siguiente de su domicilio al CD, este tiempo fue calculado tomando como base una velocidad promedio de 50 Km. / Hr.



**Gráfica 4. Tiempos y Porcentaje de Tiempos**



**Gráfica 5. Kilómetros y Porcentaje de Kilómetros**

Actualmente se están recorriendo 122.37 Kms. en promedio diariamente por técnico, la hora promedio de llegada al CD es de 7.93 horas, es decir las 7:56 a.m. y la hora promedio de regreso o salida de la última orden de servicio es de 19.61 horas, es decir las 7:37 p.m., dando como resultado un tiempo disponible del técnico para la empresa de 12.36 horas de lunes a viernes y sábado de 8.30 horas, dando un promedio de 11.68 horas diarias, realizando de lunes a viernes 10.63 ordenes de servicio, sábado 6.65 ordenes de servicio, obteniendo un promedio de 9.97 ordenes diarias de las cuales 8.06 ordenes son completadas y 1.91 son ordenes canceladas por cualquiera de los siguientes cuatro razones: Cliente Cancelo, Cliente Ausente, Dirección Equivocada y Faltante de Refacción. Las ordenes canceladas por falta de tiempo no son consideradas dentro del análisis, debido a que estas ordenes no se toco la ubicación, pero fueron rastreadas y dentro del análisis aparecen como ordenes reprogramadas, de las cuales se utilizo la fecha de creación original, es decir la fecha en que el cliente realizo la llamada, al igual que la fecha de programación original, esto con la finalidad de obtener tiempos de atención al cliente reales, ya que cuando se reprograma una orden por falta de tiempo se genera una nueva fecha de creación y una nueva fecha programada al igual que un nuevo número de orden de servicio.

### Ingreso Promedio por Orden de Servicio

El ingreso promedio diario por orden de servicio es de \$213, que se obtiene actualmente de las 9.97 ordenes de servicio, se muestra a continuación en el Cuadro 7.

Tipo de Orden	Ordenes Día	Ingreso por Orden sin Refacción	Ingreso por Tipo de Orden
Garantía de Fabrica	5.14	\$235	\$1,208
Servicio de Cargo	1.95	\$272	\$530
Contrato Correctivo	0.63	\$530	\$332
Contrato Preventivo	0.10	\$530	\$53
Garantía de Servicio	0.24	\$0	\$0
<b>Ordenes Completadas</b>	<b>8.06</b>		
Ordenes Canceladas	1.91	\$0	\$0
<b>Ordenes Promedio Día</b>	<b>9.97</b>		
<b>Ingreso Promedio Diario por Técnico</b>			<b>\$2,123</b>
<b>Ingreso Promedio por Orden de Servicio</b>			<b>\$213</b>

Cuadro 7. Ingreso Promedio por Orden de Servicio

## Atención a Clientes

En el análisis, se realizó el cálculo del tiempo que transcurre desde la fecha de creación de la orden a la fecha programada, de la fecha programada a la fecha de ejecución y por último de la fecha de creación a la fecha de ejecución, es decir, el ciclo de vida de la orden servicio.

PROMEDIO DE ATENCION A CLIENTES - HORAS ENTRE FECHA DE CREACION Y FECHA PROGRAMADA							
Average of Tiempo Orden 1 (Horas)	Dia Semana						
Tipo de orden	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Grand Total
Contrato Correctivo	81	87	46	56	41	64	62
Contrato Preventivo	72	123	38	45	38	55	68
Garantía de Fabrica	82	75	44	53	51	70	62
Garantía de Servicio	67	55	47	46	39	14	48
Servicio de Cargo	85	68	60	62	48	85	67
<b>Grand Total</b>	<b>82</b>	<b>75</b>	<b>48</b>	<b>55</b>	<b>49</b>	<b>72</b>	<b>63</b>

PROMEDIO DE ATENCION A CLIENTES - HORAS ENTRE FECHA PROGRAMADA Y FECHA EJECUCION							
Average of Tiempo Orden 2 (Horas)	Dia Semana						
Tipo de orden	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Grand Total
Contrato Correctivo	15	15	16	15	15	24	16
Contrato Preventivo	17	24	12	14	13	12	15
Garantía de Fabrica	17	17	16	16	19	12	17
Garantía de Servicio	16	13	17	15	14	10	15
Servicio de Cargo	17	16	15	23	16	13	17
<b>Grand Total</b>	<b>17</b>	<b>17</b>	<b>16</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>17</b>

PROMEDIO DE ATENCION A CLIENTES - HORAS ENTRE FECHA DE CREACION Y FECHA DE EJECUCION							
Average of Tiempo Orden T (Horas)	Dia Semana						
Tipo de orden	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sabado	Grand Total
Contrato Correctivo	96	102	62	71	56	88	78
Contrato Preventivo	88	147	51	58	50	67	84
Garantía de Fabrica	99	92	60	69	69	82	78
Garantía de Servicio	83	68	64	61	54	24	63
Servicio de Cargo	102	84	76	84	63	98	84
<b>Grand Total</b>	<b>99</b>	<b>92</b>	<b>64</b>	<b>73</b>	<b>66</b>	<b>85</b>	<b>79</b>

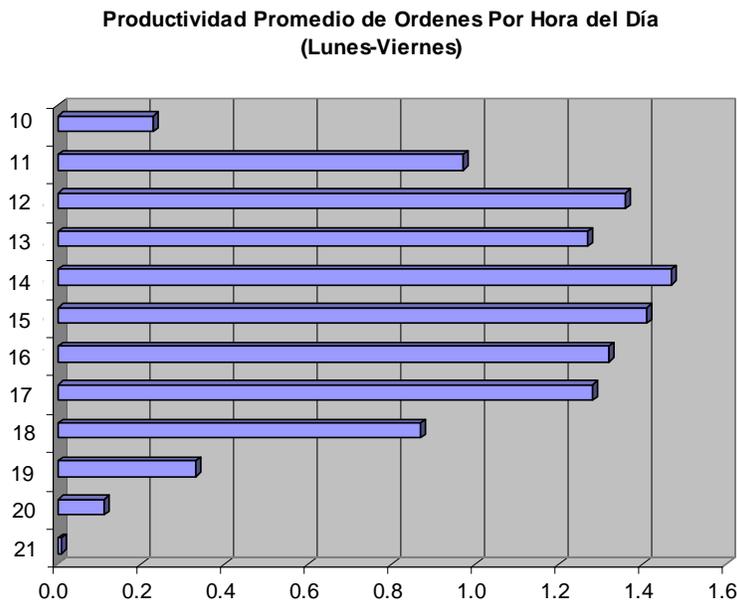
Cuadro 8. Atención a Clientes

En el análisis realizado se detecto, que el promedio de atención por día de la semana, es más alto los días lunes y martes, lo que puede ser atribuido a la menor atención de ordenes el día sábado y el domingo como día no laborable. El tiempo de atención a clientes en las horas trascurridas entre la fecha de creación y la fecha programada se tiene un promedio general de 63 horas que esto equivale a 2.6 días y se tiene que en promedio transcurren 17 horas de la fecha programada a la fecha de ejecución, lo cual nos da un total de 79 horas en promedio desde que el cliente llamo y se creo su orden de servicio hasta que el técnico arribo al domicilio a ejecutar la orden (Cuadro 8).

## Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día

En el análisis realizado se detecto, una jornada de trabajo de 12.36 horas de lunes a viernes teniendo una mayor productividad de las 12:00 p.m. a las 5:00 p.m., en el que al menos en promedio se ejecuta una orden de servicio, siendo las 2:00 p.m. y las 3:00 p.m. las horas con un mayor índice de productividad con 1.47 y 1.41 ordenes de servicio promedio respectivamente.

Mientras que las horas menos productivas del día son las 10 a.m., 7:00 p.m., 8:00 p.m. y 9:00 p.m. con un índice de productividad de 0.23, 0.33, 0.11 y 0.01 ordenes de servicio promedio respectivamente (Gráfica 6).



**Gráfica 6. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Lunes-Viernes)**

En el análisis, se realizó el cálculo de la productividad promedio por hora del día que se tiene de lunes a viernes, como se muestra en el Cuadro 9.

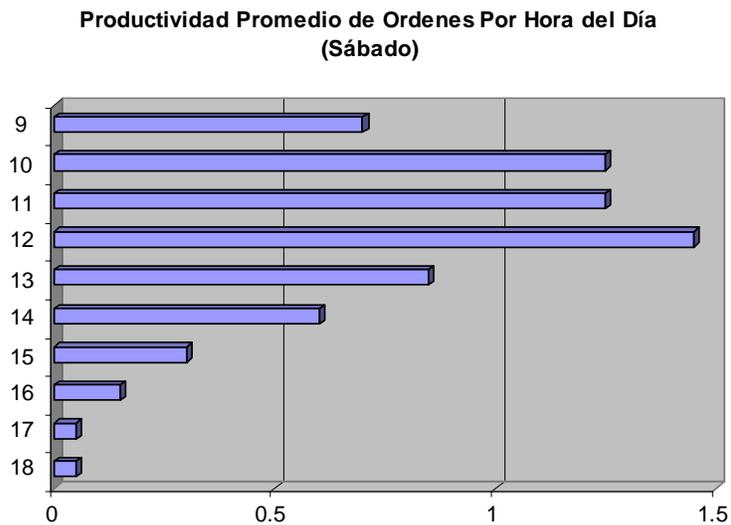
Hora del Día	Promedio de Ordenes	% Ordenes
10	0.23	2.2%
11	0.97	9.1%
12	1.36	12.8%
13	1.27	11.9%
14	1.47	13.8%
15	1.41	13.3%
16	1.32	12.4%
17	1.28	12.0%
18	0.87	8.2%
19	0.33	3.1%
20	0.11	1.0%
21	0.01	0.1%
<b>Total</b>	<b>10.63</b>	<b>100%</b>

**Cuadro 9. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Lunes-Viernes)**

Con una jornada de lunes a viernes de 12.36 horas se tiene una eficiencia de 10.63 ordenes de servicio (ver Anexo – Diagrama Ordenes de Servicio Promedio por Día (Lunes – Viernes) – Actual) al día realizando en promedio 0.86 ordenes/hora.

En el análisis se detecto, una jornada de trabajo de 8.30 horas el día sábado, y las horas del día con mayor productividad en que al menos en promedio se ejecuta una orden de servicio, son las 10:00 a.m., 11:00 a.m. y 12:00 p.m., con un índice de productividad del 1.25, 1.25 y 1.45 ordenes de servicio promedio respectivamente.

Mientras que las horas menos productivas del día sábado son las 3 p.m., 4:00 p.m., 5:00 p.m. y 6:00 p.m. con un índice de productividad de 0.30, 0.15, 0.05 y 0.05 ordenes de servicio promedio respectivamente (Gráfica 7).



**Gráfica 7. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Sábado)**

En el análisis, se realizo el cálculo de la productividad promedio por hora del día, que se tiene el día sábado, como se muestra en el Cuadro 10.

Hora del Día	Promedio de Ordenes	% Ordenes
9	0.70	10.5%
10	1.25	18.8%
11	1.25	18.8%
12	1.45	21.8%
13	0.85	12.8%
14	0.60	9.0%
15	0.30	4.5%
16	0.15	2.3%
17	0.05	0.8%
18	0.05	0.8%
<b>Total</b>	<b>6.65</b>	<b>100%</b>

**Cuadro 10. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Sábado)**

El sábado con una jornada de 8.30 horas se tiene una eficiencia de 6.65 ordenes al día realizando en promedio 0.80 ordenes/hora.

Como se puede observar hasta el momento se han presentado el contenido del proyecto, los procesos de las ordenes de servicio, la cantidad de información utilizada, así como el análisis estadístico de la información e indicadores de la situación actual de la empresa.

En el siguiente capítulo se presentan la definición de las premisas y escenarios anteriormente expuestos.

## CAPITULO IV. DEFINICIÓN DE PREMISAS Y ESCENARIOS

### PREMISAS

La premisa general del análisis es maximizar el tiempo del técnico con el cliente, es decir, tener más tiempo de servicio para la realización de más ordenes de servicio.

Para ello se tienen cinco premisas que permitirán maximizar el tiempo y a continuación se describen.

1. Tiempo de Administración, como ya mencionó el tiempo promedio actual de este rubro es de 2.59 horas, por lo que se propone reducir el tiempo de administración en un tiempo objetivo de 30 minutos, este tiempo se propuso con base a un estudio de tiempos en el cual se determino que este tiempo es suficiente para que cada técnico realice sus actividades administrativas.
2. Kms. de Inicio, en este rubro se tiene como objetivo optimizar en un 20% siendo este un dato promedio de optimización corroborado con la experiencia, es decir, reducir en un 20% los kilómetros iniciales del CD a la primera ubicación de una orden de servicio.
3. Kms. de Ruta, en este otro punto se tiene como objetivo optimizar en un 15% estos kilómetros al igual que el anterior es un dato promedio de optimización corroborado con la experiencia.
4. Kms. de Regreso, en este rubro se tiene como objetivo que los kilómetros de regreso sean una distancia aproximadamente igual a los kilómetros de inicio, siendo esta una de las restricciones en el algoritmo de ruteo del software. Como se ilustra en la Figura 5.
5. Ordenes Canceladas, en este punto se tiene como objetivo que se reduzca en un 20% las ordenes cancelas por los diferentes razones de cancelación antes expuestas, siendo este un dato promedio de optimización corroborado con la experiencia en este tipo de empresas.
- 6.

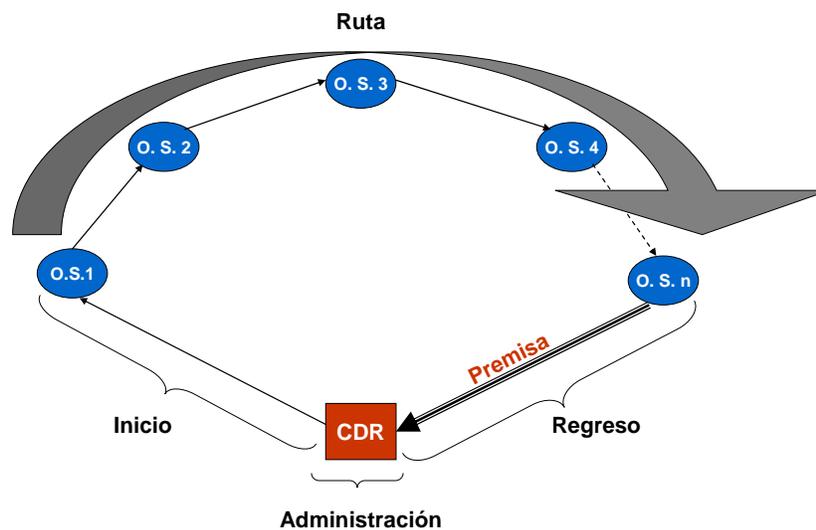


Figura 5. Premisas

## Impacto de las Premisas para el Escenario 1 y 2

De cada una de las premisas expuestas se tiene un impacto que permitirá maximizar el tiempo del técnico con el cliente y reducir costos logísticos, como se muestra en el Cuadro 11.

OBJETIVO	IMPACTO
Reducir el Tiempo de Administración Objetivo = 30 min.	Ordenes Incremento 2.96
Optimizar Kms. de Inicio. Objetivo = 20 %	Ordenes Incremento 0.22 Ahorro por Kms. = \$ 4.41
Optimizar Kms. de Ruta Objetivo = 15%	Ordenes Incremento 0.52 Ahorro por Kms. = \$ 9.05
Reducir Kms. de Regreso Objetivo = Kms. de inicio	Ahorro por Kms. = \$ 72.37
Reducir las Ordenes Canceladas Objetivo = 20%	Ordenes Incremento 0.46 Ahorro por Kms. = \$ 2.31 Incremento de Ingreso por Orden Promedio = \$21.24

Cuadro 11. Impacto de las Premisas – Escenario 1 y 2

La premisa de reducir el tiempo de administración a 30 minutos, se tiene un impacto de incrementar 2.96 ordenes de servicio, a continuación se muestra en el Diagrama 1 los cálculos realizados para obtener esta cantidad.

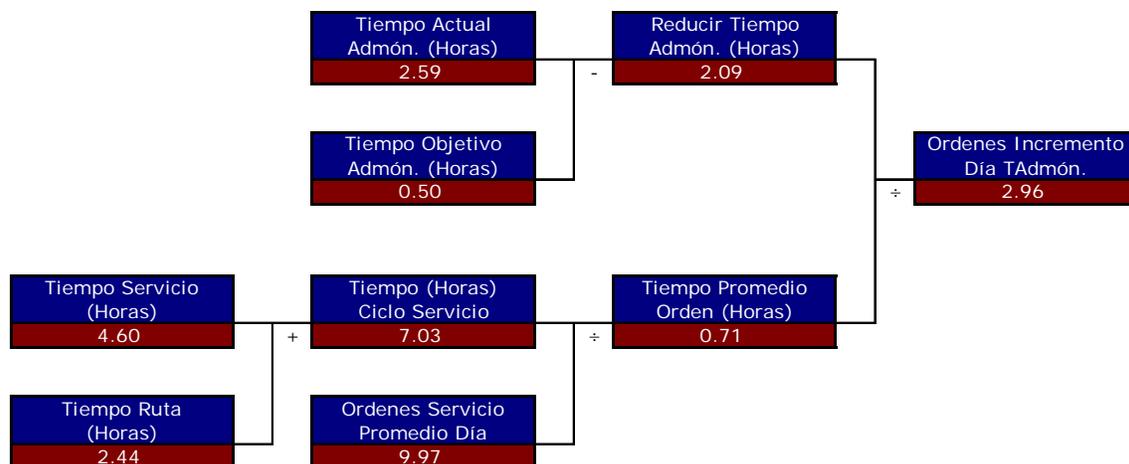
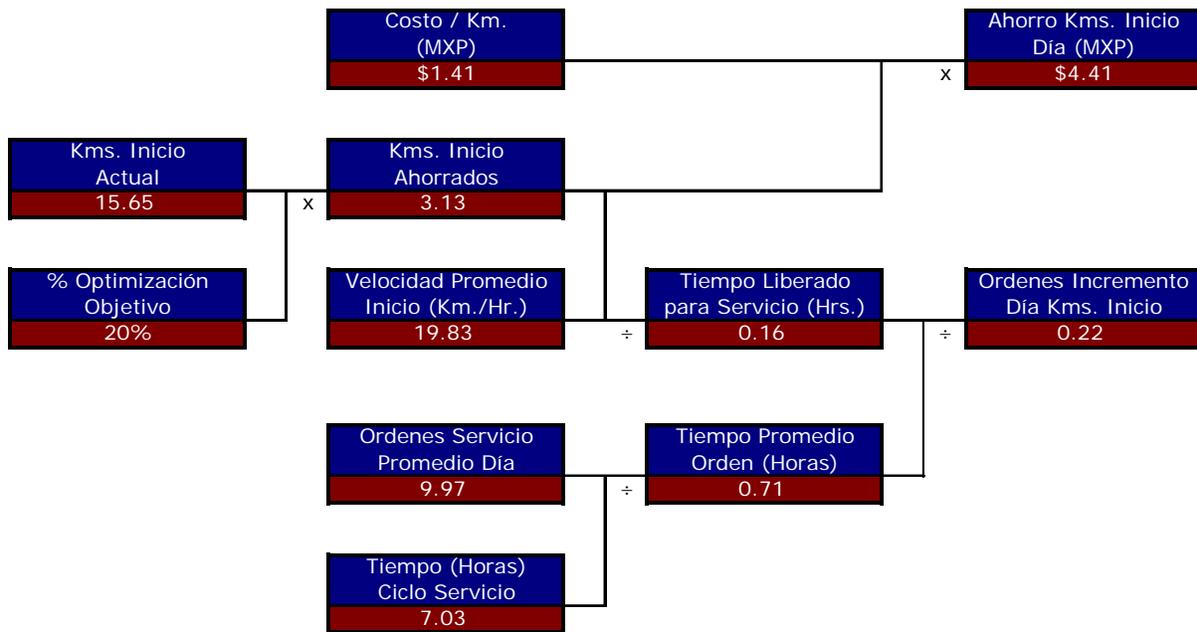


Diagrama 1. Incremento de Ordenes por Día por Reducción de Tiempo de Administración

Como ya se a mencionado el tiempo de administración actual es de 2.59 horas y el tiempo de administración objetivo es de 30 minutos (0.5 horas), realizado la resta de estas dos cantidades se tiene un tiempo de administración liberado de 2.09 horas.

En la ramificación de la parte inferior el Tiempo de Servicio (4.6 horas) se suma con el Tiempo de Ruta (2.44 horas) y se obtiene el Tiempo Ciclo de Servicio promedio diario el cual se divide entre el promedio de Ordenes de Servicio Día (9.97 ordenes), lo cual da el Tiempo Ciclo promedio por Orden de Servicio que es de 0.71 horas. Por último el tiempo liberado de administración es dividido entre el tiempo ciclo promedio por orden de servicio y así se determina cuantas ordenes de servicio pueden ser ejecutadas en ese tiempo liberado, que son 2.96 ordenes incrementadas por reducción de tiempo de administración.

La segunda premisa de optimizar los Kms. de Inicio en un 20%, se tiene un impacto de incrementar 0.22 ordenes de servicio y un ahorro por kilómetros de \$4.41, a continuación se muestra en el Diagrama 2 los cálculos realizados para obtener estas cantidades.

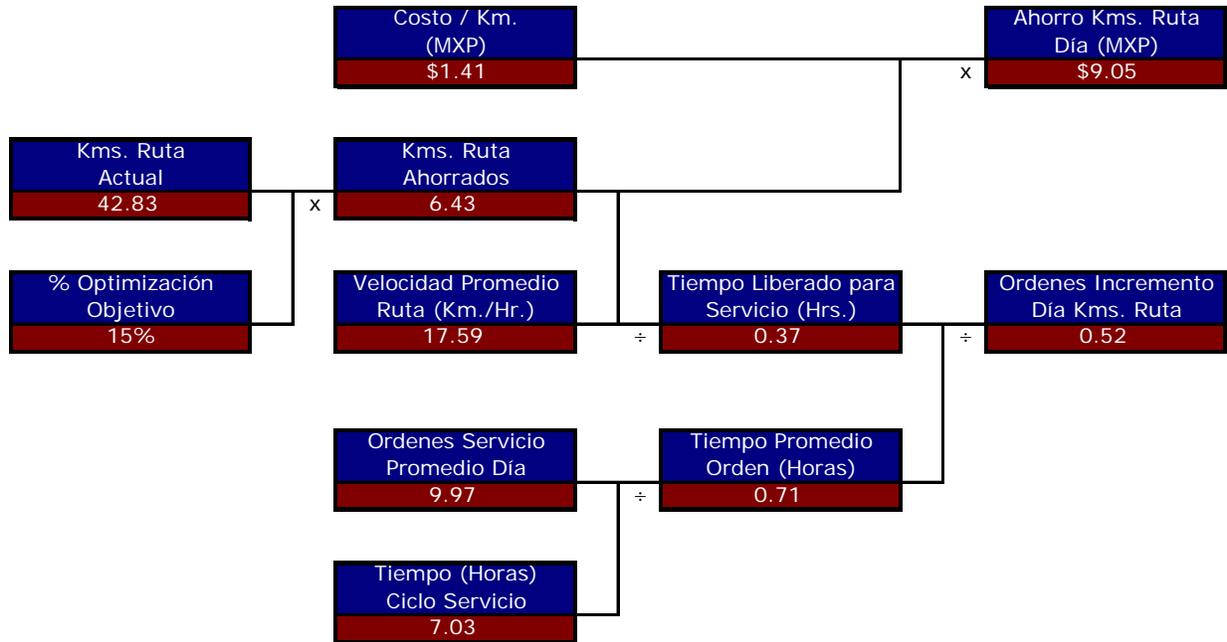


**Diagrama 2. Incremento de Ordenes por Día y Ahorro por Reducción de Kilómetros de Inicio**

Los kilómetros de inicio actuales son 15.65 que multiplicados por el porcentaje de optimización objetivo (20%) da como resultado 3.13 kilómetros de inicio ahorrados, estos kilómetros ahorrados se dividen entre la velocidad promedio de inicio (19.83 Km./Hr.) y se obtiene un tiempo liberado para servicio de 0.16 horas, se procede a dividir esta cantidad entre el tiempo ciclo promedio por orden anteriormente calculado (0.71 horas) y se obtienen las ordenes incrementas, que son 0.22 por kilómetros de inicio.

El ahorro por kilómetros de inicio es obtenido de multiplicar los 3.13 kilómetros de inicio ahorrados por el costo por kilómetro \$1.41 y se obtiene \$4.41 de ahorro por kilómetros de inicio.

La tercera premisa de optimizar los Kms. de Ruta en un 15%, se tiene un impacto de incrementar 0.52 ordenes de servicio y un ahorro por kilómetros de \$9.05, a continuación se muestra en el Diagrama 3 los cálculos realizados para obtener estas cantidades.



**Diagrama 3. Incremento de Ordenes por Día y Ahorro por Reducción de Kilómetros de Ruta**

Los kilómetros de ruta actuales son 42.83 que multiplicados por el porcentaje de optimización objetivo (15%) nos da como resultado 6.43 kilómetros de ruta ahorrados, estos kilómetros ahorrados se dividen entre la velocidad promedio de ruta (17.59 Km. / Hr.) y se obtiene un tiempo liberado para servicio de 0.37 horas, en seguida se procede a dividir esta cantidad entre el tiempo ciclo promedio por orden (0.71 horas) y se obtienen las ordenes incrementas, que son 0.52 por kilómetros de ruta.

El ahorro por kilómetros de ruta es obtenido de multiplicar los 6.43 kilómetros de ruta ahorrados por el costo por kilómetro \$1.41 y se obtiene \$9.05 de ahorro por kilómetros de ruta.

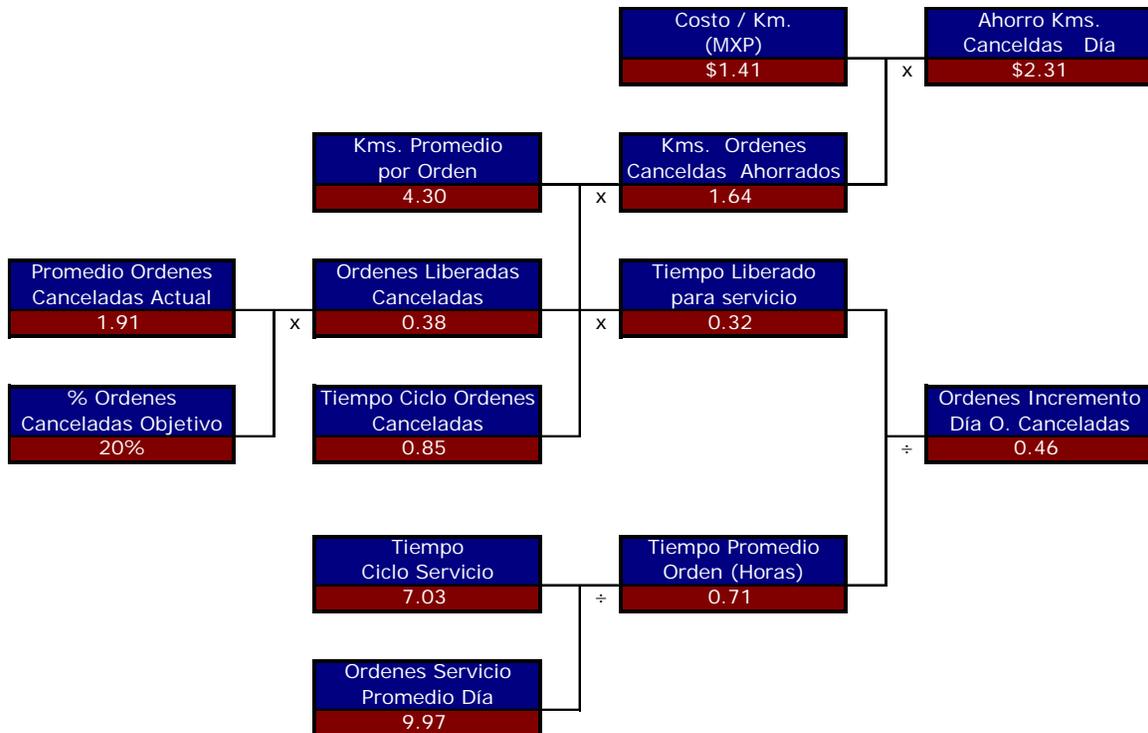
La cuarta premisa de reducir los Kms. de Regreso a una cantidad igual a los kilómetros de Inicio, se tiene un ahorro por kilómetros de \$72.37, a continuación se muestra en el Diagrama 4 los cálculos realizados para obtener esta cantidad.



**Diagrama 4. Ahorro por Reducción de Kilómetros de Regreso**

Los kilómetros de regreso actuales son 63.88, a estos se le restan los kilómetros de inicio optimizados que son 12.52 y se obtienen los kilómetros de regreso ahorrados, que son 51.36 Kms. el cual representa un ahorro en kilómetros del 80% en este rubro, que multiplicados por el costo por kilómetro \$1.41, se obtiene \$72.37 de ahorro por kilómetros de regreso.

La quinta premisa de reducir las ordenes canceladas en un 20%, se tiene un impacto de incrementar 0.46 ordenes de servicio y un ahorro por kilómetros de \$2.31, a continuación se muestra en el Diagrama 5 los cálculos realizados para obtener estas cantidades.



**Diagrama 5. Incremento de Ordenes por Día y Ahorro por Reducción de Ordenes Canceladas**

Las ordenes canceladas promedio actuales son 1.91 que multiplicados por el porcentaje de optimización objetivo (20%) da como resultado 0.38 ordenes canceladas liberadas, estas ordenes liberadas se multiplican por tiempo ciclo de ordenes cancelas (0.85 horas), se obtiene un tiempo liberado para servicio de 0.32 horas, se procede a dividir esta cantidad entre el tiempo ciclo promedio por orden (0.71 horas) y se obtienen las ordenes incrementas, que son 0.46 por reducción de ordenes canceladas.

El ahorro por kilómetros de ordenes canceladas se obtiene de multiplicar las 0.38 ordenes canceladas liberadas por los 4.30 kilómetros promedio por orden, obteniéndose 1.64 kilómetros de ordenes canceladas ahorrados, multiplicado por el costo por kilómetro \$1.41, se obtienen \$2.31 de ahorro por kilómetros de ordenes canceladas.

Este último punto debe ser estratégicamente evaluado, considerando los valores obtenidos en la muestra tomada, en la cual se obtuvieron 1196 ordenes de servicio de las cuales 967 ordenes fueron completadas lo que representa el 81% de las ordenes que se tiene un ingreso, mientras que las restantes 229 ordenes fueron canceladas, lo que representa el restante 19% de ordenes improductivas y de las cuales se esta incurriendo en un costo.

La cantidad proyectada de ordenes de servicio anuales es de 158,473 (este valor fue validado con el personal de la empresa, tomando como base sus registros históricos y pronósticos), esta cantidad multiplicada por el 19% de ordenes canceladas, obtenemos la cantidad proyectada de 30,110 ordenes canceladas anuales que multiplicadas por el costo actual de orden servicio promedio de \$89.80, se tiene un costo anual de \$2,703,866 (Cuadro 12) y de las cuales no se tiene ingreso.

	Actual	% Ordenes Canceladas	Ordenes Canceladas al Año	Costo por Orden	Costo Anual
Ordenes Proyectadas al Año	158,473	19%	30,110	\$89.80	\$2,703,866

**Cuadro 12. Costo Anual de Ordenes Canceladas**

Además hay un incremento por el ingreso adicional, al reducirse el número de ordenes canceladas y cambiar estas a ordenes completadas. Con la reducción de ordenes canceladas en un 20% (6,022 ordenes de servicio), y la transformación de estas a ordenes completadas el ingreso se ve incrementado en \$1,282,686 al año (Cuadro 13).

<b>Incremento de Ingreso por Reducción de Ordenes Canceladas</b>			
Ordenes Completadas	6,022	\$213	\$1,282,686

**Cuadro 13. Incremento de Ingreso por Reducción de Ordenes de Canceladas**

A continuación se muestra en el Cuadro 14 los cálculos realizados para obtener del ingreso promedio por orden de servicio actual de \$213, que se tiene por la ejecución de 9.97 ordenes de servicio, así como el cálculo del ingreso promedio por orden de servicio del escenario 1 y 2 de \$234, que se tiene por la ejecución de 13.75 ordenes de servicio (Cuadro 15). Con base en las premisas anteriormente expuestas, del incremento de 4.16 ordenes de servicio y reducción del 20% de las ordenes canceladas, se obtiene un incremento promedio por orden de servicio de \$21.

Tipo de Orden	Ordenes Día	Ingreso por Orden sin Refacción	Ingreso por Tipo de Orden
Garantía de Fabrica	5.14	\$235	\$1,208
Servicio de Cargo	1.95	\$272	\$530
Contrato Correctivo	0.63	\$530	\$332
Contrato Preventivo	0.10	\$530	\$53
Garantía de Servicio	0.24	\$0	\$0
<b>Ordenes Completadas</b>	<b>8.06</b>		
Ordenes Canceladas	1.91	\$0	\$0
<b>Ordenes Promedio Día</b>	<b>9.97</b>		
<b>Ingreso Promedio Diario por Técnico</b>			<b>\$2,123</b>
<b>Ingreso Promedio por Orden de Servicio</b>			<b>\$213</b>

**Cuadro 14. Ingreso Promedio por Orden de Servicio Actual**

Tipo de Orden	Ordenes Día	Ingreso por Orden sin Refacción	Ingreso por Tipo de Orden
Garantía de Fabrica	7.80	\$235	\$1,833
Servicio de Cargo	2.96	\$272	\$804
Contrato Correctivo	0.95	\$530	\$504
Contrato Preventivo	0.15	\$530	\$80
Garantía de Servicio	0.36	\$0	\$0
<b>Ordenes Completadas</b>	<b>12.22</b>		
Ordenes Canceladas	1.53	\$0	\$0
Ordenes Promedio Día	13.75		
<b>Ingreso Promedio Diario por Técnico</b>			<b>\$3,221</b>
<b>Ingreso Promedio por Orden de Servicio</b>			<b>\$234</b>

Cuadro 15. Ingreso Promedio por Orden de Servicio Proyectado

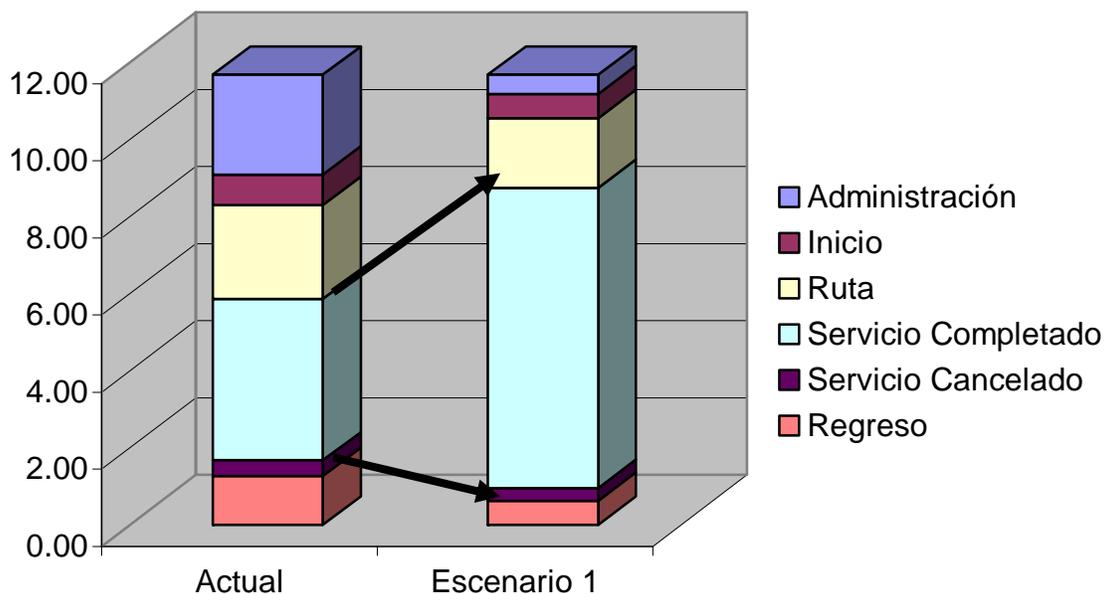
## Impacto Premisa: Maximización de Tiempo de Cliente

Como puede observarse en el Cuadro 16 y Gráfica 8, con base en las premisas expuestas el tiempo de servicio promedio se ve aumentado en 3.60 horas, con un incremento de 4.16 ordenes de servicio, sumando esta cantidad a las 8.06 ordenes completadas actuales y las 1.53 ordenes canceladas optimizadas, se tiene como resultado 13.75 ordenes de servicio diariamente.

Proceso	Actual	Escenario 1	Diferencia
Administración	2.59	0.50	- 2.09
Inicio	0.79	0.63	- 0.16
Ruta	2.44	1.81	- 0.63
Servicio Completado	4.19	7.79	+ 3.60
Servicio Cancelado	0.40	0.32	- 0.08
Regreso	1.27	0.63	- 0.64
<b>Total (Horas)</b>	<b>11.68</b>	<b>11.68</b>	<b>0.00</b>
<b>Ordenes Promedio Día</b>	<b>9.97</b>	<b>13.75</b>	

Cuadro 16. Maximización de Tiempo de Cliente

## Maximización de Tiempo de Cliente



Gráfica 8. Maximización de Tiempo de Cliente

En el análisis realizado se detecto, que los tiempos en los componentes del subproceso de ejecución de ordenes de servicios, tienen de lunes a vienes un comportamiento diferente al del día sábado.

La jornada laboral que se tiene de lunes a vienes es de 12.36 horas promedio día (Cuadro 17), mientras que el sábado la jornada laboral promedio día es de 8.30 horas (Cuadro 18). El día sábado el tiempo de administración es un 60% menor con respecto al tiempo de administración registrado de lunes a vienes, siendo este de 1.14 horas, es decir, 1 hora con 8 minutos.

Con base en las premisas expuestas, el tiempo de servicio promedio de lunes a vienes se ve aumentado en 3.60 horas (Cuadro 17), mientras que el día sábado se tiene un aumento en el tiempo de servicio de 2 horas (Cuadro 18).

Los tiempos de ruta, servicio completado y servicio cancelado del día sábado, son menores debido a una menor carga de trabajo, pero los tiempos de inicio y regreso son mayores a los de lunes a vienes, por lo que su infiere que los fines de semana se recorren un mayor número de kilómetros en estos rubros.

<b>Lunes a Viernes</b>			
<b>Proceso</b>	<b>Actual</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Diferencia</b>
Administración	2.88	0.50	- 2.38
Inicio	0.77	0.62	- 0.15
Ruta	2.59	2.20	- 0.39
Servicio Completado	4.49	8.09	+ 3.60
Servicio Cancelado	0.42	0.34	- 0.08
Regreso	1.21	0.62	- 0.59
<b>Total (Horas)</b>	<b>12.36</b>	<b>12.36</b>	<b>0.00</b>
<b>Ordenes Promedio Día</b>	<b>10.63</b>	<b>14.65</b>	

**Cuadro 17. Maximización de Tiempo de Cliente (Lunes-Viernes)**

<b>Sábado</b>			
<b>Proceso</b>	<b>Actual</b>	<b>Escenario 1</b>	<b>Diferencia</b>
Administración	1.14	0.50	- 0.64
Inicio	0.87	0.70	- 0.17
Ruta	1.65	1.40	- 0.25
Servicio Completado	2.73	4.74	+ 2.00
Servicio Cancelado	0.34	0.27	- 0.07
Regreso	1.58	0.70	- 0.88
<b>Total (Horas)</b>	<b>8.30</b>	<b>8.30</b>	<b>0.00</b>
<b>Ordenes Promedio Día</b>	<b>6.65</b>	<b>9.24</b>	

**Cuadro 18. Maximización de Tiempo de Cliente (Sábado)**

## ESCENARIO 1 – REDUCCIÓN DE INFRAESTRUCTURA

El costo operativo actual de realizar una orden de servicio es de \$89.80, donde el costo se compone de cuatro elementos, costo del técnico, costo de coordinación, costo del vehículo y costo por kilometraje recorrido; restándole al ingreso promedio por orden de servicio el costo promedio de orden de servicio se obtiene el margen promedio por orden de servicio que es de \$123.18, como a continuación se muestra el Diagrama 6.

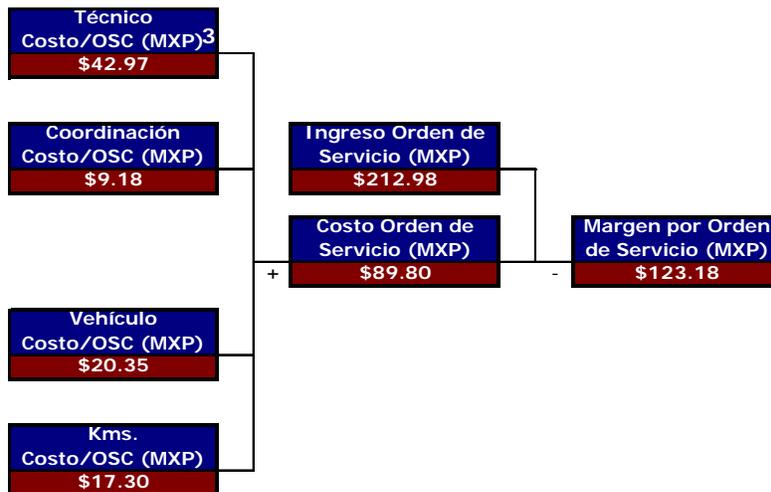
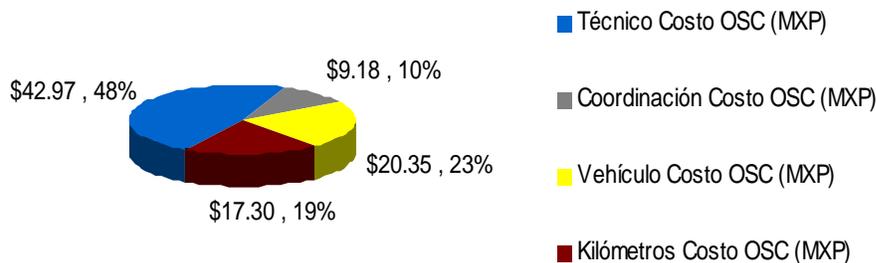


Diagrama 6. Margen por Orden de Servicio – Actual

La Gráfica 9 muestra el porcentaje de los elementos que componen los el costo directo de una orden de servicio. Siendo el costo del técnico el 48%, el costo de vehículo el 23%, el costo por Kilómetros el 19%, y el costo de coordinación el 10%.

### Costos Orden de Servicio (Actual)

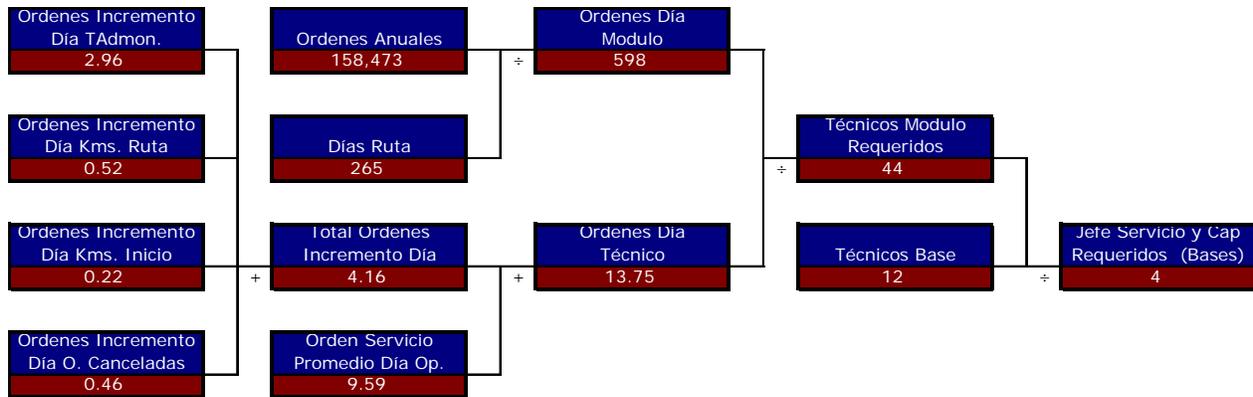


Gráfica 9. Costos Orden de Servicio – Actual

En este escenario se considero la demanda de ordenes de servicio como estática, es decir, no hay más ordenes de servicio potenciales por atender, de la muestra analizada se proyecto una demanda anual de 158,473 ordenes de servicio, la cual es ejecutada con los 60 técnicos actuales del módulo metropolitano, con un promedio de 9.97 ordenes al día empleando una jornada promedio 11.68 horas realizando en promedio 0.85 ordenes/hora, de las cuales 8.06 son ordenes completadas y 1.91 ordenes canceladas. Con base en las premisas expuestas anteriormente, se incrementan 4.16 ordenes al día, más las 8.06

<sup>2</sup> OSC: Ordenes de Servicio Completadas, MXP: Pesos Mexicanos

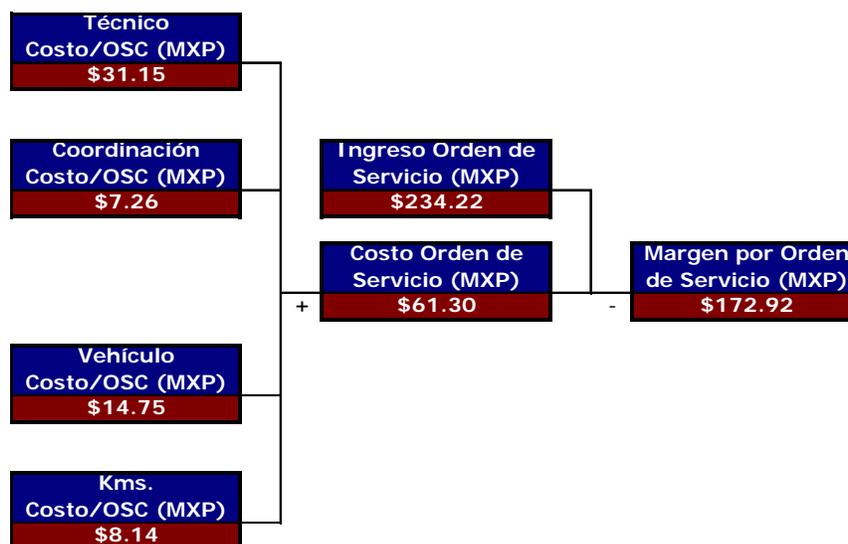
órdenes completadas y las 1.53 órdenes canceladas optimizadas, el técnico estará realizando 13.75 órdenes de servicio al día empleado una jornada promedio 11.68 horas realizando en promedio 1.18 órdenes/hora, incrementado la productividad por hora en un 38% con respecto a la actual.



**Diagrama 7. Jefes de Servicio y Capturistas Requeridos – Escenario 1**

Con base en las órdenes anuales estimadas (158,473) y las órdenes por día que el técnico va a poder realizar (13.75), se calcula el número de técnicos que necesitan para cubrir tal demanda y para ello se requieren solamente 44 técnicos, por lo que el costo técnicos se ve reducido al requerir menos técnicos, al mismo tiempo que se reduce el número de técnicos se ven reducidos el número de vehículos a 44, por lo que se reducen los costos fijos de los mismos, también al reducirse el número de técnicos se ve reducido el personal de coordinación a 4 bases (Diagrama 7) y aunque el kilometraje por técnico se va a ver incrementado por las 4.16 órdenes de servicio incrementadas, el kilometraje será menor al actual al optimizar los kilómetros de inicio, ruta y regreso.

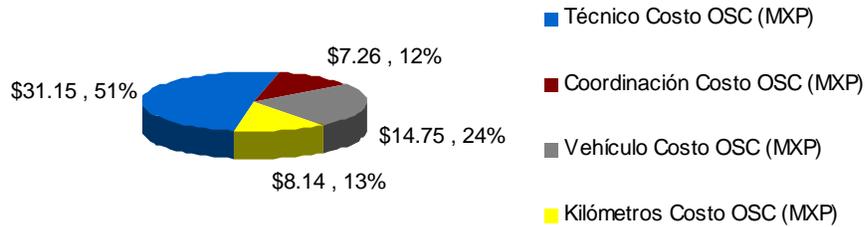
El costo por orden de servicio del escenario 1 – reducción de infraestructura – es de \$61.30 por orden de servicio, restando el ingreso menos el costo por orden se obtiene un margen por orden de \$172.92, el incremento del margen en el escenario 1 con respecto al actual es del 40%, a continuación se muestra en el Diagrama 8 los costos correspondientes.



**Diagrama 8. Margen por Orden de Servicio – Escenario 1**

La Gráfica 10 muestra el costo y el porcentaje de cada elemento que compone el costo por orden de servicio del escenario 1.

### Costo Orden de Servicio (Escenario 1)



Gráfica 10. Costos Orden de Servicio – Escenario 1

El ingreso promedio por orden de servicio que se obtiene en el escenario 1 por la ejecución de 13.75 ordenes promedio diarias por técnico, se muestra en el Cuadro 19.

Tipo de Orden	Ordenes Día	Ingreso por Orden sin Refacción	Ingreso por Tipo de Orden
Garantía de Fabrica	7.80	\$235	\$1,833
Servicio de Cargo	2.96	\$272	\$804
Contrato Correctivo	0.95	\$530	\$504
Contrato Preventivo	0.15	\$530	\$80
Garantía de Servicio	0.36	\$0	\$0
<b>Ordenes Completadas</b>	<b>12.22</b>		
Ordenes Canceladas	1.53	\$0	\$0
<b>Ordenes Promedio Día</b>	<b>13.75</b>		
<b>Ingreso Promedio Diario por Técnico</b>			<b>\$3,221</b>
<b>Ingreso Promedio por Orden de Servicio</b>			<b>\$234</b>

Cuadro 19. Ingreso Promedio por Orden de Servicio - Escenario 1

Los ahorros por orden de servicio, obtenidos con la reducción de infraestructura y optimización de kilómetros, con respecto al costo actual se muestran en el Diagrama 9.

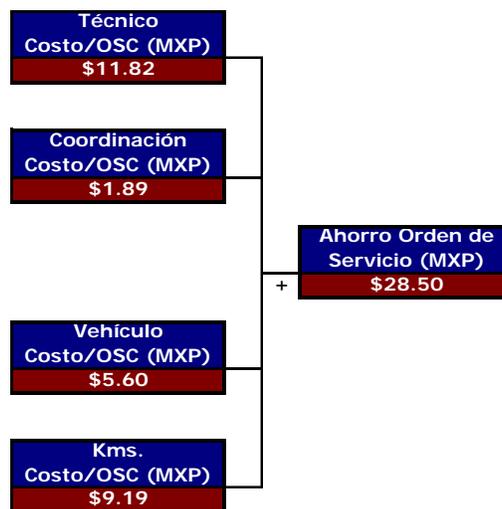


Diagrama 9. Ahorro por Orden de Servicio - Escenario 1

Realizando la proyección de ahorro por orden, hacia un ahorro potencial anual del módulo metropolitano, se tiene un ahorro potencial de \$4,402,764 y un incremento de ingreso anual de \$3,366,550, dando como resultado un incremento del margen potencial del escenario 1 con respecto al actual de \$7,769,314 al año (Diagrama 10).

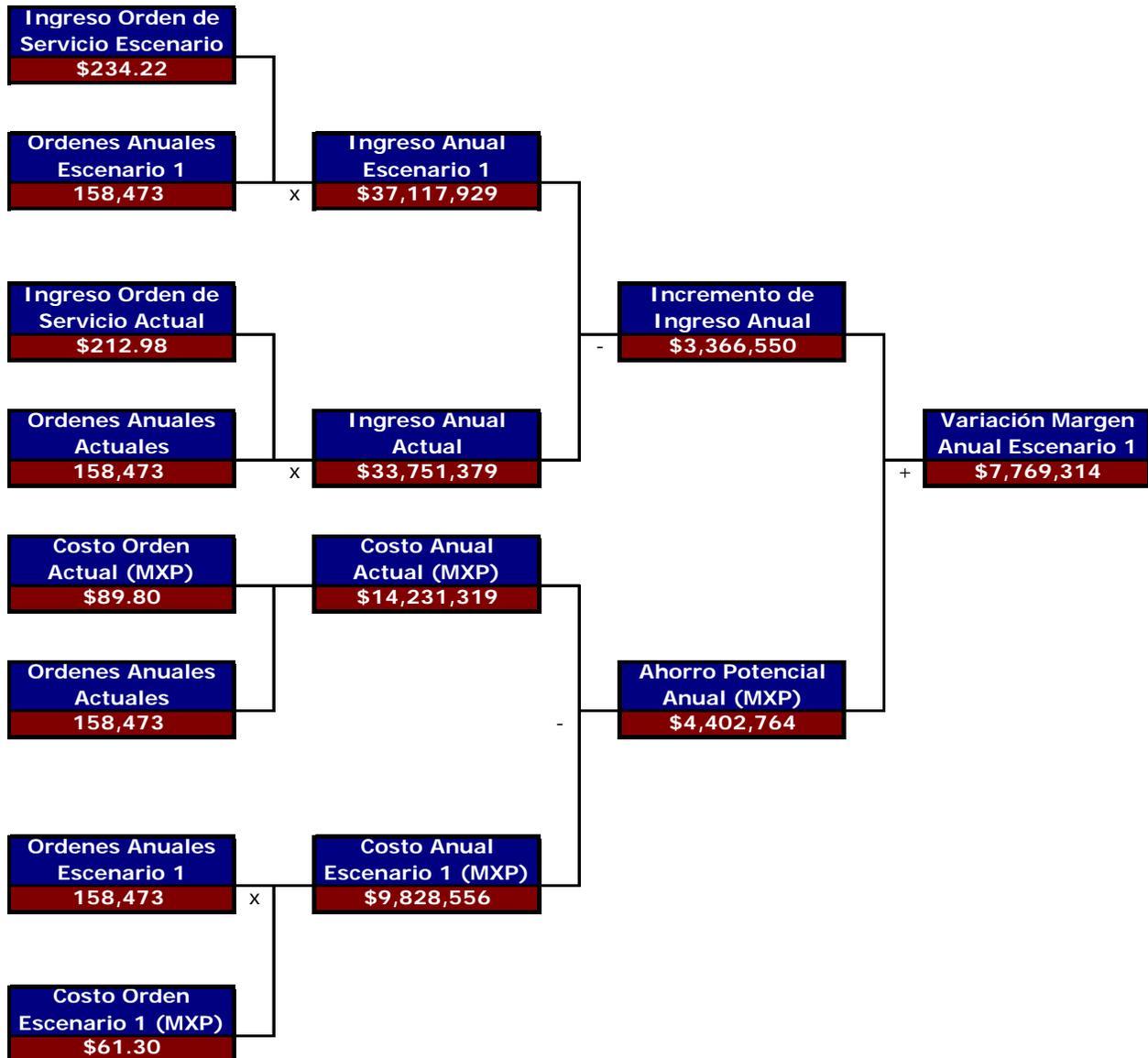


Diagrama 10. Variación del Margen Anual - Escenario 1

Como puede observarse, para cubrir la demanda de 158,473 órdenes anuales sólo se requieren 44 técnicos, y por consecuencia 44 vehículos, las coordinaciones o bases requeridas para administrar a los 44 órdenes son 4, y con la optimización de kilómetros se tiene un ahorro del 52% con respecto a los kilómetros actuales (Cuadro 20).

	Actual	Escenario 1	Ahorro	% Ahorro
<b>Costo Base</b>	\$ 113,500	\$ 113,500	0	0%
Técnicos	60	44	16	27%
<b>Costo Modulo</b>	\$ 6,810,000	\$ 4,994,000	\$ 1,816,000	27%
<b>Costo Base</b>	\$ 290,861	\$ 290,861	0	0%
Coordinación	5	4	1	20%
<b>Costo Modulo</b>	\$ 1,454,303	\$ 1,163,442	\$ 290,861	20%
<b>Costo Base</b>	\$ 53,760	\$ 53,760	0	0%
Vehículos	60	44	16	27%
<b>Costo Modulo</b>	\$ 3,225,600	\$ 2,365,440	\$ 860,160	27%
<b>Costo Base</b>	\$ 1.41	\$ 1.41	0	0%
Kms. - Ruta	1,945,630	926,659	1,018,971	52%
<b>Costo Modulo</b>	\$ 2,741,417	\$ 1,305,674	\$ 1,435,743	52%
<b>Costo Total</b>	\$ 14,231,319	\$ 9,828,556	\$ 4,402,764	31%
<b>Costo por Orden</b>	\$ 89.80	\$ 61.30	\$ 28.50	40%

	Actual	Escenario 1	Variación	% Variación
<b>Ingreso</b>	\$33,751,379	\$37,117,929	\$3,366,550	10%
<b>Costo Total</b>	\$14,231,319	\$ 9,828,556	\$4,402,764	31%
<b>Margen</b>	\$19,520,060	\$27,289,374	\$7,769,314	40%

Cuadro 20. Variación del Margen Anual - Escenario 1

## ESCENARIO 2 – OPTIMIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA

En este escenario se considera que la demanda de ordenes de servicio no es fija, es decir, es la cantidad potencial de ordenes de servicio que pueden realizarse con la infraestructura actual de 60 técnicos teniendo una aprovechamiento eficiente del tiempo de servicio es de 218,670 ordenes de servicio al año, las cuales con el incremento tiempo de servicio, con base en las premisas expuestas anteriormente, se incrementan 4.16 ordenes al día, más las 8.06 ordenes completadas y las 1.53 ordenes canceladas optimizadas, el técnico estará realizando 13.75 ordenes de servicio al día empleado una jornada promedio 11.68 horas realizando en promedio 1.18 ordenes/hora, incrementado la productividad por hora en un 38% con respecto a la actual. Y el incremento de ordenes de servicio ejecutadas es de 60,197 anuales, a continuación se muestra en el Diagrama 11 el calculo.

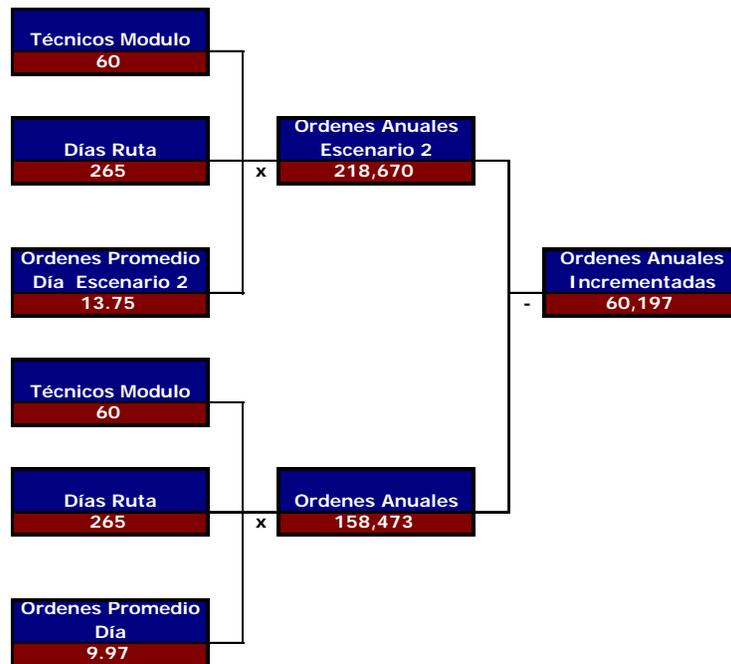


Diagrama 11. Incremento Anual de Ordenes de Servicio - Escenario 2

El costo por orden de servicio del escenario de optimización de infraestructura es de \$60.69, obteniéndose un margen por orden de servicio de \$173.53, ver Diagrama 12.

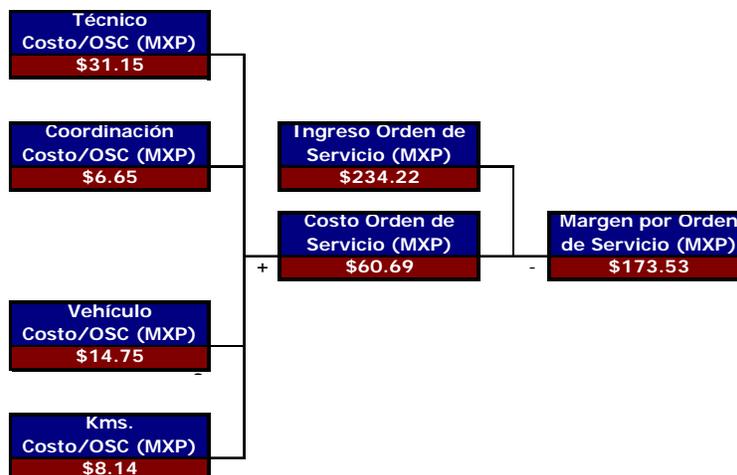


Diagrama 12. Margen por Orden de Servicio – Escenario 2

El ingreso promedio por orden de servicio que se obtiene en el escenario 2 por la ejecución de 13.75 ordenes promedio diarias por técnico, ver Cuadro 21.

Tipo de Orden	Ordenes Día	Ingreso por Orden sin Refacción	Ingreso por Tipo de Orden
Garantía de Fabrica	7.80	\$235	\$1,833
Servicio de Cargo	2.96	\$272	\$804
Contrato Correctivo	0.95	\$530	\$504
Contrato Preventivo	0.15	\$530	\$80
Garantía de Servicio	0.36	\$0	\$0
<b>Ordenes Completadas</b>	<b>12.22</b>		
Ordenes Canceladas	1.53	\$0	\$0
<b>Ordenes Promedio Día</b>	<b>13.75</b>		
<b>Ingreso Promedio Diario por Técnico</b>			<b>\$3,221</b>
<b>Ingreso Promedio por Orden de Servicio</b>			<b>\$234</b>

Cuadro 21. Ingreso Promedio por Orden de Servicio - Escenario 2

Los ahorros por orden con la optimización de infraestructura con respecto al costo actual se muestran en el Diagrama 13.

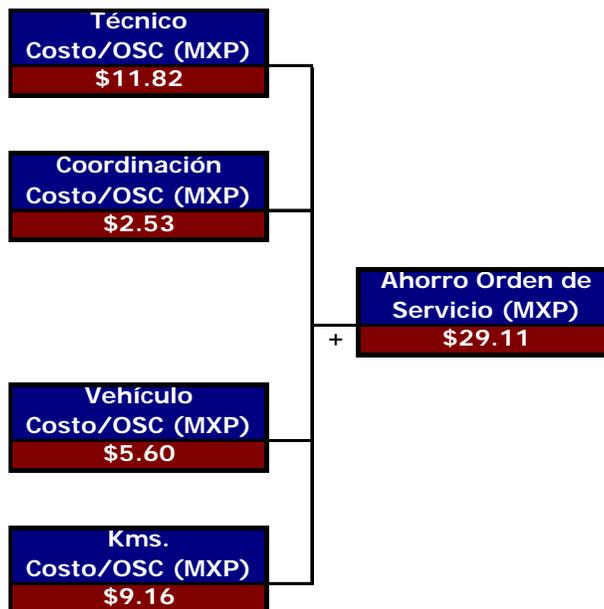


Diagrama 13. Ahorro por Orden de Servicio - Escenario 2

Realizando la proyección de ahorro por orden, hacia un ahorro potencial anual del módulo metropolitano, se tiene un ahorro potencial de \$960,953 y un incremento de ingreso anual de \$17,465,963, dando como resultado un incremento del margen potencial del escenario 2 con respecto al actual de \$18,426,916 al año (Diagrama 14).

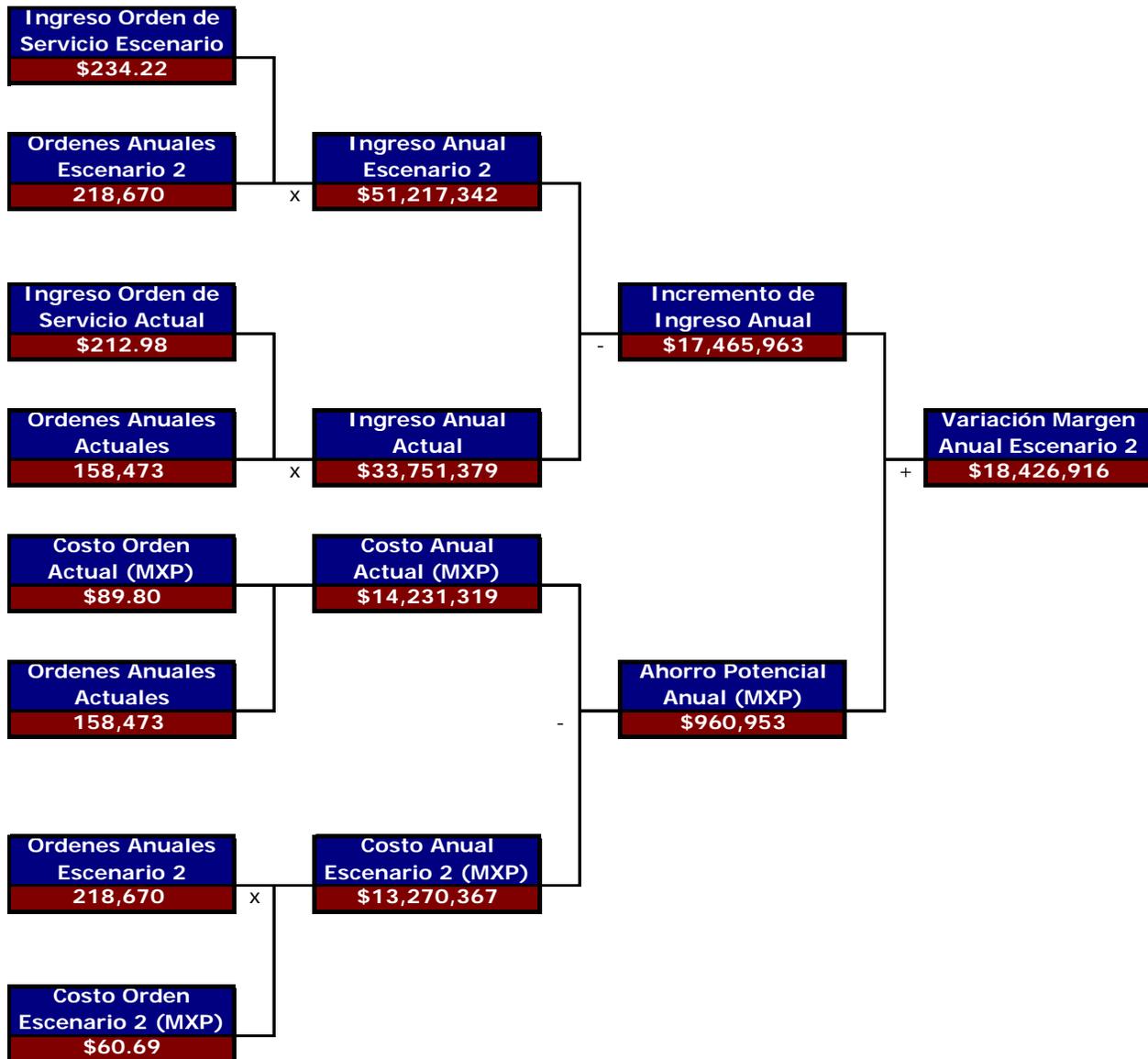


Diagrama 14. Variación del Margen Anual - Escenario 2

En este escenario los egresos son los mismos por concepto nómina (técnicos, personal de coordinación) y vehículos, en el costo por orden hay una reducción en el costo de cada uno de estos rubros y esto es debido a que se ejecutan un mayor número de ordenes de servicio.

En el escenario 2 los kilómetros recorridos se ven reducidos en un 35% por concepto de optimización, obteniéndose un ahorro potencial de \$960,953 por concepto de ahorro en kilómetros anualmente del módulo metropolitano (Cuadro 22).

	Actual	Escenario 2	Ahorro	% Ahorro
<b>Costo Base</b>	\$ 113,500	\$ 113,500	0	0%
Técnicos	60	60	0	0%
<b>Costo Modulo</b>	\$ 6,810,000	\$ 6,810,000	-	0%
<b>Costo Base</b>	\$ 290,861	\$ 290,861	0	0%
Coordinación	5	5	0	0%
<b>Costo Modulo</b>	\$ 1,454,303	\$ 1,454,303	-	0%
<b>Costo Base</b>	\$ 53,760	\$ 53,760	0	0%
Vehículos	60	60	0	0%
<b>Costo Modulo</b>	\$ 3,225,600	\$ 3,225,600	-	0%
<b>Costo Base</b>	\$ 1.41	\$ 1.41	0	0%
Kms. - Ruta	1,945,630	1,263,626	682,004	35%
<b>Costo Modulo</b>	\$ 2,741,417	\$ 1,780,464	\$ 960,953	35%
<b>Costo Total</b>	\$ 14,231,319	\$ 13,270,367	\$ 960,953	7%
<b>Costo por Orden</b>	\$ 89.80	\$ 60.69	\$ 29.11	32%

	Actual	Escenario 2	Variación	% Variación
<b>Ingreso</b>	\$33,751,379	\$51,217,342	\$17,465,963	52%
<b>Costo Total</b>	\$14,231,319	\$13,270,367	\$ 960,953	7%
<b>Margen</b>	\$19,520,060	\$37,946,976	\$18,426,916	94%

Cuadro 22. Variación del Margen Anual - Escenario 2

### ESCENARIO 3 – OPTIMIZACIÓN DE INFRAESTRUCTURA CON RESTRICCIÓN DE HORARIO

Las premisas de optimización consideradas en este escenario son cinco, a continuación se muestra el impacto de cada una de ellas en el Cuadro 23.

OBJETIVO	IMPACTO
Reducir el Tiempo de Administración Objetivo = 30 min.	Ordenes Incremento 2.96
Optimizar Kms. de Inicio. Objetivo = 20 %	Ordenes Incremento 0.22 Ahorro por Kms. = \$ 4.41
Optimizar Kms. de Ruta Objetivo = 15%	Ordenes Incremento 0.52 Ahorro por Kms. = \$ 9.05
Reducir Kms. de Regreso Objetivo = Kms. de inicio	Ahorro por Kms. = \$ 72.37
Reducir las Ordenes Canceladas Objetivo = 20%	Ordenes Incremento 0.46 Ahorro por Kms. = \$ 2.31 Incremento de Ingreso por Orden Promedio = \$4.56

**Cuadro 23. Impacto de las Premisas – Escenario 3**

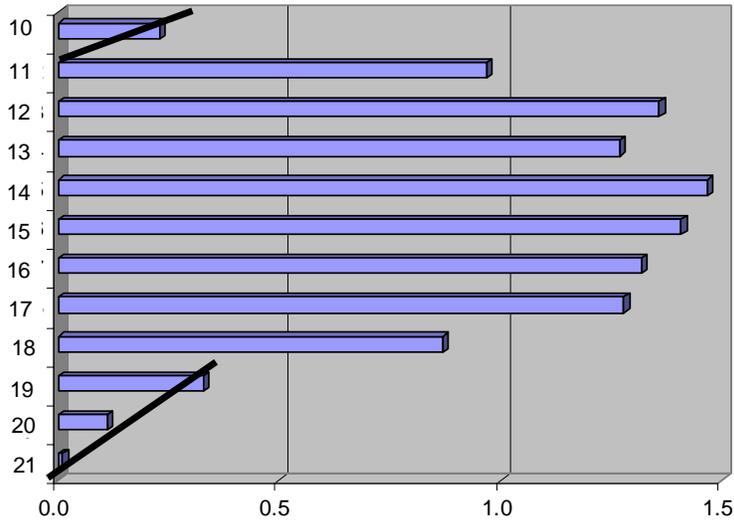
En este escenario la premisa “principal” es la aplicación de un horario de laboral que cumpla las 48 horas de trabajo semanal, siendo de lunes a viernes 9 horas con 30 minutos de comida, es decir, 8.5 horas efectivas y el sábado 5.5 horas.

Lunes a Viernes	
Proceso	Actual
Administración	2.88
Inicio	0.77
Ruta	2.59
Servicio Completado	4.49
Servicio Cancelado	0.42
Regreso	1.21
<b>Total (Horas)</b>	<b>12.36</b>

**Cuadro 24. Jornada Promedio Actual (Lunes-Viernes)**

Con base en el histograma de productividad promedio de ordenes por hora del día (lunes a viernes) ver Grafica 11, se considero la eliminación de aquellas horas del día donde la productividad es menor a 0.5 ordenes de servicio, esto con la finalidad de utilizar aquellas con mayor productividad durante el día y a su vez una jornada laboral de 8.5 horas, como se muestra en el Cuadro 25. Manteniéndose la productividad o inclusive aumentando debido a que los técnicos tienen que cubrir una cuota de 10 ordenes completadas al día (Lunes a Viernes) y esto debe de realizarse dentro de su jornada laboral.

**Productividad Promedio de Ordenes Por Hora del Día  
(Lunes-Viernes)**



**Gráfica 11. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Lunes a Viernes)**

Lunes a Viernes					
Hora del Día	Promedio de Ordenes	% Ordenes	Horas Actual	Horas Escenario 3	Promedio de Ordenes
	<b>Administración</b>		<b>2.88</b>	<b>0.50</b>	
	<b>Inicio</b>		<b>0.77</b>	<b>0.62</b>	
10	0.23	2.2%	0.29	0.00	0.00
11	0.97	9.1%	0.58	0.58	0.82
12	1.36	12.8%	0.72	0.72	1.01
13	1.27	11.9%	0.77	1.00	1.41
14	1.47	13.8%	1.00	1.00	1.41
15	1.41	13.3%	1.00	1.00	1.41
16	1.32	12.4%	1.00	1.00	1.41
17	1.28	12.0%	0.54	0.96	1.35
18	0.87	8.2%	0.52	0.50	0.70
19	0.33	3.1%	0.52	0.00	0.00
20	0.11	1.0%	0.38	0.00	0.00
21	0.01	0.1%	0.18	0.00	0.00
	<b>Regreso</b>		<b>1.21</b>	<b>0.62</b>	
<b>Total</b>	<b>10.63</b>	<b>100%</b>	<b>12.36</b>	<b>8.50</b>	<b>9.52</b>

**Cuadro 25. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Lunes a Viernes) - Escenario 3**

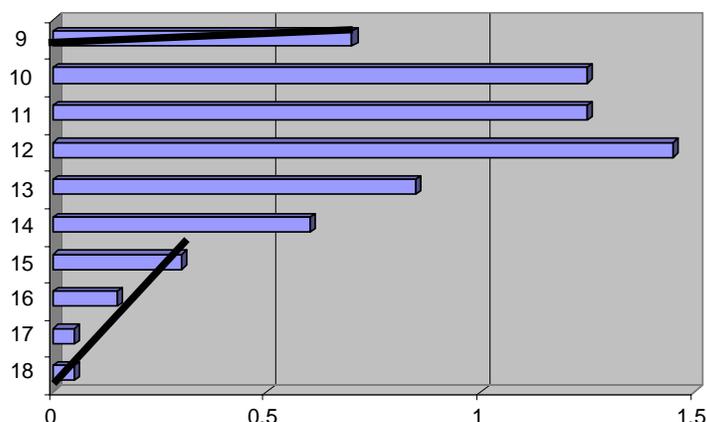
Tomando en cuenta el tiempo objetivo para administración de 30 minutos (0.50 horas), el tiempo optimizado de inicio y regreso siendo cada uno de 0.62 horas (lunes a viernes) y las horas del día con una productividad mayor a 0.5 ordenes de servicio, se tiene una jornada de 8.50 horas de lunes a viernes. Con base en la productividad que se presenta de las 11:00 a.m. a las 6:00 p.m., es posible realizar 9.52 ordenes de servicio de lunes a viernes empleado una jornada promedio 8.5 horas realizando en promedio 1.12 ordenes/hora, incrementado la productividad por hora en un 30% con respecto a la actual, a 9.52 se le resta las 1.58 ordenes canceladas promedio día optimizadas, se tienen 7.94 ordenes de servicio completadas al día, de las cuales se obtiene un ingreso.

Sábado	
Proceso	Actual
Administración	1.14
Inicio	0.87
Ruta	1.65
Servicio Completado	2.73
Servicio Cancelado	0.34
Regreso	1.58
<b>Total (Horas)</b>	<b>8.30</b>

Cuadro 26. Jornada Promedio Actual (Sábado)

Ahora bien, con base en el histograma de productividad promedio de ordenes por hora del día (sábado) ver Gráfica 12, se considero la eliminación de aquellas horas del día donde la productividad es menor a 0.5 ordenes de servicio, esto con la finalidad de utilizar aquellas con mayor productividad durante el día y a su vez una jornada laboral de 5.50 horas, como se muestra en el Cuadro 27. Manteniéndose la productividad debido a que los técnicos tienen que cubrir una cuota de 5 ordenes completadas al día (Sábado) y esto debe de realizarse dentro de su jornada laboral.

Productividad Promedio de Ordenes Por Hora del Día (Sábado)



Gráfica 12. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Sábado)

Sábado					
Hora del Día	Promedio de Ordenes	% Ordenes	Horas Actual	Horas Escenario 3	Promedio de Ordenes
	Administración		1.14	0.50	
	Inicio		0.87	0.70	
9	0.70	10.5%	0.14	0.00	0.00
10	1.25	18.8%	0.30	0.69	0.97
11	1.25	18.8%	0.69	1.00	1.41
12	1.45	21.8%	1.00	1.00	1.41
13	0.85	12.8%	0.62	0.52	0.73
14	0.60	9.0%	0.54	0.39	0.55
15	0.30	4.5%	0.51	0.00	0.00
16	0.15	2.3%	0.33	0.00	0.00
17	0.05	0.8%	0.29	0.00	0.00
18	0.05	0.8%	0.29	0.00	0.00
	Regreso		1.58	0.70	
<b>Total</b>	<b>6.65</b>	<b>100%</b>	<b>8.30</b>	<b>5.50</b>	<b>5.07</b>

Cuadro 27. Productividad Promedio de Ordenes por Hora del Día (Sábado) - Escenario 3

Tomando en cuenta el tiempo objetivo para administración de 30 minutos (0.50 horas), el tiempo optimizado de inicio y regreso siendo cada uno de 0.70 horas (sábado) y las horas del día con una productividad mayor a 0.5 ordenes de servicio, se tiene una jornada de 5.50 horas el día sábado. Con base en la productividad que se presenta de las 10:00 a.m. a las 2:00 p.m., es posible realizar 5.07 ordenes de servicio el día sábado empleado una jornada promedio 5.5 horas realizando en promedio 0.92 ordenes/hora, incrementado la productividad por hora en un 15% con respecto a la actual, a 5.07 se le resta las 1.28 ordenes canceladas promedio día optimizadas, se obtienen 3.79 ordenes de servicio completadas al día, de las cuales se obtiene un ingreso. El ingreso promedio por orden de servicio que se obtiene en el escenario 3 con las 8.78 ordenes promedio diarias por técnico, se muestra en el Cuadro 28.

Tipo de Orden	Ordenes Día	Ingreso por Orden sin Refacción	Ingreso por Tipo de Orden
Garantía de Fabrica	4.62	\$235	\$1,087
Servicio de Cargo	1.75	\$272	\$477
Contrato Correctivo	0.56	\$530	\$299
Contrato Preventivo	0.09	\$530	\$48
Garantía de Servicio	0.22	\$0	\$0
<b>Ordenes Completadas</b>	<b>7.25</b>		
Ordenes Canceladas	1.53	\$0	\$0
<b>Ordenes Promedio Día</b>	<b>8.78</b>		
<b>Ingreso Promedio Diario por Técnico</b>			<b>\$1,910</b>
<b>Ingreso Promedio por Orden de Servicio</b>			<b>\$218</b>

Cuadro 28. Ingreso Promedio por Orden de Servicio - Escenario 3

Realizando el calculo de ordenes de una semana de lunes a sábado, se tiene que el promedio de ordenes de servicio proyectado es de 8.78 ordenes servicio por día empleado una jornada promedio 8 horas realizando en promedio 1.10 ordenes/hora, incrementado la productividad por hora en un 29% con respecto a la actual, pero la productividad diaria se ve reducida en un 12% con respecto a la actual. Utilizando la infraestructura actual de 60 técnicos, es posible ejecutar 139,602 ordenes al año en el módulo metropolitano, siendo esta cantidad menor a la actual, dando como resultado un decremento de -18,871 ordenes anuales (Diagrama 15).

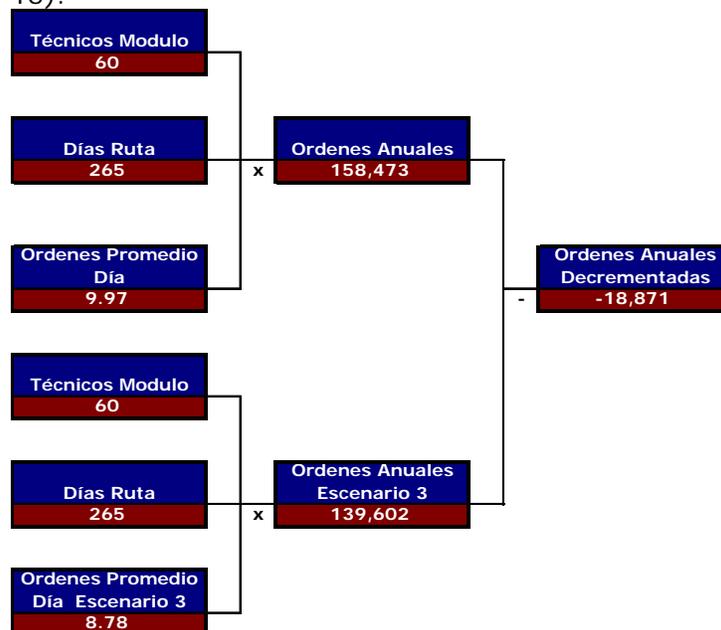


Diagrama 15. Decremento Anual de Ordenes de Servicio - Escenario 3

El costo por orden del escenario 3 – optimización de infraestructura con restricción de horario – aplicando las premisas antes mencionadas, es de \$92.38 obteniéndose un margen por orden de \$125.16, como se muestra en el Diagrama 16.

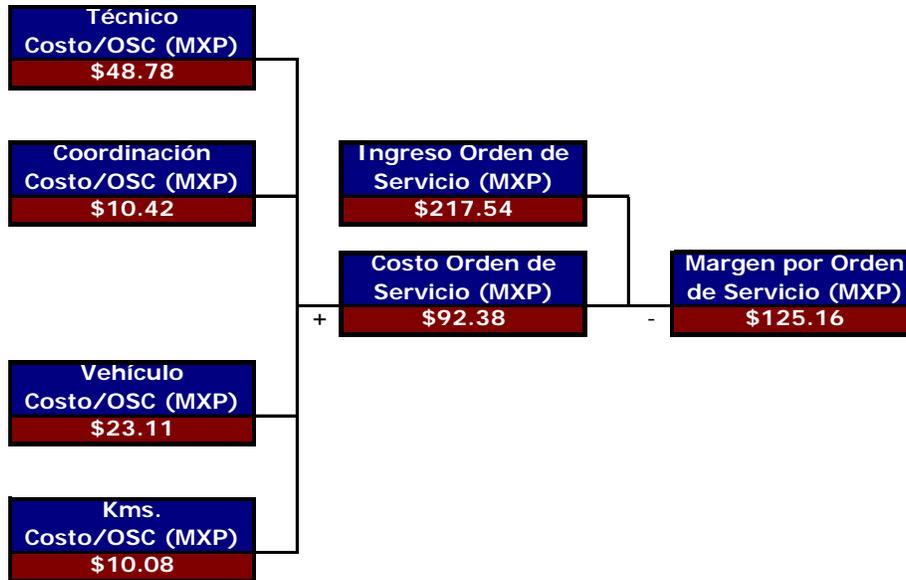


Diagrama 16. Margen por Orden de Servicio – Escenario 3

El ahorro por orden en el escenario 3 con respecto al costo actual, podemos observar un incremento en el costo del técnico, coordinación y vehículo, obteniéndose solamente un ahorro en kilómetros, como se muestran en el Diagrama 17.

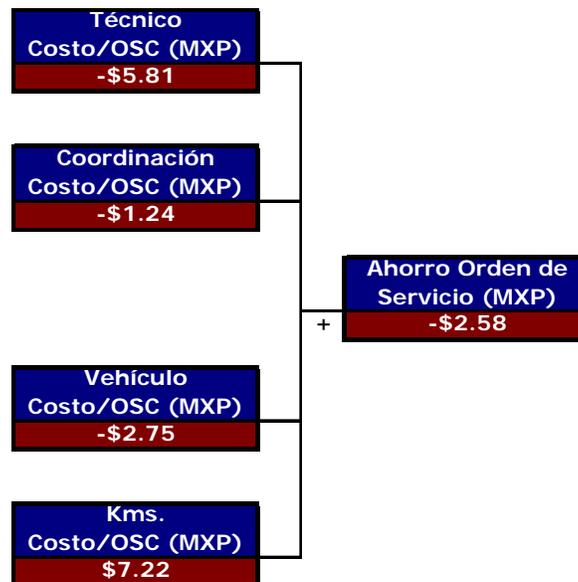


Diagrama 17. Ahorro por Orden de Servicio - Escenario 3

Realizando la proyección de ahorro por orden, hacia un ahorro potencial anual del módulo metropolitano, se tiene un ahorro potencial de \$1,334,748 y un decremento de ingreso anual de -\$3,382,309, dando como resultado un decremento del margen potencial del escenario 3 con respecto al actual de -\$2,047,561 al año (Diagrama 18).

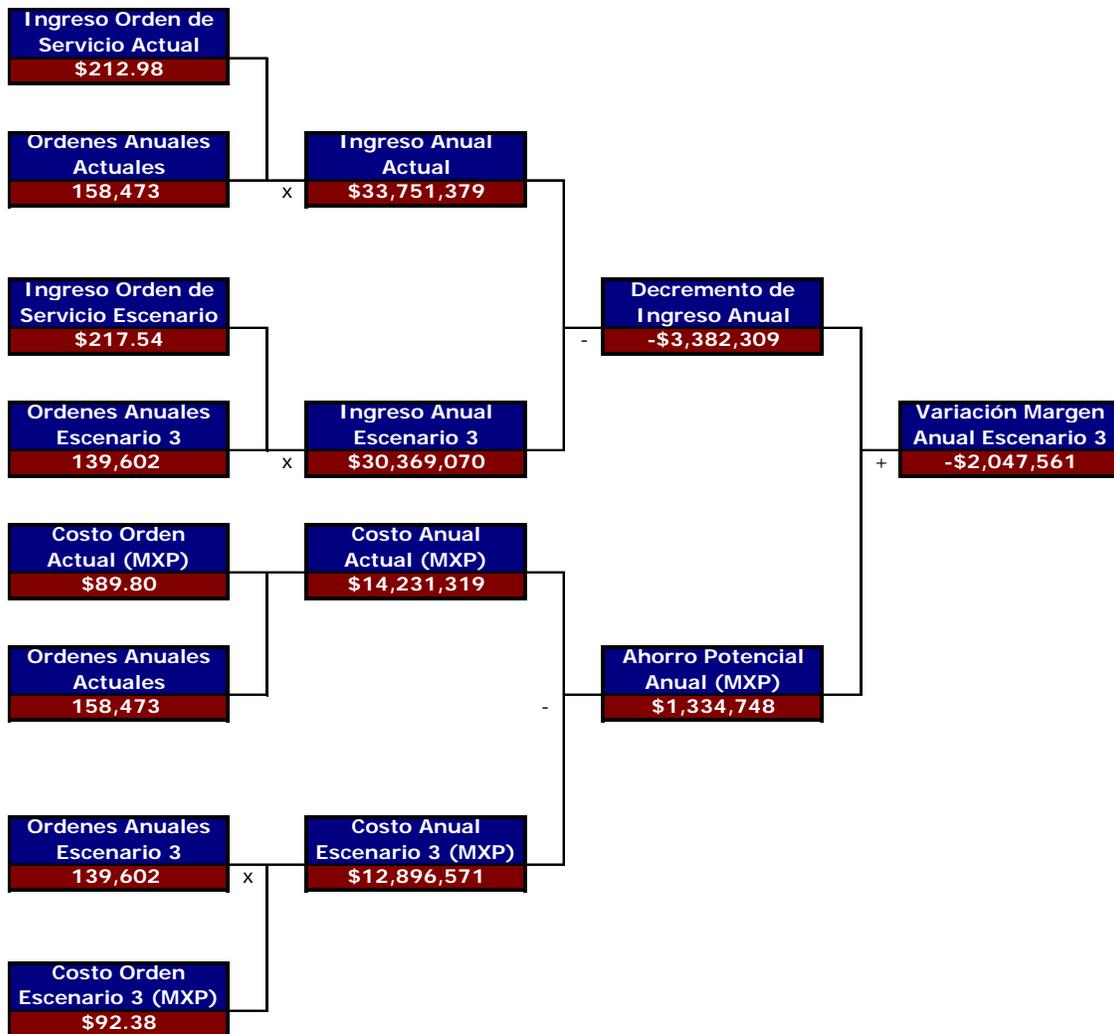


Diagrama 18. Variación del Margen Anual - Escenario 3

En este escenario los egresos son los mismos por concepto nómina (técnicos, personal de coordinación) y vehículos, en el costo por orden hay un incremento en el costo de estos rubros y esto es debido a que se ejecutan un menor número de ordenes de servicio.

En el escenario 3 los kilómetros recorridos se ven reducidos en un 49% por concepto de optimización, obteniéndose un ahorro potencial de \$1,334,748 por concepto de ahorro en kilómetros anualmente del módulo metropolitano (Cuadro 29).

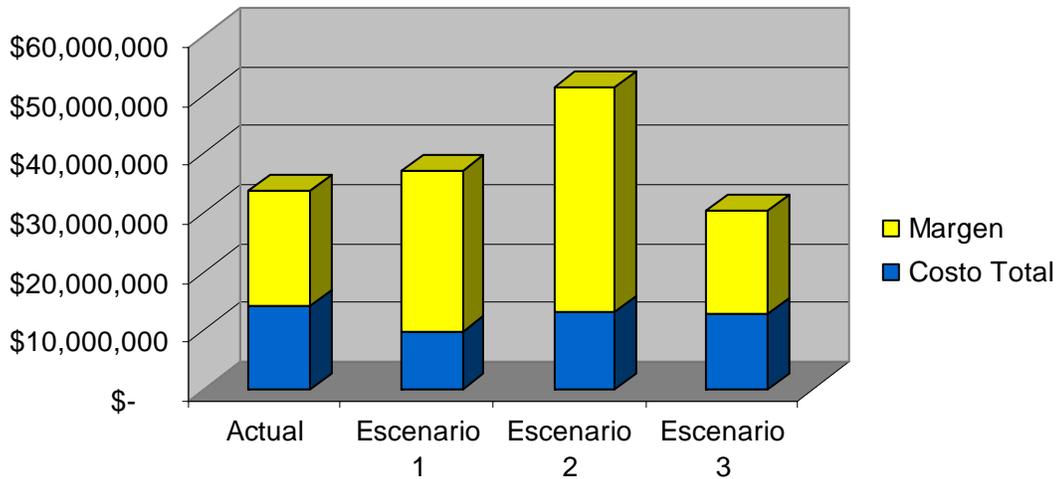
	Actual	Escenario 3	Ahorro	% Ahorro
<b>Costo Base</b>	\$ 113,500	\$ 113,500	0	0%
Técnicos	60	60	0	0%
<b>Costo Modulo</b>	\$ 6,810,000	\$ 6,810,000	-	0%
<b>Costo Base</b>	\$ 290,861	\$ 290,861	0	0%
Coordinación	5	5	0	0%
<b>Costo Modulo</b>	\$ 1,454,303	\$ 1,454,303	-	0%
<b>Costo Base</b>	\$ 53,760	\$ 53,760	0	0%
Vehículos	60	60	0	0%
<b>Costo Modulo</b>	\$ 3,225,600	\$ 3,225,600	-	0%
<b>Costo Base</b>	\$ 1.41	\$ 1.41	0	0%
Kms. - Ruta	1,945,630	998,337	947,293	49%
<b>Costo Modulo</b>	\$ 2,741,417	\$ 1,406,669	1,334,748	49%
<b>Costo Total</b>	\$ 14,231,319	\$ 12,896,571	\$ 1,334,748	9%
<b>Costo por Orden</b>	\$ 89.80	\$ 92.38	-\$ 2.58	-3%

	Actual	Escenario 3	Variación	% Variación
<b>Ingreso</b>	\$33,751,379	\$30,369,070	-\$ 3,382,309	-10%
<b>Costo Total</b>	\$14,231,319	\$12,896,571	\$ 1,334,748	9%
<b>Margen</b>	\$19,520,060	\$17,472,499	-\$ 2,047,561	-10%

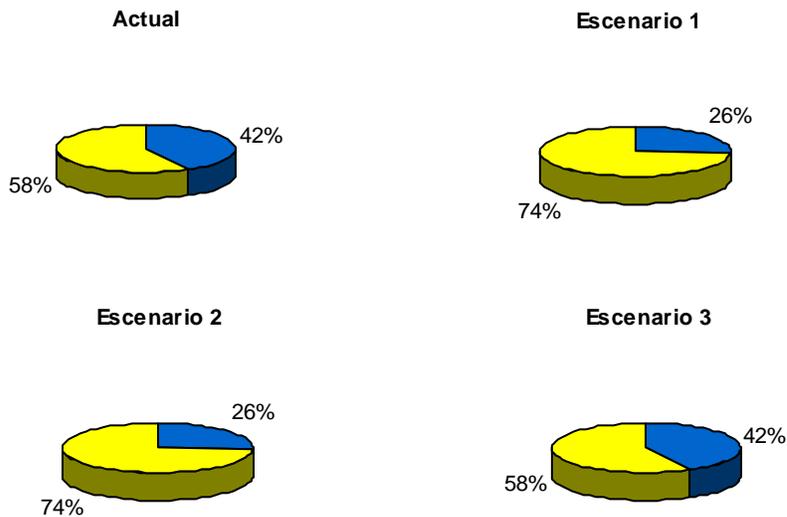
Cuadro 29. Variación del Margen Anual - Escenario 3

## RESUMEN DE ESCENARIOS

### Escenarios Analizados



Gráfica 13. Margen vs. Costo - Escenarios Analizados



Gráfica 14. Porcentajes Margen vs. Costo - Escenarios Analizados

	Actual	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Ingreso	\$ 33,751,379	\$ 37,117,929	\$ 51,217,342	\$ 30,369,070
Costo Total	\$ 14,231,319	\$ 9,828,556	\$ 13,270,367	\$ 12,896,571
Margen	\$ 19,520,060	\$ 27,289,374	\$ 37,946,976	\$ 17,472,499
Incremento Margen	\$ -	\$ 7,769,314	\$ 18,426,916	-\$ 2,047,561

Cuadro 30. Margen vs. Costo - Escenarios Analizados

Actualmente el módulo metropolitano de la empresa opera con 60 técnicos, utilizando una jornada de trabajo promedio de lunes a viernes de 12.36 horas con una eficiencia de 10.63 ordenes al día realizando en promedio 0.86 ordenes/hora y el sábado una jornada de 8.30 horas con una eficiencia de 6.65 ordenes al día realizando en promedio 0.80 ordenes/hora (Cuadro 31).

LUNES - VIERNES				
Escenario	Jornada de Trabajo	Ordenes/Día	Ordenes/Hora	%Incremento/Hora
Actual	12.36	10.63	0.86	
Escenario 1	12.36	14.65	1.19	38%
Escenario 2	12.36	14.65	1.19	38%
Escenario 3	8.50	9.52	1.12	30%

SÁBADO				
Escenario	Jornada de Trabajo	Ordenes/Día	Ordenes/Hora	%Incremento/Hora
Actual	8.30	6.65	0.80	
Escenario 1	8.30	9.24	1.11	39%
Escenario 2	8.30	9.24	1.11	39%
Escenario 3	5.50	5.07	0.92	15%

PROMEDIO				
Escenario	Jornada de Trabajo	Ordenes/Día	Ordenes/Hora	%Incremento/Hora
Actual	11.68	9.97	0.85	
Escenario 1	11.68	13.75	1.18	38%
Escenario 2	11.68	13.75	1.18	38%
Escenario 3	8	8.78	1.10	29%

**Cuadro 31. Comparativo Escenarios Jornada Laboral vs. Productividad**

Como puede observarse las Gráficas 13 y 14 de la situación actual y el escenario 1, esta última tiene monto mayor, aunque se atiende a la misma demanda de 158,473 ordenes anuales, esto se debe a la reducción de ordenes canceladas, es decir, el porcentaje de ordenes canceladas que se reduce se convierten en ordenes completas de las cuales se obtiene un incremento de ingreso por orden de servicio promedio de \$21. En el escenario 1 reducción de infraestructura, empleado una jornada de trabajo promedio de lunes a viernes de 12.36 horas con una eficiencia de 14.65 ordenes al día realizando en promedio 1.19 ordenes/hora y el sábado una jornada de 8.30 horas con una eficiencia de 9.24 ordenes al día realizando en promedio 1.11 ordenes/hora, con el aumento de tiempo de servicio solo se requieren 44 técnicos para cubrir la demanda anual de 158,473 ordenes de servicio, y por consecuencia se requieren 44 vehículos, las coordinaciones o bases requeridas para administrar a los 44 ordenes son 4, y con la optimización del 52% en kilómetros recorridos anualmente, nos da como resultado un ahorro en los costos de \$4,402,764, un incremento en el ingreso de \$3,366,550, dando como resultado un incremento en el margen de \$7,769,314, siendo este incrementado un 40% con respecto al margen actual.

Las Gráficas 13 y 14 del escenario 2 tiene un monto mayor a la gráfica de la situación actual y esto es debido a que, con el aumento de tiempo de servicio y la utilización de la infraestructura actual de 60 técnicos y empleado una jornada de trabajo promedio de lunes a viernes de 12.36 horas con una eficiencia de 14.65 ordenes al día realizando en promedio 1.19 ordenes/hora y el sábado una jornada de 8.30 horas con una eficiencia de 9.24 ordenes al día realizando en promedio 1.11 ordenes/hora, se incrementa la ejecución de 60,197 ordenes de servicio al año. El costo en que incurre este escenario en los rubros de técnicos, coordinación y vehículos son los mismos que en la situación actual, el único ahorro

obtenido es con la optimización del 35% en kilómetros recorridos anualmente, siendo este ahorro anual de \$960,953 y un incremento por ordenes ejecutadas de \$17,465,963, dando como resultado un incremento de margen anual del módulo metropolitano de \$18,426,916 con respecto a la situación actual, siendo este incrementado un 94% con respecto al margen actual.

Las Gráficas 13 y 14 del escenario 3 tiene un monto menor a la gráfica de la situación actual y esto es debido a que con el empleo de un horario de trabajo de 48 horas semanales, el tiempo de servicio destinado para la ejecución de ordenes es menor lo que trae como consecuencia la disminución de ordenes ejecutadas, utilizando la infraestructura actual de 60 técnicos y empleado una jornada de trabajo de lunes a viernes de 8.50 horas con una eficiencia de 9.52 ordenes al día realizando en promedio 1.12 ordenes/hora y el sábado una jornada de 5.50 horas con una eficiencia de 5.07 ordenes al día realizando en promedio 0.92 ordenes/hora, la capacidad del módulo metropolitano se ve decrementada en -18,871 ordenes de servicio al año con respecto a la situación actual. El costo en que incurre este escenario en los rubros de técnicos, coordinación y vehículos son los mismos que en la situación actual, el único ahorro obtenido es con la optimización del 49% en kilómetros recorridos anualmente, siendo este ahorro anual de \$1,334,748 mayor al del escenario 2, pero ejecutando un número menor de ordenes de servicio. Teniendo un decremento de ingreso de -\$3,382,309, dando como resultado un margen decrementado anual del módulo metropolitano de -\$2,047,561, siendo este un decrementado del -10% con respecto al margen actual.

El Cuadro 32 muestra la variación y porcentaje de variación de los ingresos, costo total del módulo metropolitano y márgenes anuales obtenidos en los tres escenarios analizados, estas cantidades fueron obtenidas de la comparación de las cantidades proyectadas en los escenarios con las cantidades actuales de la operación de la empresa.

	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
	Variación	% Variación	Variación	% Variación	Variación	% Variación
<b>Ingreso</b>	\$ 3,366,550	10%	\$ 17,465,963	52%	-\$ 3,382,309	-10%
<b>Costo Total</b>	\$ 4,402,764	31%	\$ 960,953	7%	\$ 1,334,748	9%
<b>Margen</b>	\$ 7,769,314	40%	\$ 18,426,916	94%	-\$ 2,047,561	-10%

**Cuadro 32. Porcentaje de Variación Ingreso, Margen y Costo - Escenarios Analizados**

Como se puede observar cada escenario tiene diferentes beneficios y áreas de oportunidad, en el siguiente capítulo se presentan cuatro consideraciones que deben tomarse en cuenta para la elección del escenario, aunque la decisión final dentro de una organización la tiene el gerente general o la persona responsable del área.

Además se presentan las posibles acciones para ejecutar las premisas establecidas en los escenarios y puedan darse los ahorros esperados.

## CAPITULO V. CONSIDERACIONES Y ACCIONES PARA EJECUTAR LAS PREMISAS

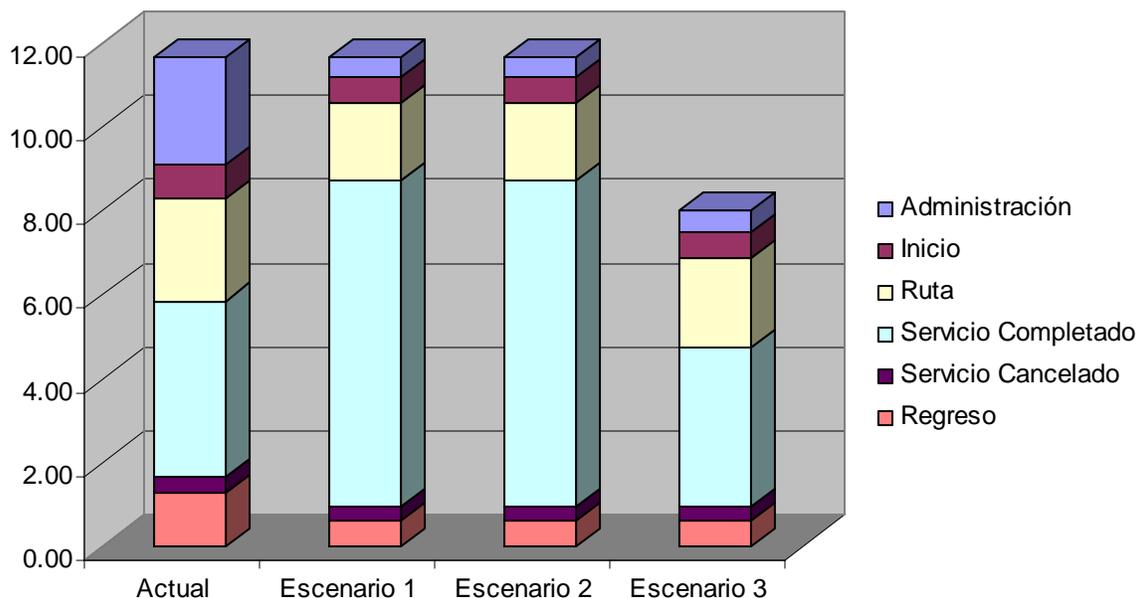
### CONSIDERACIONES DE LOS ESCENARIOS

En la operación actual de la empresa se tiene se que esta laborando un promedio de 11.68 horas diariamente, con la optimización del tiempo de administración, kilómetros de inicio ruta y regreso, además de la minimización de ordenes cancelas. En los escenarios 1 y 2 se tiene un incremento de tiempo de servicio de 3.60 horas, siendo este un incremento del 85% con respecto a la operación actual. En estos escenarios se esta utilizando el tiempo de jornada laboral de 11.68 horas. Mientras que en el escenario 3 la jornada considerada es de 8 horas, reduciéndose el tiempo de servicio a 3.77 horas, como puede observarse en el Cuadro 33 y Gráfica 15.

Proceso	Actual	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
Administración	2.59	0.50	0.50	0.50
Inicio	0.79	0.63	0.63	0.63
Ruta	2.44	1.81	1.81	2.13
Servicio Completado	4.19	7.79	7.79	3.77
Servicio Cancelado	0.40	0.32	0.32	0.32
Regreso	1.27	0.63	0.63	0.63
<b>Total</b>	<b>11.68</b>	<b>11.68</b>	<b>11.68</b>	<b>8.00</b>

Cuadro 33. Comparativo de los Elementos Optimizados para cada uno de los Escenarios Analizados

### Maximización de Tiempo del Cliente

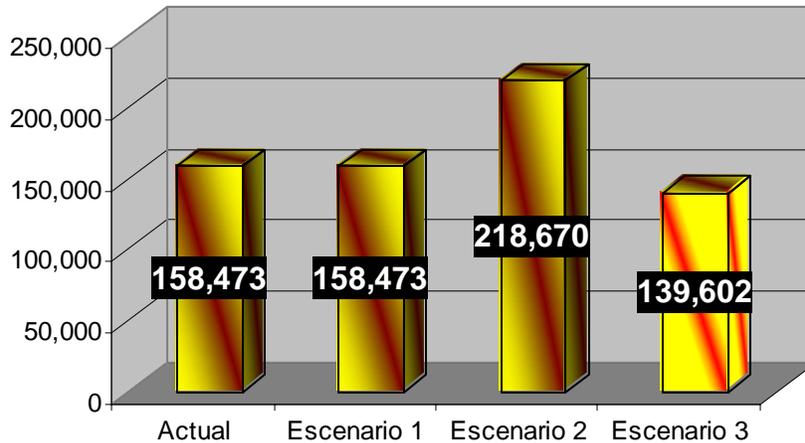


Gráfica 15. Comparativo de los Elementos Optimizados para cada uno de los Escenarios Analizados

El primer punto a considerar la elección de escenario a implementar, es el la jornada laboral que contempla cada uno de los escenarios por los complicaciones legales que ello conlleva.

El segundo punto a considerar en la elección del escenario a implementar, es la cantidad de ordenes de servicio que pueden ser ejecutadas en cada uno de los escenarios (Gráfica 16), esto debe ser evaluado con el Back Log que se tiene actualmente en el módulo metropolitano. Lo que se debe tener en cuenta es tener la capacidad del módulo a un nivel del 90 – 95 %, ya que de lo contrario se estaría subutilizando la capacidad instalada.

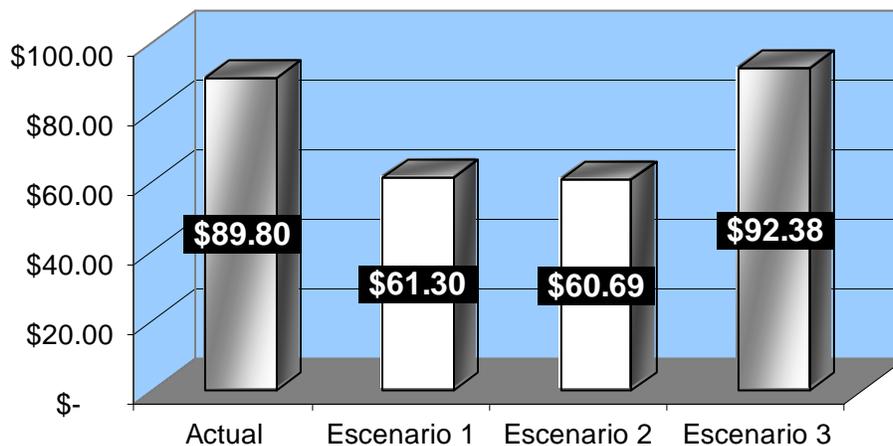
### Ordenes Anuales



Gráfica 16. Ordenes Anuales - Escenarios Analizados

La tercera consideración, es el costo de cada uno de los escenarios, que dependiendo de la cantidad de ordenes que se ejecuten en cada uno de ellos, dan como resultado un costo por orden de servicio (Gráfica 17).

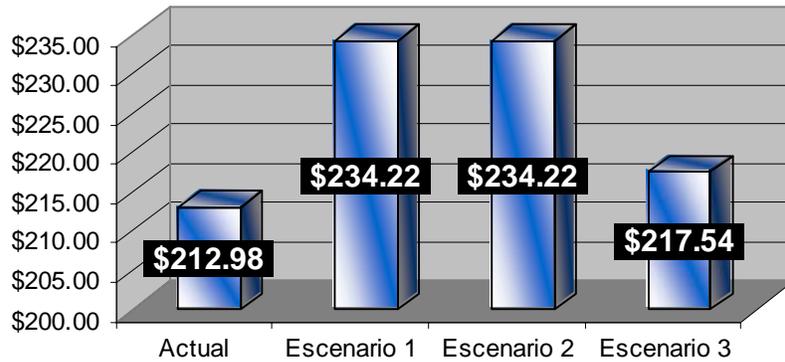
### Costo por Orden Promedio



Gráfica 17. Costo por Orden Promedio - Escenarios Analizados

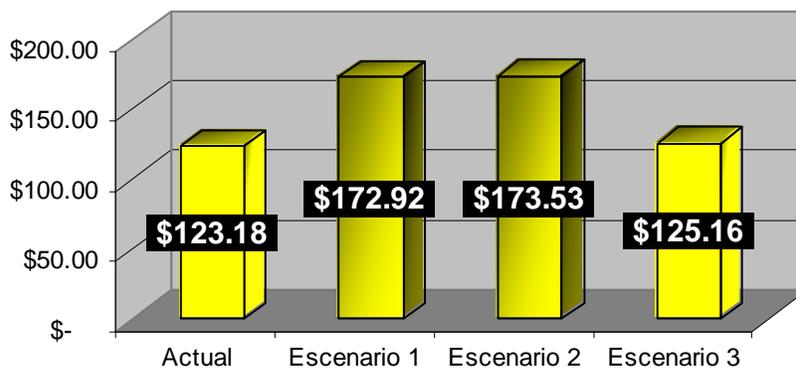
La cuarta consideración, es el ingreso que se obtiene en cada escenario, que dependiendo de del costo, dan como resultado un margen por orden de servicio. A continuación se muestra el ingreso promedio por orden (Gráfica 18), el margen promedio por orden de servicio (Gráfica 19) y la eficiencia promedio día actual y el de los tres escenarios (Gráfica 20).

### Ingreso por Orden Promedio



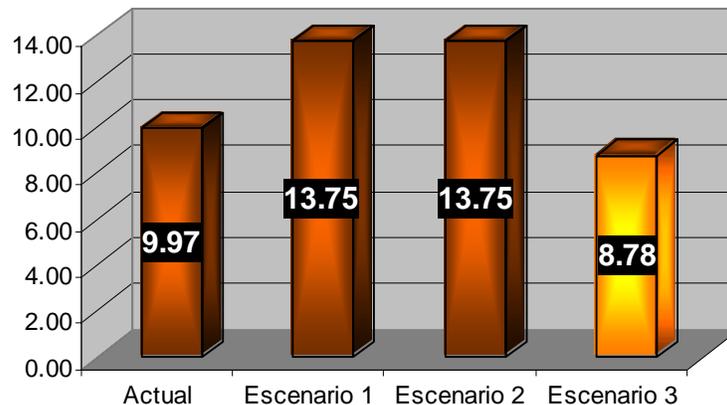
Gráfica 18. Ingreso por Orden Promedio - Escenarios Analizados

### Margen por Orden Promedio



Gráfica 19. Margen por Orden Promedio - Escenarios Analizados

### Eficiencia Promedio Ordenes / Día



Gráfica 20. Eficiencia Promedio Ordenes/Día - Escenarios Analizados

## POSIBLES ACCIONES PARA EJECUTAR LAS PREMISAS

### ***Premisa reducir tiempo de administración***

Para minimizar el tiempo de administración, se debe de proveer la ruta armada, es decir, las ordenes de servicio estarán acomodadas en la secuencia que la herramienta de ruteo haya determinado, el responsable de esta actividad es el Jefe de Servicio de la Base.

La preparación del kit de refacciones, se refiere a determinar las posibles refacciones que probablemente utilizará el técnico en cada una de las ordenes de servicio, esto tomando como base la descripción de la falla reportada por el cliente, el responsable de esta actividad es el capturista u otra persona calificada que cuente con el conocimiento de las fallas y las refacciones implicadas.

Pre-Armar kit de refacciones, esta actividad se refiere a la preparación o armado del kit de refacciones determinadas en la actividad anterior, el responsable es el almacenista del CD. Esta actividad pudiera realizarse en la noche del día anterior a la ejecución de las ordenes.

Automatizar procesos administrativos, esta actividad esta enfocada a realizar de forma rápida y ágil la entrega de dinero de las ordenes con servicio de cargo, el área de ejecución responsable es la Gerencia Regional.

El minimizar tiempos personales es una actividad responsabilidad del técnico, el cual deberá realizar sus actividades en el tiempo necesario para ello.

<b>Premisa Reducir Tiempo de Administración</b>	<b>Área de ejecución</b>
Proveer ruta armada	Jefe de Servicio
Preparar kit de refacciones	Capturista (u otro)
Pre-Armar kit de refacciones	Almacenista
Automatizar procesos administrativos	Gerencia Regional
Minimizar tiempos personales	Técnico

**Cuadro 34. Posibles Acciones para Reducir Tiempo de Administración**

### ***Premisa optimizar kilómetros y tiempo de inicio***

Para optimizar los kilómetros y tiempo de inicio se tienen las siguientes cinco premisas:

El balanceo de territorios es una actividad realizada por la herramienta de ruteo y balanceo de territorio y que debe ser ejecutada por la Gerencia Regional, para realizar el balanceo de todas las zonas de las bases que tiene a su cargo.

El balanceo de territorios debe de realizarse de forma global, debido a que el armado de rutas que realiza la herramienta de ruteo en forma de lote, es decir, se colocan las OS de los técnicos de una base y se ejecuta el ruteo, y para realizar este tipo de armado de ruta debe de visualizarse todos los territorios de los técnicos; el armado de las rutas debe ser realizado por el jefe de servicio.

Además puede integrarse el armado de rutas incremental de las ordenes que han sido capturadas a lo largo del día, y se irán incorporando a los técnicos según la ruta asignada. El armado de rutas incremental se refiere a integrar las ordenes de servicio en tiempo real a la ruta del técnico con base en la prioridad de las ordenes de servicio.

La reubicación de las unidades móviles, es otro punto importante debido a que una unidad móvil surte de refacciones a varios técnicos, por que es conveniente que sean ubicadas en lugares estratégicos, donde las distancias se vean minimizadas, el área responsable de esta actividad es la Gerencia Regional.

Analizar los horarios de tráfico es otro punto importante a tomar en cuenta para minimizar los tiempos de inicio, tratando de evitar las horas pico. La reducción de tiempo se traducirá en aumento de velocidad.

Premisa Optimizar Kms. y Tiempo de Inicio	Área de ejecución
Balanceo de territorios – SW RUTA	Gerencia Regional
Armado de Rutas (Modelo Batch) – SW RUTA	Jefe de Servicio
Armado de Rutas (Incremental) – SW RUTA	Jefe de Servicio
Reubicar unidades móviles – SW RUTA	Gerencia Regional
Analizar horarios de tráfico (V+)	Jefe de Servicio

**Cuadro 35. Posibles Acciones para Optimizar Kilómetros y Tiempo de Inicio**

***Premisa optimizar kilómetros y tiempo de ruta***

Para optimizar los kilómetros y tiempo de ruta se tienen las siguientes cinco premisas:

El balanceo de territorios es una actividad realizada por la herramienta de ruteo y balanceo de territorio y que debe ser ejecutada por la Gerencia Regional, para realizar el balanceo de todas las zonas de las bases que tiene a su cargo.

El balanceo de territorios debe de realizarse de forma global, debido a que el armado de rutas que realiza la herramienta de ruteo en forma de lote, es decir, se colocan las OS de los técnicos de una base y se ejecuta el ruteo, y para realizar este tipo de armado de ruta debe de visualizarse todos los territorios de los técnicos; el armado de las rutas debe ser realizado por el jefe de servicio.

Además puede integrarse el armado de rutas incremental de las ordenes que se han ido capturando a lo largo del día, y se irán incorporando a los técnicos según la ruta asignada, el cual deberá realizarse con otra herramienta de optimización capaz de verificar el status de la ruta del técnico en tiempo real.

La reubicación de las unidades móviles, es otro punto importante debido a que una unidad móvil surte de refacciones a varios técnicos, por que es conveniente que sean ubicadas en lugares estratégicos, es decir, sitios que minimicen el recorrido del domicilio del técnico a la unidad móvil y de la unidad móvil a la zona de trabajo del técnico, donde las distancias se vean minimizadas en forma global, el área responsable de esta actividad es la Gerencia Regional.

Analizar los horarios de tráfico es otro punto importante a tomar en cuenta para minimizar los tiempos de ruta, tratando de evitar las horas pico. La reducción de tiempo se traducirá en aumento de velocidad.

<b>Premisa Optimizar Kms. y Tiempo de Ruta</b>	<b>Área de ejecución</b>
Balanceo de territorios – SW RUTA	Gerencia Regional
Armado de Rutas (Modelo Batch) – SW RUTA	Coordinador
Armado de Rutas (Incremental) – SW RUTA	Coordinador
Reubicar unidades móviles – SW RUTA	Gerencia Regional
Analizar horarios de tráfico (V+)	Coordinador

**Cuadro 36. Posibles Acciones para Optimizar Kilómetros y Tiempo de Ruta**

### ***Premisa optimizar kilómetros de regreso***

Para optimizar los kilómetros de regreso se tienen las siguientes cinco premisas:

El balanceo de territorios es una actividad realizada por la herramienta de ruteo y balanceo de territorio y que debe ser ejecutada por la Gerencia Regional, para realizar el balanceo de todas las zonas de las bases que tiene a su cargo.

El balanceo de territorios debe de realizarse de forma global, debido a que el armado de rutas que realiza la herramienta de ruteo en forma de lote, es decir, se colocan las OS de los técnicos de una base y se ejecuta el ruteo, y para realizar este tipo de armado de ruta debe de visualizarse todos los territorios de los técnicos; el armado de las rutas debe ser realizado por el jefe de servicio.

Los tres últimos puntos son responsabilidad de la Gerencia Regional, ya que debe de tomarse una decisión. Si los vehículos se los siguen llevando los técnicos a sus casas se deberá incorporar la dirección de cada uno de los técnicos para realizar el balanceo de territorios y la reubicación de las unidades móviles, donde recogerán la ruta y refacciones previamente armados. La gerencia debe decidir si los vehículos se regresan diariamente a la base o solamente los fines de semana.

<b>Premisa Reducir Kms. de regreso</b>	<b>Área de ejecución</b>
Balanceo de territorios – SW RUTA	Gerencia Regional
Armado de Rutas (Modelo Batch) – SW RUTA	Coordinador
Incorporar dirección del técnico a ruta	Gerencia Regional
Regresar vehículos a Base Fin de semana	Gerencia Regional
Regresar vehículos a Base diario	Gerencia Regional

**Cuadro 37. Posibles Acciones para Reducir Kilómetros de Regreso**

### **Premisa reducir ordenes canceladas**

Para reducir las ordenes canceladas, se tienen cinco premisas para minimizar las incidencias en las cuatro categorías de razón de cancelación con las que se enfrenta las operaciones de la empresa.

La razón de cancelación, dirección equivocada puede ser minimizado desde el Call Center mejorando la captura de la información, en campos especializados para cada dato (Ver Anexo 1) y pidiendo las referencias suficientes al cliente para la fácil localización del domicilio.

En cliente ausente se sugiere el cerrar los horarios de atención del cliente, esto será ejecutado en el Call Center con el software de ruteo, para que el recepcionista indique la fecha programa y hora aproximada en que llegará el técnico al domicilio.

Cuando el cliente cancela deberá realizarse una ágil reprogramación de la ruta asignada al técnico, evitando que el técnico llegue al domicilio, y se efectúe una orden improductiva.

En los faltantes de refacción se tienen dos categorías: faltantes de refacción en camioneta y en almacén. Los faltantes de refacción en camioneta se sugiere realizar un análisis para ajustar un inventario Standard con las refacciones más comúnmente utilizadas. En el caso del faltante de refacción en almacén, se sugiere mejorar la programación en la realización del pedido de las partes o refacciones a la fábrica.

<b>Premisa Reducir ordenes canceladas</b>	<b>Área de ejecución</b>
Dirección equivocada – Mejorar captura	Call Center
Cliente Ausente – Cerrar horarios	Call Center + SW RUTA
Cliente Canceló – Ágil reprogramación	Call Center - Coordinador
FR Camioneta – ajustar std. de inventario	Analista de inventario
FR Almacén – Mejorar reprogramación	Coordinador

**Cuadro 38. Posibles Acciones para Reducir Ordenes Canceladas**

Con base en las consideraciones anteriormente expuestas y las posibles acciones para ejecutar las premisas el gerente general de la empresa tomo la decisión de utilizar el escenario 2 – Optimización de Infraestructura que es el escenario con mayores beneficios económicos para ejecutar el balanceo de territorios y ruteo dinámico en el software de optimización.

En el capítulo siguiente se muestran los resultados del balanceo de territorios y ruteo dinámico en el software de optimización y la comparación de la optimización objetivo de las premisas vs. la optimización obtenida.

## CAPITULO VI. RESULTADOS DEL SOFTWARE DE OPTIMIZACIÓN

### *Ubicación actual de las unidades móviles*

Las unidades móviles son los vehículos y sitios fijos donde los técnicos acuden a recoger las ordenes de servicio del día, así como las refacciones posibles a ser utilizadas en las reparaciones y tramites administrativos relacionados con las reparaciones realizadas. Actualmente se encuentran ubicadas en las siguientes direcciones (Cuadro 39).

UNIDADES MÓVILES		
ID	Nombre	Ubicación
B001	CD	Camino a San Mateo No.3 Col. Unidad Barrientos Mun. Tlalnepantla
B002	GRACIELA	Esquina Robles Domínguez y Graciela Col. Guadalupe Tepeyac Del. Gustavo A. Madero
B003	IMASA	Oriente 162 No. 296 Col. Moctezuma 2da. Sección Del. Venustiano Carranza
B004	ING. MILITARES	Prolongación Ing. Militares No.156 Col. San Lorenzo Tlaltenango
B005	TAXQUEÑA	Esquina Xotepingo y Tlapan Col. Cd. Jardín Del. Coyoacán

**Cuadro 39. Unidades Móviles Ubicación Actual**

Y gráficamente se encuentran ubicadas de la siguiente forma (Figura 6).



**Figura 6. Ubicación Gráfica Actual de las Unidades Móviles**

### ***Técnicos asignados a las unidades móviles***

A continuación se enlistan los técnicos asignados a cada una de las unidades móviles, así como a las bases que se encuentran asignados.

Base Mex1 cuenta con 11 técnicos los cuales tienen asignados como unidad móvil el CD (Cuadro 40).

<b>BASE MEX1</b>			
<b>ID Técnico</b>	<b>Base</b>	<b>Unidad Móvil</b>	<b>ID U.M.</b>
T01014	MEX1	CD	B001
T01020	MEX1	CD	B001
T01021	MEX1	CD	B001
T01023	MEX1	CD	B001
T01036	MEX1	CD	B001
T01037	MEX1	CD	B001
T01048	MEX1	CD	B001
T01059	MEX1	CD	B001
T01075	MEX1	CD	B001
T01095	MEX1	CD	B001
T01120	MEX1	CD	B001

**Cuadro 40. Técnicos Asignados a la Base MEX1 - Actual**

Base Mex2 cuenta con 10 técnicos los cuales tienen asignados como unidad móvil Graciela, Imasa y Taxqueña (Cuadro 41).

<b>BASE MEX2</b>			
<b>ID Técnico</b>	<b>Base</b>	<b>Unidad Móvil</b>	<b>ID U.M.</b>
T01004	MEX2	GRACIELA	B002
T01006	MEX2	GRACIELA	B002
T01010	MEX2	GRACIELA	B002
T01025	MEX2	GRACIELA	B002
T01029	MEX2	GRACIELA	B002
T01044	MEX2	GRACIELA	B002
T01066	MEX2	IMASA	B003
T01077	MEX2	TAXQUEÑA	B005
T01105	MEX2	GRACIELA	B002
T01124	MEX2	GRACIELA	B002

**Cuadro 41. Técnicos Asignados a la Base MEX2 - Actual**

Base Mex3 cuenta con 11 técnicos los cuales tienen asignados como unidad móvil Imasa (Cuadro 42).

<b>BASE MEX3</b>			
<b>ID Técnico</b>	<b>Base</b>	<b>Unidad Móvil</b>	<b>ID U.M.</b>
T01009	MEX3	IMASA	B003
T01015	MEX3	IMASA	B003
T01017	MEX3	IMASA	B003
T01024	MEX3	IMASA	B003
T01033	MEX3	IMASA	B003
T01043	MEX3	IMASA	B003
T01051	MEX3	IMASA	B003
T01065	MEX3	IMASA	B003
T01072	MEX3	IMASA	B003
T01080	MEX3	IMASA	B003
T01132	MEX3	IMASA	B003

**Cuadro 42. Técnicos Asignados a la Base MEX3 - Actual**

Base Mex4 cuenta con 12 técnicos los cuales tienen asignados como unidad móvil Taxqueña (Cuadro 43).

<b>BASE MEX4</b>			
<b>ID Técnico</b>	<b>Base</b>	<b>Unidad Móvil</b>	<b>ID U.M.</b>
T01002	MEX4	TAXQUEÑA	B005
T01003	MEX4	TAXQUEÑA	B005
T01008	MEX4	TAXQUEÑA	B005
T01022	MEX4	TAXQUEÑA	B005
T01030	MEX4	TAXQUEÑA	B005
T01035	MEX4	TAXQUEÑA	B005
T01039	MEX4	TAXQUEÑA	B005
T01040	MEX4	TAXQUEÑA	B005
T01046	MEX4	TAXQUEÑA	B005
T01068	MEX4	TAXQUEÑA	B005
T01113	MEX4	TAXQUEÑA	B005
T01126	MEX4	TAXQUEÑA	B005

**Cuadro 43. Técnicos Asignados a la Base MEX4 - Actual**

Base Mex5 cuenta con 11 técnicos los cuales tienen asignados como unidad móvil Taxqueña e Ingenieros militares (Cuadro 44).

BASE MEX5			
ID Técnico	Base	Unidad Móvil	ID U.M.
T01001	MEX5	TAXQUEÑA	B005
T01011	MEX5	MILITARES	B004
T01026	MEX5	MILITARES	B004
T01031	MEX5	MILITARES	B004
T01045	MEX5	MILITARES	B004
T01047	MEX5	MILITARES	B004
T01050	MEX5	MILITARES	B004
T01061	MEX5	MILITARES	B004
T01117	MEX5	MILITARES	B004
T01144	MEX5	TAXQUEÑA	B004
T01147	MEX5	MILITARES	B004

Cuadro 44. Técnicos Asignados a la Base MEX5 - Actual

A continuación se muestra gráficamente la asignación de los técnicos a las unidades móviles (Figura 7).

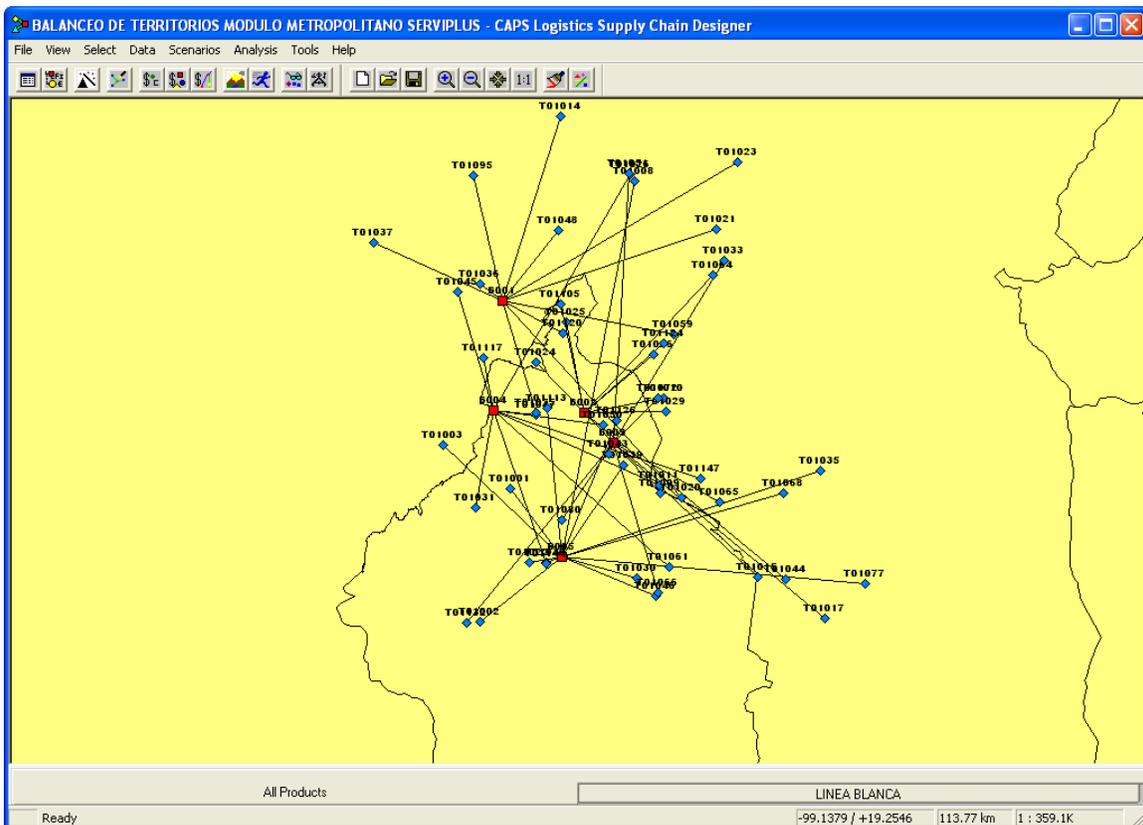


Figura 7. Asignación Gráfica de Técnicos a las Unidades Móviles - Actual

### ***Territorios de las bases del modulo metropolitano***

A continuación se muestra gráficamente los territorios de las cinco bases del modulo metropolitano (Figura 8) con una base en la información de una semana de ordenes de servicio, donde se puede observar que no hay un limite claramente definido entre una base y otra.

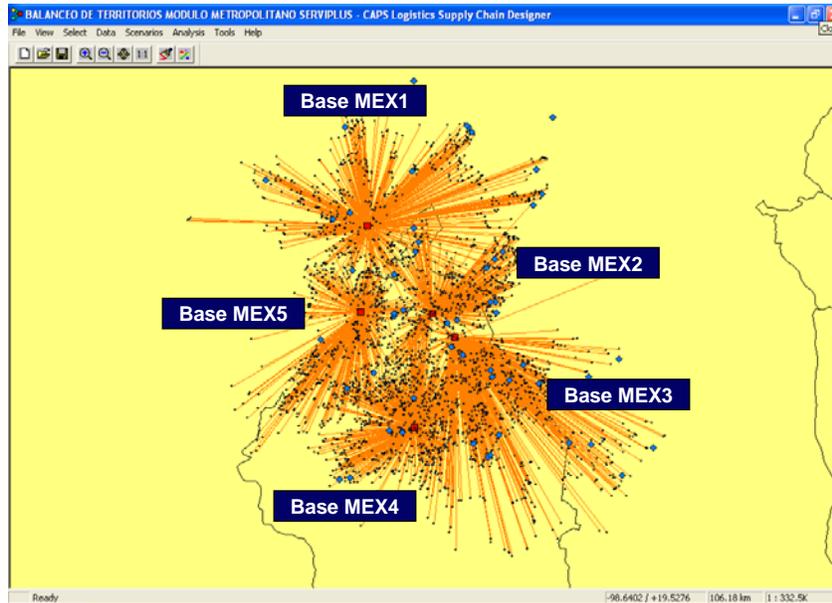


Figura 8. Territorios de las Bases del Módulo Metropolitano - Actual

### ***Modelo de balanceo de territorios***

Para la ejecución de los escenarios de balanceo de territorios se siguen los siguientes pasos (Figura 9).

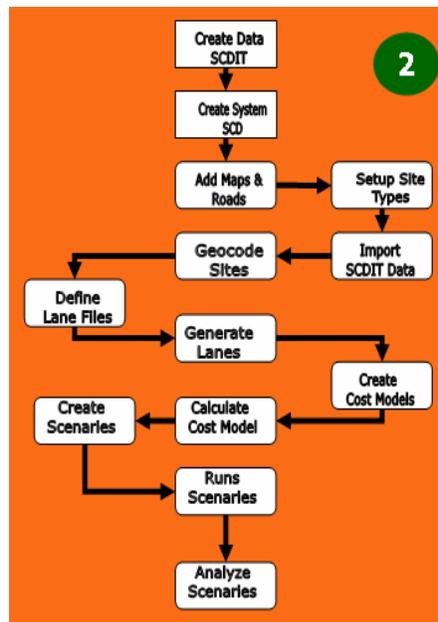


Figura 9. Diagrama de Flujo para Realizar el Modelo de Balanceo de Territorios

El cual tiene los siguientes objetivos (Figura 10):

- Ubicación de los CD's (Unidades móviles) como base en la demanda (Ordenes de Servicio)
- Balanceo de Técnicos a CD's (Optimización de Kilómetros)
- Balanceo de Territorio de las Bases (Optimización de Kilómetros/Orden de Servicio)

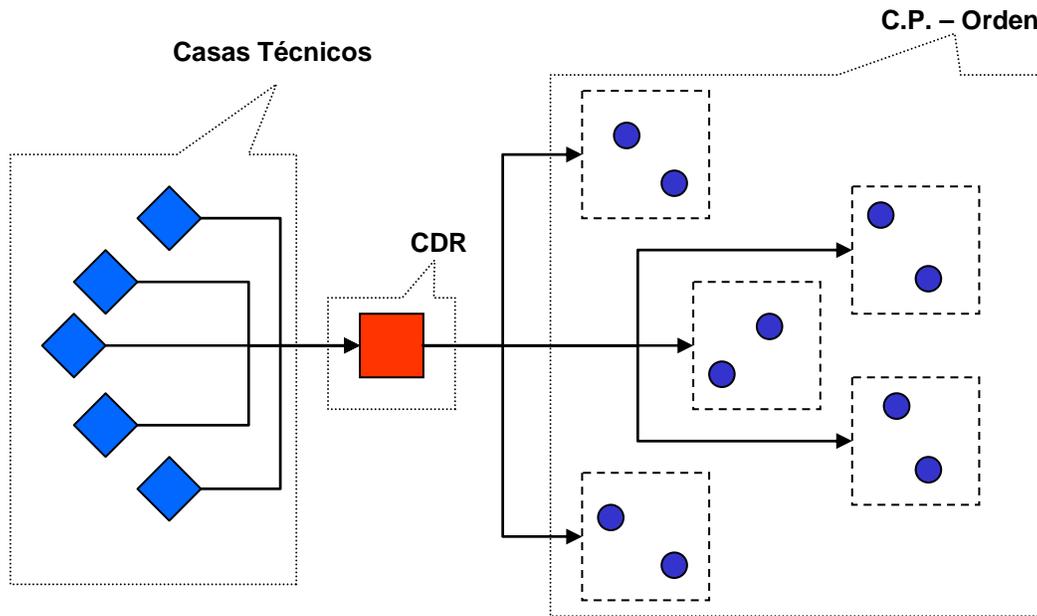


Figura 10. Modelo Gráfico del Balanceo de Territorios

Los escenarios simulados para el análisis del balanceo de territorios son los siguientes:

- 1) **Escenario Baseline.**- Es el escenario base en el cual se realiza la calibración del modelo de simulación con respecto a la realidad, esto con la finalidad de realizar comparaciones de los escenarios simulados vs. el escenario real.
- 2) **Escenarios Facility Location.**- Estos escenarios se realiza la ubicación de las unidades con base en la demanda, para ello se utiliza el método del centroide para realizar la ubicación.

## Escenario Baseline

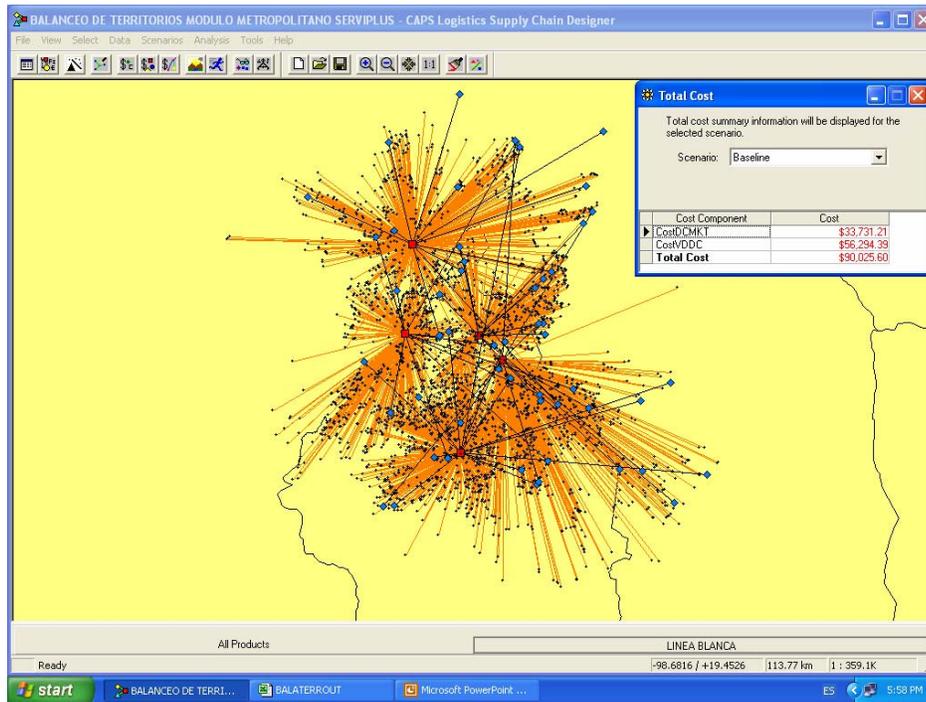


Figura 11. Representación Gráfica del Escenario Baseline

## Escenario Facility Location – 5 Unidades Móviles

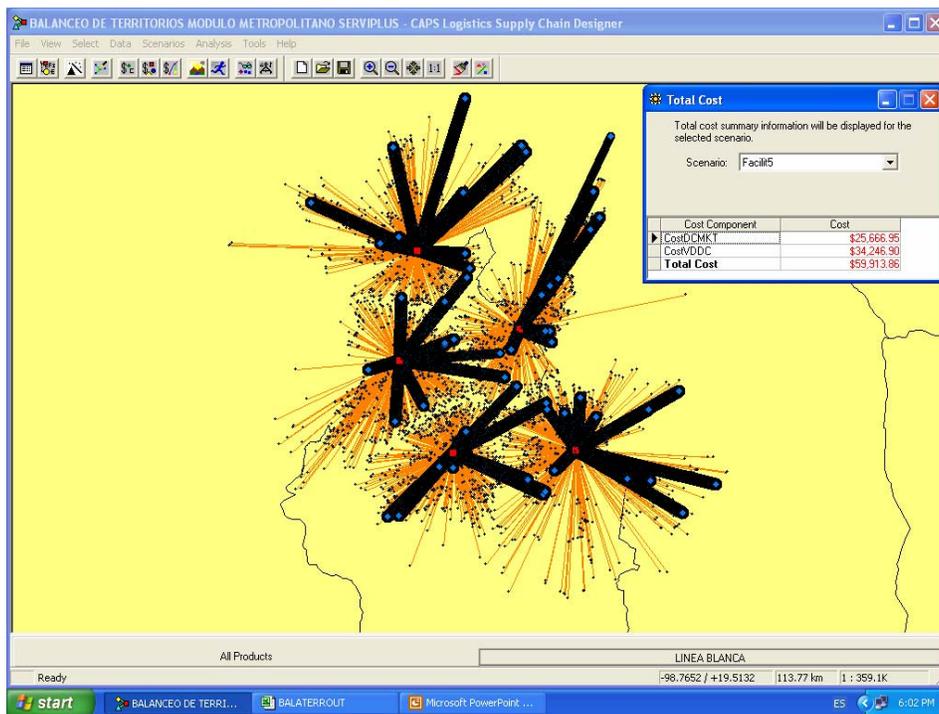


Figura 12. Representación Gráfica del Escenario Facility Location con 5 Unidades Móviles

## Resumen de escenarios

	Escenarios	
	Baseline	Facility 5
Costo DC-MKT	33,731	25,667
Costo VD-DC	56,294	34,247
Costo Total	90,026	59,914
Porcentaje	100.00%	66.55%
Variación		-33.45%

Cuadro 45. Resumen de Costos de Escenarios

## Ubicación propuesta de las unidades móviles

Las ubicaciones propuestas de las cinco unidades móviles son las siguientes (Cuadro 46).

UNIDADES MÓVILES		
ID	Nombre	Ubicación
B001	CD	Camino a San Mateo No.3 Col. Unidad Barrientos Mun. Tlalnepantla
B002	CAMINO SUR	Esquina Camino Sur y Camino Triunfo Col. Campestre Aragón Del. Gustavo A. Madero
B003	PRIMAVERA	Esquina Av. Primavera y Cda. de Elisa Col. Santiago Acahualtepec Del. Iztapalapa
B004	MENDOZA	Esquina J.Gtez de Mendoza y Celada Col. Periodista Del. Miguel Hidalgo
B005	PACIFICO	Esquina F.C. Pacifico y Tepalcatitla Col. Barrio la Concepción Del. Coyoacán

Cuadro 46. Unidades Móviles Ubicación Propuesta

Y gráficamente se ven de la siguiente forma (Figura 13).

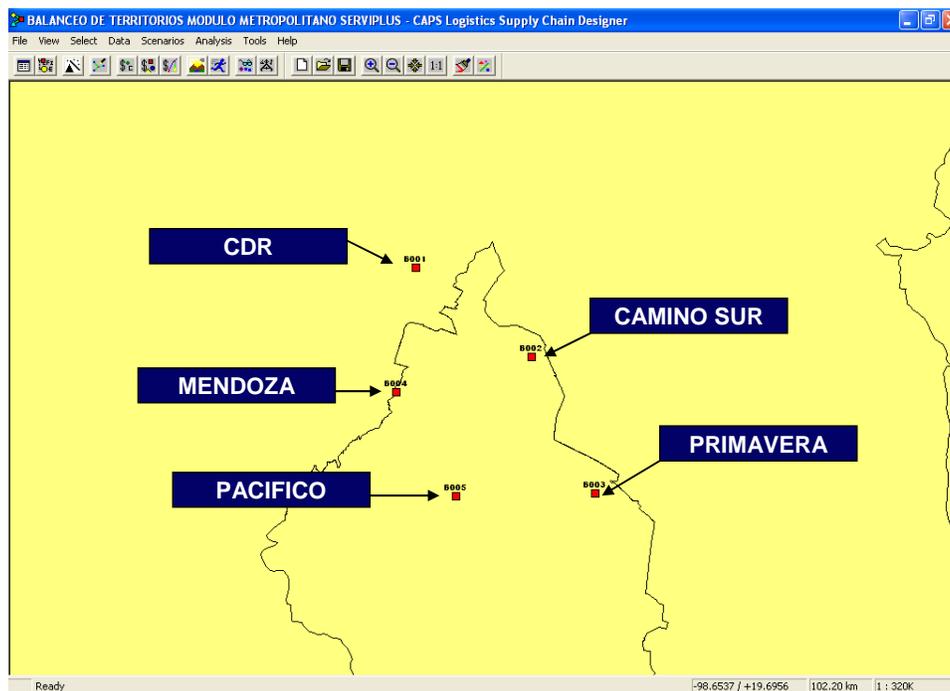


Figura 13. Ubicación Gráfica Propuesta de las Unidades Móviles

### Ubicación Unidades Actual vs. Propuesta

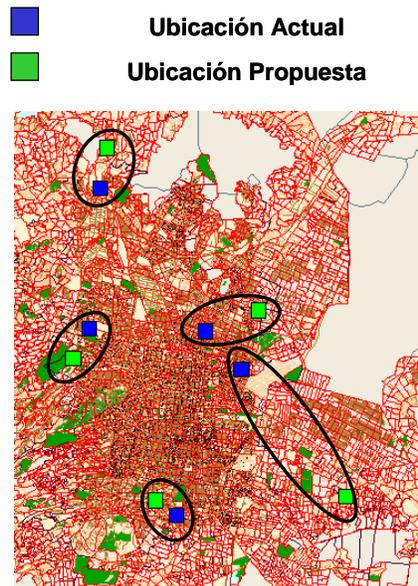


Figura 14. Ubicación de Unidades Móviles Actual vs. Propuesta

Como puede observarse la ubicación de las unidades es más abierta con respecto a la ubicación actual (Figura 14), por lo que las distancias de las unidades móviles a los clientes se hacen más cortas.

### Asignación de técnicos propuesta

Técnicos Base Mex1 (Figura 15)

TECNICO	NOMBRE	CAMBIO DE BASE		MEX1	MEX2	MEX3	MEX4	MEX5
		ACTUAL	OPTIMIZADA					
T01014	YAÑEZ HERNANDEZ, ALFREDO	MEX1	MEX1	1				
T01036	LOPEZ TAPIA, JOSE CARLOS	MEX1	MEX1	1				
T01037	FLORES VARGAS, IVAN ANTONIO	MEX1	MEX1	1				
T01048	QUINTOS GONZALEZ, JOSE LUIS	MEX1	MEX1	1				
T01095	GONZALEZ SUBIAS, ARTURO	MEX1	MEX1	1				
T01025	CASTILLO GARCIA, DANIEL	MEX2	MEX1	2	3			
T01105	ALVAREZ ROSALES, JUAN MANUEL	MEX2	MEX1	2	3			
T01051	ESCOBEDO SERRANO, SALVADOR	MEX3	MEX1	2		3		
T01008	CASAS GUEVARA, CRISOFORO JESUS	MEX4	MEX1	2			3	
T01026	JIMENEZ SERRANO, ROBERTO AURELIO	MEX5	MEX1	2				3
T01045	URBAN NAVA, ADRIAN	MEX5	MEX1	2				3
T01021	ROBLEDO NAVA, JUAN FILIBERTO	MEX1	MEX2	3	2			
T01023	QUINTOS GONZALEZ, VICTOR MANUEL	MEX1	MEX2	3	2			
T01059	BARCENAS IBARRA, RUBEN	MEX1	MEX2	3	2			
T01020	ENCARNACION LADINOS, JUAN ANTONIO	MEX1	MEX3	3		2		
T01075	OROZCO MACIAS, MIGUEL ENRIQUE	MEX1	MEX5	3				2
T01120	ORTA LUNA, JAVIER	MEX1	MEX5	3				2

Figura 15. Asignación de Técnicos Base MEX1 Propuesta

Técnicos Base Mex2 (Figura 16)



TECNICO	NOMBRE	CAMBIO DE BASE		MEX1	MEX2	MEX3	MEX4	MEX5
		ACTUAL	OPTIMIZADA					
T01021	ROBLEDO NAVA, JUAN FILIBERTO	MEX1	MEX2	3	2			
T01023	QUINTOS GONZALEZ, VICTOR MANUEL	MEX1	MEX2	3	2			
T01059	BARCENAS IBARRA, RUBEN	MEX1	MEX2	3	2			
T01004	CALDERON GONZAGA, HORACIO ARGEL	MEX2	MEX2		1			
T01006	MORALES DIAZ, PABLO	MEX2	MEX2		1			
T01010	PACHECO DELGADO, LUIS	MEX2	MEX2		1			
T01029	TRIANA MATA, VICTOR	MEX2	MEX2		1			
T01124	ZANABRIA RUIZ, RAYMUNDO	MEX2	MEX2		1			
T01033	CRUZ ESQUIVEL, DEMETRIO	MEX3	MEX2		2	3		
T01072	MEJIA FLORES, OSCAR OSVALDO	MEX3	MEX2		2	3		
T01126	GONZALEZ ADALID, DEMETRIO JAVIER	MEX4	MEX2		2		3	
T01025	CASTILLO GARCIA, DANIEL	MEX2	MEX1	2	3			
T01105	ALVAREZ ROSALES, JUAN MANUEL	MEX2	MEX1	2	3			
T01044	CRESPO RODRIGUEZ, ROBERTO DANIEL	MEX2	MEX3		3	2		
T01077	HERNANDEZ RAMIREZ, JESUS	MEX2	MEX3		3	2		
T01066	CRUZ SANCHEZ, VICENTE	MEX2	MEX4		3		2	

Figura 16. Asignación de Técnicos Base MEX2 Propuesta

Técnicos Base Mex3 (Figura 17)



TECNICO	NOMBRE	CAMBIO DE BASE		MEX1	MEX2	MEX3	MEX4	MEX5
		ACTUAL	OPTIMIZADA					
T01020	ENCARNACION LADINOS, JUAN ANTONIO	MEX1	MEX3	3		2		
T01044	CRESPO RODRIGUEZ, ROBERTO DANIEL	MEX2	MEX3		3	2		
T01077	HERNANDEZ RAMIREZ, JESUS	MEX2	MEX3		3	2		
T01009	SERRANO ROA, DAVID ROLANDO	MEX3	MEX3			1		
T01015	ROMAN HERNANDEZ, LUIS	MEX3	MEX3			1		
T01017	LEON ALEJO, ELISEO	MEX3	MEX3			1		
T01065	RAMIREZ VAZQUEZ, ALEJANDRO	MEX3	MEX3			1		
T01035	DOMINGUEZ BELTRAN, FLORENTINO	MEX4	MEX3			2	3	
T01068	CERVANTES VAZQUEZ, LUCIO	MEX4	MEX3			2	3	
T01061	ALVAREZ HERNANDEZ, MOISES	MEX5	MEX3			2		3
T01147	ANGELES VAZQUEZ, JESUS	MEX5	MEX3			2		3
T01051	ESCOBEDO SERRANO, SALVADOR	MEX3	MEX1	2		3		
T01033	CRUZ ESQUIVEL, DEMETRIO	MEX3	MEX2		2	3		
T01072	MEJIA FLORES, OSCAR OSVALDO	MEX3	MEX2		2	3		
T01080	LUJAN SOLIS, JOSE GUILLERMO	MEX3	MEX4			3	2	
T01132	BECCERRIL CHAPARRO, ROBERTO	MEX3	MEX4			3	2	
T01024	CALZADA VILLAGOMEZ, JOSE GUADALUPE	MEX3	MEX5			3		2
T01043	ESTRADA PEREZ, ROGELIO	MEX3	MEX5			3		2

Figura 17. Asignación de Técnicos Base MEX3 Propuesta

Técnicos Base Mex4 (Figura 18)



TECNICO	NOMBRE	CAMBIO DE BASE		MEX1	MEX2	MEX3	MEX4	MEX5
		ACTUAL	OPTIMIZADA					
T01066	CRUZ SANCHEZ, VICENTE	MEX2	MEX4		3		2	
T01080	LUJAN SOLIS, JOSE GUILLERMO	MEX3	MEX4			3	2	
T01132	BECERRIL CHAPARRO, ROBERTO	MEX3	MEX4			3	2	
T01002	GARCIA DOMINGUEZ, LUIS MIGUEL	MEX4	MEX4				1	
T01022	MARQUEZ RANGEL, ARTURO	MEX4	MEX4				1	
T01030	JUAREZ UGALDE, FIDEL	MEX4	MEX4				1	
T01039	RODRIGUEZ SALDAÑA, JUAN MANUEL	MEX4	MEX4				1	
T01040	ROVELO BARBOSA, JAIME	MEX4	MEX4				1	
T01046	HUERTA MUÑOZ, ADAN	MEX4	MEX4				1	
T01011	CRESPO GRANILLO, FAUSTINO	MEX5	MEX4				2	3
T01144	RODRIGUEZ ESQUIVEL, ARMANDO	MEX5	MEX4				2	3
T01008	CASAS GUEVARA, CRISOFORO JESUS	MEX4	MEX1	2			3	
T01126	GONZALEZ ADALID, DEMETRIO JAVIER	MEX4	MEX2		2		3	
T01035	DOMINGUEZ BELTRAN, FLORENTINO	MEX4	MEX3			2	3	
T01068	CERVANTES VAZQUEZ, LUCIO	MEX4	MEX3			2	3	
T01003	OCHOA GALLEGOS, VICTORINO	MEX4	MEX5				3	2
T01113	ARTEAGA GOMEZ, J JESUS	MEX4	MEX5				3	2

Figura 18. Asignación de Técnicos Base MEX4 Propuesta

Técnicos Base Mex5 (Figura 19)



TECNICO	NOMBRE	CAMBIO DE BASE		MEX1	MEX2	MEX3	MEX4	MEX5
		ACTUAL	OPTIMIZADA					
T01075	OROZCO MACIAS, MIGUEL ENRIQUE	MEX1	MEX5	3				2
T01120	ORTA LUNA, JAVIER	MEX1	MEX5	3				2
T01024	CALZADA VILLAGOMEZ, JOSE GUADALUPE	MEX3	MEX5			3		2
T01043	ESTRADA PEREZ, ROGELIO	MEX3	MEX5			3		2
T01003	OCHOA GALLEGOS, VICTORINO	MEX4	MEX5				3	2
T01113	ARTEAGA GOMEZ, J JESUS	MEX4	MEX5				3	2
T01031	BAEZA GONZALEZ, JOSE GUADALUPE	MEX5	MEX5					1
T01047	OROZCO MACIAS, FERNANDO	MEX5	MEX5					1
T01050	SOLANO RODRIGUEZ, SERGIO RICARDO	MEX5	MEX5					1
T01117	JUAREZ GALAN, EDGAR	MEX5	MEX5					1
T01001	DIAZ OCEJO, ISRAEL	MEX5	MEX5					1
T01026	JIMENEZ SERRANO, ROBERTO AURELIO	MEX5	MEX1	2				3
T01045	URBAN NAVA, ADRIAN	MEX5	MEX1	2				3
T01061	ALVAREZ HERNANDEZ, MOISES	MEX5	MEX3			2		3
T01147	ANGELES VAZQUEZ, JESUS	MEX5	MEX3			2		3
T01011	CRESPO GRANILLO, FAUSTINO	MEX5	MEX4				2	3
T01144	RODRIGUEZ ESQUIVEL, ARMANDO	MEX5	MEX4				2	3

Figura 19. Asignación de Técnicos Base MEX5 Propuesta

Y gráficamente se ve así la asignación propuesta (Figuras 20)

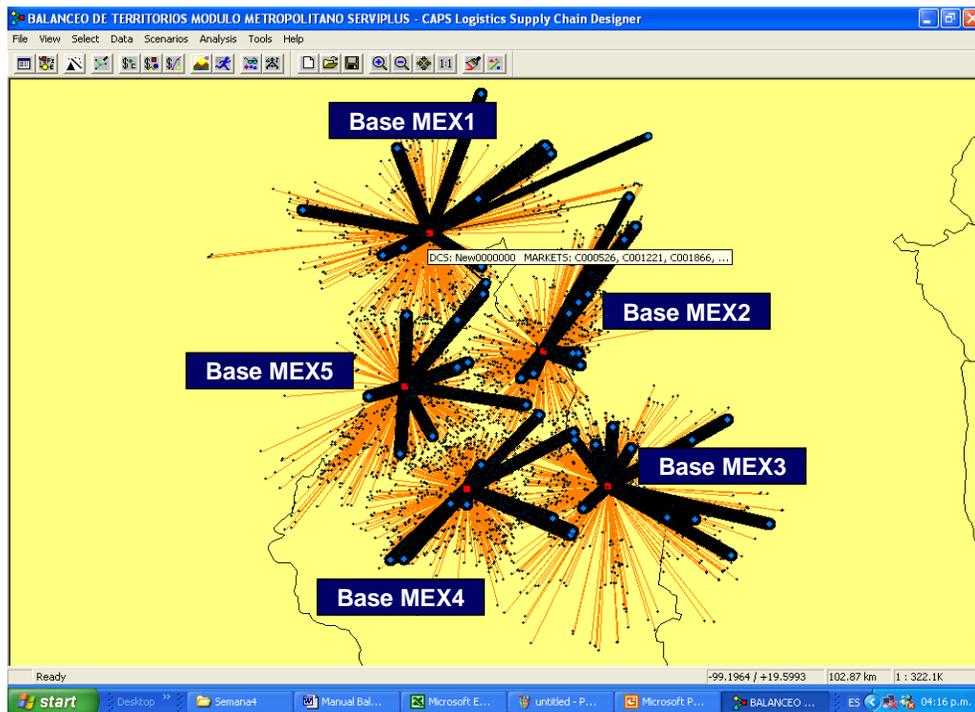


Figura 20. Asignación Gráfica de Técnicos a las Unidades Móviles - Propuesta

### *Territorios de bases propuestas*

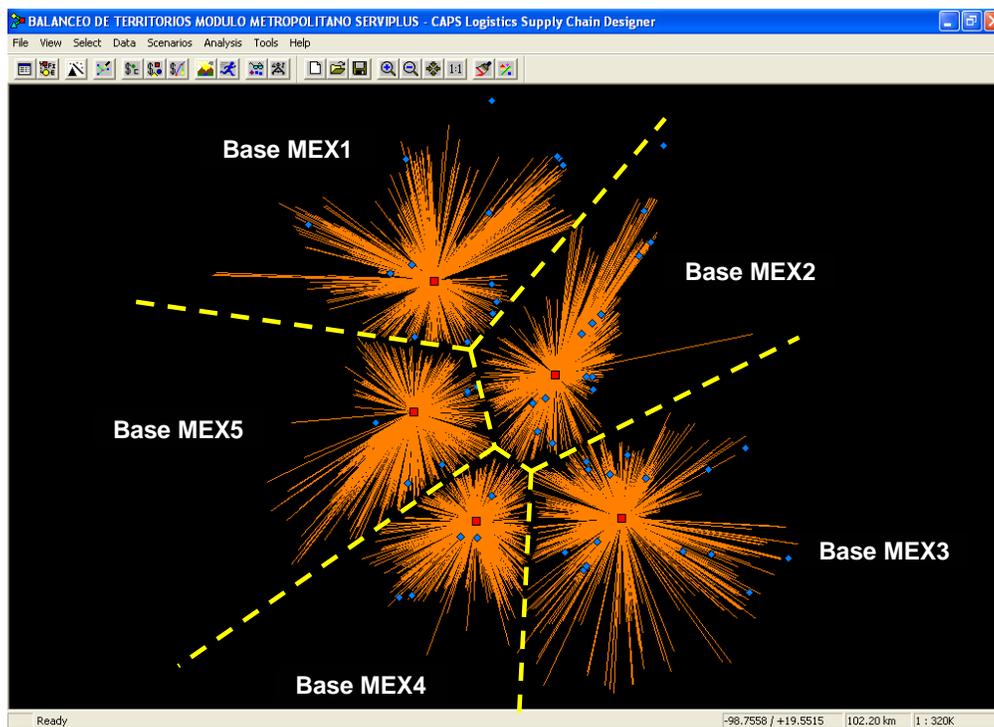


Figura 21. Territorios de las Bases del Módulo Metropolitano - Propuesta

### Ruteo Técnico vs. Ruteo Route Pro

A continuación se muestra gráficamente la ruta realizada por el técnico versus la ruta construida por el software de ruteo, así la optimización que se tiene al hacer uso del software de ruteo.

#### Técnico T01004 (Figura 22)

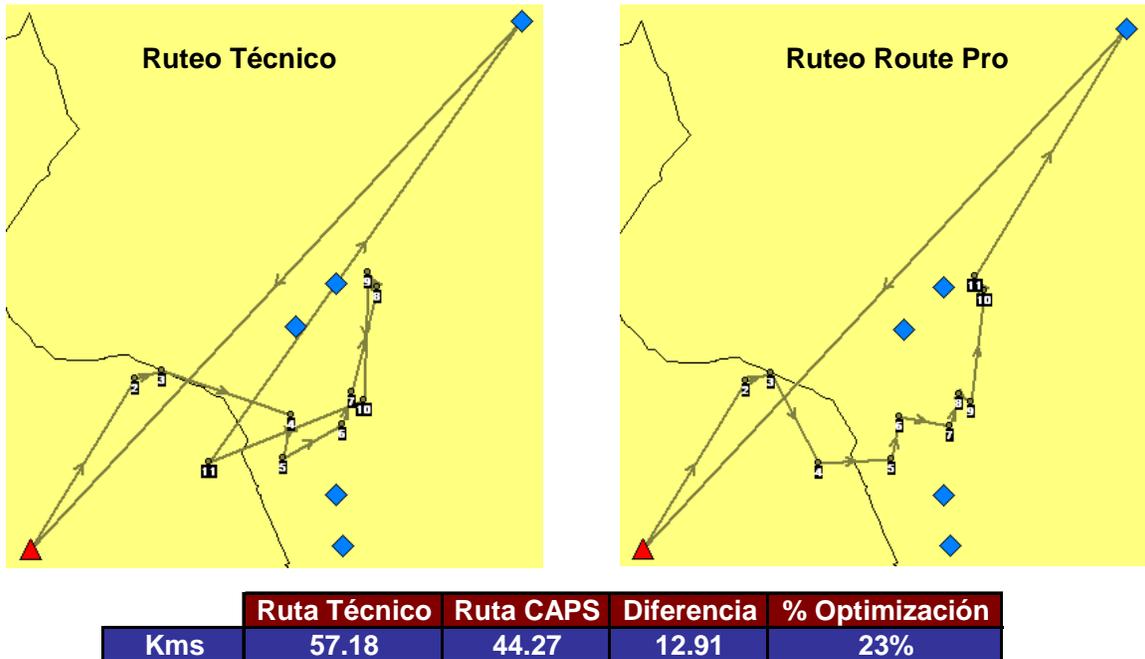


Figura 22. Ruteo Técnico T01004 vs. Ruteo RoutePro

#### Técnico T01010 (Figura 23)

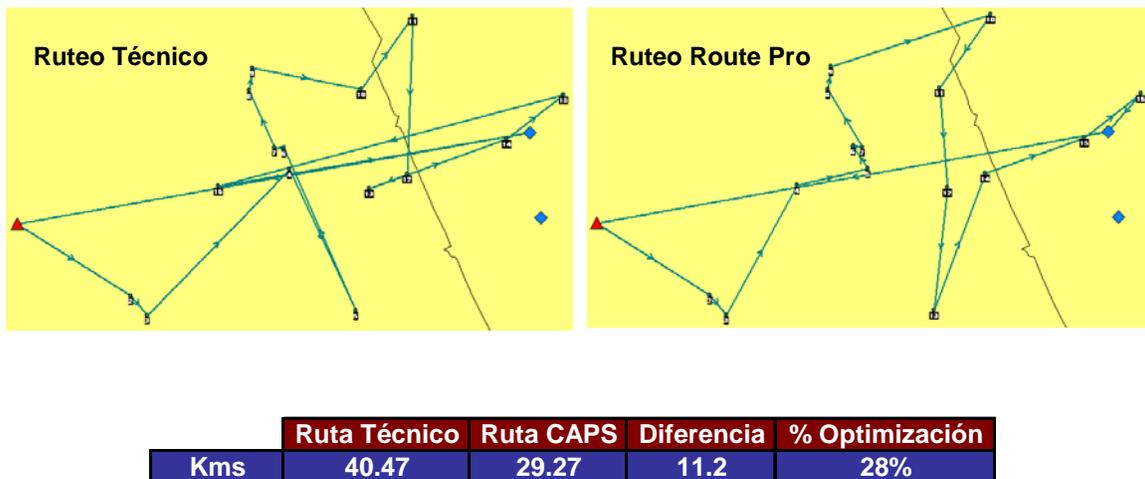
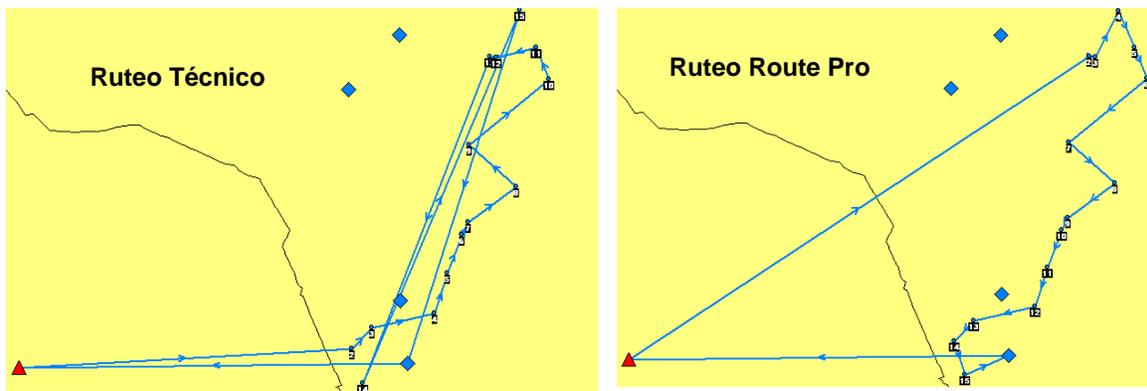


Figura 23. Ruteo Técnico T01010 vs. Ruteo RoutePro

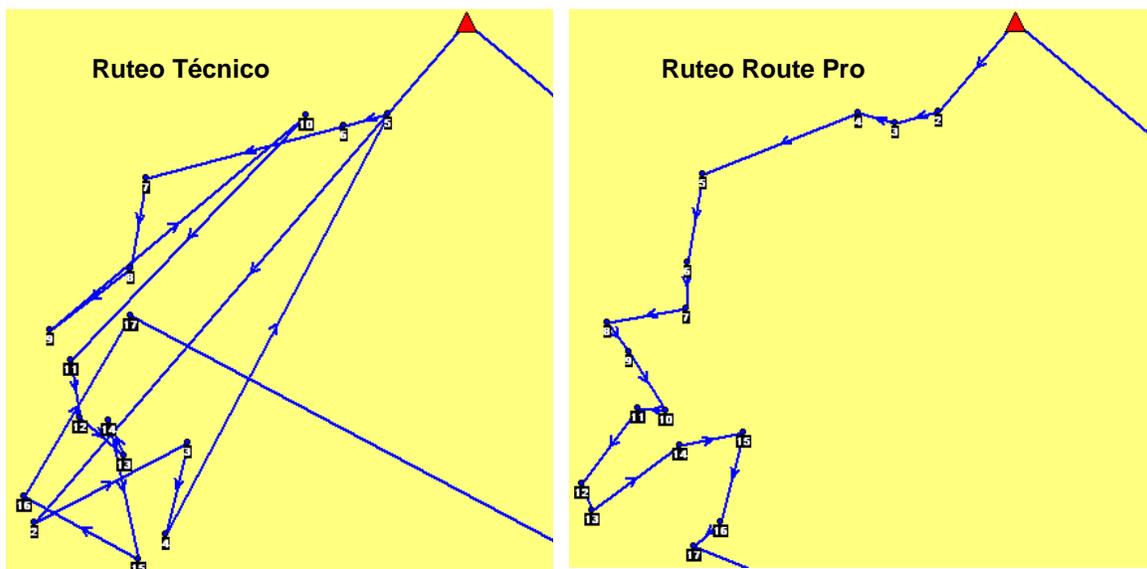
Técnico T01029 (Figura 24)



	Ruta Técnico	Ruta CAPS	Diferencia	% Optimización
Kms	49.11	33.27	15.84	32%

Figura 24. Ruteo Técnico T01029 vs. Ruteo RoutePro

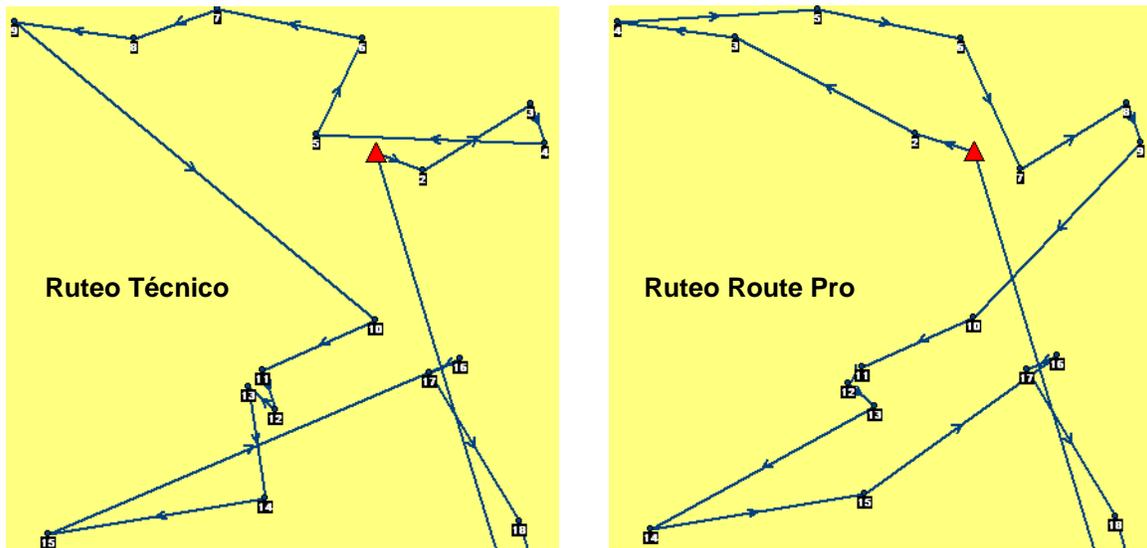
Técnico T01044 (Figura 25)



	Ruta Técnico	Ruta CAPS	Diferencia	% Optimización
Kms	94.86	67.74	27.12	29%

Figura 25. Ruteo Técnico T01044 vs. Ruteo RoutePro

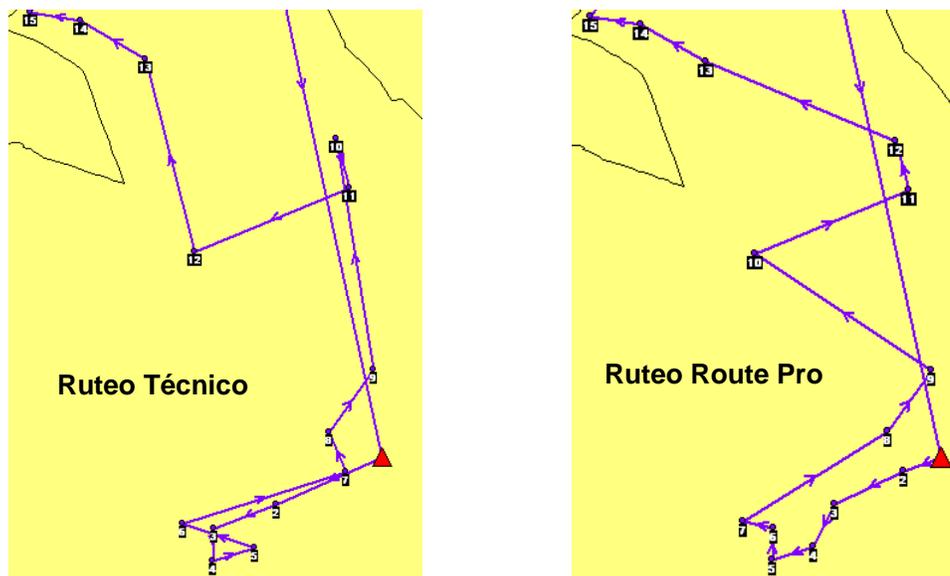
Técnico T01066 (Figura 26)



	Ruta Técnico	Ruta CAPS	Diferencia	% Optimización
Kms	49.85	48.47	1.38	3%

Figura 26. Ruteo Técnico T01066 vs. Ruteo RoutePro

Técnico T01105 (Figura 27)



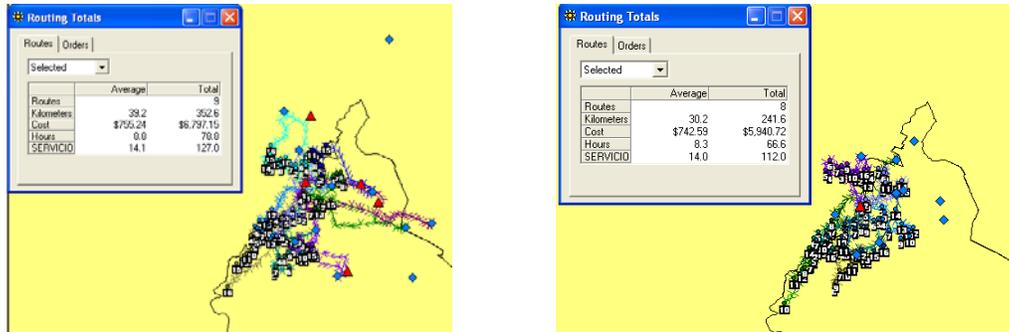
	Ruta Técnico	Ruta CAPS	Diferencia	% Optimización
Kms	37.13	35.41	1.72	5%

Figura 27. Ruteo Técnico T01105 vs. Ruteo RoutePro

## Ruteo CAPS Territorio Actual vs. Ruteo CAPS Territorio Propuesto Base Mex5

Como se ha referido anteriormente, se considera que no sería prudente la implementación de una herramienta de ruteo dinámico, sin antes hacer un balance de territorio. Lo cual se puede comprobar con el siguiente ejemplo de ruteo de la Base MEX5 con el territorio actual versus el balanceo de territorio propuesto (Figura 28), en parte izquierda de la figura su puede observar que los técnicos asignados actualmente a la Base MEX5 quedan retirados de su zona de trabajo, mientras que con el balanceo de territorios son asignados técnicos más cercanos a las zonas de la Base MEX5, obteniéndose una optimización de kilómetros del 31%.

### Ejemplo



TERRITORIOS BASE MEX5				
	ACTUAL	OPTIMIZADO	VARIACION	%
Kms	352.60	241.60	-111.00	-31%

Figura 28. Ruteo Base MEX5 Territorio Actual vs. Territorio Propuesto

### Resumen de Optimización: Impacto porcentual en reducción de kilómetros

En el Cuadro 47 se muestran los resultados obtenidos por optimización de rutas y por optimización de territorios el cual da como resultado una optimización total de 39.2%

OPTIMIZACIÓN DE RUTAS MUESTRA SEIS RUTAS REDUCCIÓN DE KILÓMETROS			OPTIMIZACIÓN DE TERRITORIOS RESUMEN DE LA SEMANA REDUCCIÓN DE KILÓMETROS		
ACTUAL	OPTIMIZADO	VARIACIÓN	ACTUAL	OPTIMIZADO	VARIACIÓN
57.2	44.3	-22.6%	2,108	1,712	-18.8%
40.5	29.3	-27.7%	2,382	1,889	-20.7%
49.1	33.3	-32.3%	1,947	1,685	-13.4%
94.9	67.7	-28.6%	2,257	1,827	-19.0%
49.9	48.5	-2.8%	2,118	1,734	-18.2%
37.1	35.1	-5.4%	1,604	1,357	-15.4%
328.6	258.2	-21.4%	12,416	10,204	-17.8%



Cuadro 47. Resumen de Optimización Mejora por Rutas y Mejora por Territorios

### ***Premisas Optimización Objetivo vs. Optimización Obtenida***

De cada una de las premisas expuestas se propuso una optimización objetivo, en el Cuadro 48 se muestra la comparación de la optimización de las premisas objetivo vs. la optimización obtenida.

<b>PREMISAS</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>OBTENIDO</b>
Reducir el Tiempo de Administración	30 minutos	25 minutos
Optimizar Kms. de Inicio.	20%	27%
Optimizar Kms. de Ruta	15%	32%
Reducir Kms. de Regreso	Kms. de inicio	Kms. De inicio + 15 Kms.
Reducir las Ordenes Canceladas	20%	7%

**Cuadro 48. Impacto de las Premisas – Escenario 1 y 2**

Como se puede observar en las tres primeras premisas se obtuvo una optimización mayor a la objetivo, en el tiempo de Administración se redujo en promedio 5 minutos con respecto a la optimización objetivo, en los kilómetros de Inicio se obtuvo una optimización del 7% adicional a la optimización objetivo y en la premisa de optimización de kilómetros de Ruta se obtuvo una del 17% adicional a la optimización objetivo.

Con lo que respecta a las dos últimas premisas se obtuvo una optimización inferior a la objetivo, siendo que la premisa de reducir los kilómetros de regreso a una cantidad aproximadamente a los kilómetros de inicio se obtuvo una distancia mayor en promedio de 15 kilómetros y la premisa de reducción de órdenes canceladas solamente se obtuvo una optimización del 7%.

## CONCLUSIONES

El objetivo de la presente tesis fue el de plantear 3 posibles escenarios de ruteo de acuerdo a la operación en una empresa de servicios de mantenimiento de aparatos de línea blanca, de los cuales se eligió el Escenario 2 – Optimización de Infraestructura, siendo este el escenario con mayores beneficios económicos y el cual se utilizó para ejecutar el balanceo de territorios y ruteo dinámico en el software de optimización y de esta forma pudo verificarse las optimizaciones proyectadas en las premisas establecidas en la modelación de los escenarios.

En la operación de la empresa se tenía un tiempo de administración promedio de 2.59 horas, el objetivo en la premisa de reducir el tiempo de administración a 0.50 horas (30 minutos). La optimización obtenida fue 5 minutos mayor a la optimización objetivo, es decir, el tiempo de administración se redujo a 0.42 horas (25 minutos).

La segunda premisa considerada fue la optimización de los kilómetros de inicio. Anteriormente se recorrían en promedio 15.65 kilómetros en este rubro, siendo el objetivo de optimización del 20%. La optimización obtenida fue del 27% de kilómetros de inicio.

La tercera premisa fue la optimización de los kilómetros de ruta. Anteriormente se recorrían en promedio 42.83 kilómetros en este rubro, siendo el objetivo de optimización del 15%. La optimización obtenida fue del 32% de kilómetros de ruta.

La cuarta premisa considerada fue la optimización de los kilómetros de regreso. Anteriormente se recorrían en promedio 63.88 kilómetros diariamente, siendo el objetivo reducir estos kilómetros a una cantidad igual a los kilómetros de inicio optimizados, es decir, 12.52 kilómetros. La cantidad de kilómetros a reducir eran 51.36, siendo esta reducción del 80 %. De la cual solo se obtuvo una reducción del 57 % de los kilómetros de regreso.

La quinta premisa considerada fue la reducción de las ordenes canceladas. Anteriormente se presentaban en promedio 1.91 ordenes canceladas por técnico diariamente, de las cuales se tiene un costo pero no un ingreso, siendo el objetivo la reducción en este rubro del 20%. La optimización obtenida fue del 7%.

En forma global el sistema de optimización configurado con base en las premisas del escenario 2, dio una optimización en kilómetros del 21.4% con respecto a las rutas y de 17.8% con respecto al balanceo de territorios, lo cual da como resultado una optimización total de 39.2%. Después de más de un año de que la empresa implementará la práctica de balanceo de territorios y ruteo dinámico en el módulo metropolitano ha obtenido ahorros reales del 35% con lo que respecta al área de kilómetros y por ende un ahorro en su operación.

Con lo que respecta a la primera premisa de reducción de tiempo de administración ha podido darse de una forma adecuada, debido a que la mayoría de los técnicos han contribuido en la mejora de la práctica de las actividades ejecutadas durante este tiempo.

La mayor optimización de la segunda premisa de reducción de kilómetros de inicio y de la tercera premisa de reducción de kilómetros de ruta, ha sido gracias en mayor parte a la aplicación de un balanceo de territorios y con el cual no contaba la empresa y también a una correcta secuencia de las ordenes de servicio debido al ruteo.

La cuarta premisa de reducción de kilómetros de regreso a tenido una optimización menor a la objetivo, siendo esto a causa a que no se han implementado completamente las acciones recomendadas como el retorno de los automóviles a sus bases respectivas diariamente y los fines de semana.

La quinta premisa de reducción de ordenes canceladas al igual que la premisa anterior a tenido una optimización menor a lo objetivo, esto debido a la asignación del área de call center a una empresa de Outsourcing, la cual tiene una gran rotación de los telefonistas, además de no tener la capacitación adecuada en el rubro de ordenes canceladas y la implementación de acciones para reducción de las mismas.

De la información de las implementaciones realizadas por las dos compañías de consultaría a empresas de distribución de productos, han alcanzado beneficios globales reales del 20% en ahorros, mientras los beneficios globales reales obtenidos en esta empresa de servicios fueron del 25%, además de mejorar el nivel de servicio al cliente. Con la aplicación continua de las mejores prácticas que se tengan en las empresas de cada rubro o giro probablemente puedan alcanzarse o superarse los beneficios que prometen los proveedores en ahorros de hasta un 30%.

Como se ha demostrado la implementación de un software de optimización y la correcta ejecución de las actividades pertinentes en cada una de las áreas de oportunidad, trae consigo una serie de beneficios tangibles. Sin embargo no puede asegurarse que todas las empresas obtengan los beneficios anteriormente descritos, esto debido a que cada empresa tiene sus propias restricciones y procesos de operación.

La utilización del software de optimización no está limitado por el giro de la empresa, este también puede ser utilizado en empresas de mensajería, empresas distribuidoras de productos, operadores logísticos. Asimismo se pueden ejecutar otros tipos de modelos de rutas, además de las rutas dinámicas, como lo son las rutas maestras y las rutas por zonas. La única limitante es que no todas las empresas tienen la posibilidad de comprar este tipo de tecnología debido a su alto costo.

Por lo que se recomienda tener en consideración este tipo de tecnología para todo tipo de empresas, y tener en cuenta que los porcentajes de optimización proyectados en las premisas, fueron con base en experiencia y en la visualización de las áreas de oportunidad de la empresa estudiada.

Por lo que queda abierto para futuras investigaciones el estudio de los beneficios así como la factibilidad de implementación de un software de optimización en empresas de otro giro y con problemáticas distintas.

Así como la iniciativa de la construcción de software de optimización que sea de procedencia mexicana, sabiendo que en el país hay recursos humanos con el talento necesario para desarrollar este tipo de tecnologías, asimismo existen estudiosos de los diferentes tipos algoritmos de optimización, que trabajando en proyectos interdisciplinarios puede obtener un producto competitivo a nivel nacional e internacional, pudiendo colocar al alcance este tipo de tecnología a empresas medianas y pequeñas, las cuales en la actualidad necesitan el apoyo de herramientas que les permitan mejorar sus operaciones y alcanzar un mayor grado de competitividad.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Unstats.un.org [home page on the Internet] New York: United Nations Statistics Division [updated 2005 28 May; cited 2005 Dec 16]. Available from: <http://unstats.un.org>
- [2] INEGI.gob.mx [home page on the Internet] México: Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática: Agenda estadística de los Estados Unidos Mexicanos [updated 2005 21 Jan; cited 2005 Dec 17]. Available from: <http://www.inegi.gob.mx>
- [3] Setravi.df.gob.mx [home page on the Internet] México: Secretaría de Transportes y Vialidad [updated 2004 10 Oct; cited 2005 Dec 17]. Available from: <http://www.setravi.df.gob.mx>
- [4] Chopra S, Meindl P. *Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operations*. 3<sup>rd</sup> ed. Upper Saddle River: Prentice Hall; 2001.
- [5] Stock J, Lambert D. *Strategic Logistics Management*. 4<sup>th</sup> ed. New York: McGraw-Hill/Irwin; 2001.
- [6] Hugos M. *Essentials of Supply Chain Management*. 1<sup>st</sup> ed. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.; 2003.
- [7] Lambert Douglas, et al. *Fundamentals of Logistics Management*. 4<sup>th</sup> ed. Boston: Irwin/McGraw-Hill; 1998.
- [8] Ganeshan R, Harrison T. *An Introduction to Supply Chain Management*. Department of Management Sciences and Information Systems [serial on the Internet]. 2000 Jun [cited 2004 Aug 12]. Available from: [http://silmaril.smeal.psu.edu/supply\\_chain\\_intro.html](http://silmaril.smeal.psu.edu/supply_chain_intro.html)
- [9] Mentzer J, et al. *Defining Supply Chain Management*. *Journal of Business Logistics*. 2001;22(2):18-20.
- [10] Ramírez C. *Logística y Aprovisionamiento*. 1<sup>st</sup> ed. México: PAC S.A. de C.V.; 1993.
- [11] Jones T, Riley D. *Uso de inventarios para obtener ventajas competitivas mediante la administración de la cadena de suministro*. *Council of Logistics Management*. 1984;15(5):16-26.
- [12] Blumenfeld D, et al. *Reducción de los costos de logística en General Motors*. *The Institute of Management Sciences*. 1987;17(1):26-47.
- [13] Blading W. *Logística del servicio al cliente*. *Proc Council of Logistics Management*. 1986;1(3):61-76.
- [14] Heizer J, Render B. *Dirección de la Producción: Decisiones Tácticas*. 6<sup>a</sup> ed. Madrid: Prentice Hall; 2001.
- [15] Vaughn R. *Introducción a la Ingeniería Industrial*. 2<sup>a</sup> ed. Barcelona: Reverté S.A.; 1993.
- [16] Silver E, et al. *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning and Control*. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Wiley; 1997.

- [17] Monks J. *Administración de Operaciones*. 1ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana de México S.A. de C.V.; 1991.
- [18] Brooks R, Larry W. *Inventory Record Accuracy: Unleashing the Power of Cycle Counting*. 5<sup>th</sup> ed. Upper Saddle River: Prentice Hall; 1993.
- [19] Fogarty D, etal. *Production and Inventory Management*. 4<sup>th</sup> ed. Cincinnati: South-Western; 1994.
- [20] Ballou R. *Business Logistics Management*. 4<sup>th</sup> ed. New Jersey: Prentice Hall; 1994.
- [21] Heizer J, Render B. *Dirección de la Producción: Decisiones Estratégicas*. 6ª ed. Madrid: Prentice Hall; 2001.
- [22] Arbones E. *Logística Empresarial*. 1ª ed. Santa Fé Bogotá, Colombia: Alfaomega; 1999.
- [23] Wheeler S, Hirsh E. *Los Canales de Distribución: Cómo las compañías líderes crean nuevas estrategias para servir a los clientes*. 1ª ed. Bogotá, Colombia: Grupo Editorial Norma; 2000.
- [24] Bowerman R, Calamai P. 1994. *The Spacefilling Curve with Optimal Partitioning Heuristic for the Vehicle Routing Problem*. European Journal of Operations Research. 1994;76:128–142.
- [25] Bartholdi J. *A Routing System based on Spacefilling Curves*. 1995 Feb [cited 2004 Jul 9]. Available from: [http://isye.gatech.edu/people/faculty/John\\_Bartholdi/mov/mow.html](http://isye.gatech.edu/people/faculty/John_Bartholdi/mov/mow.html)
- [26] CAPS Logistics Inc. *RoutePro: Setting Up Your Routing Model*. Georgia (U.S.A): CAPS Logistics Inc.; 2003.
- [27] Leeders M, Harold F. *Purchasing and Supply Management*. 4<sup>th</sup> ed. Burr Ridge: McGraw-Hill/Irwin; 1997.
- [28] Poirier C, and Stephen R. *Supply Chain Optimization: Build the strongest total business network*. 3<sup>rd</sup> ed. San Francisco: Berrett – Koehler Publishers; 1996.
- [29] Fisher ML, Jaikumar R. *A generalized assignment heuristic for vehicle routing*. Networks. 1981;11(2):109–124.
- [30] Hillier F, Lieberman G. *Introducción a la Investigación de Operaciones*. 6ª ed. México: McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.; 1997.
- [31] Winston W. *Investigación de Operaciones*. 4ª ed. México: Grupo Editorial Iberoamericano S.A. de C.V.; 1994.
- [32] Bazaraa M, etal. *Programación Lineal y Flujo de Redes*. 2ª ed. México: Limusa S.A. de C.V.; 1998.
- [33] Taha H. *Investigación de operaciones: una introducción*. 6ª ed. México: Prentice Hall; 1998.

[34] Lionhrtpub.com [home page on the Internet] Georgia: Publicaciones de herramientas en el área de transporte [updated 2003 19 Mar; cited 2005 Nov 1]. Available from: [http://www.lionhrtpub.com/orms/surveys/Vehicle\\_Routing/vrss.html](http://www.lionhrtpub.com/orms/surveys/Vehicle_Routing/vrss.html)

[35] Elogman.com [home page on the Internet] Georgia: E.logistics magazine online [updated 2002 14 Jan; cited 2005 Nov 2]. Available from: <http://www.elogmag.com/magazine/16/descartes.shtml>

[36] Potvin J, Bengio S. *A genetic approach to the vehicle routing problem with time windows*. Center de Recherche sur les Trasports. 1994; Technical Report CRT-953.

[37] Weissberg R, Buker S. *Writing Up Research: Experimental Research Report Writing for Students of English*. 1<sup>st</sup> ed. New Jersey: Prentice Hall Inc.; 1990.

[38] International Organization for Standarization. *Documentation – Presentation of theses and similar documents*. International Standard ISO. 1986;7144:1–10.

[39] Tamayo F. *Planeación de rutas de distribución*. Ciclo de conferencias de logística y manejo de materiales; 2005 Jun 8-10; Expo Logística y manejo de materiales. México; 2005.

[40] López C. *Estudio de marketing en el área de servicios*. Departamento de investigación y estadística. 2004;2;10-17.

## GLOSARIO

### TIEMPOS

**Tiempo de Administración.-** Es el tiempo utilizado por el técnico para revisar las ordenes de servicio a ejecutar en el día, con la finalidad de verificar cuales son las posibles refacciones que utilizara considerando la falla indicada por el cliente, una vez determinadas las refacciones realiza el vale de refacciones para que la persona responsable del almacén surta la lista solicitada, realiza la entrega del dinero de ordenes con servicio de cargo ejecutadas el día anterior, arma la ruta; es decir, acomoda la secuencia en que ira realizando las ordenes de servicio durante el día, además de utilizar cierto tiempo para actividades personales.

**Tiempo de Inicio.-** Es el tiempo que tarda en trasladarse el técnico del CD a la primera ubicación de orden de servicio.

**Tiempo de Ruta Completado.-** Es el tiempo utilizado en trasladarse a una ubicación donde la orden termina con estatus de Completado.

**Tiempo de Ruta Cancelado.-** Es el tiempo utilizado en trasladarse a una ubicación donde la orden termina con estatus de Cancelado.

**Tiempo de Ruta.-** Es el total del tiempo ocupado para trasladarse a cada una de las ubicaciones de orden de servicio.

**Tiempo de Servicio Completado.-** Es el tiempo utilizado en el servicio de una orden que termina con estatus de Completado.

**Tiempo de Servicio Cancelado.-** Es el tiempo utilizado en el servicio de una orden que termina con estatus de Cancelado.

**Tiempo de Servicio.-** Es el total de tiempo ocupado en dar servicio a los clientes.

**Tiempo de Regreso.-** Es el tiempo que tarda en trasladarse el técnico de la última orden de servicio a su domicilio y el día siguiente de su domicilio al CD.

### KILÓMETROS

**Kms. de Inicio.-** Son los kilómetros recorridos del CD a la primera ubicación de orden de servicio.

**Kms. de Ruta Completado.-** Son los kilómetros recorridos para llegar a una ubicación donde la orden termina con estatus de Completado.

**Kms. de Ruta Cancelado.-** Son los kilómetros recorridos para llegar a una ubicación donde la orden termina con estatus de Cancelado.

**Kms. Ruta.-** Es el total de kilómetros recorridos para llegar a cada una de las ubicaciones de orden de servicio.

**Kms. de Regreso.-** Son los kilómetros recorridos por el técnico de la última orden de servicio hasta el día siguiente que llega al CD.

## **ESTATUS DE LA ORDEN DE SERVICIO**

**Estatus Procesando.-** Este estatus se refiere a una orden de servicio que ha sido creada y programada en el sistema para ser ejecutada.

**Estatus Completado.-** Se refiere a las ordenes de servicio que fueron terminadas es decir, reparadas y de las cuales se tienen tres categorías.

- **Completado:** Está categoría se refiere a las ordenes de servicio que se ejecutaron en una forma normal, es decir, la orden de servicio se crea con la llamada del cliente, se programa y se ejecuta.
- **Orden Extra:** Es la orden de servicio que es creada en una determinada ubicación, es decir, es una orden adicional a las ordenes asignadas a los técnicos al inicio del día.
- **Reprogramado:** Son ordenes de servicio reprogramadas por el Call Center, que no fueron ejecutadas por el técnico por falta de tiempo.

**Estatus Cancelado.-** Se refiere a las ordenes de servicio que no fueron reparadas y de las cuales puede haber varias razones de cancelación.

- **Cliente Cancelo:** El cliente llama al Call Center para cancelar su orden de servicio, y debido a que la fluidez de la información no es la adecuada, el técnico se entera de la cancelación hasta que llegó al domicilio del cliente.
- **Cliente Ausente:** El técnico al momento de arribar al domicilio del cliente, no encuentra al cliente o persona alguna que le atienda.
- **Dirección Equivocada:** El domicilio no se encuentra en la dirección indicada o no se tienen las referencias suficientes para localizarlo.
- **Faltante de Refacción:** Esta razón de cancelación, se puede deber a dos motivos:
  - *Faltante de refacción en el vehículo.-* La refacción no se tiene en ese momento en el stock del vehículo, pero si hay existencia en el almacén.
  - *Faltante de refacción en almacén.-* No hay existencia de la refacción en el almacén.

## **TIPO DE ORDEN DE SERVICIO**

**Garantía de Fábrica.-** Este tipo de orden de servicio se efectúa siempre y cuando el periodo de tiempo que indica la garantía del producto a partir de la fecha de compra no haya expirado.

**Servicio de Cargo.-** Este tipo de orden de servicio se efectúa cuando ya expiro la Garantía de Fabrica del producto, en este tipo de servicio se cobra la reparación hecha al producto.

En la categoría de Servicio de Cargo se englobo el tipo de servicio denominado Milenia.

**Contrato Correctivo (Servicio Contrato Correctivo).**- Este tipo de orden de servicio se efectúa cuando previamente se a realizado un contrato con la empresa, y este se lleva a cabo cuando el cliente reporta alguna falla en su equipo.

**Contrato Preventivo (Servicio Contrato Preventivo).**- Este tipo de orden de servicio se efectúa cuando previamente se a realizado un contrato con la empresa, del cual se realizan dos servicios preventivos al año.

**Garantía de Servicio.**- Este tipo de orden de servicio se efectúa cuando previamente se ha realizado un servicio de cargo o un servicio de contrato, dado que las refacciones utilizadas tienen una garantía de 6 meses.

En la categoría de Garantía de Servicio se encuentran englobados Garantía de Servicio de Cargo y Garantía de Contrato.

### **TIPO DE CLIENTE**

El tipo de cliente se refiere a la persona que llama al Call Center y solicita una orden de servicio, y se tienen tres categorías:

- **Usuario Final:** Como su nombre lo indica, la persona que solicita el servicio es el usuario del equipo.
- **Distribuidor:** El cliente reporta la falla a la tienda en donde realizó la compra del equipo, y la tienda o distribuidor realiza la llamada al Call Center y solicita la orden de servicio.
- **Vendedor:** Esta última categoría se presenta cuando el cliente reporta la falla a la tienda en donde realizó la compra del equipo y a su vez la tienda o distribuidor lo reporta a su vendedor, y este último realiza la llamada al Call Center solicitando la orden de servicio.

### **INGRESOS**

Los ingresos que obtiene la empresa por la realización de ordenes de servicio, se clasifican por el tipo de orden de servicio y se tienen cuatro categorías:

**Ingreso por Garantía de Fábrica:** Es el ingreso promedio por orden de servicio, por la reparación de equipos con Garantía de Fabrica, que recibe la empresa de las fabricas de los diferentes productos de línea blanca que manufactura.

**Ingreso por Servicio de Cargo:** Es el ingreso promedio por orden de servicio, que se obtiene de la reparación de equipos que no cuentan con Garantía de Fabrica y por lo tanto la reparación de los mismos es pagada por el cliente.

**Ingreso por Contratos:** Es el ingreso promedio por orden de servicio, que se obtiene de la reparación de equipos que cuentan con contratos correctivos y preventivos efectuados con la empresa.

**Ingreso por Garantía de Servicio:** Este ingreso no existe, debido a que las ordenes de servicio con Garantía de Servicio, son ordenes que no fueron reparadas satisfactoriamente y por lo tanto se realizan sin costo alguno para el cliente.

Tipo de Orden	Ingreso por Orden con Refacción	Ingreso por Orden sin Refacción
Garantía de Fábrica	\$ 285	\$ 235
Servicio de Cargo	\$ 322	\$ 272
Garantía de Servicio	N/A	N/A
Contratos (Correctivos y Preventivos)	\$ 580	\$ 530
Cancelada	N/A	N/A

Cuadro 49. Ingreso por Tipo de Orden de Servicio

## COSTOS

En la construcción de la estructura de costos utilizada en el análisis, se tomaron en cuenta los costos fijos y variables en que incurre el área operativa de la empresa, con la finalidad de visualizar el costo directo de una orden de servicio, de los cuales se tienen tres categorías.

**Costo de Nómina:** Los costos de nómina utilizados son el sueldo base del técnico, así como los sueldos base de la coordinación, es decir, el jefe de servicio y su capturista. Además se tomaron en cuenta las prestaciones y la renta del equipo Nextel con que cuenta cada uno de los recursos. En la tabla se muestra la base anual o costo anual de cada uno de los recursos, el cual se encuentra compuesto de su sueldo base y prestaciones, en la columna siguiente se tiene el costo anual de la renta del equipo Nextel y una vez integrado estos dos conceptos se calculó el costo por día de cada uno de los recursos, con base en los 265 días laborables al año de la empresa.

**Costo Base/Día Nómina:** Es el costo por día de un determinado concepto, en el cual su costo base anual es dividido entre el número de días laborables, siendo en la empresa de 265 días laborables al año.

Nómina	Sueldo Base	Prestaciones	Base Anual	Nextel Anual	Base/Día
Técnico	\$5,500	60%	\$105,600	\$7,900	\$428
Coordinación	\$14,326	60%	\$275,061	\$15,800	\$1,098
Jefe de Servicio	\$10,568	60%	\$202,913	\$7,900	\$796
Capturista	\$3,758	60%	\$72,147	\$7,900	\$302

Cuadro 50. Costo Base/Día Nómina

**Costo del Vehículo:** El costo del vehículo se encuentra compuesto por los siguientes elementos:

- **Costo Anual.**- Este costo esta compuesto por las cuotas de arrendamiento, este costo es un costo promedio de la flotilla del módulo metropolitano, debido a que los vehículos tienen diferente cuota de arrendamiento dependiendo del tipo y modelo del vehículo.
- **Seguro Vehicular.**- Es el costo del seguro con cobertura "limitada", es decir, el seguro cubre el robo del vehículo y daños a terceros en caso de siniestro.
- **Impuestos.**- Este rubro esta compuesto por la tenencia, placas, revista y verificación vehicular.
- **Rotulación.**- Es el costo de rotular el vehículo con publicidad referente a la empresa.
- **Equipo Satelital.**- Es el costo de la renta del equipo satelital.
- **Seguro Contenido.**- Es el seguro que cubre las refacciones, que se tiene en stock cada uno de los vehículos en caso de robo o siniestro.

**Costo Base/Día Vehículo:** Es el costo por día de un determinado concepto, en el cual su costo base anual es dividido entre el número de días laborables, siendo en la empresa de 265 días laborables al año.

Vehículo	Base Anual	Base/Día
Costo Anual	\$38,000	\$143
Seguro Vehicular	\$2,500	\$9
Impuestos	\$2,000	\$8
Rotulación	\$6,000	\$23
Equipo Satelital	\$2,760	\$10
Seguro Contenido	\$2,500	\$9
<b>Total</b>	<b>\$53,760</b>	<b>\$203</b>

Cuadro 51. Costo Base/Día Vehículo

**Costo de Operación:** Por último se tienen los costos de operación o variables, ya que estos costos dependen de los kilómetros recorridos por el vehículo, de la muestra analizada se obtuvieron los siguientes costos por kilómetro, con base en los kilómetros anuales estimados. Los elementos que componen el costo por kilómetro son:

- **Combustible.**- El costo de combustible es calculado con base en el costo del combustible por litro entre el rendimiento promedio de los vehículos.
- **Servicios Preventivos.**- Es el costo de los servicios realizados durante el año y comprende, cambios de aceite, frenos, clutch.
- **Llantas.**- El costo de las llantas, es el costo promedio de un cambio anual de las cuatro llantas del vehículo, incluyendo el costo de la alineación y balanceo.
- **Reparaciones.**- Es el costo que en promedio anualmente se tiene por descomposturas de operación misma del vehículo y por siniestros.

Todos estos elementos integran el costo total por kilómetro, como se muestran en las tablas.

**Base/Anual (Kms.):** Son los kilómetros proyectados anuales que en promedio recorre un técnico, de la muestra analizada se tiene un recorrido promedio diario por técnico de 122.37 kilómetros que multiplicados por los 265 días laborables de la empresa, se obtiene la base anual de 32427 kilómetros.

**Base/Km.:** Es el costo base de operación anual dividido entre la base anual de kilómetros recorridos.

Operación	Base-Costo (Litro)	Rendimiento (Kms/Litro)	Base/Km
Combustible	\$6.15	7.5	\$0.82

Operación	Base-Costo Anual	Base/Anual (Kms.)	Base/Km
Servicios Preventivos	\$10,000	32427	\$0.31
Llantas	\$2,600	32427	\$0.08
Reparaciones	\$6,500	32427	\$0.20
<b>Subtotal</b>			<b>\$0.59</b>
<b>Total Costo / Kilómetro</b>			<b>\$1.41</b>

Cuadro 52. Costo Base/Km.

El costo de operación actual de la empresa es \$1.41 por kilómetro.

## ANEXO 1. Campos de la Dirección del Cliente para Geocodificación

Los campos requeridos de la dirección de los clientes deben ser campos separados como los que se muestran en los ejemplos, para que el motor de geocodificación pueda trabajar de una manera más rápida y tenga un alto porcentaje de acertividad en la geocodificación automática.

Calle:	Jacarandas
Número:	67
Detalle Interior:	Lote 4 Manzana 8 Departamento 7
Entre Calle 1:	Nevado de Toluca
Entre Calle 2:	Ciudad Labor
Colonia:	Jardines de la Cañada
C.P.:	54900
Delegación:	Tultitlán
Estado:	Estado de México
Referencias:	Enfrente de la Iglesia San Judas Tadeo
Nombre del Cliente:	María de los Ángeles Hurtado Ortiz
No. de Teléfono:	5553629376
Celular:	0445576784512
E-mail:	ahurtado@hotmail.com
X (Latitud):	154.55
Y (Longitud):	-59.52

Figura 29. Campos de la Dirección del Cliente para Geocodificación

### Calle

El Campo CALLE solamente debe contener el nombre de la Calle, en caso de ser una Avenida, Boulevard, etc. se indicarán las abreviaciones reconocidas por el motor de geocodificación específico a ser utilizado.

### Número

El Campo NÚMERO solamente debe contener el número de la ubicación, sin ningún prefijo (No., #, etc.)

**Detalle Interior**

El Campo DETALLE INTERIOR contiene información referente a No. Interior, Lote, Manzana, Departamento, Edificio, etc.

**Entre Calle 1**

El Campo ENTRE CALLE 1 contiene información que indica entre que calle se encuentra la ubicación.

**Entre Calle 2**

El Campo ENTRE CALLE 2 contiene información que indica entre que calle se encuentra la ubicación.

**Colonia**

El Campo COLONIA solamente debe contener el nombre de la Colonia, sin ningún prefijo (Col., etc.).

**C.P.**

El Campo C.P. debe contener el Código Postal de cinco dígitos.

**Delegación**

El Campo DELEGACIÓN solamente debe contener el nombre de la Delegación, sin ningún prefijo (Del., etc.).

**Estado**

El Campo ESTADO solamente debe contener el nombre del Estado al cual pertenece la ubicación.

**Referencias**

El Campo REFERENCIAS debe contener las referencias para localizar más ágilmente la ubicación (En frente de ..., A un lado de..., Cercas de ..., etc.)

**Nombre del Cliente**

El Campo NOMBRE DEL CLIENTE debe contener el Nombre del Cliente (El campo puede estar dividido en tres campos: NOMBRE, APELLIDO PATERNO y APELLIDO MATERNO).

**No. de Teléfono**

El Campo NO. DE TELÉFONO debe contener el número de teléfono del Cliente.

**Celular**

El Campo CELULAR debe contener el número de teléfono celular del Cliente.

**E-mail**

El Campo E-MAIL debe contener el correo electrónico del Cliente.

**X (Latitud)**

El Campo X (LATITUD) debe de contener la coordenada X de la ubicación, este campo será llenado por el motor de geocodificación, y posteriormente este campo será utilizado por la herramienta de ruteo.

**Y (Longitud)**

El Campo Y (LONGITUD) debe de contener la coordenada Y de la ubicación, este campo será llenado por el motor de geocodificación, y posteriormente este campo será utilizado por la herramienta de ruteo.

## ANEXO 2. DIAGRAMAS DE FLUJO

- Ordenes de Servicio Promedio por Día – Actual
- Ordenes de Servicio Promedio por Día (Lunes - Viernes) – Actual
- Ordenes de Servicio Promedio por Día (Sábado) – Actual
- Tiempo de Servicio Promedio por Día – Actual
- Tiempo de Servicio Promedio por Día (Lunes – Viernes) – Actual
- Tiempo de Servicio Promedio por Día (Sábado) – Actual
- Kilómetros por día por Técnico, Kilómetros por Módulo – Actual
- Kilómetros por día por Técnico, Kilómetros por Módulo – Escenario 1
- Kilómetros por día por Técnico, Kilómetros por Módulo – Escenario 2
- Kilómetros por día por Técnico, Kilómetros por Módulo – Escenario 3
- Costo operativo de la orden de servicio – Actual
- Costo operativo de la orden de servicio – Escenario 1
- Costo operativo de la orden de servicio – Escenario 2
- Costo operativo de la orden de servicio – Escenario 3
- Impacto de las Premisas – Escenario 1 y 2
- Jornada Laboral Promedio – Escenario 3
- Ahorro por Orden – Escenario 1
- Ahorro por Orden – Escenario 2
- Ahorro por Orden – Escenario 3
- Costo de Orden – Escenario 1
- Costo de Orden – Escenario 2
- Costo de Orden – Escenario 3
- Ahorro Potencial – Escenario 1
- Ahorro Potencial – Escenario 2
- Ahorro Potencial – Escenario 3
- Incremento de Ingreso Promedio por Orden – Escenarios 1 y 2
- Ingreso Proyectado Anual – Actual
- Variación Margen Potencial Anual Escenario 1
- Variación Margen Potencial Anual Escenario 2
- Variación Margen Potencial Anual Escenario 3

### Ordenes de Servicio Promedio por Día - Actual



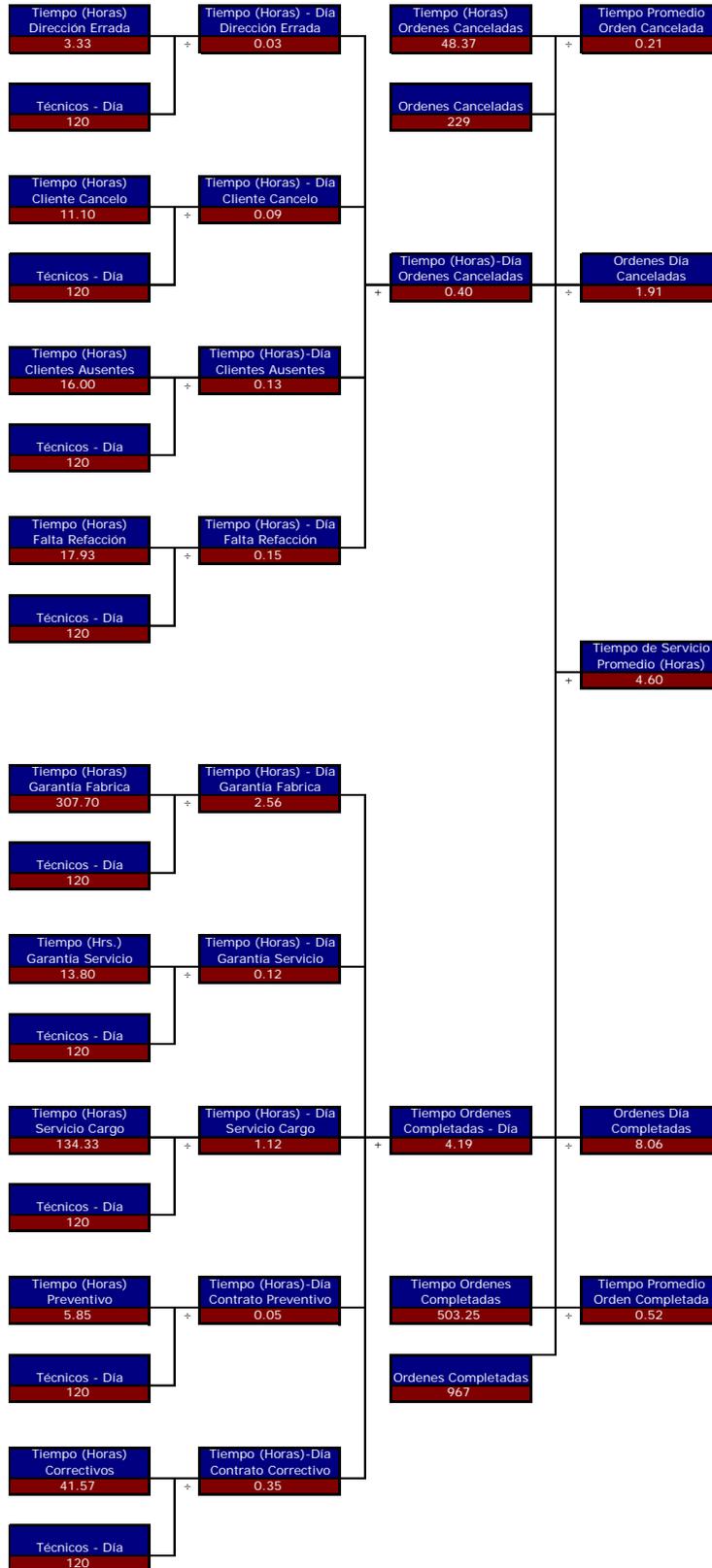
### Ordenes de Servicio Promedio por Día (Lunes - Viernes) – Actual



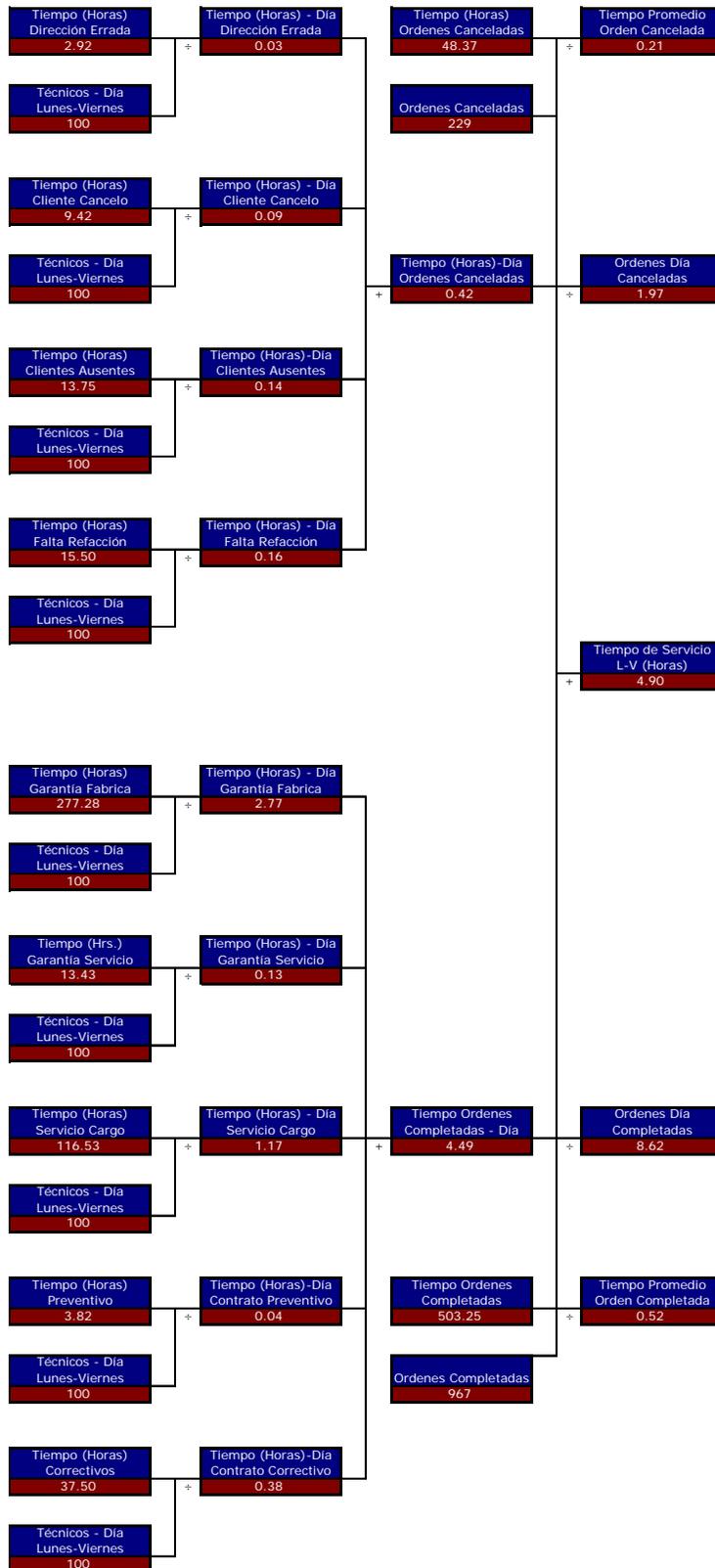
### Ordenes de Servicio Promedio por Día (Sábado) – Actual



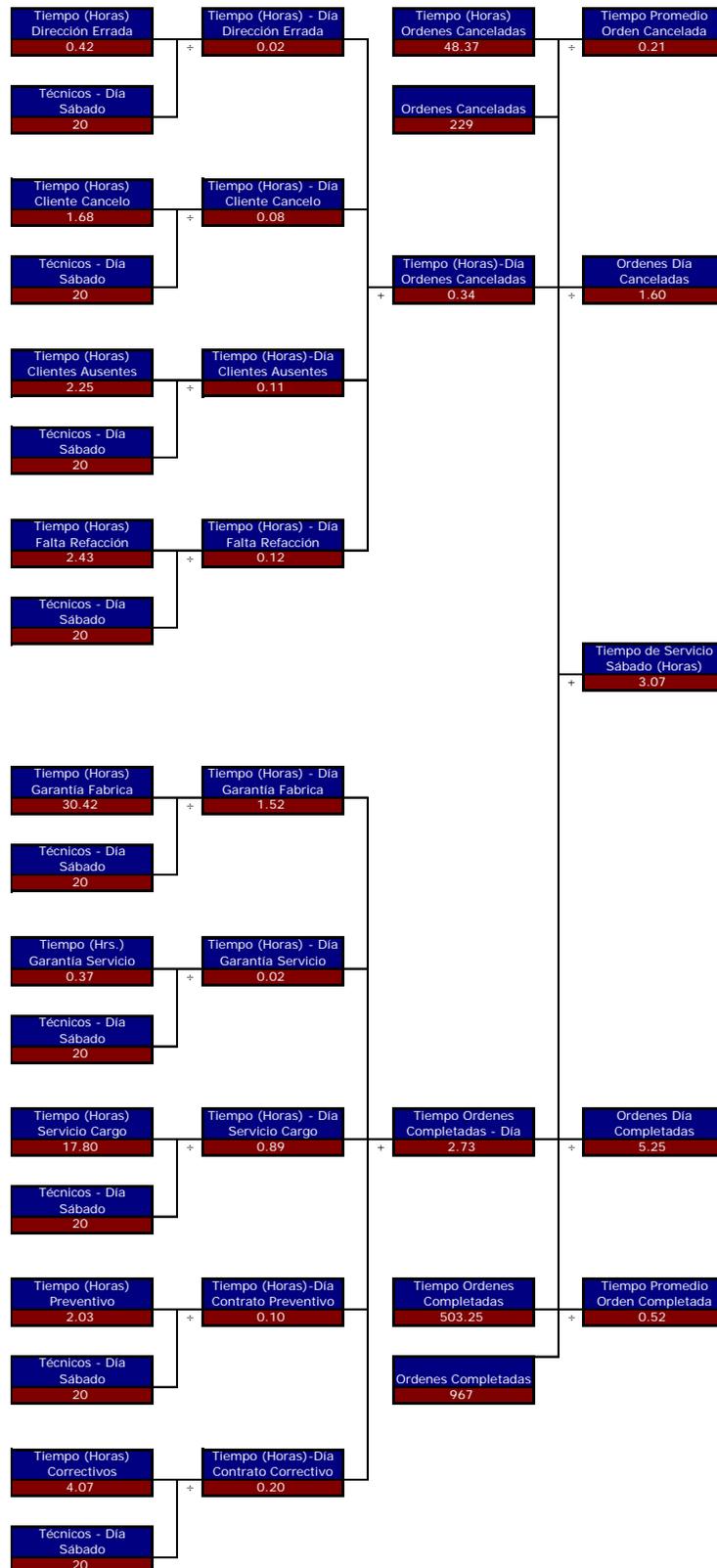
## Tiempo de Servicio Promedio por Día – Actual



### Tiempo de Servicio Promedio por Día (Lunes – Viernes) – Actual



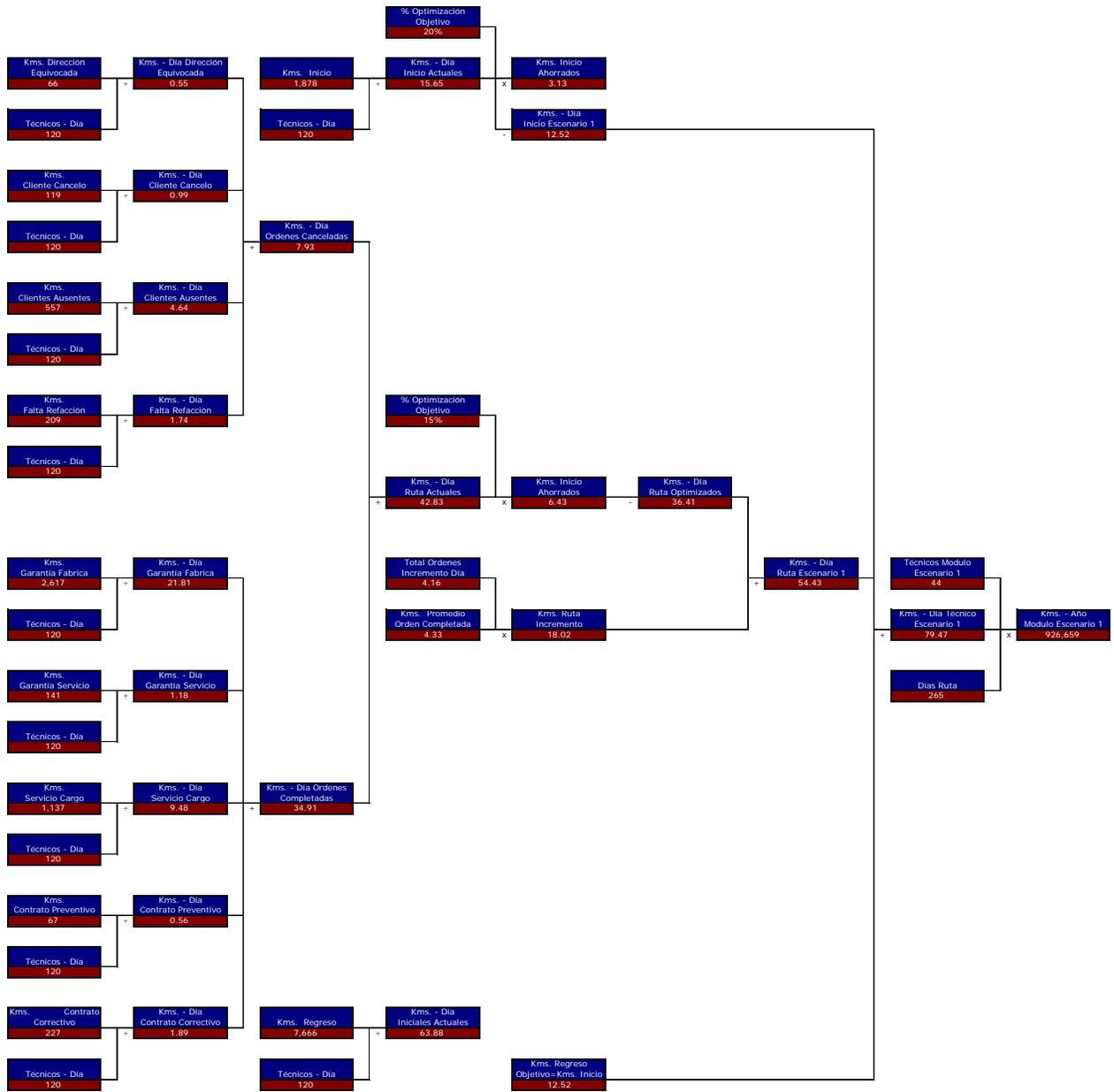
### Tiempo de Servicio Promedio por Día (Sábado) – Actual



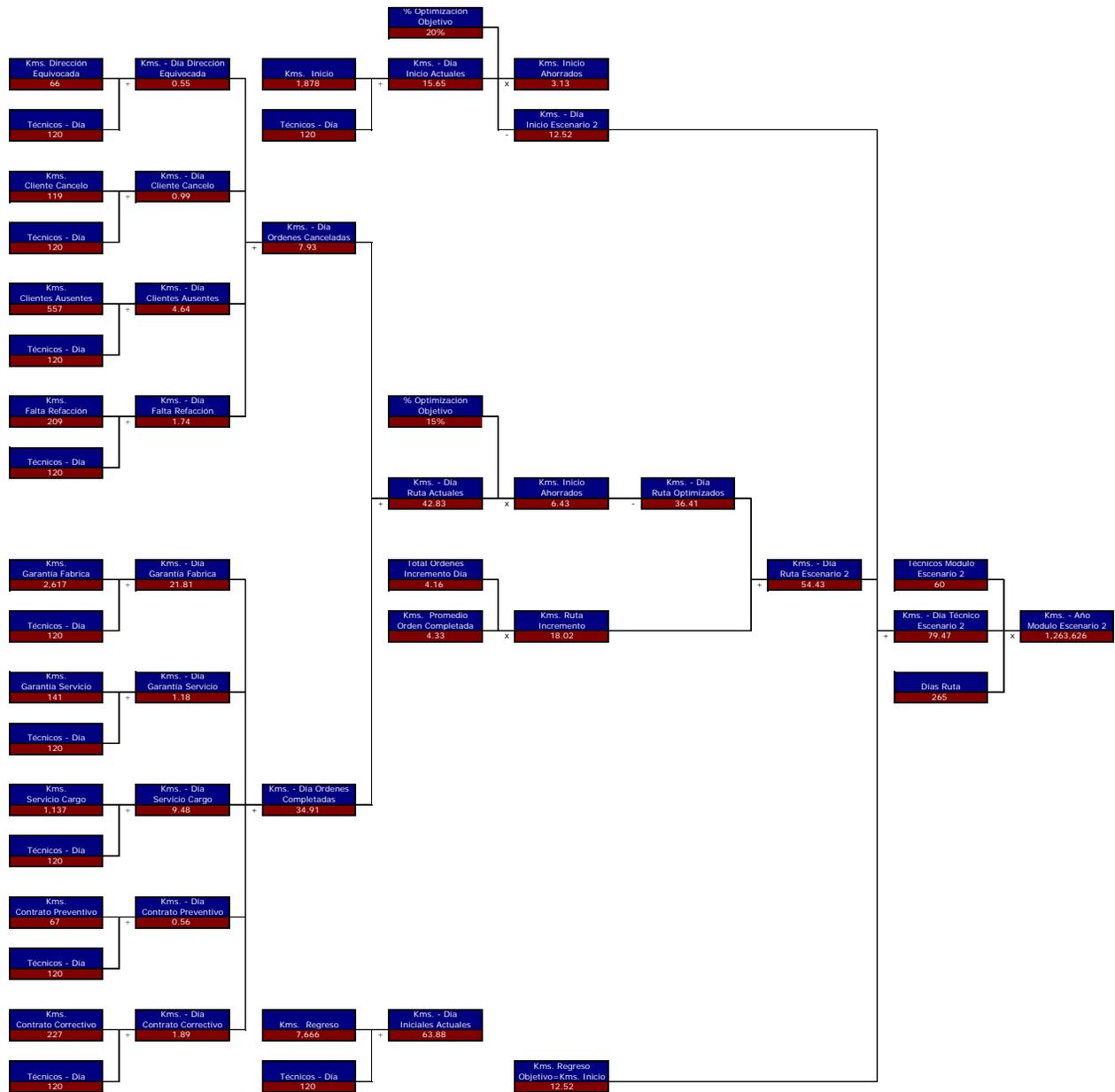
### Kilómetros por día por Técnico, Kilómetros por Módulo – Actual



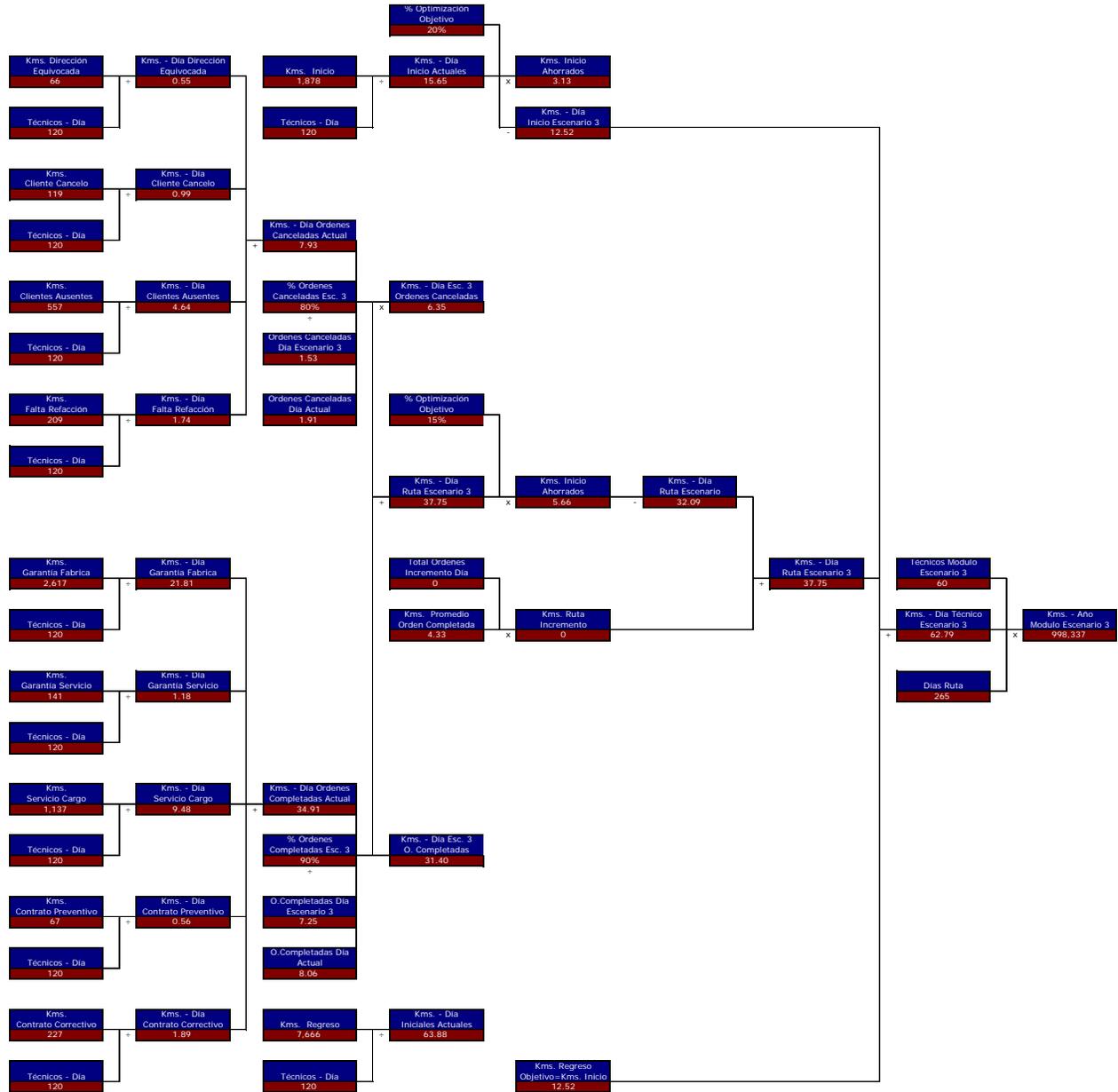
### Kilómetros por día por Técnico, Kilómetros por Módulo – Escenario 1



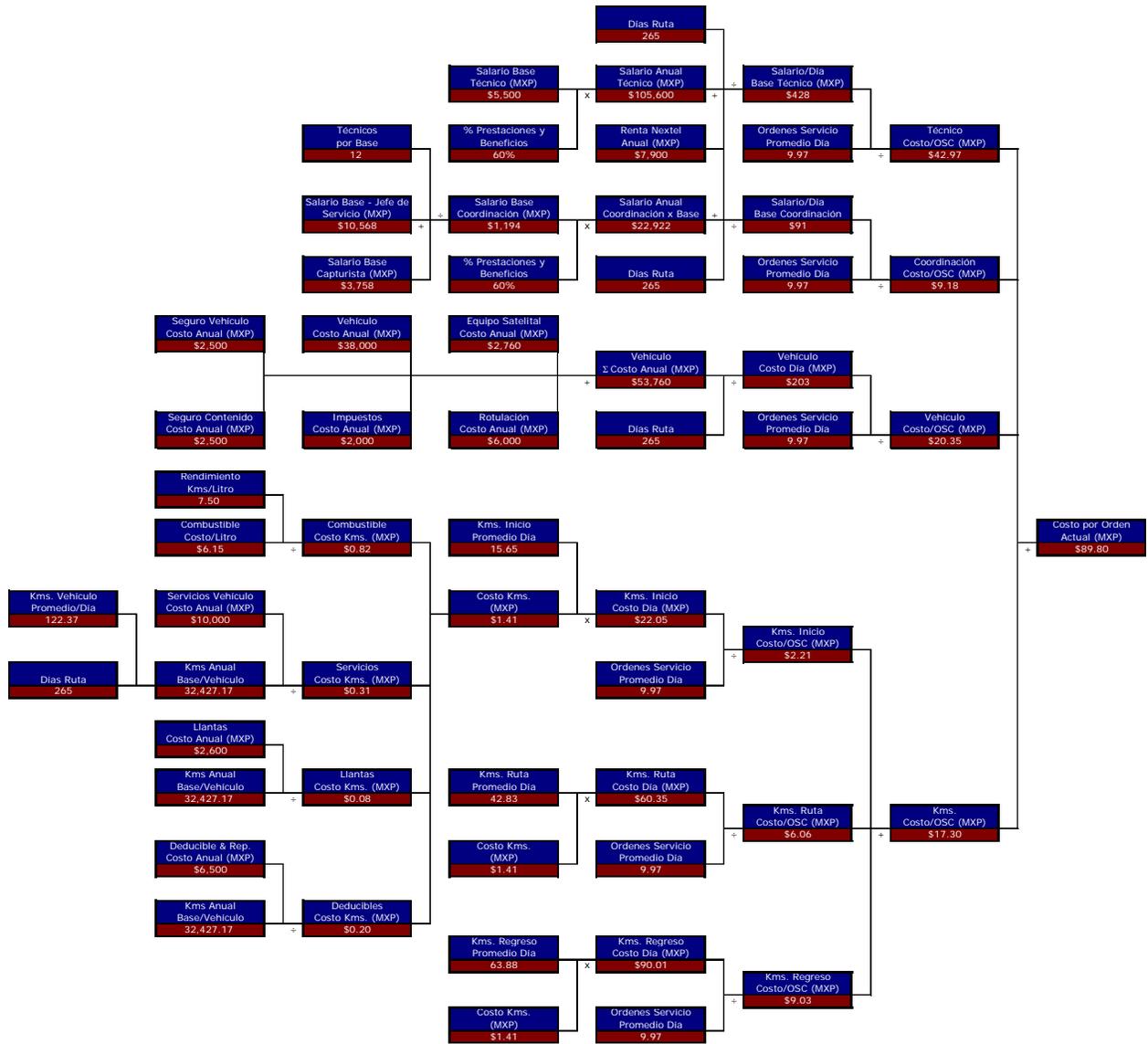
Kilómetros por día por Técnico, Kilómetros por Módulo – Escenario 2



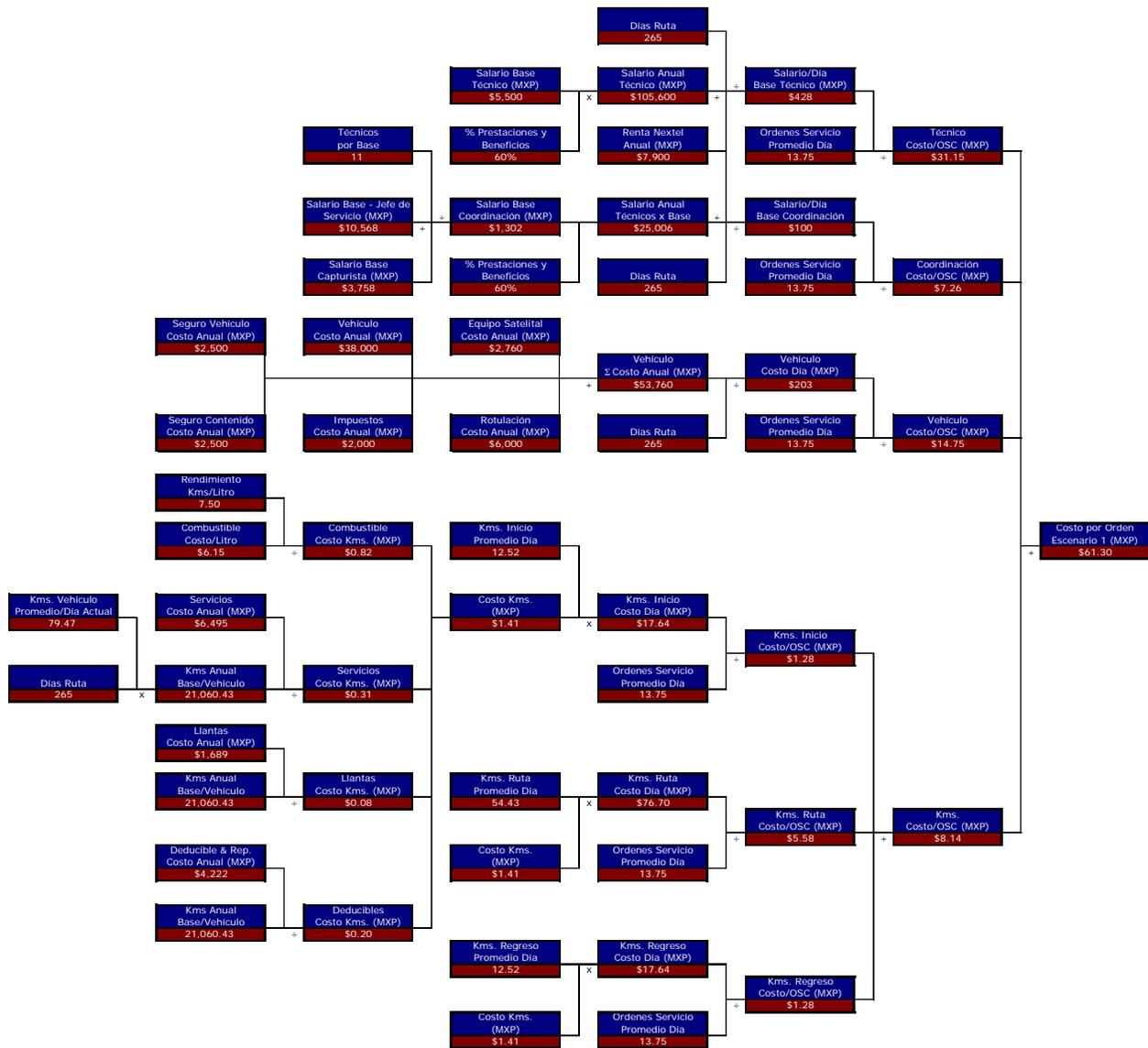
### Kilómetros por día por Técnico, Kilómetros por Módulo – Escenario 3



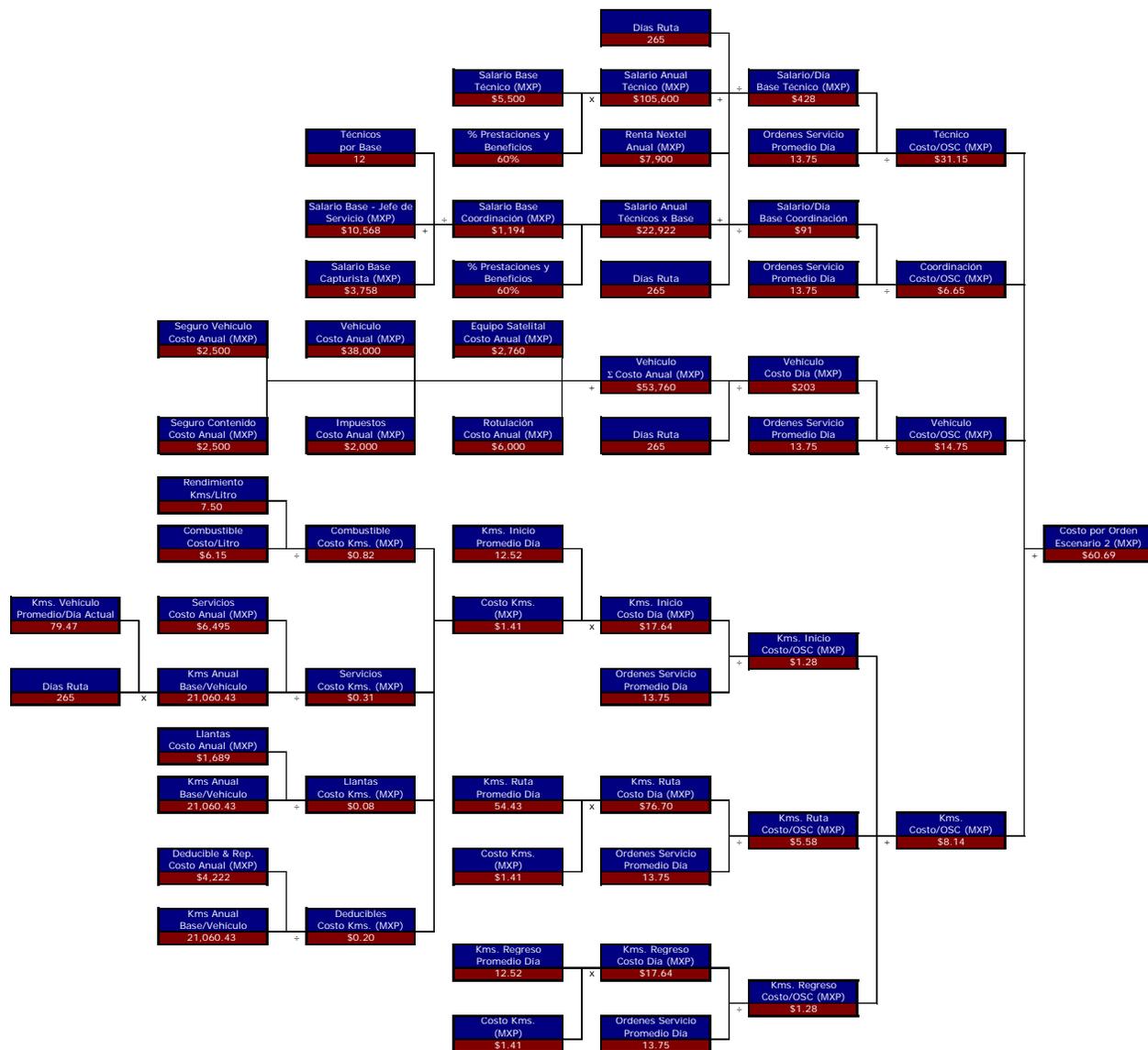
### Costo operativo de la orden de servicio – Actual



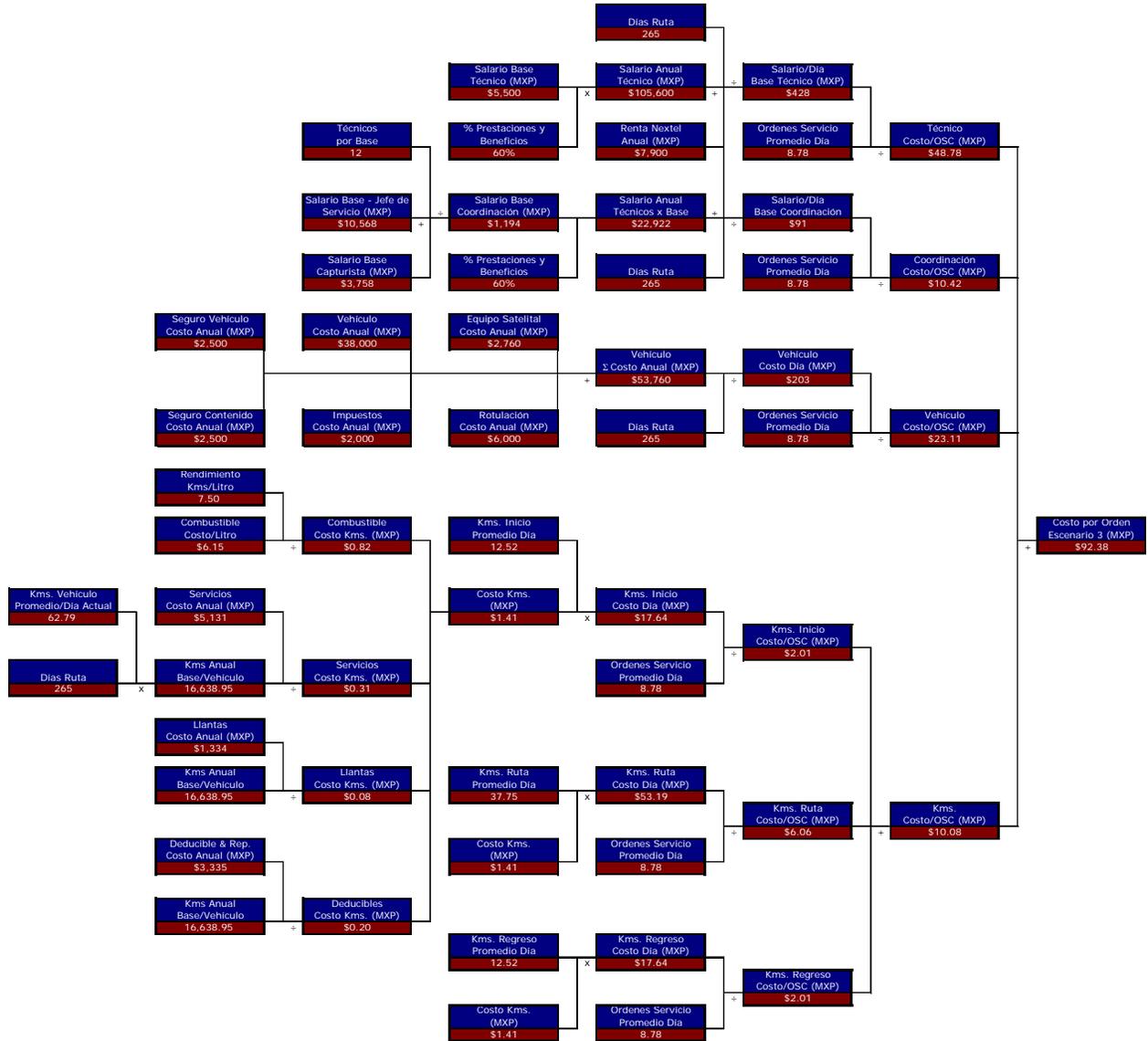
### Costo operativo de la orden de servicio – Escenario 1



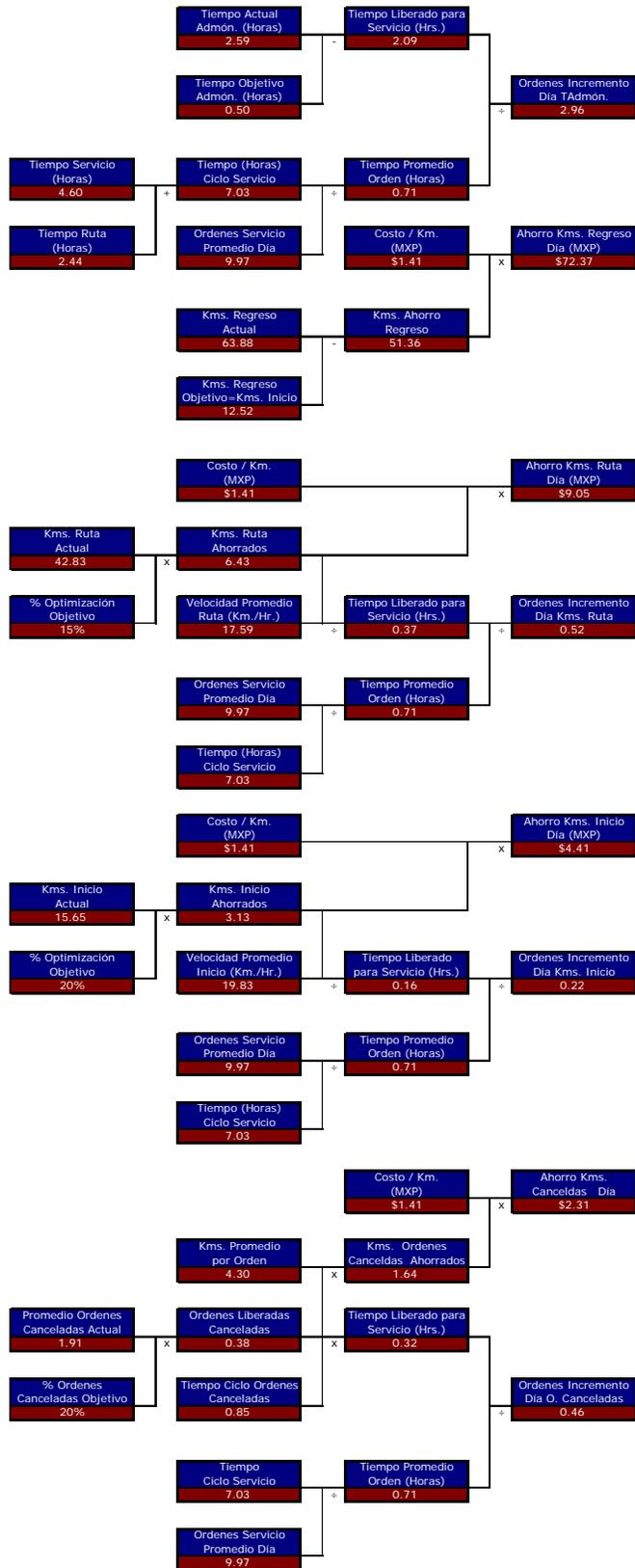
### Costo operativo de la orden de servicio – Escenario 2



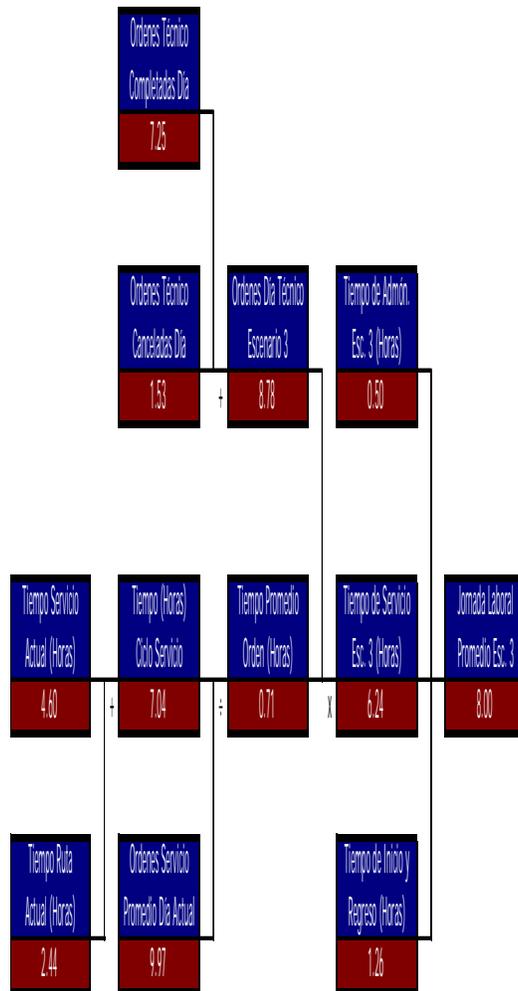
### Costo operativo de la orden de servicio – Escenario 3



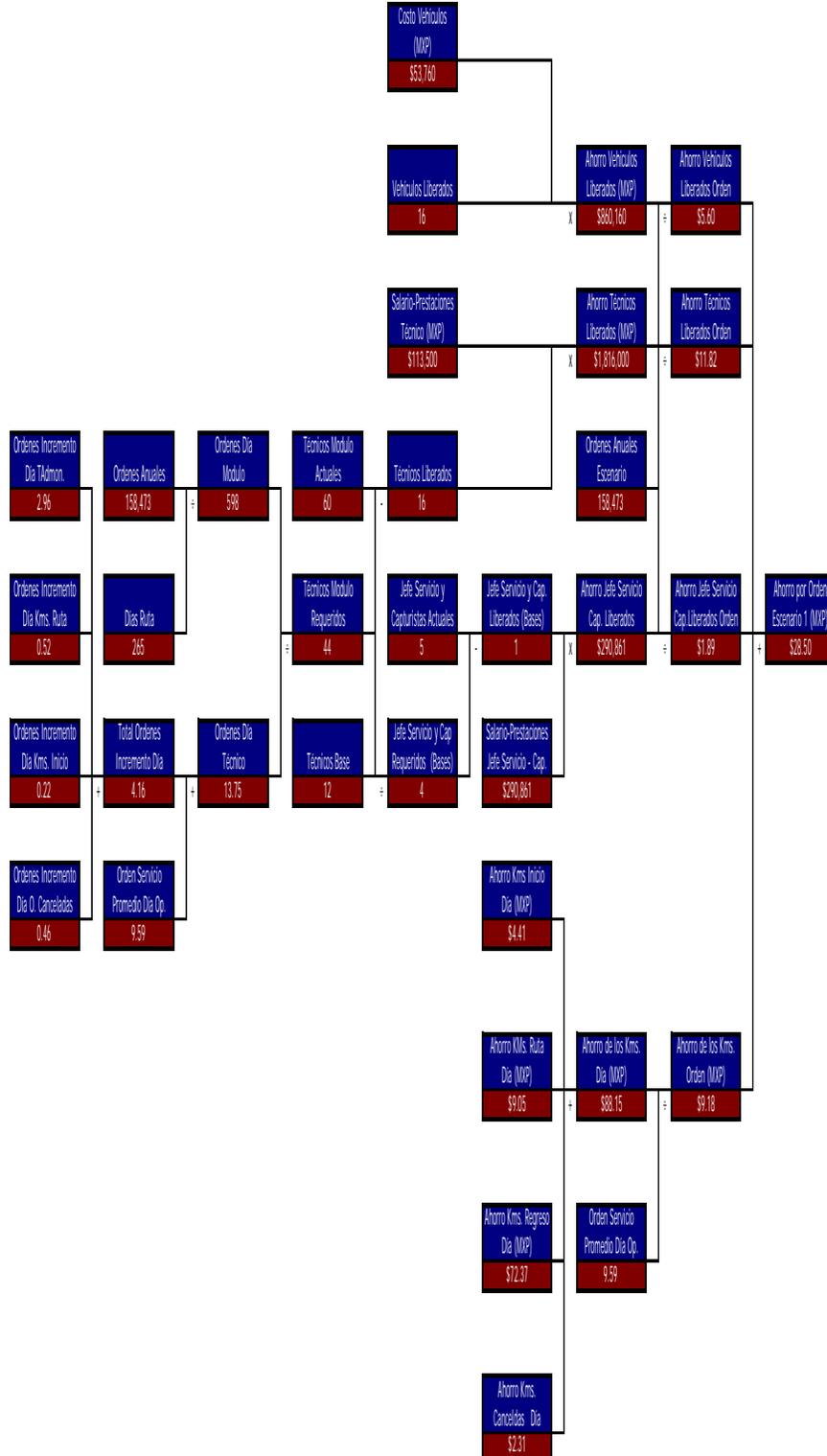
## Impacto de las Premisas – Escenario 1 y 2



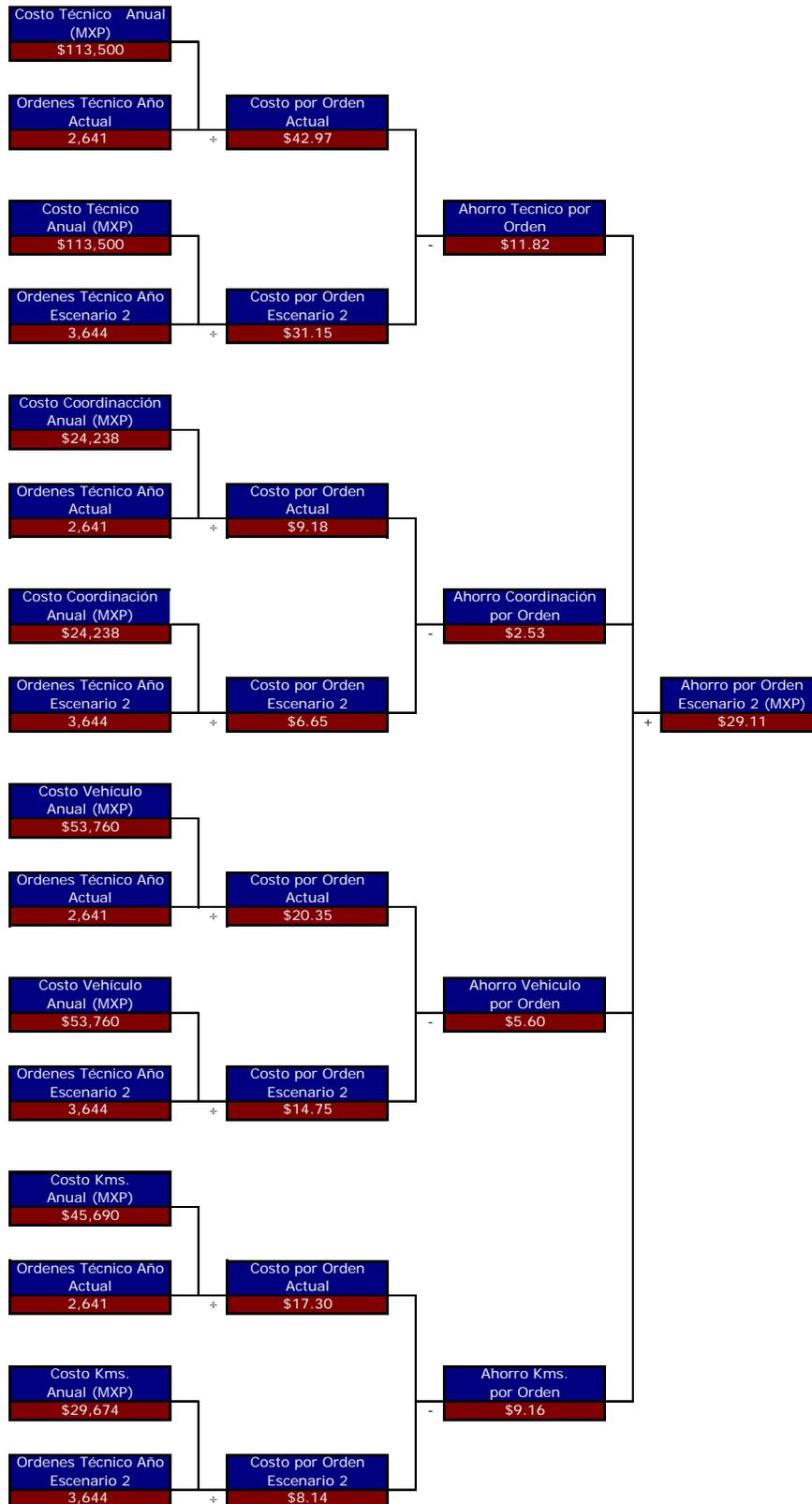
### Jornada Laboral Promedio - Escenario 3



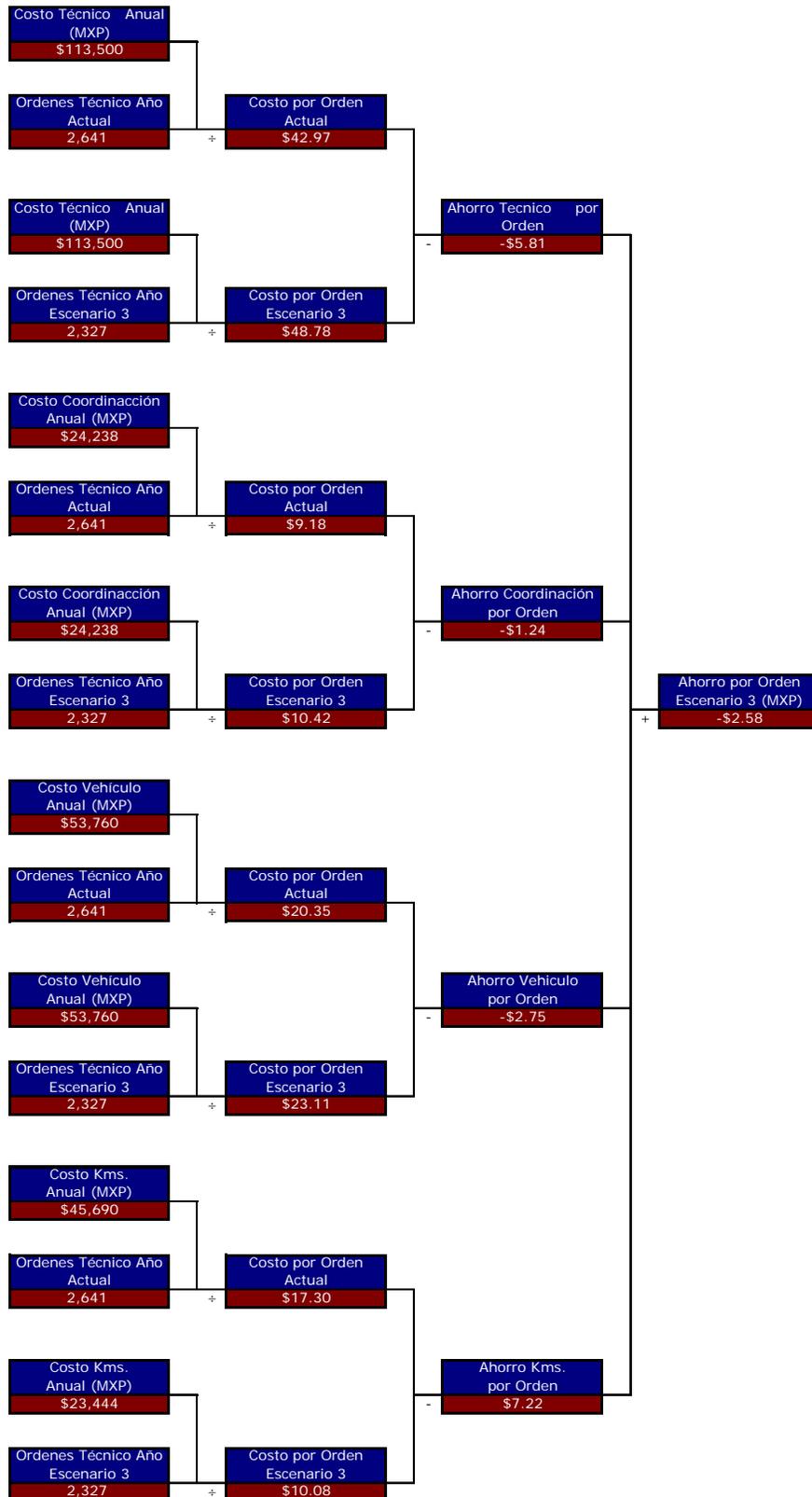
# Ahorro por Orden - Escenario 1



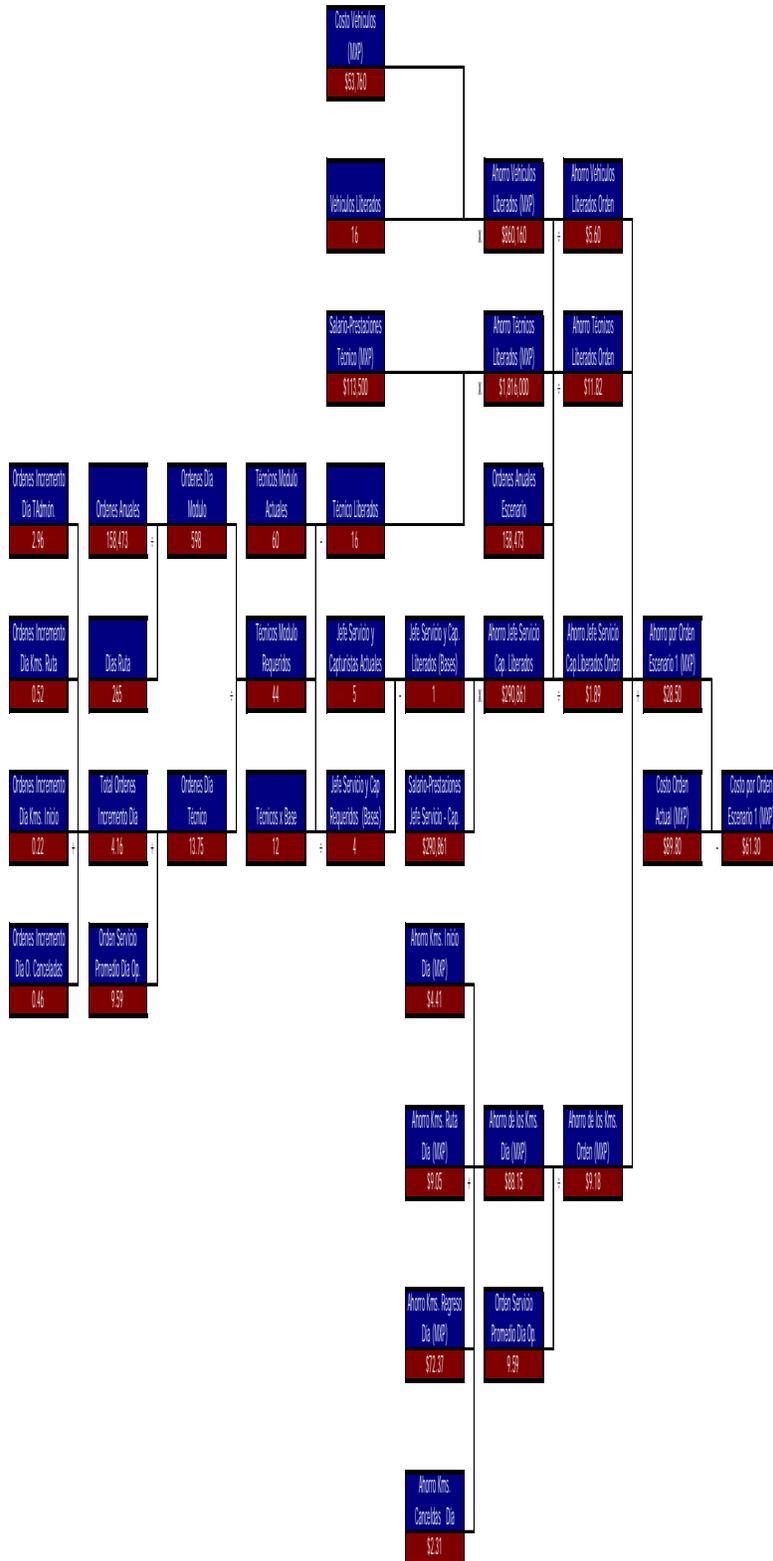
## Ahorro por Orden – Escenario 2



### Ahorro por Orden – Escenario 3



# Costo de Orden - Escenario 1



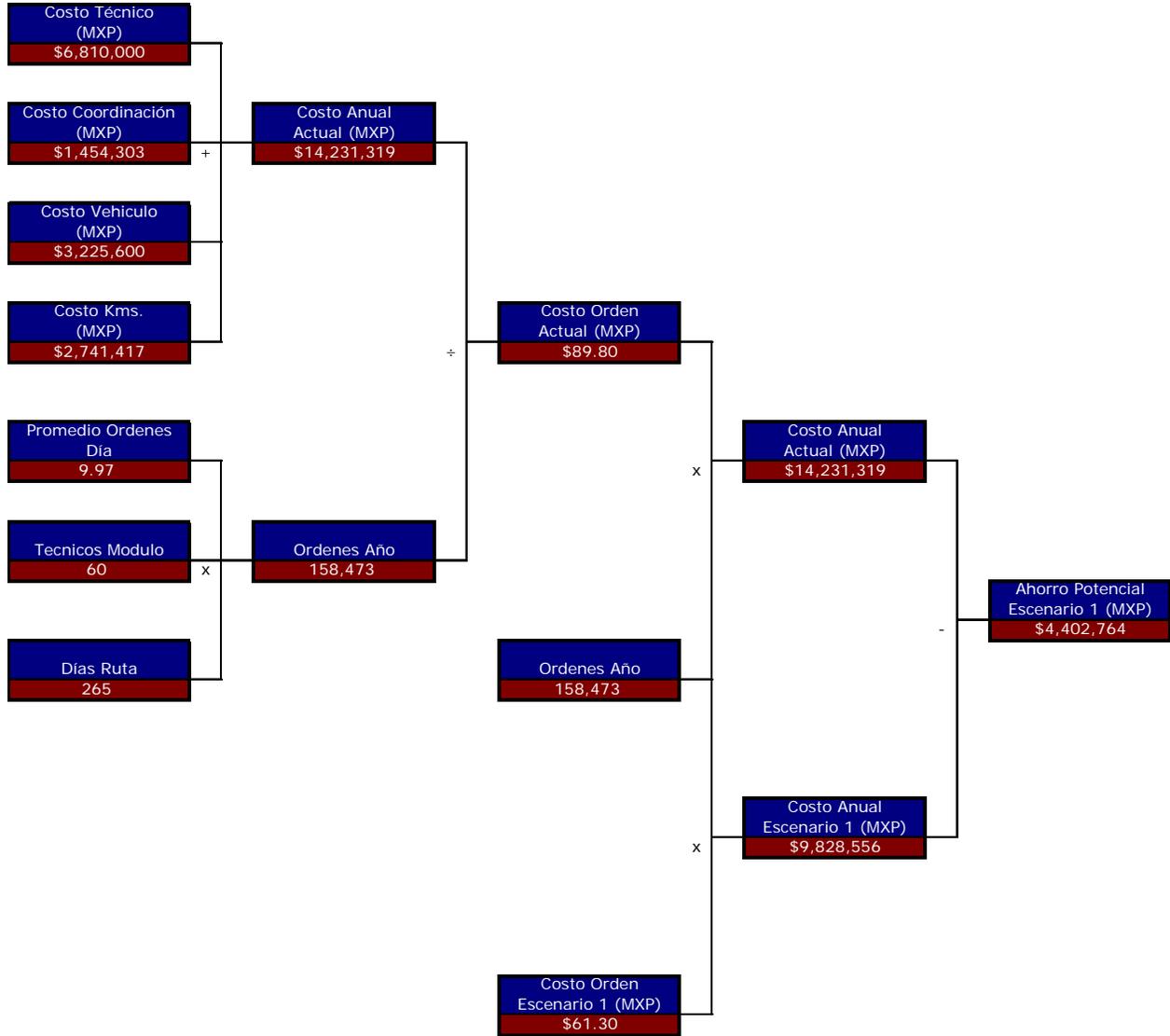
## Costo de Orden – Escenario 2



### Costo de Orden – Escenario 3



## Ahorro Potencial – Escenario 1



## Ahorro Potencial – Escenario 2



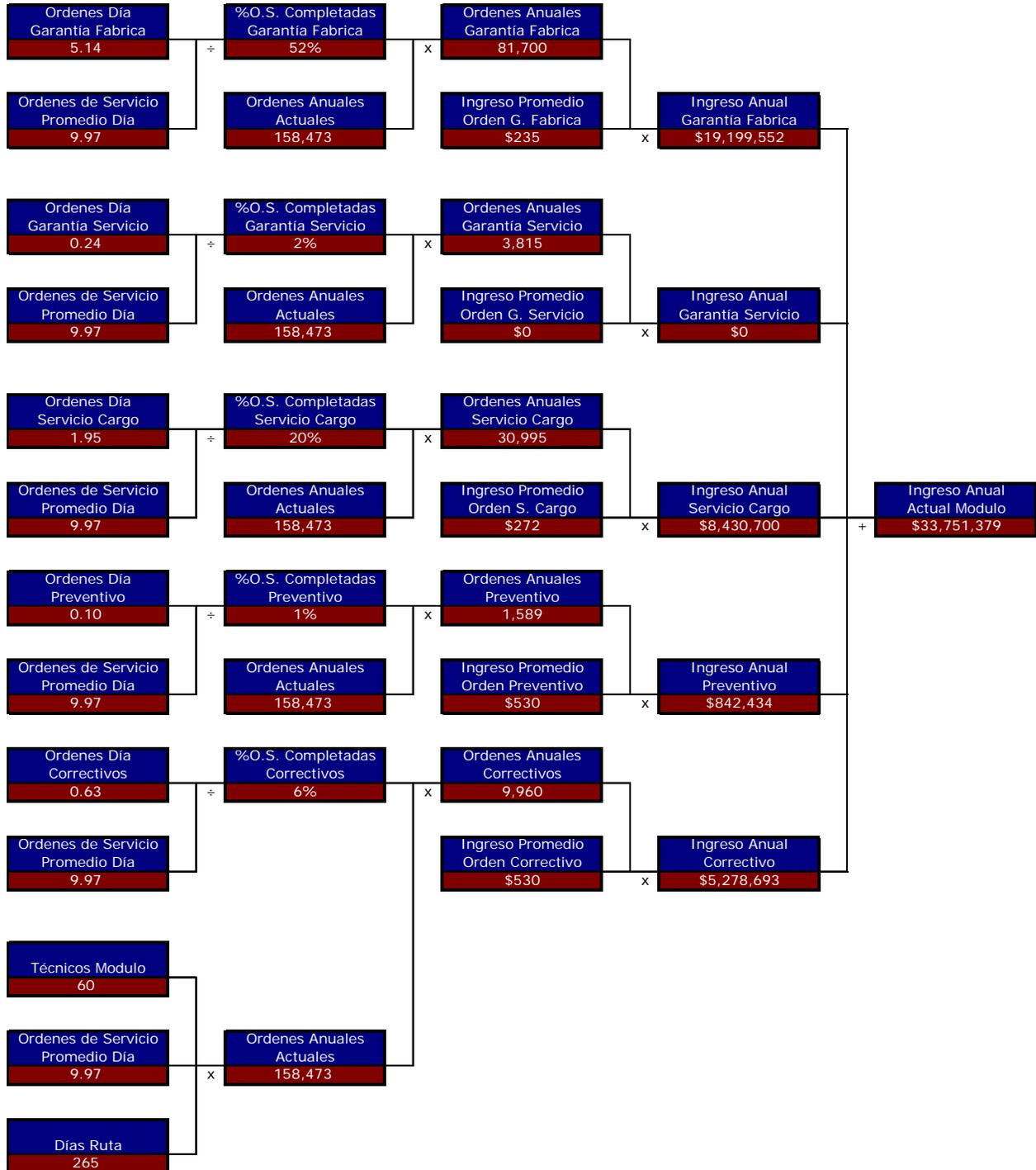
## Ahorro Potencial – Escenario 3



### Incremento de Ingreso Promedio por Orden Escenarios 1 y 2



## Ingreso Projectado Anual – Actual



### Variación Margen Potencial Anual Escenario 1



## Variación Margen Potencial Anual Escenario 2



### Variación Margen Potencial Anual Escenario 3

