

Plan de mejoramiento del proceso de control de acceso a Ruitoque Condominio

Christian Eduardo Rueda Delgado

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director:

Javier Eduardo Arias Osorio

Maestría en Administración

Universidad Industrial de Santander

Facultad ingenierías Físico-mecánicas

Escuela de estudios industriales y empresariales

Ingeniería Industrial

Bucaramanga

2017

Tabla de contenido

Introducción	20
1. Generalidades del proyecto	23
1.1 Objetivos	23
1.1.1 Objetivo General	23
1.1.2 Objetivos Específicos:	23
1.2 Planteamiento del problema	23
1.3 Justificación	25
2. generalidades de la empresa	26
2.1 Reseña histórica	26
2.2 Información general	30
2.2.1 Datos básicos	30
2.2.2 Datos de contacto	30
2.3 Objeto Social	30
2.4 Misión	30
2.5 Visión	30
2.6 Portafolio de servicios	31
2.7 Organigrama	31
3. Marco Teórico	32
3.1Mejoramiento de procesos de servicio	32

3.1.1 Elaboración y representación de un proceso administrativos. _____	33
3.2 Sistema de espera _____	34
3.2.1 Sistema Poisson-exponencial con un servidor. _____	36
3.2.2 Modelo David Kendall. _____	37
3.3 Teoría de colas _____	38
3.3.1 Mecanismos de servicio. _____	40
3.3.2 Parámetros de la teoría de cola. _____	41
3.3.3 Algunos modelos de línea de espera. _____	42
3.3.4 Estructura de filas _____	43
3.3.5 Implementación de teoría de colas. _____	44
3.4 Simulación _____	45
3.4.1 Consideraciones iniciales. _____	45
3.4.2 Tipos de sistemas. _____	46
3.4.3 Tipos de modelos. _____	47
3.4.4 Modelos de simulación de eventos discretos. _____	50
3.4.5 Modelos estadísticos en simulación. _____	51
3.4.6 Descripción de un sistema con características estocásticas. _____	52
4. Desarrollo metodológico _____	53
4.1 Diagnostico cualitativo _____	53
4.1.1. Carriles de entrada. _____	57
4.1.2 Carriles de salida. _____	57
4.1.3 Protocolo de entrada y salida residentes. _____	57

4.1.4 Protocolo de entrada de visitantes. _____	57
4.1.4.1 Motocicletas: _____	57
4.1.4.2 Vehículos: _____	58
4.1.4.3 Trabajadores: _____	58
4.1.6 Medios de comunicación. _____	58
4.1.6.1 Conjuntos que implementan canal 1 frecuencia radio _____	58
4.1.6.2 Conjuntos que implementan canal 2 frecuencia radio _____	59
4.1.6.3 Conjuntos que implementan avantel (administrados por Sevicol) _____	59
4.1.7 Eventualidades _____	62
4.1.7.1 Residentes: _____	62
4.1.7.2 Trabajadores: _____	62
4.1.7.3 Correo postal: _____	63
4.1.7.4 Rutas escolares: _____	63
4.1.7.5 Motos: _____	63
4.1.7.6 Guardas de seguridad: _____	63
4.2 Diagnostico cuantitativo _____	64
4.2.1 Población y muestra. _____	64
4.2.1.1 Población: _____	64
4.2.1.2 Muestra: _____	64
4.2.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. _____	65
4.2.3 Análisis de datos generales. _____	67
4.2.3.1 Lunes: _____	73
4.2.3.2 Martes: _____	74

4.2.3.3 Miércoles:	75
4.2.3.4 Jueves:	75
4.2.3.5 Viernes:	76
4.2.3.6 Sábado:	77
4.2.3.7 Domingo:	78
4.2.4Análisis tiempos de entrada.	79
4.2.4.1 Análisis correspondiente al tiempo 1.	79
4.2.4.2 Análisis correspondiente al tiempo 2.	81
4.2.4.3 Análisis correspondiente al tiempo 3.	82
4.3Análisis estadístico.	85
4.3.1Análisis homogeneidad	88
4.3.1.1 homogeneidad día lunes:	88
4.3.1.2 Homogeneidad día martes:	89
4.3.1.3 Homogeneidad día miércoles:	90
4.3.1.4 Homogeneidad día jueves:	92
4.3.1.5 Homogeneidad día viernes:	93
4.3.1.6 Homogeneidad día sábado:	94
4.3.1.7 Homogeneidad domingo:	96
4.3.2 Análisis estadístico de flujo de entrada.	97
4.3.2.1 Lunes:	100
4.3.2.2 Martes:	101
4.3.2.3 Miércoles:	101
4.3.2.4 Jueves:	101

4.3.2.5 Viernes:	102
4.3.2.6 Sábado:	102
4.3.2.7 Domingo:	103
4.3.2.8 Carnet-escolares:	104
4.3.2.9 Hotel-club-aldea comercial:	104
4.3.2.10 Conjuntos:	105
4.3.2.11 Residentes:	105
4.3.2.12 Nuevos:	106
4.3.2.13 Eventos:	106
4.4 Simulación en el software Flexsim	106
4.4.1 Construcción del modelo de simulación.	106
4.4.2 Simulación del sistema inicial.	112
4.4.3. Simulación sistema actual.	116
5. Plan de mejoramiento	119
5.1 Propuestas de mejora	119
5.1.1 Propuesta de mejora #1.	119
5.1.1.1 Cuantificación de propuesta de mejora # 1:	121
5.1.2 Propuesta de mejora #2.	121
5.1.2.1 Cuantificación de propuestas # 2:	121
5.1.3 Propuestas de mejora #3.	122
5.1.3.1 Pre-autorización del residente:	122
5.1.3.2 Persona sin cédula:	122
5.1.3.3 Confirmación del guarda de seguridad del destino:	123

5.1.3.4 Cuantificación de propuestas # 3: _____	123
5.1.4 Propuesta de mejora #4: Redistribución de carriles. _____	124
5.1.5 Propuesta de mejora # 5: Lector biométrico. _____	124
5.1.6 Propuesta de mejora # 6: Cámara inalámbrica. _____	124
5.1.6.1 Cuantificación de propuesta # 6: _____	124
5.1.7 Propuesta de mejora # 7: Cuarto carril. _____	125
5.2 Simulación de propuestas de mejora _____	125
5.2.1 Simulación de propuestas protocolares en el sistema actual. _____	125
5.2.2 Simulación de propuesta #4: Redistribución de carriles. _____	127
5.2.3 Simulación de propuesta # 5: Lector biométrico. _____	128
5.2.4 Simulación de propuesta # 6: Cámara inalámbrica. _____	129
5.2.5 Simulación de propuesta # 7: Construcción de cuarto carril visitantes. _____	130
5.2.6 Simulación conjunta de propuestas 4-5-6. _____	131
5.2.7 Simulación conjunta de propuestas 5-6-7. _____	132
5.3 Análisis costo vs beneficio _____	133
6. Conclusiones _____	134
Referencia Bibliografía. _____	137

Lista de tablas

Tabla 1: <i>cumplimiento de objetivos</i> _____	22
Tabla 2. <i>Ingresos promedio de vehículos por día</i> _____	68
Tabla 3. <i>Ingreso promedio de vehículos por hora</i> _____	68
Tabla 4. <i>Porcentaje de participación por destino</i> _____	71
Tabla 5. <i>Tiempo promedio protocolo verificación de documento de identidad</i> _____	80
Tabla 6. <i>Tiempo promedio de protocolo de verificación</i> _____	81
Tabla 7. <i>Promedio de tiempo de autorización por cada destino</i> _____	83
Tabla 8. <i>Agrupación de datos día lunes</i> _____	89
Tabla 9. <i>Agrupación de datos día martes</i> _____	90
Tabla 10. <i>Agrupación de datos día miercoles</i> _____	91
Tabla 11. <i>Agrupación de datos día jueves</i> _____	93
Tabla 12. <i>Agrupación de datos día viernes</i> _____	94
Tabla 13. <i>Agrupación de datos día sabado</i> _____	95
Tabla 14. <i>Agrupación de datos día domingo</i> _____	97
Tabla 15. <i>Análisis de flujos de entrada de vehículos</i> _____	98
Tabla 16. <i>Flujo de entrada de vehículos en minutos</i> _____	99
Tabla 17. <i>Tiempos promedio de servicio por categorías</i> _____	103

Tabla 18.	<i>Tiempos promedio de servicio en minutos</i>	104
Tabla 19.	<i>Resultados de simulación día lunes</i>	113
Tabla 20.	<i>Resultados de simulación día martes</i>	113
Tabla 21.	<i>Resultados de simulación día miercoles</i>	114
Tabla 22.	<i>Resultados de simulación día jueves</i>	114
Tabla 23.	<i>Resultados de simulación día viernes</i>	114
Tabla 24	<i>Resultados de simulación día sabado</i>	114
Tabla 25.	<i>Resultados de simulación día domingo</i>	115
Tabla 26.	<i>Flujo de entrada de motos por hora</i>	116
Tabla 27.	<i>Resultados de simulación modelo actual</i>	117
Tabla 28.	<i>Diferencia entre modelo inicial y actual</i>	119
Tabla 29.	<i>Tiempo promedio por protocolos de verificación</i>	125
Tabla 30.	<i>Tiempo promedio de servicio</i>	126
Tabla 31.	<i>Resultados de simulación sistema actual bajo propuestas de protocolo</i>	126
Tabla 32.	<i>Resultados de simulación de redistribución de carriles</i>	127
Tabla 33.	<i>Resultados de simulación de lector biometrico</i>	128
Tabla 34.	<i>Resultado simulación cámara inalámbrica</i>	129
Tabla 35.	<i>Resultados simulación cuarto carril de visitantes</i>	130

Tabla 36. <i>Resultados simulación cuarto carril de visitantes</i> _____	130
Tabla 37. <i>Resultados simulación conjunta 4-5-6</i> _____	131
Tabla 38. <i>Resultados simulación conjunta propuestas 5-6-7</i> _____	132
Tabla 39. <i>Resultados simulación conjuntas 5-6-7</i> _____	132
Tabla 40 <i>Costo vs beneficio propuestas de mejora</i> _____	133

Lista de figuras.

Figura 1. Estructura organizacional agencias Santanderes recuperado de Fortox Security Group (2016) http://fortoxsecurity.com/ . _____	31
Figura 2. Estructura general de sistemas con espera adaptado de Garavito (s.f) _____	34
Figura 3. Estación Poisson-exponencial adaptada de Garavito (s.f). _____	36
Figura 4. Descripción del proceso de una cola adaptado de Hillier & Lieberman, (2006). _____	39
Figura 5. Portería de acceso Rosales adaptada de http://www.gentedecanaveral.com/2011/05/carreras-de-taxi-a-ruitoque-no-deben-tener-recargo-area-metropolitana/ . _____	54
Figura 6. Portería de acceso Rosales adaptada de: http://www.gentedecanaveral.com/2011/03/etapa-definitiva-para-el-intercambiador/ _____	54
Figura 7. Mapa de Ruitoque Condominio, adaptado de www.ruitoquegolf.com _____	55
Figura 8. Diagrama de carriles de ingreso portería Rosales Ruitoque Condominio. _____	56
Figura 9. Diagrama de Flujo proceso de entrada Ruitoque Condominio hoja 1 _____	60
Figura 10. Diagrama de Flujo proceso de entrada Ruitoque Condominio hoja 2 _____	61
Figura 11. Promedio de vehículos por hora de la semana. _____	70
Figura 12: Porcentaje de participación por destino. _____	73
Figura 13: Porcentaje de participación por destino día lunes. _____	73
Figura 14: Porcentaje de participación por destino día martes _____	74
Figura 15: Porcentaje de participación por destino día miércoles. _____	75
Figura 16: Porcentaje de participación por destino día jueves. _____	76

Figura 17: Porcentaje de participación por destino día viernes _____	76
Figura 18: Porcentaje de participación por destino día sábado _____	77
Figura 19: Porcentaje de participación por destino día domingo _____	78
Figura 20. Ejemplo de prueba de rangos Múltiples _____	86
Figura 21. Pruebas de múltiple rangos para tiempo de servicio por fecha- lunes 8:00. _____	88
Figura 22. Prueba múltiples rangos para tiempos de servicio por hora-lunes _____	88
Figura 23. Pruebas de múltiple rangos para tiempo de servicio por fecha-martes 8:00. _____	89
Figura 24. Prueba múltiples rangos para tiempos de servicio por hora-martes _____	90
Figura 25. Pruebas de múltiple rangos para tiempo de servicio por fecha-miércoles 8:00 _____	91
Figura 26. Prueba múltiples rangos para tiempos de servicio por hora-miércoles _____	91
Figura 27. Pruebas de múltiple rangos para tiempo de servicio por fecha-jueves. _____	92
Figura 28. Prueba múltiples rangos para tiempos de servicio por hora-jueves. _____	92
Figura 29. Pruebas de múltiple rangos para tiempo de servicio por fecha-viernes. _____	93
Figura 30. Prueba múltiples rangos para tiempos de servicio por hora-viernes. _____	94
Figura 31. Pruebas de múltiple rangos para tiempo de servicio por fecha-sábado. _____	95
Figura 32. Prueba múltiples rangos para tiempos de servicio por hora-sábado. _____	95
Figura 33. Pruebas de múltiple rangos para tiempo de servicio por fecha-domingo. _____	96
Figura 34. Prueba múltiples rangos para tiempos de servicio por hora-domingo. _____	96
Figura 35. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para el día lunes _____	100

Figura 36. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para el día martes _____	101
Figura 37. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para el día miércoles _____	101
Figura 38. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para el día jueves _____	102
Figura 39. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para el día viernes _____	102
Figura 40. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para el día sábado _____	102
Figura 41. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para el día Domingo _____	103
Figura 42. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para Carnet-Escolares _____	104
Figura 43. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para Hotel-Club-Aldea comercial _____	105
Figura 44. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para Conjuntos _____	105
Figura 45. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para Residentes _____	105
Figura 46. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para Nuevos _____	106
Figura 47. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para Eventos _____	106
Figura 48. Plataforma Flexsim. _____	107
Figura 49. Flexsim y la implementación de los Source necesarios. _____	107
Figura 50. Configuración de las características del Source _____	108
Figura 51. Flexsim y la implementación del Queue necesario. _____	109
Figura 52. Configuración del Queue _____	109
Figura 53. Flexsim y la implementación del conveyer _____	110
Figura 54. Flexim y la implementación de los processor _____	110

Figura 55. Configuración del processor_____	111
Figura 56. Configuración del processor_____	111
Figura 57. Flexim y la implementación del Sink_____	112
Figura 58. Simulación general del control de acceso. _____	113
Figura 59. Sistema grupo 1- sábado. _____	115
Figura 60. Sistema grupo 2- sábado_____	115
Figura 61. Sistema grupo 3- sábado_____	116
Figura 62. Modelo de simulación actual _____	117
Figura 63. Modelo de simulación actual _____	118
Figura 64. Modelo de redistribución de carriles _____	127
Figura 65. Modelo de lector biométrico_____	128
Figura 66. Modelo cámara inalámbrica _____	129
Figura 67. Modelo cuarto carril de visitantes _____	130
Figura 68. Modelo conjunto propuestas 4-5-6_____	131
Figura 69. Modelo conjunto propuestas 5-6-7. _____	133

Lista de apéndices

**(Ver apéndices adjuntos en el CD y pueden visualizarlos en la Base de Datos de la
Biblioteca UIS)**

Apéndice A. Formato de toma de tiempos

Apéndice B. Tablas de porcentaje de participación de conjuntos por día

Resumen

TITULO: PLAN DE MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE CONTROL
DE ACCESO A RUITOQUE CONDOMINIO*

AUTOR: CHRISTIAN EDUARDO RUEDA DELGADO**

PALABRAS CLAVE: TEORÍA DE COLAS, SIMULACIÓN, CONTROL DE
ACCESO.

DESCRIPCIÓN:

El presente proyecto se realizó a solicitud de la empresa de seguridad FORTOX SECURITY GROUP, y se orientó al diseño alternativas que permitan el mejoramiento en los procedimientos de control de acceso a Ruitoque Condominio, con el fin de que estos generen una mayor satisfacción del cliente en aspectos de productividad, por medio de la disminución de tiempos de espera.

Este proyecto de grado se realizó en la portería principal de Ruitoque Condómino a través de una de sus entidades de seguridad: Fortox Security Group, quien plantea una problemática principal relacionada con las filas extensas definidas por más de 8 o 10 vehículos por carril de ingreso al condominio, además del mantenimiento de las mismas por largos periodos de tiempo.

Así pues de manera inicial se realizó el diagnóstico basado en las mediciones de tiempos en la entrada principal del condominio, en sus diferentes carriles y funcionalidad dependiendo del tipo de usuario, bien sea este, residente, visitante (carro, moto), o trabajador; posterior a ello se plantearon diferentes alternativas de solución las cuales se revisaron por medio de un programa de simulación (Flexim) frente a la disminución de tiempos de espera y la mejora del servicio en general, basados en la teoría de colas, y para finalizar se planteó un análisis de costo-beneficio.

* Trabajo de grado

** Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. Escuela de estudios industriales y empresariales.
Director: M.A Javier Eduardo Arias Osorio.

Abstract

TITLE: PLAN OF IMPROVEMENT OF THE PROCESS OF CONTROL OF ACCESS TO RUITOQUE CONDOMINIUM*

AUTHOR: CHRISTIAN EDUARDO RUEDA DELGADO**

KEYWORDS: THEORY OF TAILS, SIMULATION, ACCESS CONTROL.

DESCRIPTION:

The present project was made at the request of the security company FORTOX SECURITY GROUP, and it was oriented to the design alternatives that allow the improvement in the procedures of control of access to Ruitoque Condominium, in order that they generate a greater satisfaction of the client in aspects of productivity, by means of the reduction of waiting times.

This degree project was carried out in the main portico of Ruitoque Condominium through one of its security entities: Fortox Security Group, which raises a main problem related to the extensive rows defined by more than 8 or 10 vehicles per lane of entry to condominium, in addition to the maintenance of the same for long periods of time.

Thus, initially, a diagnosis was made based on the time measurements at the main entrance of the condominium, in its different lanes and functionality depending on the type of user, whether resident, visitor (car, motorcycle) or worker; After this, different solution alternatives were proposed, which were reviewed by means of a simulation program (Flexim) against the reduction of waiting times and the improvement of the service in general, based on the theory of queues, and to finalize presented a cost-benefit analysis.

* Bachelor Thesis

**Faculty of Physical-Mechanical Engineering. School of industrial and business studies. Director:M.A Javier Eduardo Arias Osorio.

Introducción

La teoría de colas es un tema perteneciente a la investigación de operaciones, encargada de proponer modelos para el manejo eficiente de las líneas de espera, sean estas personas, productos, automóviles, líneas telefónicas entre otros (Hillier & Lieberman, 2006). Así pues, este proyecto de grado se realizó en la portería principal de Ruitoque Condómino a través de una de sus entidades de seguridad: Fortox Security Group, quien plantea una problemática principal relacionada con las filas extensas definidas por más de 8 o 10 vehículos por carril de ingreso al condominio, además del mantenimiento de las mismas por largos periodos de tiempo, dicha situación se da principalmente en la realización de actividades o eventos que generan un mayor flujo de entrada de personas al mismo.

De conformidad con lo anterior surge la necesidad de diagnosticar y evaluar el estado actual de las filas en la portería principal de Ruitoque Condominio, por medio de la toma de mediciones de tiempos que permitieron tener una idea clara de cómo funcionaba el modelo de teoría de colas, y posterior a este análisis, se realizó una evaluación técnica y financiera de las diferentes alternativas que permitieran mejorar en el nivel de servicio, y acortar los tiempos de espera.

El presente proyecto busca diseñar alternativas que permitan el mejoramiento en los procedimientos de control de acceso a Ruitoque Condominio, que genere una mayor satisfacción del cliente en aspectos de productividad, por medio de la disminución de tiempos de espera, así pues de manera inicial se realizó el diagnóstico basado en las mediciones de tiempos en la entrada principal de Ruitoque Condominio, en sus diferentes carriles y funcionalidad dependiendo del tipo de usuario, bien sea este, residente, visitante (carro, moto), o trabajador; posterior a ello se plantearon diferentes alternativas de solución frente a la disminución de tiempos de espera y la mejora del servicio en general, basados en la teoría de colas.

Este trabajo presenta la siguiente distribución de capítulos:

En el Capítulo I se presenta el problema principal, objetivos principales y específicos, y la justificación de la investigación.

En el Capítulo II se abordan los aspectos generales de la compañía Fortox Security Group, tales como su recorrido histórico, misión, visión y organigrama.

En el Capítulo III se abordan los fundamentos teóricos relacionados a las variables de la investigación con sus respectivas dimensiones.

En Capítulo IV se presenta el desarrollo metodológico de la investigación donde se muestra el diagnóstico del estado inicial del sistema de ingreso al condominio, así como el análisis estadístico de los datos recopilados, la simulación de las condiciones iniciales y finales del sistema.

En Capítulo V se presenta el plan de mejoramiento basado en el proceso de simulación de las propuestas presentadas.

En el Capítulo VI se plantean las conclusiones del proyecto planteado.

En el Capítulo VII se indican las recomendaciones finales del proyecto.

En el Capítulo VIII se refieren las fuentes de información de la tesis, referencias bibliográficas que dan sustento a la información que se muestra en esta tesis.

Cumplimiento de objetivos

Tabla 1

Cumplimiento de objetivos

Objetivo	Cumplimiento
Realizar un diagnóstico de la operación de control de acceso a Ruitoque Condominio.	4.1 Diagnóstico cualitativo. 4.2 Diagnóstico cuantitativo.
Analizar e identificar oportunidades de mejora, con el fin de disminuir los tiempos de espera.	5.1 Propuestas de mejora.
Evaluar las alternativas de mejora planteadas, por medio de una revisión técnica y de costo beneficio de las alternativas propuestas.	5.2 Simulación de las propuestas de mejora. 5.3 Evaluación costo vs beneficio.
Elaborar y presentar un plan de mejoramiento para el proceso de control de acceso a Ruitoque Condominio, basados en la evaluación de alternativas planteada.	5. Plan de mejoramiento.

1. Generalidades del proyecto

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Diseñar y evaluar alternativas que permitan el mejoramiento del proceso de control de acceso a Ruitoque Condominio, con el fin de disminuir los tiempos de espera dentro del proceso.

1.1.2 Objetivos Específicos:

- Realizar un diagnóstico de la operación de control de acceso a Ruitoque Condominio.
- Identificar oportunidades de mejora, con el fin de disminuir los tiempos de espera.
- Evaluar las alternativas de mejora planteadas, por medio de una revisión técnica y de costo beneficio de las alternativas propuestas.
- Elaborar y Presentar un plan de mejoramiento para el proceso de control de acceso a Ruitoque Condominio, basados en la evaluación de las alternativas planteadas.

1.2 Planteamiento del problema

Fortox Security Group, es la entidad encargada de administrar la seguridad de Ruitoque Condómino en sus dos porterías y alrededor del 70% de sus conjuntos, puesto el otro 30% es manejado por la empresa Sevicol. Así pues, Ruitoque condominio cuenta con dos tipos de entrada, la primera llamada Triunfo, es aquella utilizada para el ingreso de vehículos de carga pesada, y cuenta con un solo carril de entrada y un carril de salida, por otra parte, la segunda entrada llamada Rosales, corresponde al acceso principal al condominio, y es aquella utilizada para el ingreso de residentes, visitantes, y demás personal al mismo.

Esta entrada cuenta con 4 carriles de entrada y 2 carriles de salida; de los 4 carriles de entrada, uno es utilizado únicamente para el ingreso de residentes, dos son utilizados para cualquier tipo de visitante, ya sea que se dirijan al hotel punta diamante, o la zona de aldea comercial, inclusive trabajadores del condómino, y el último carril para el ingreso de motocicletas (también utilizado para el ingreso de vehículos cuando es necesario), cada uno de estos carriles cuenta con un guarda de seguridad encargado de la atención del mismo, y la portería en general cuenta con un guarda adicional R5, encargado de registrar toda persona a pie que vaya a ingresar al condominio.

En un sistema de seguridad y acceso, es frecuente encontrar algunos casos donde se generan filas, ya sea de personas o vehículos, algunas veces no son críticas y los tiempos medios en la fila son relativamente bajos, al igual que el tiempo en que una persona es atendida, pero en otras ocasiones, como el caso de Ruitoque Condominio se dan largas filas que aumentan los tiempos de espera y hacen que los niveles de satisfacción del cliente bajen, para este caso en particular se ha observado que en la portería principal existe un flujo vehicular elevado y aún más en algunas franjas horarias, sobre todo en aquellos casos en donde se esté realizando un evento dentro del condominio, ya sea en el hotel punta diamante, o en alguno de los conjuntos, es pues bajo estas circunstancias que los tres carriles no son capaces de suplir la demanda de vehículos que buscan ingresar, y es en este punto donde se empiezan a generar largas filas en cada uno de ellos.

Por otra parte a esto se puede sumar los protocolos de seguridad que deben ser cumplidos por los guardas encargados de las entradas del condominio, los cuales consisten en revisar el baúl de los carros, registrar cada una de las cédulas de los integrantes del mismo y si estos ingresan por primera vez al condómino la toma de un registro fotográfico para el cual el visitante debe bajarse de su vehículo. Posteriormente el guarda debe comunicarse con la portería o el destino al cual se

dirige la persona, lo que puede hacerse de dos formas, la primera por un radio con dos canales de frecuencia (conjuntos administrados por Fortox) o por medio de avantel (conjuntos administrados por Sevicol), después de la autorización del ingreso al condómino el guarda de seguridad procede a devolver las cédulas y habilitar el paso; la sumatoria de cada uno de estos pasos hace que el tiempo de servicio sea mucho mayor a la tasa de llegada de vehículos al sistema.

Por todo lo anterior, surge la necesidad de encontrar una solución a dicha problemática, aplicando el modelo de teoría de colas, que permita analizar el comportamiento del sistema, buscando encontrar las diferentes causas que generan tiempos elevados en el servicio, y así plantear alternativas que permitan obtener una mayor satisfacción del cliente, soportando éstas en un proceso de simulación de las posibles mejoras que incorporan nuevos recursos tanto humanos como tecnológicos disponibles en el mercado de la seguridad privada de conjuntos residenciales, para el control de acceso.

1.3 Justificación

Fortox Security Group, es la entidad encargada de la seguridad del condominio Ruitoque, la cual maneja las dos porterías de acceso a este y posee el control de alrededor del 70% de los conjuntos del condominio, cuyo 30% restante lo maneja la entidad de seguridad Sevicol. Ruitoque condominio cuenta con dos tipos de entrada, la primera es aquella utilizada para el ingreso de vehículos de carga pesada, y la segunda y principal, es aquella utilizada para el ingreso de residentes, visitantes, y demás personal al condominio.

Es frecuente encontrar diferentes casos, donde se evidencia la creación de filas, estos sistemas algunas veces no son críticos, los tiempos medios en la fila son relativamente bajos, y el tiempo

que una persona es atendida también, pero en otras ocasiones pasa lo contrario, y en Colombia es habitual encontrar sistemas donde las filas son extensas, y los tiempos de espera y atención son elevados.

Ruitoque condominio cuenta con más de 30 destinos, entre conjuntos residenciales, el hotel Punta Diamante, y las diferentes entidades de Aldea comercial, cuyo acceso es soportado por la entrada Rosales, de manera que la demanda de acceso al mismo suele ser elevada lo que afecta el sistema de control de seguridad, el cual está íntimamente relacionado con las políticas de ingreso y servicio, así pues el protocolo de ingreso aumenta los tiempos de espera, y la latencia de las filas en el sistema.

Debido a esto surgió la necesidad de analizar, modelar y simular el comportamiento de las filas que se generaban en la entrada principal, con el fin de encontrar las causas que genera que el sistema no tenga la capacidad de satisfacer la demanda de vehículos que entran, para así plantear posibles mejoras que incorporen nuevos recursos tanto humanos como tecnológicos disponibles en el mercado de la seguridad privada de conjuntos residenciales, en el área de control de acceso. Cabe resaltar que este planteamiento de mejora se estableció como una propuesta, lo anterior en consideración a que el mismo fue solicitado por la empresa de seguridad Fortox Security Group, y no directamente para Ruitoque Condominio.

2. generalidades de la empresa

2.1 Reseña histórica

FORTOX Security Group es una compañía con 40 años de experiencia en el sector de la seguridad privada que nace como marca en el 2010 producto de la Fusión de Internacional y

Grancolombiana de seguridad, y a la fecha se consolida como la tercera empresa más importante del país, con ventas operacionales de más de \$188 mil millones de pesos.

1975 Orientada a satisfacer la necesidad de seguridad del sector industrial, nace en Bogotá Grancolombiana de Seguridad S.A., gerenciada por el Mayor Retirado del Ejército, Guillermo Dulcey.

1978 Se constituye internacional de seguridad y protección Ltda. Con domicilio principal en Bogotá.

1979 Se crea Grancolombiana de Seguridad y Protección Valle.

1983 Los socios de estas empresas se unieron para fundar Internacional de Seguridad Ltda. En Cali, orientada a atender las necesidades de seguridad del sector residencial e industrial. La gerencia estaba a cargo de Fabio Granada.

1992 Internacional de Seguridad Ltda., cambia su razón social por Internacional de Seguridad Valle Ltda., con sede en Cali.

1994 Fabio Granada es nombrado presidente de la Asociación Nacional de Seguridad Privada ANDEVIP cargo que ejerció hasta 1999.

1997 Internacional de Seguridad alcanza en este año, una capacidad operativa conformada por mil hombres.

1998 internacional de Seguridad es la primera empresa de seguridad privada en Colombia en obtener la Certificación de Gestión de Calidad otorgada por ICONTEC.

1999 Grancolombiana de Seguridad y Protección recibe la Certificación Internacional BASC Business Alliance for Secure Commerce, organización que promueve el comercio seguro.

2000 Internacional de Seguridad recibe la certificación al Sistema de Gestión en Control y Seguridad BASC - Business Alliance For Secure Commerce. Grancolombiana de Seguridad S.A. recibe la Certificación de Calidad ICONTEC.

2001 Grancolombiana de Seguridad y Protección Ltda. Recibe el Certificado de Gestión de la Calidad ICONTEC. Grancolombiana de Seguridad S.A. recibe la Certificación Internacional BASC Business Alliance for Secure Commerce.

2005 Internacional de Seguridad Ltda., e Internacional de Seguridad y Protección Ltda., se fusionan para fortalecer su participación en el mercado de Bogotá. Grancolombiana de Seguridad S.A. es admitida en el consejo Colombiano de Seguridad.

2007 Internacional de Seguridad es admitida como miembro activo del Consejo de Empresas Americana, CEA.

2008 Internacional de Seguridad y Grancolombiana de Seguridad S.A. reciben la Certificación OHSAS de Icontec al sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional.

2009 Frente a la dinámica de globalización, los socios deciden estratégicamente iniciar el proceso de fusión de las tres empresas, consolidando una nueva marca, respaldada por 35 años de experiencia.

2010 La fusión de Internacional y Grancolombiana de Seguridad es aprobada por la Superintendencia de Industria y Comercio según oficio del 23 de abril de 2010 y la Superintendencia de Vigilancia y Seguridad Privada según Resolución 6595 del 11 de octubre de este año, bajo la nueva denominación social de FORTOX S.A., posicionándose en liderazgo de la seguridad en Colombia.

2011 FORTOX Security Group alcanza ingresos operacionales por más de \$165 millones de pesos, ocupando el tercer lugar entre las más importantes del sector de la seguridad privada.

2012 FORTOX Security Group y su agencia en Barranquilla alcanza la Certificación en el Sistema Integrado de Gestión de Calidad (ISO 9001:2008) y en Sistemas de Seguridad y Salud Ocupacional (OHSAS 18001:2007). FORTOX Security Group y su agencia en Buenaventura alcanza la Certificación en el Sistema de Control y Seguridad según norma BASC versión 3.

2013 El Dr. Javier Ramirez asume el cargo de Gerente General de FORTOX. El Dr. Ramirez ha pertenecido a juntas directivas y cargos de dirección de empresas de seguridad privada y del sector financiero y bursátil.

2013 FORTOX Security Group a nivel nacional alcanza la Certificación según requisitos de la norma Sistema de Gestión de la seguridad para Cadena de Suministro ISO 28000:2007.

Esta empresa de cobertura nacional ofrece un amplio portafolio de servicios en gestión de riesgos, consultoría, seguridad de instalaciones, seguridad de personas, seguridad de productos, seguridad canina y seguridad electrónica, proveyendo tranquilidad y seguridad en sectores como el industrial, portuario, clínico hospitalario, comercial, grandes superficies, construcciones, entre otros.

Con más de 8.500 hombres y mujeres de seguridad comprometidos con la protección de la vida y los bienes de nuestros clientes, y presencia nacional, FORTOX contribuye con el aumento de los índices de confianza e inversión en el país al trabajar para que Colombia sea un país más seguro.

Como respaldo de todos sus sistemas de gestión y calidad, cuenta con certificación ISO 9001:2008, OSHAS 18001:2007, ISO 28000:2007, ISO 9001:2000, BASC, Certificación OPR, PBIP, PVP Y AES.

2.2 Información general

2.2.1 Datos básicos

- Razón social: FORTOX S.A
- NIT 860046201-2.

2.2.2 Datos de contacto

- Dirección: Cra. 34 # 52-85 Cabecera del Llano
- Teléfono: 6976753
- Página web: <http://fortoxsecurity.com/>

2.3 Objeto Social

FORTOX Security Group

2.4 Misión

Ofrecer un servicio que permita generar confianza al cliente y valor para los grupos de interés.

2.5 Visión

En FORTOX Security Group tenemos como visión ser la mejor empresa en calidad de servicio.

2.6 Portafolio de servicios

Nuestro portafolio de servicios para seguridad física consta de: seguridad de instalaciones, seguridad de personas, seguridad de productos, seguridad canina. En seguridad electrónica contamos con: sistemas de alarmas, monitoreo y apoyo de alarmas, circuito cerrado de televisión, protección perimetral, detección de incendios, controles de acceso, equipos de seguridad, mantenimiento. También contamos con servicios de gestión de riesgos en áreas como: estudios de seguridad personal, estudios de confiabilidad personal, análisis de riesgos, planes de crisis y continuidad del negocio, programas de seguridad, investigaciones.

2.7 Organigrama

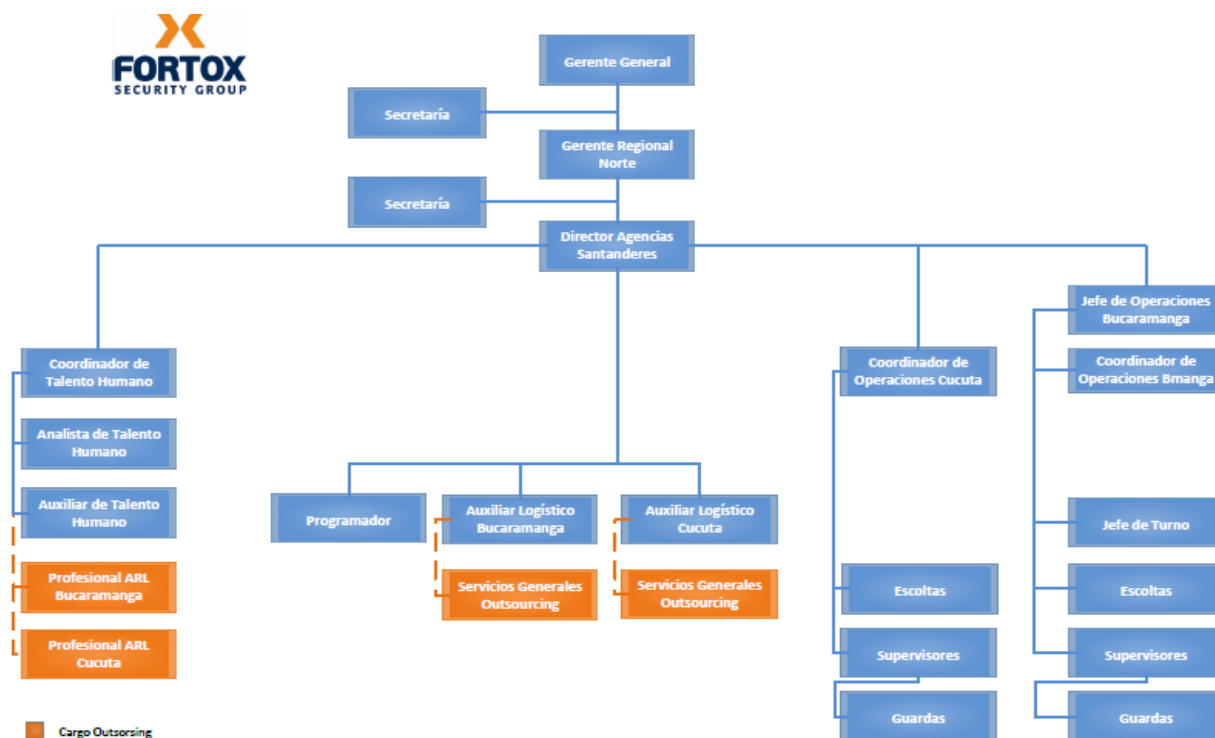


Figura 1. Estructura organizacional agencias Santanderes recuperado de Fortox Security Group (2016) <http://fortoxsecurity.com/>.

3. Marco Teórico

3.1 Mejoramiento de procesos de servicio

La mejora de procesos consiste en optimizar la efectividad y la eficiencia, mejorando también los controles, reforzando los mecanismos internos para responder a las contingencias y las demandas de nuevos y futuros clientes. La mejora de procesos debe constituir un ciclo, consiguiendo de este modo una mejora continua del proceso (Cruelles, 2013).

De todos los métodos de trabajo que existen hay un grupo que, por su particularidad e importancia, merece una explicación adecuada. Se trata del estudio de métodos y procesos de servicios, en este tipo de trabajos a primera manera de ser productivo es la de tener un método, llevarlo a cabo y no tener que repetir los trabajos injustificada y reiteradamente, la segunda, estar concentrado en lo que se está haciendo (Cruelles, 2013).

El diagrama de un proceso de trabajo es una representación gráfica que muestra de forma esquemática todos los pasos a seguir para desarrollar un trabajo o una actividad según un proceso o procedimiento, en este cada uno de los pasos a seguir se representara mediante un símbolo que se corresponderá con el tipo de operación que representa, el objetivo es obtener una imagen clara de toda la secuencia de tareas o acontecimientos que la componen, así como de sus posibles variantes o rutas (Cruelles, 2013).

3.1.1 Elaboración y representación de un proceso administrativos. El objetivo de elaborar un diagrama de procesos es recoger la secuencia de operaciones que lo componen, así como la casuística que siguen las mismas para que pueda ser estandarizado, utilizado y mejorado (Cruelles, 2013).

Con la elaboración de un diagrama de procesos se debe establecer *que debe ser y como debe ser*, para crear de este modo las pautas a seguir para la correcta y completa realización del ciclo de trabajo (Cruelles, 2013). Una vez construido el proceso y representado, el siguiente paso es analizarlo y estudiar las posibles mejoras, el objetivo de mejorar el proceso es reducir el tiempo del mismo para, de esta forma, reducir los plazos de entrega, obteniendo más capacidad para servir a los clientes y para reducir los costes internos de realización, y asegurar el proceso y su resultado (Cruelles, 2013).

A la hora de crear y mejorar un proceso, es necesario tener presente que los procesos en desarrollo no aportan mejoras. Es por ello que se debe terminar de desarrollar un proceso antes de comentar con el siguiente, ya que de esta forma habrá beneficios de la mejora realizada (Cruelles, 2013).

Gran parte de las mejoras son sentido común, pero la diagramación ayuda a ver la cantidad de tareas de no valor añadido que se realizan e invita a redefinir los procesos. Cuando un proceso “siempre se ha hecho así” y está muy asimilado, cuesta trabajo pensar que se puede hacer mejora. El diagrama y su simbología ayudan a superar este prejuicio y sacar a la luz muchas pérdidas innecesarias (Cruelles, 2013).

3.2 Sistema de espera

Para obtener una visión global sobre la estructura y funcionamiento de un sistema con espera, resulta apropiado desagregar sus diferentes componentes y examinar las características de cada uno de estos. El sistema se compone primordialmente de una población de clientes potenciales de donde se generan las solicitudes de servicio, un módulo de servicio que proporciona el servicio solicitado y una acumulación o "cola" en donde permanecen pasivos los clientes esperando para ser atendidos. La Figura 2 sugiere en forma gráfica posibles maneras como pueden interactúan estos tres componentes (Garavito, s.f).

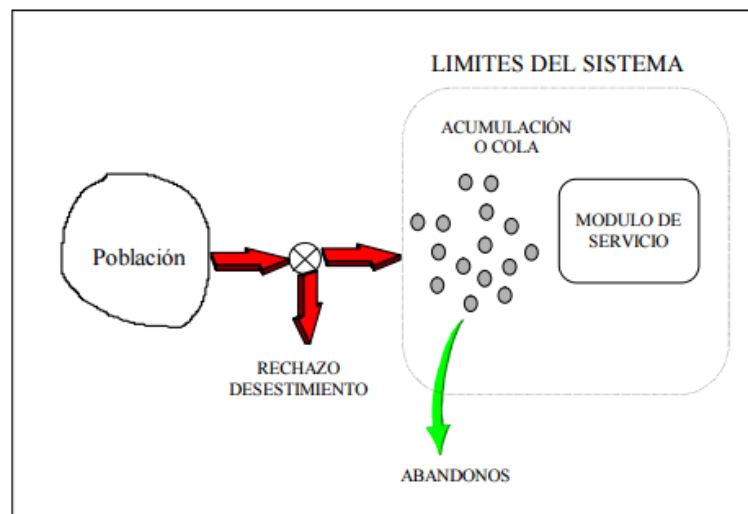


Figura 2. Estructura general de sistemas con espera adaptado de Garavito (s.f)

En la Figura 2 se han trazado los "límites del sistema" sugiriendo que la población es un factor exógeno a la cola y al módulo de servicio. Bajo estas circunstancias, la tasa de generación de llegadas sería independiente del sistema, no importa la condición en que se encuentre operando este. Sin embargo, es fácil encontrar sistemas donde se observa una doble dinámica entre la población y el módulo de servicio. Un servicio relativamente lento, por ejemplo, donde se presentan colas largas, llegará a afectar el comportamiento de la población y disminuir la

demanda o número de solicitudes futuras. Igualmente, el servidor, motivado por calidad total, podría acelerar el servicio cuando observa numerosas llegadas o la formación de colas prolongadas. Cualquier modelo que se formule sobre un sistema real deberá tomar en cuenta estos aspectos y formular supuestos de diseño que resulten apropiados (Garavito, s.f).

En un modelo de espera como el ilustrado en la Figura 2 existen dos procesos aleatorios simultáneos: las llegadas y los servicios. Tanto el instante de llegada del próximo cliente como la duración de un servicio son variables aleatorias. Por ende, la población y el módulo de servicios constituyen dos fuentes separadas de eventos aleatorios. La interferencia o "choque" 1 entre las actividades de estas dos fuentes da como resultado la formación de la cola de espera. Entre mayor interferencia exista entre estos dos procesos, mayor será la acumulación en cola. Dicho de otra manera, la cola es un indicador del grado de interferencia y/o ineficiencia del sistema (Garavito, s.f).

Reconocemos además que la población es homogénea cuando todos los servicios solicitados presentan atributos similares. Se observa aquí particularmente que la distribución estadística del tiempo de servicio sea unimodal. Por el contrario, la población se considera heterogénea cuando se dan situaciones en las que algunos clientes son atendidos en forma prioritaria o preferencial (pacientes de emergencia en una clínica, por ejemplo) o cuando la distribución estadística del tiempo de servicio es multimodal (es decir, un número grande de clientes que requieren servicios prolongados, un número grande de clientes que requieren servicios breves y pocos clientes en el rango intermedio) (Garavito, s.f).

3.2.1 Sistema Poisson-exponencial con un servidor. El modelo analizado en esta sección corresponde al caso de un servidor cuyos tiempos de servicio siguen una distribución exponencial. Las llegadas al sistema son generadas por una población homogénea infinita, de acuerdo a un proceso Poisson. Ninguna de las llegadas es rechazada, así que la cola no es restringida en dimensión (Garavito, s.f). Los clientes son atendidos en su orden de llegada. La Figura 3 ilustra el sistema.

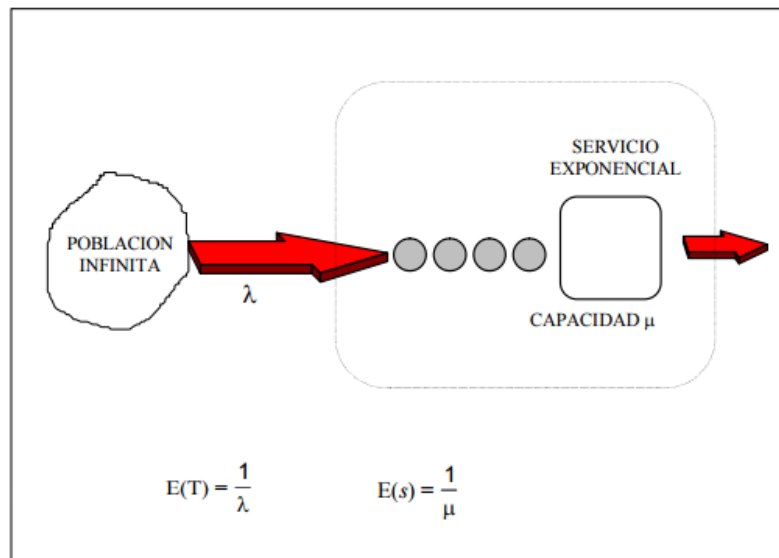


Figura 3. Estación Poisson-exponencial adaptada de Garavito (s.f).

Definimos la siguiente nomenclatura:

λ = Tasa promedio de llegada al sistema (Clientes/unidad de tiempo)

μ = Tasa promedio de salida del sistema (Clientes/unidad de tiempo)

s = Duración de un servicio (Unidad de tiempo)

n = Estado del sistema (Número de clientes esperando o recibiendo servicio)

T = Tiempo entre dos llegadas consecutivas. (Unidades de tiempo)

$P_n(t)$ = Probabilidad que el sistema se encuentre en el estado n en el instante t .

Y se define también las siguientes condiciones: Se asume independencia entre el tiempo entre llegadas (T) y la duración del servicio (s). Por el momento definimos $t \geq 0$ como parámetro continuo. La variable de estado n es discreta ($n = 0, 1, 2, \dots$). El sistema hace transiciones entre sus diferentes estados en forma continua en el tiempo.

3.2.2 Modelo David Kendall. “David G. Kendall introdujo una notación para los modelos de líneas de espera: $A/B/C$ en 1953. Esta notación de Kendall para describir las colas y sus características teísticas se puede encontrarse en Tijms, H.C., *Algorithmic Analysis of Queues*, Capítulo 9 en *A First Course in Stochastic Models*, Wiley, Chichester, 2003. Ha sido desde entonces extendida a $(A/B/C)/(D/E/F)$ donde las letras pueden significar:”

A: Un parámetro que describe el proceso de llegada. Algunos utilizados son: M para par Markoviano (la tasa de llegadas sigue una distribución Poisson),

D: para unos tiempos entre llegadas "deterministas". Una distribución determinista es aquella en que los sucesos ocurren en forma constante y sin cambio.

G: para una "distribución general" de los tiempos entre llegadas. La distribución general sería cualquier otra distribución de probabilidad.

B: Describe el tiempo que dura el servicio, se usan parámetros similares a los utilizados para las llegadas. Es posible describir el patrón de llegadas por medio de una distribución de probabilidad y el patrón de servicio a través de otra.

C: Representa el número de servidores.

D: Representa la capacidad del sistema, o el número máximo de clientes permitidos en el sistema incluyendo los que reciben servicio.

Cuando el número está al máximo, las llegadas siguientes son rechazadas.

E: Disciplina en el servicio.

F: Específica el tamaño de la población de los que provienen los elementos que ingresan al sistema de líneas de espera, también se denomina fuente de llamada.

3.3 Teoría de colas

Según Hillier & Lieberman, (2006): “Las colas o líneas de espera son parte de la vida diaria, todos esperamos en colas para ir al cine, hacer un depósito en el banco, pagar en el supermercado, enviar un paquete por correo, obtener comida en la cafetería, subir a un juego en la feria etc. Nos hemos acostumbrado a esperas largas, pero todavía nos molesta cuando son demasiado largas”.

La teoría de colas es el estudio de la espera en las distintas modalidades. Utiliza los modelos de colas para representar los tipos de sistemas de líneas de espera (sistemas que involucran colas de algún tipo) que surgen en la práctica. Las fórmulas para cada modelo indican cual debe ser el desempeño del sistema correspondiente y señalan la cantidad promedio de espera que ocurrirá en diversas circunstancias. De esta manera, los modelos de línea de espera son útiles para determinar cómo operar un sistema de colas de manera eficaz, permitiendo encontrar un balance adecuado entre el costo del servicio y la cantidad de espera (Hillier & Lieberman, 2006).

La cola es definida como el espacio donde los clientes esperan antes de recibir el servicio, se caracteriza por el número máximo permisible de clientes que puede admitir. Las colas pueden ser

finitas o infinitas, según si este número es finito o infinito. El supuesto de una cola infinita es el estándar de la mayoría de los modelos, incluso en situaciones en las que en realidad exista una cota superior (relativamente grande) sobre el número permitido de clientes, puesto que manejar una cota así puede ser un factor que complique el análisis. Por otra parte en los sistemas de colas en los que la cota superior es tan pequeña que se llega a ella con cierta frecuencia, es necesario suponer una cola finita (Hillier & Lieberman, 2006).

El proceso básico para la generación de una cola, necesita de varios elementos, el primer elemento es una fuente de entrada, en nuestro caso será el área metropolitana, cuando un vehículo llega al sistema este procede a unirse a la fila, esperando un tiempo a ser atendido, luego se lleva a cabo el servicio solicitado y el vehículo sale del sistema, dicho proceso se puede observar en la figura 4. (Hillier & Lieberman, 2006).

La fuente de entrada también es conocida como población potencial, su tamaño se puede definir de dos formas, infinita o finita, en muchos casos cuando se conoce el tamaño población, pero esta es muy grande se hace un supuesto que la población es infinita, retomando en nuestro caso el tamaño es infinito (Hillier & Lieberman, 2006).

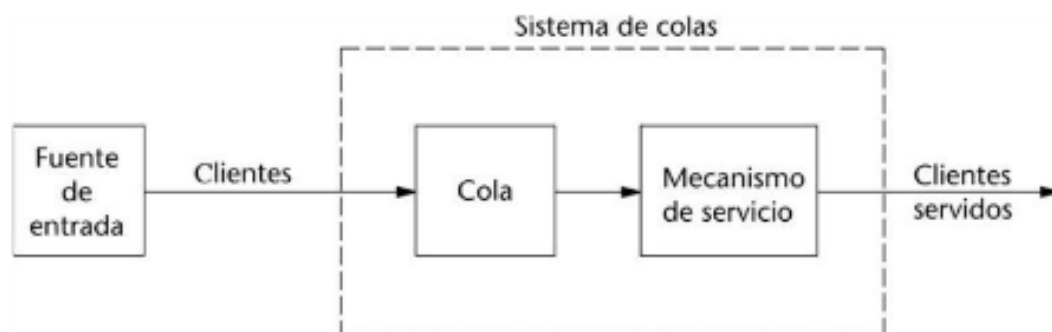


Figura 4. Descripción del proceso de una cola adaptado de Hillier & Lieberman, (2006).

Otro factor importante para entender el correcto funcionamiento de teoría de colas es definir claramente, una distribución estadística a la cual llegan los clientes, generalmente se utiliza una distribución de poisson, la trata sobre las llegadas al sistema ocurren de manera aleatoria con una tasa de tiempo fija, y sin importar cuantos clientes estén en la fila, esta tasa se denomina tiempo entre llegadas (Hillier & Lieberman, 2006).

La disciplina de la cola, es la regla a la cual se rige el sistema, para que los clientes sean atendidos, ya sea que los clientes que llegaron primero, sean los que son atendidos de primero, o que los últimos clientes sea los primeros en recibir el servicio, o por alguna regla determinada por el sistema. El mecanismo de servicio, pueden considerarse según sea el caso una o varias estaciones de servicio, y es el lugar donde el cliente recibirá el servicio (Hillier & Lieberman, 2006).

Los procesos de salida se pueden generar de dos formas, la primera cuando un cliente que se encuentra en la fila pasa al mecanismo de servicio, y posteriormente abandona el sistema, el otro caso se da cuando el cliente que se encuentra en la cola, pasa por varios mecanismos de servicio para posteriormente abandonar el sistema.

3.3.1 Mecanismos de servicio. Según Hillier & Lieberman, (2006) el mecanismo de servicio consiste en una o mas estaciones de servicio, cada una de ellas con uno o mas canales de servicio paralelos, llamados servidores. Si existe mas de una estacion de servicio, el cliente puede recibir el servicio de una secuencia de ellas (canales de servicio en serie).

En una estación dada, el cliente entra en uno de estos canales y el servidor le presta el servicio completo. Un modelo de colas debe especificar el arreglo de las estaciones y el número de servidores (canales paralelos) en cada una. El tiempo que transcurre desde el inicio del servicio

para un cliente hasta su terminación en una estación se llama tiempo de servicio (o duración del servicio). Así pues un modelo de un sistema de colas determinado debe especificar la distribución de probabilidad de los tiempos de servicio de cada servidor (y tal vez de los distintos tipos de clientes), aunque es común suponer la misma distribución para todos los servidores (Hillier & Lieberman, 2006).

3.3.2 Parámetros de la teoría de cola. Según Fillaos, (2011) se establecen los siguientes como parámetros de la teoría de colas:

λ/n = Tasa media de llegadas de nuevos clientes cuando hay n clientes en el sistema (número promedio de llegadas por unidad de tiempo).

$1/\mu$ = Tiempo promedio entre llegadas.

μn = Tasa media de servicio de nuevos clientes cuando hay n clientes en el sistema (número promedio de clientes al cual puede dar servicio la instalación en una unidad de tiempo, suponiendo que no hay escasez de clientes).

$1/\mu$ = Tiempo promedio servicio.

L_q = Número esperado de clientes en la cola (excluye los clientes que están en servicio).

L = Número esperado de clientes que se atienden y/o esperan en el sistema. W_q = Tiempo estimado que emplea un cliente esperando en la cola. W = Tiempo estimado que emplea un cliente esperando más el que emplea siendo atendido (tiempo esperado en el sistema). P_0 = Probabilidad de encontrar el sistema vacío u ocioso. P_n = Probabilidad de encontrar exactamente n clientes en el sistema (Fillaos, 2011).

3.3.3 Algunos modelos de línea de espera. Fillaos, (2011) establece algunos modelos de línea de espera:

M/M/S: llegadas de Poisson y distribución exponencial del tiempo de servicio. Probablemente ésta sea la cola más simple para analizar. Se presume que las llegadas se producen aleatoriamente desde una población infinita (un proceso de entradas de Poisson), no hay límite en la capacidad de la sala de espera y los tiempos de servicio se distribuyen exponencialmente (Fillaos, 2011).

En otras palabras este modelo supone que todos los tiempos de servicio son independientes e idénticamente distribuidos de acuerdo con una distribución exponencial, que todos los tiempos de servicio son independientes e idénticamente distribuidos de acuerdo con otra distribución exponencial y que el número de servidores es s (cualquier entero positivo) (Hillier & Lieberman, 2006).

M/D/c: llegadas de Poisson y tiempo de servicio constante. Continuando con llegadas aleatorias, pero suponiendo que el tiempo de servicio es constante, o sea el mismo para cada cliente atendido. En el caso de múltiples servidores ($c > 1$) no hay fórmulas exactas para este caso, pero se puede utilizar la denominada “aproximación de Molina”. Si hay un solo servidor, las fórmulas son precisas (Fillaos, 2011).

En otras palabras este modelo se da cuando el servicio consiste básicamente en la misma tarea rutinaria que el servidor realiza para todos los clientes, tiende a haber poca variación en el tiempo de servicio requerido. Muchas veces este modelo proporciona una representación razonable de este tipo de situaciones porque supone que todos los tiempos de servicio en realidad

son iguales a una constante fija (la distribución de tiempos de servicios degenerada) y que tiene un proceso de entradas Poisson con una tasa media fija λ (Hillier & Lieberman, 2006).

M/G/c: llegadas de Poisson y tiempo de servicio arbitrario. Otra vez se presumen llegadas aleatorias y una longitud de la cola infinita, pero ahora se supone que se desconoce la distribución de los tiempos de servicio más allá de su valor medio y la desviación estándar. Como en el caso anterior, sólo si hay un solo servidor aparece un resultado exacto. Para $c > 1$ se pueden utilizar las fórmulas de aproximación de Lee y Longton. Sin embargo, estas expresiones pueden resultar exactas para los casos especiales en que sea M/M/c y M/G/1, y resultan especialmente óptimas en situaciones de “tráfico pesado” (cuando la tasa de llegadas es tan grande como la tasa máxima de salidas) (Fillaos, 2011).

3.3.4 Estructura de filas

Una fila un servidor: se da cuando existe una sola fila para un solo servidor, y luego abandonar el servidor.

Una fila y varios servidores: existe solo una fila, que puede dirigirse a muchos servidores, y luego abandonar el sistema.

Varias filas un servidor: es el caso cuando existe varias filas paralelas, las cuales son atendidas por un solo servidor.

Varias filas varios servidores: se tienen varias filas paralelas y cada una de ellas será atendida por un servidor diferente.

3.3.5 Implementación de teoría de colas. Según Hillier & Lieberman, (2006) la información proporcionada por la teoría de colas tiene un valor tal, que se utiliza con amplitud para dirigir diseños o rediseños de sistemas de línea de espera, dentro del cual se deben tomar decisiones necesarias tales como el número de servidores en cada instalación de servicio, la eficiencia de los servidores, el número de instalaciones de servicio, la cantidad de espacio para espera en la cola, algunas prioridades para diferentes categorías de clientes; así pues se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones al realizar dicha toma de decisión: 1) el costo en el que se incurre al dar el servicio y 2) las consecuencias de hacer que los clientes esperen en el sistema de colas, dado si se proporciona demasiada capacidad de servicio, se ocasionan costos excesivos, y si se proporciona muy poca se producen esperas excesivas.

De esta manera existen dos enfoques básicos para la realización de la búsqueda de equilibrio en la toma de decisiones, el primero se orienta a establecer uno o más criterios para un nivel satisfactorio de servicio en términos de cuánta espera sería aceptable, por ejemplo, un criterio posible podría ser no exceder cierto número de minutos, o el número de clientes esperados en el sistema o la distribución de probabilidad de esa cantidad; así pues una vez seleccionados los criterios es sencillo utilizar prueba y error para encontrar el diseño menos costoso del sistema de cola que satisface todos los criterios (Hillier & Lieberman, 2006).

El segundo implica evaluar los costos asociados con las consecuencias de hacer esperar a los clientes. Por ejemplo, si el sistema es de servicio interno, donde los clientes son los empleados, se podría ocasionar una pérdida de productividad, lo que resultaría en pérdidas económicas. Dicha pérdida está configurado como el costo de espera asociado al sistema de líneas de espera. Al expresar este costo de espera como una función del tamaño de la espera, el problema de determinar el mejor sistema de colas se puede definir como la minimización del costo total

esperado (costo del servicio mas costo de espera) por unidad de tiempo (Hillier & Lieberman, 2006).

3.4 Simulación

3.4.1 Consideraciones iniciales. La simulación digital es una técnica que permite imitar (o simular) en un ordenador el comportamiento de un sistema real o hipotético según ciertas condiciones particulares de operación. Para analizar, estudiar y mejorar el comportamiento de un sistema mediante técnicas de simulación digital es necesario primero describir bajo un cierto formalismo el conocimiento que se tiene sobre las dinámicas de interés (modelo conceptual), y luego codificarlo en un entorno de simulación para poder realizar experimentos y analizar los resultados (Guasch, Piera, Casanovas, & Figueras, 2005).

A partir de esta primera definición muy genérica, se desprende que el uso de las técnicas de simulación digital para la solución de problemas es un campo interdisciplinario muy amplio, tanto para la variedad de sistemas pueden ser considerados, como por la diversidad de contextos que puede describirse (Guasch, Piera, Casanovas, & Figueras, 2005).

Estas técnicas han adquirido recientemente una importancia cada vez más relevante en la resolución de diferentes tipos de problemas prácticos; es usual encontrar aplicaciones en ingeniería, economía, medicina, biología, ecología o ciencias sociales. La formación en el desarrollo de modelos matemáticos y la utilización de simuladores digitales está así mismo presente en muchos estudios universitarios, de doctorado, postgrado y master (Guasch, Piera, Casanovas, & Figueras, 2005).

3.4.2 Tipos de sistemas. Para poder introducir el concepto de modelo de un sistema, y presentar los tipos de modelos de simulación y sus principales características, debe previamente especificarse que se entiende por sistema. Un sistema puede definirse como una colección de objetos o entidades que interactúan entre sí para alcanzar un cierto objetivo. Si se considera, por ejemplo, el estudio sobre el número de cajeros necesarios en un supermercado para ofrecer un buen servicio a sus clientes, los objetos del sistema podrían ser en los clientes en espera de ser atendidos, y los cajeros/as que realizan dicho servicio (García, Nieto, & Osorio, 2012).

El estado de un sistema puede ser definido como el conjunto mínimo de variables necesarias para caracterizar o describir todos aquellos aspectos de interés del sistema en un cierto instante de tiempo. A estas variables se le denominan variables de estado. Cabe reiterar que el número y tipo de estas vienen condicionados por los objetivos de nuestro estudio. Así pues, en el sistema ejemplo descrito, las variables de estado podrían ser el estado de cada uno de los cajeros (en este caso, disponible u ocupado), el número de clientes en cada cola, así como el número total de clientes en el supermercado (García, Nieto, & Osorio, 2012).

Según García, Nieto, & Osorio, (2012) los sistemas puede clasificarse en continuos, discretos, orientados a eventos discretos y combinados.

Sistemas continuos: las variables del sistema evolucionan de modo continuo a lo largo del tiempo. Un ejemplo de este tipo de sistemas es la evolución de la temperatura en la habitación durante cualquier intervalo de tiempo, o bien la del nivel del líquido en un tanque.

Sistemas discretos: se caracterizan en que las propiedades de interés del sistema cambian únicamente en un cierto instante o secuencia de instantes, y permanecen constantes el resto del

tiempo. La secuencia de instantes en los cuales el estado del sistema puede presentar un cambio obedece a un patrón periódico.

Sistemas orientados a eventos discretos: al igual que los sistemas discretos, se caracterizan en que las propiedades de interés del sistema cambian únicamente en una secuencia de instantes de tiempo y, podemos considerar que permanecen constantes el resto del tiempo. La secuencia de instantes en los cuales el estado del sistema puede presentar un cambio obedece a un patrón aleatorio.

Sistemas combinados: aquellos que combinan subsistemas cuyas dinámicas responden a características continuas y discretas. Es el caso de los sistemas que poseen componentes que deben ser necesariamente modelados según alguno de dichos enfoques específicos.

3.4.3 Tipos de modelos. Existen alternativas a las técnicas de simulación digital para imitar (simular) el comportamiento de un sistema. Sería el caso de la construcción de un prototipo a escala del sistema real, la representación analógica del sistema mediante circuitos electrónicos, la descripción cualitativa del sistema, o la analogía con otros sistemas físicos o biológicos, como la experimentación de drogas en animales para prever sus efectos en las personas (Guasch, Piera, Casanovas, & Figueras, 2005).

García, Nieto, & Osorio, (2012) refieren que aunque existe una gran variedad de metodologías para el desarrollo de modelos matemáticos de sistemas físicos, se debe tener en cuenta un conjunto de consideraciones a fin de garantizar una representación eficiente del sistema real.

- Un modelo se desarrolla a partir de una serie de aproximaciones e hipótesis y, consecuentemente, representa tan solo parcialmente la realidad.

- Un modelo se construye para una finalidad específica y debe ser formulado para que sea útil a dicho fin.
- Un modelo tiene que ser, por necesidad, un compromiso entre la simplicidad y la necesidad de recoger todos los aspectos esenciales del sistema de estudio.

Así pues, un buen modelo debe preservar las siguientes propiedades:

- Representar adecuadamente aquellas características del sistema que son de nuestro interés.
- Ser una representación abstracta de la realidad lo suficientemente sencilla como para facilitar su mantenimiento, adaptación y reutilización.

Modelos estáticos respecto a modelos dinámicos: suelen utilizarse para representar el sistema en un cierto instante de tiempo; y en su formulación no se considera el avance del tiempo (García, Nieto, & Osorio, 2012).

Modelos deterministas respecto a modelos estocásticos: un modelo se denomina determinista si su nuevo estado puede ser completamente definido a partir del estado previo y de sus entradas. Es decir, ofrece un único conjunto de valores de salida para un conjunto de entradas conocidas (García, Nieto, & Osorio, 2012).

Modelos continuos respecto a modelos discretos: los modelos continuos se caracterizan por representar la evolución de las variables de interés de forma continua. En general suelen utilizarse ecuaciones diferenciales ordinarias, si se considera simplemente la evolución de una propiedad respecto al tiempo, o bien ecuaciones de derivadas parciales si se considera también la evolución respecto al espacio (García, Nieto, & Osorio, 2012).

Antes de finalizar la presentación del concepto de modelo de un sistema, se introduce a continuación otras definiciones igualmente validas en el contexto, y algunas de las características que debe cumplir un buen modelo según Garcia, Nieto, & Osorio, (2012).

- Un modelo es un objeto o concepto que utilizamos para representar cualquier otra entidad compleja. Así pues, mediante un proceso de abstracción, se muestran en un formato adecuado las características de interés de un objeto real o hipotético.
- Un modelo es una representación simplificada de un sistema que nos facilitara explicar, comprender, cambiar, preservar, prever y, posiblemente, controlar el comportamiento del mismo.
- Un modelo puede ser sustituto de un sistema físico concreto.
- Un modelo debe representar el conocimiento que se tiene de un sistema de modo que facilite su interpretación, formalizando tan solo los factores relevantes para los objetivos de modelado.
- Un modelo debe ser tan sencillo como sea posible, ya que el desarrollo de modelos universales es impracticable y poco económico, siempre y cuando represente adecuadamente los aspectos de interés.

3.4.4 Modelos de simulación de eventos discretos. Los modelos de eventos discretos son modelos dinámicos, estocásticos y discretos en los que las variables de estado cambian de valor en instantes no periódicos del tiempo sin estar dirigidos por un reloj (Guasch, Piera, Casanovas, & Figueras, 2005).

Estos instantes de tiempo se corresponden con la ocurrencia de un evento. Por tanto, un evento se define como una acción instantánea que puede cambiar el estado del modelo, planteando las siguientes definiciones: (Guasch, Piera, Casanovas, & Figueras, 2005).

Actividades: son las tareas o acciones que tienen lugar en el sistema. Están encapsuladas entre dos eventos. Por ejemplo, la reparación de una máquina, el procesado de una pieza o el transporte de un cliente. Las actividades generalmente tienen duración temporal y, normalmente, precisan del uso de recursos.

Entidades: son el conjunto de objetos que constituyen o fluyen por el sistema. Pueden ser temporales o permanentes.

Entidades temporales: son los objetos que se procesan en el sistema, como por ejemplo las piezas, los clientes o los documentos. Entidades diferentes pueden tener características diferentes que se denominan atributos: por ejemplo, precio, prioridad, estado o tamaño. Las entidades temporales son los objetos que llegan, se procesa y salen del sistema.

Recursos o entidades permanentes: son los medios gracias a los cuales se pueden ejecutar las actividades. Los recursos definen quien o que ejecuta la actividad. Los recursos pueden tener características como capacidad, velocidad, averías y reparaciones o tiempo de ciclo. Ejemplos de recursos son las máquinas, los elementos de transporte o las personas.

3.4.5 Modelos estadísticos en simulación. Una característica fundamental que permite clasificar los modelos de simulación en deterministas o estocásticos es el uso o no de variables aleatorias para formalizar la evolución del sistema que se representa. El uso de modelos de simulación estocásticos para representar aquellas actividades cuyos efectos no pueden ser descritas completamente en términos de las entradas y del estado actual del sistema (procesos estocásticos) (Guasch, Piera, Casanovas, & Figueras, 2005).

Experimento: es un proceso cuyo resultado no se conoce con certeza. El conjunto de posibles resultados de un experimento se denomina el espacio de muestreo S . un resultado posible del experimento se denomina punto de muestreo en el espacio de muestreo.

Variable aleatoria: X es una variable aleatoria si puede tener asignado cualquier valor (no previsible) de un rango finito (variable aleatoria discreta) o infinito (variable aleatoria continua) de posibles valores. Más formalmente, una variable aleatoria es una función que asigna un número a cada posible resultado del experimento (espacio de muestreo).

Proceso estocástico: es un proceso que evoluciona en el tiempo y/o espacio, y que involucra una variable aleatoria, de tal modo que el comportamiento del proceso no puede preverse con exactitud.

Distribución de probabilidad: permite relacionar un conjunto de valores o medidas con su frecuencia relativa de aparición.

Función de densidad de probabilidad $f(x)$: describe la probabilidad que una variable aleatoria X asuma un cierto valor de X_i .

$$f(x_i) = P(X = x_i)$$

Función de distribución acumulativa $F(x)$: describe la probabilidad que una variable aleatoria X asuma un valor más pequeño o igual que un cierto valor de X_i .

$$F(x_i) = P(X \leq x_i)$$

Estimación de la media: dado un conjunto de variables aleatorias X_1, X_2, \dots, X_n , (muestra), la media de la muestra es.

$$\bar{X}(n) = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n - 1}$$

Estimación de la varianza: dado un conjunto de variables aleatorias X_1, X_2, \dots, X_n , (muestra), la varianza de la muestra es.

$$S^2(n) = \frac{\sum_{i=1}^n [X_i - \bar{X}(n)]^2}{n - 1}$$

3.4.6 Descripción de un sistema con características estocásticas. Según Garcia, Nieto, & Osorio, (2012) Las variables de interés de un sistema físico que no se pueden prever con exactitud se modelaran como procesos estocásticos, es decir definiendo el rango de valores que puede asumir la variable aleatoria asociada al proceso estocástico, así como la probabilidad de asumir cada uno de los valores posibles,

Toma y análisis de los datos: la obtención de los datos de calidad es una de las etapas más importantes y difíciles del proceso de creación de un modelo estadístico. En la práctica, la validez del modelo estadístico está limitada por la calidad de los datos empleados.

Ajuste de una función de distribución: el objetivo de esta etapa es obtener una función de distribución (función de densidad de probabilidad o función de distribución acumulativa) a partir de los datos recogidos.

Validación del ajuste: existe un conjunto de test estadísticos que permite determinar la validez del ajuste efectuado en la etapa anterior. En la práctica, especialmente si el ajuste no es bueno, el conocimiento que se tiene sobre el proceso de interés tiene que poder facilitar la elección de la distribución de probabilidad más adecuada.

4. Desarrollo metodológico

El siguiente capítulo tiene como finalidad explicar de manera clara y concisa, las condiciones iniciales de la portería Rosales de Ruitoque Condominio (ver figura 1), con lo que se busca tener conocimiento del funcionamiento del sistema de control de acceso y salida de vehículos, sus protocolos y pormenores de desempeño.

4.1 Diagnostico cualitativo

Para la realización del proyecto se utilizó la observación al sistema siendo este la portería principal de Ruitoque Condominio, con el fin de identificar los recursos con los que se cuenta, tales como número de carriles de entrada y salida, numero de guardas de seguridad por turno y sus respectivas funciones, numero de cámaras digitales, medios de comunicación, y los elementos electrónicos utilizados en el desempeño de las labores, conocer los diferentes protocolos para cada tipo de visitante.

La empresa Fortox está encargada de la seguridad del condominio Ruitoque, la cual maneja las dos porterías de acceso a este y posee el control de alrededor del 70% de los conjuntos del condominio y el 30% restante lo maneja Sevicol.



Figura 5. Portería de acceso Rosales adaptada de

<http://www.gentedecanaverl.com/2011/05/carreras-de-taxi-a-ruitoque-no-deben-tener-recargo-area-metropolitana/>.



Figura 6. Portería de acceso Rosales adaptada de:

<http://www.gentedecanaverl.com/2011/03/etapa-definitiva-para-el-intercambiador/>

En la ilustración se muestra la distribución de los conjuntos, de Ruitoque Condominio.



Figura 7. Mapa de Ruitoque Condominio, adaptado de www.ruitoquegolf.com

Ruitoque Condominio cuenta con dos tipos de entrada, triunfo y rosales, la primera es aquella utilizada para el ingreso de vehículos de carga pesada y en algunas ocasiones domicilios, para la realización del proyecto esta entrada no se tendrá en cuenta., y la segunda considerada como la principal, es aquella utilizada para el ingreso de residentes, visitantes, y trabajadores.

La portería rosales cuenta con recursos de infraestructura, personal de seguridad, hardware y software, detallados de la siguiente manera:

- 4 carriles de entrada y 2 de salida.
- 6 talanqueras.
- 6 lectores digitales para cédulas.
- 3 Lectores de tarjeta de seguridad (carril de residente).
- 8 cámaras de seguridad.
- 4 computadores (registro de personal).

- Server 2008.
- Ticserver is manager (manejo de cámaras).
- Equipo móvil Avantel.
- Equipo de radio con 2 canales de frecuencia.
- 5 guardas de seguridad en jornada de 6 am a 6 pm y 4 guardas de seguridad en turno de 6 pm a 6 am.

En la figura 8, se puede evidenciar como se encuentran distribuidos los carriles de la entrada Rosales, un carril exclusivo para motos y buses, dos destinados para cualquier tipo de visitantes, uno para residentes y dos carriles de salida.

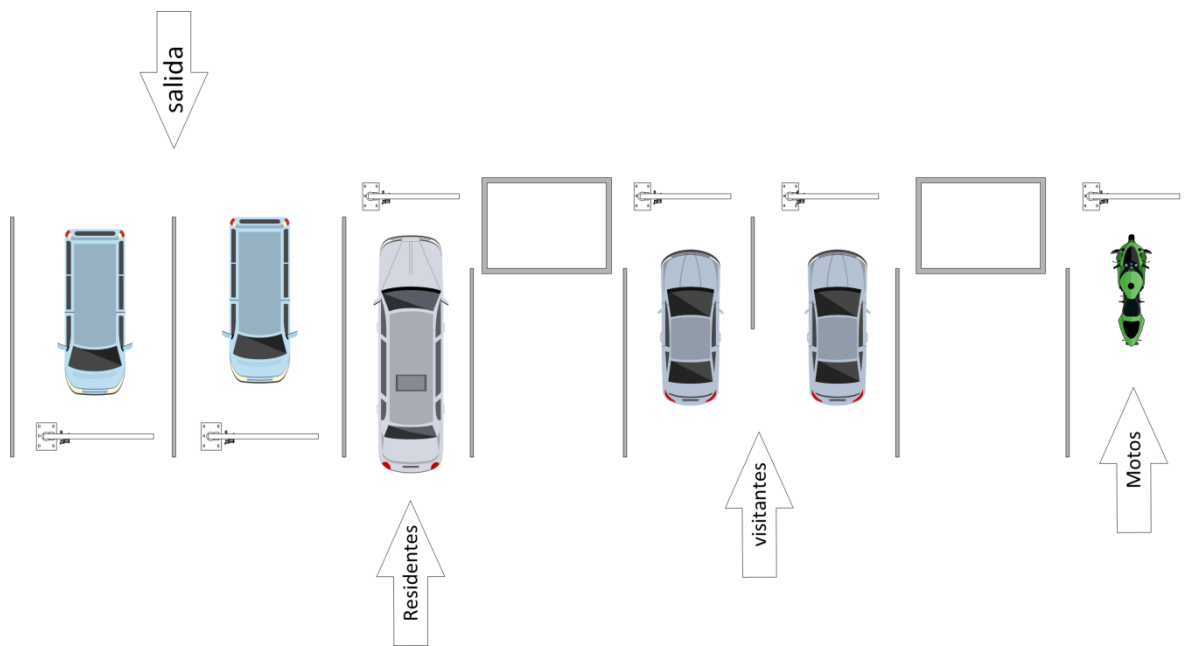


Figura 8. Diagrama de carriles de ingreso portería Rosales Ruitoque Condominio.

4.1.1. Carriles de entrada. Ruitoque Condominio cuenta con 4 carriles de entrada, distribuidos para ingreso de diferente personal al mismo, de los cuales tres se utilizan para visitantes y uno para residentes, así pues, los tres carriles de visitante se usan de la siguiente manera: en el primer carril se permite acceso a motociclistas, y los dos restantes son para vehículos.

4.1.2 Carriles de salida. Ruitoque Condominio cuenta con 2 carriles de salida inespecíficos, de manera que los residentes que salgan por alguno de los dos carriles deberán pasar por el lector la tarjeta que los identifica como residentes, y la talanquera se activara permitiéndoles la salida, para los demás visitantes del condominio solo basta con pasar por el lector de códigos de barra ubicado también en el carril y la talanquera se activara, permitiéndole el paso,

4.1.3 Protocolo de entrada y salida residentes. Cada residente cuenta con una tarjeta credencial que al ser pasada por el lector digital permite el acceso y salida del condominio, activando automáticamente las talanqueras.

4.1.4 Protocolo de entrada de visitantes.

4.1.4.1 Motocicletas: El equipo de seguridad del condominio exige las cédulas de la totalidad de visitantes y el SOAT de la motocicleta con el fin de verificar si se encuentran registrados previamente en la base de datos, y la vigencia del documento del vehículo.

Ahora bien, si alguno de los visitantes no se encuentra registrado en el sistema, se procede a validar el registro por medio de la toma de datos básicos relacionados con la identidad y el lugar al que se dirige, además de la toma de un registro fotográfico. Para finalizar el equipo de

seguridad debe anunciar al visitante utilizando los equipos avantel o frecuencias de radio según corresponda (ver medios de comunicación).

4.1.4.2 Vehículos: El equipo de seguridad del condominio solicita las cédulas de la cantidad de ocupantes del vehículo, y realiza una inspección del baúl del mismo. Posterior a ello compara la información de las cédulas en el sistema, y en dado caso si alguno de los visitantes no se encuentra registrado, se procede a validar el nuevo registro por medio de la toma de datos básicos relacionados con la identidad y el lugar al que se dirige, además de la toma de un registro fotográfico. Para finalizar el equipo de seguridad debe anunciar al grupo de visitantes utilizando los equipos avantel o frecuencias de radio según corresponda (ver medios de comunicación).

4.1.4.3 Trabajadores: Se consideran trabajadores todas aquellas personas que cumplen una labor específica al interior del condominio, bien sea con algún residente o en algún establecimiento del mismo. Con respecto al procedimiento de ingreso, si el trabajador cuenta con su carnet que lo identifica como tal, se verifica su cédula y lo correspondiente con el vehículo (SOAT para motocicletas, baúl para vehículos) y no se realiza anuncio. Por otra parte, si el trabajador no cuenta con el carnet, se verifica todo lo anterior con la diferencia de que si se realiza el anuncio.

4.1.6 Medios de comunicación. Ruitoque Condominio cuenta con equipos de comunicación que están diferenciados entre equipos móviles avantel y radios que manejan 2 frecuencias diferentes, los cuales están determinados para conjuntos o fracciones del condominio en particular.

4.1.6.1 Conjuntos que implementan canal 1 frecuencia radio

- Aldea
- Aldea comercial

- Balmoral
- Bosque alto
- Torreón capilla
- Pico de águila
- Peñón del lago
- Rinconada
- Montereal
- Ríos
- Triunfo
- Monitoreo (administración)

4.1.6.2 Conjuntos que implementan canal 2 frecuencia radio

- Montaña
- Ruitoque villas
- Ruitoque Gold
- Remanso
- La lomita
- Colinas de yerbabuena
- Altos de yerbabuena
- Laguito
- Hotel punta diamante
- Hoyo 19
- Madeira
- Casa del bosque
- Club vergel

4.1.6.3 Conjuntos que implementan avantel (administrados por Sevicol)

- Península
- Horizonte
- Pradera
- Náutica
- Bahía
- Buena vista
- Cima
- Mirador
- Valle de rocas

A continuación, se presenta el diagrama de flujo (figura 9 y 10) referente al proceso de entrada de vehículos al condominio de Ruitoque, contemplando algunas posibilidades de residentes, trabajadores y visitantes.

Diagrama de Flujo Proceso de Entrada de Vehículos al Condominio Ruitoque			
Elaborado por: Christian Eduardo Rueda Delgado	Versión: 001	Hoja:01	Fecha:20/12/2016

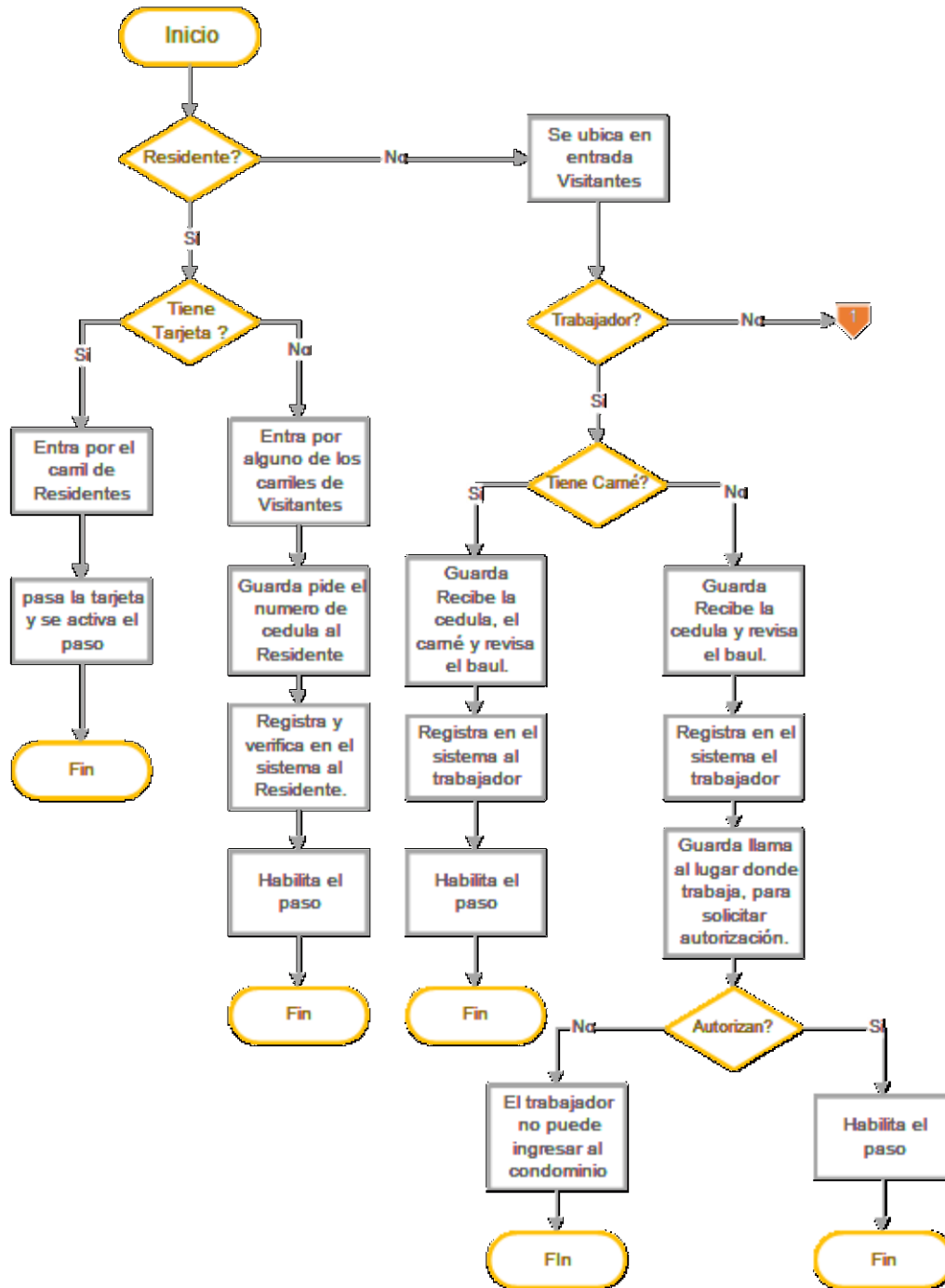


Figura 9. Diagrama de Flujo proceso de entrada Ruitoque Condominio hoja 1

Diagrama de Flujo Proceso de Entrada de Vehículos al Condominio Ruitoque			
Elaborado por: Christian Eduardo Rueda Delgado	Versión: 001	Hoja:02	Fecha:20/12/2016

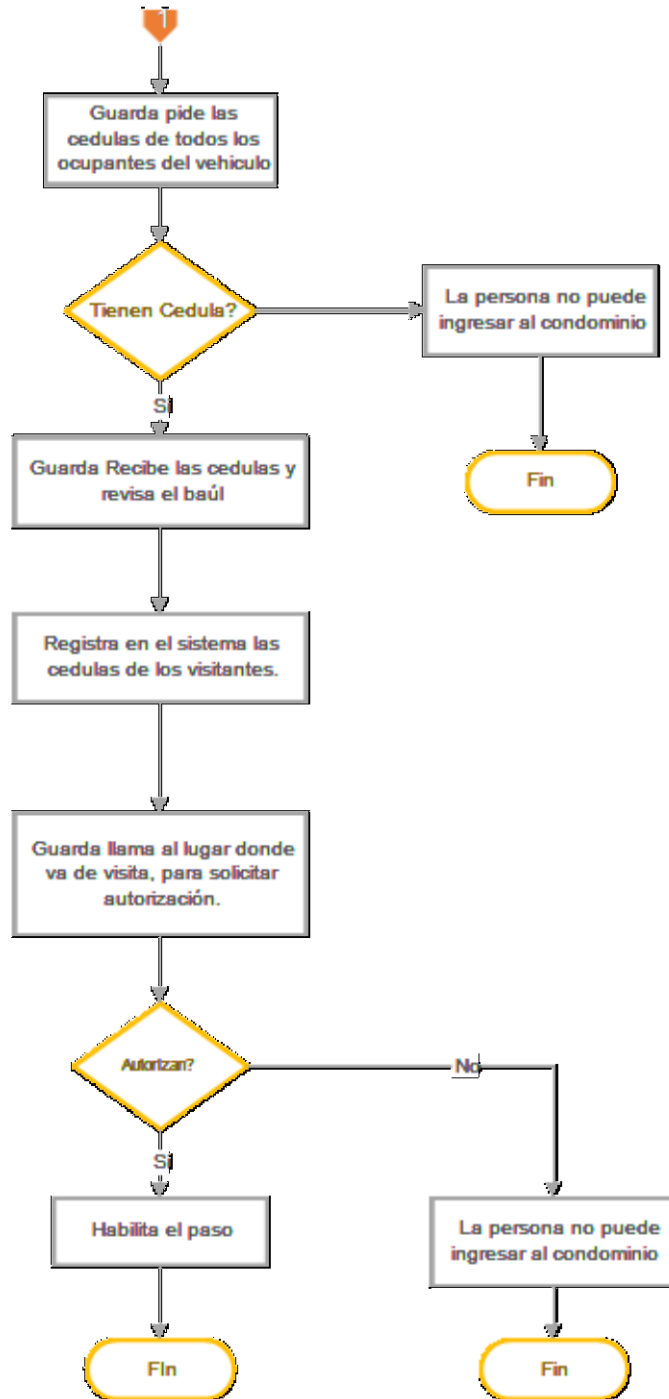


Figura 10. Diagrama de Flujo proceso de entrada Ruitoque Condominio hoja 2

4.1.7 Eventualidades

4.1.7.1 Residentes: En el diagrama presentado anteriormente se muestra una eventualidad referente a los residentes, se tiene un carril exclusivo para estos, pero se da el caso que algunos de ellos no lleven consigo o no hayan adquirido aun la tarjeta para ser pasada por el lector, siendo necesario el uso de uno de los carriles de visitantes, en este punto algunos residentes cuando son atendidos solo dicen el número de la cedula, el guarda de seguridad verifica en el sistema que sea un residente y le permite la entrada, se da el caso que algunos guardas de seguridad ya conocen los residentes y cuando pasan por el carril les permiten el ingreso sin solicitarles el número de la cedula. Otro caso que se repite frecuentemente, es el ingreso de residentes en taxis y servicios especiales, en este caso debe ingresar por alguno de los carriles para visitantes, diciendo el número de la cedula y el guarda de seguridad solicita al conductor la cedula para poder registrarlo en el sistema.

4.1.7.2 Trabajadores: Con respecto a los trabajadores, y como se mencionaba previamente ellos cuentan con un carnet que los identifica como trabajadores del condominio, se da el caso que algunos de ellos no tengan dicha identificación o no trajeron al momento de hacer el ingreso al condominio, por tal motivo los guardas de seguridad realizan el procedimiento y proceden a realizar el anuncio de estas personas, cabe resaltar, que al tener que anunciarlos se incrementa el tiempo en el sistema.

4.1.7.3 Correo postal: Se observó que para ingresar el correo postal de diferentes empresas, las mismas llegan a las entradas de visitantes, y estos por lo general deben entregar a diferentes conjuntos, en algunos de ellos deben realizar cobros a los residentes, por lo tanto, el guarda de seguridad debe anunciarlos a los conjuntos donde este se dirija, en el caso donde el residente no tenga que hacer ningún pago por recibir el correo, el guarda del conjunto procede a autorizarlo de inmediato ya que puede ser dejado en la portería del conjunto.

4.1.7.4 Rutas escolares: Las rutas escolares cuentan con un protocolo de entrada similar a los trabajadores, estas llegan se les pide las cédulas del conductor y el ayudante, son registradas en el sistema, el guarda de seguridad verifica en el sistema que estas personas se encarguen de dicha labor, y les permite el ingreso sin necesidad de ser anunciados.

4.1.7.5 Motos: Las motos cuentan con un carril exclusivo para ellas, por este carril en su mayoría ingresan domicilios a los diferentes conjuntos del condominio, y trabajadores del hotel punta diamante, se da el caso que los guardas de seguridad al momento de pedir la cédula y el seguro de la moto, este último este vencido si se da esto el visitante no podrá ingresar al condominio, cuando un motociclista lleva una carga sobredimensionada o que no va fija a la moto, no le permiten el ingreso.

4.1.7.6 Guardas de seguridad: Cuando los visitantes realizan el ingreso por primera vez, los guardas de seguridad deben solicitarles a las personas que van dentro del vehículo que se bajen, para que se les pueda hacer un registro fotográfico, cuando existe tráfico los guardas de seguridad toma la foto a la cédula de la persona, evitando hacerlos bajar del vehículo.

4.2 Diagnostico cuantitativo

En la realización del diagnóstico cuantitativo se analizará el comportamiento de lunes a domingo de 08:00 am a 21:00 pm de la entrada de visitantes, inclusive cuando exista eventos en el condominio, con el fin establecer su comportamiento en diferentes días.

4.2.1 Población y muestra.

4.2.1.1 Población: Así pues, la *población* estará comprendida por 365 días del año en los cuales se realiza atención al usuario en la portería principal de Ruitoque Condominio, para el cual se tomara una *muestra* con una medición dentro de la franja horaria 8:00 a.m. a 21:00 p.m. la cual permitirá determinar patrones de comportamiento del sistema en relación a las filas generadas y las fluctuaciones del servicio teniendo en cuenta, recurso humano y tecnológico actual con el que cuenta la portería.

4.2.1.2 Muestra: La muestra se determinó mediante la siguiente fórmula estadística, donde:

N: 365 días

Z_{α} : 1,96

P: 95%

Q: 5%

E: 7%

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

$$n = \frac{365 * 1,96^2 * 0,95 * 0,05}{0,07^2 * (365 - 1) + 1,96^2 * 0,95 * 0,05}$$

$$n = 33,87 \approx 34 \text{ Días}$$

$$n = \frac{n}{1 + \frac{n}{N}}$$

$$n = \frac{34}{1 + \frac{34}{365}}$$

$$n = 31.10 \approx 31 \text{ Días}$$

4.2.2 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. El paso siguiente es importante definir como hallar la tasa de llegada, tasa de servicio, tiempo promedio de un vehículo en el servicio, para esto se diseñó un formato para la recolección de estos datos (ver apéndice A) los cuales están definidos así:

Fecha: saber el día, mes y año que se va a medir.

Hora: clasificar por horas la medición, que permita identificar cuantos vehículos entran por cada hora.

Guarda: nombre del guarda de seguridad a cargo del carril de entrada que se va a medir.

cédulas: número de personas que vienen dentro del vehículo.

Lugar: ubicación a la cual se dirige el vehículo.

Tiempo 1: tiempo que inicia cuando el vehículo para enfrente de la cabina, y posteriormente se le solicita cédulas de todos los integrantes del vehículo, y es revisado el baúl del mismo, finaliza cuando el guarda se dirige a la cabina a pasar las cédulas por el lector.

Tiempo 2: inicia cuando el guarda hace pasar la primera cédula por el lector, y posteriormente registra datos como, lugar a donde se dirige, conjunto y número de la casa, si es por primera vez, este debe hacer un registro fotográfico, de la persona que ingresa por primera vez al condominio,

este tiempo finaliza cuando el guarda llama a su compañero en el lugar a donde se dirige el visitante.

Tiempo 3: inicia cuando el guarda llama a su compañero que está ubicado en el lugar donde el visitante se dirige, y finaliza cuando este le da la autorización de que el visitante siga, y el vehículo abandone el lugar.

Posterior a la realización del diagnóstico cualitativo, y del establecimiento de la cantidad de la muestra a tomar, con un horario indicado, se diseñó el formato para toma de medición (apéndice A), acompañado de un cronometro digital, el cual permitió realizar un seguimiento a los diferentes tiempos establecidos dentro del protocolo de servicio.

El motivante principal para la realización del proyecto surge de la necesidad de disminuir los tiempos de espera de los automóviles visitantes al condominio, teniendo esto claro se observó que el carril de las motos no presenta problemas de filas extensas, siendo una fila extensa superior a 4 motos, por lo que no se tiene la necesidad de tomar tiempos en este carril.

Durante el proceso observacional del manejo por parte de los guardas de seguridad y de pormenores administrativos relevantes para la funcionalidad del sistema de control de acceso al condominio, es pues por tal que cuando se observó y se entrevistó a los guardas de seguridad en cuanto a cómo era el comportamiento del carril de residentes, estos refirieron que este no tenía mayor tiempo de espera, lo anterior en consideración al protocolo de entrada para esta población particular, el cual limita el tiempo de servicio, sin que este sobrepase la capacidad del carril determinado para los mismos. Por tal motivo se desprecia la toma de tiempos en este carril.

Por último se tiene los dos carriles de visitantes en los cuales se observó una notable afectación por los elevados tiempos de espera, de conformidad con lo anterior y en consideración

de la disponibilidad de recursos se determinó la medición de solo 1 de estos dos carriles y asumiendo que el otro carril se comporta de manera muy similar, para lo que todos los datos recopilados tiene como base la medición de uno solo de los carriles de visitantes.

4.2.3 Análisis de datos generales. Con base en las mediciones realizadas inicialmente se obtuvo una recolección de 5516 ingresos realizados a Ruitoque Condominio, la duración de la toma de datos correspondió a los meses de septiembre, octubre y noviembre, dicha medición se distribuye de la siguiente forma:

Lunes ingresaron 443 vehículos.

Martes ingresaron 577 vehículos.

Miércoles ingresaron 650 vehículos.

Jueves ingresaron 829 vehículos.

Viernes ingresaron 846 vehículos.

Sábado ingresaron 1567 vehículos.

Domingo ingresaron 604 vehículos.

De manera general se puede observar el comportamiento de ingreso de vehículos a Ruitoque Condominio, los días lunes aquellos donde entra menor cantidad de visitantes, los días martes, miércoles y domingos tienen un ingreso de vehículos similar, al igual que los días jueves y viernes, por ultimo tenemos que el día sábado tiene un ingreso de más del doble de los demás días y en donde existe mayor ingreso de vehículos.

En la tabla 2 se muestra el ingreso promedio de los vehículos por cada día de la semana.

Tabla 2.
Ingresos promedio de vehículos por día.

<i>día</i>	<i>Ingreso promedio de vehículos por día</i>
<i>Lunes</i>	120
<i>Martes</i>	159
<i>Miércoles</i>	169
<i>Jueves</i>	187
<i>Viernes</i>	196
<i>Sábado</i>	382
<i>Domingo</i>	169

De la tabla anterior se puede identificar el día lunes como el de menor flujo de vehículos para ingresar a Ruitoque Condominio, también se observa que el día donde se presenta mayor flujo de vehículos es el día sábado, en el cual es donde se presenta mayor congestión vehicular.

Posteriormente tenemos con mayor detalle el ingreso promedio de vehículos que ingresan a Ruitoque Condominio por cada hora del día, en cada día de la semana, también los promedios de vehículos por hora de la semana, y el promedio total de vehículos por día.

Tabla 3.
Ingreso promedio de vehículos por hora.

	<i>Ingreso promedio de vehículos por hora</i>							<i>Promedio de Vehículos por Hora de la semana</i>
	<i>Lunes</i>	<i>martes</i>	<i>miércoles</i>	<i>jueves</i>	<i>viernes</i>	<i>sábado</i>	<i>domingo</i>	
8:00	5	6	6	6	8	18	7	8
9:00	7	5	5	5	7	30	9	10
10:00	7	7	10	17	8	25	15	13
11:00	7	9	12	14	10	19	17	12
12:00	8	7	8	16	13	22	22	14

Continuación Tabla 3

	<i>Lunes</i>	<i>martes</i>	<i>miércoles</i>	<i>jueves</i>	<i>viernes</i>	<i>sábado</i>	<i>domingo</i>	<i>Promedio de Vehículos por Hora de la semana</i>
13:00	6	9	16	14	18	31	28	17
14:00	7	19	13	20	18	36	15	18
15:00	19	22	24	24	21	35	7	22
16:00	15	20	19	19	21	34	13	20
17:00	9	13	14	14	18	40	12	17
18:00	10	16	16	12	18	33	6	16
19:00	9	12	12	12	18	25	5	13
20:00	5	7	7	7	11	20	7	9
21:00	6	7	7	7	8	15	6	8
<i>Promedio Total Vehículos por día.</i>	120	159	169	187	196	382	169	

Analizando la tabla 3 podemos obtener una visión más clara de cómo es el comportamiento de entrada de vehículos a Ruitoque Condominio, evidenciando cada día de la semana, en cada hora del día, cuantos vehículos en promedio ingresan al condominio.

Para cada uno de los días de la semana, se puede observar que partiendo de las 8:00, se presenta un crecimiento en el número de vehículos que ingresan por cada hora, al llegar a una hora máxima entre las 15:00 y 16:00, cuando se presenta el decrecimiento en el flujo de autos.

En la figura 11 se puede evidenciar claramente el comportamiento en promedio de las diferentes horas del día, complementando lo ya mencionado anteriormente los picos más altos de ingreso de vehículos se da alrededor de las 15:00.

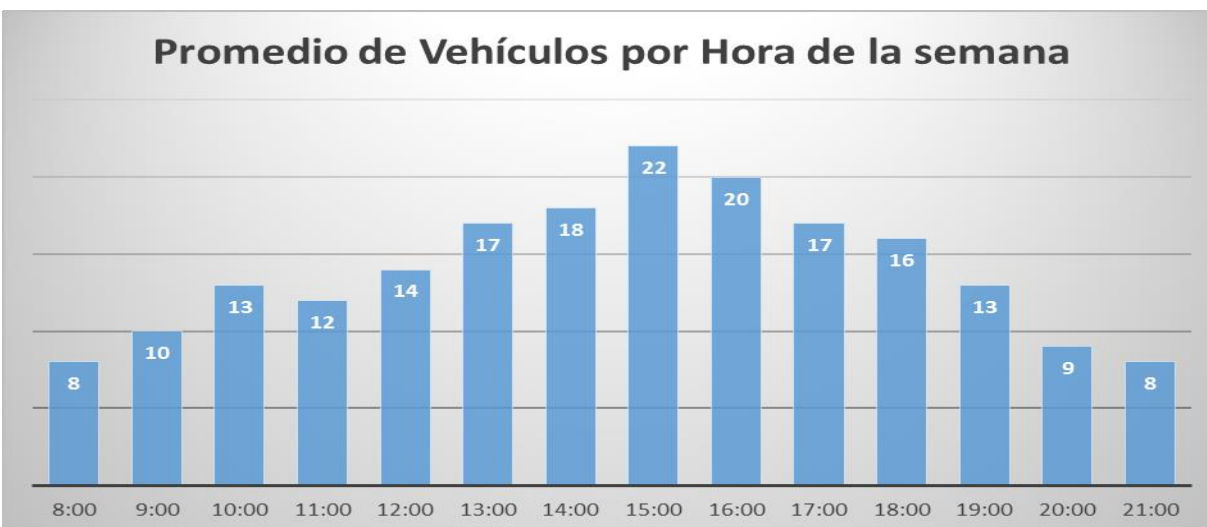


Figura 11. Promedio de vehículos por hora de la semana.

La tabla 4 muestra la participación de cada uno de los conjuntos y lugares a los cuales se puede ingresar en Ruitoque Condominio, se debe resaltar algunas notaciones de la tabla.

No entra: todo vehículo que intenta ingresar al condominio, pero ya sea porque no cumple alguna de los requisitos para ingresar al mismo, o sea porque por voluntad propia se han decidido retirar de la entrada.

Torneo de golf o tenis: aunque en estos el visitante se dirija al club vergel o al hoyo 19, el protocolo para el ingreso de estos visitantes será de forma diferente, similar al protocolo de entrada de los trabajadores.

Autorizado: visitante que se encuentra en la fila esperando ser atendido, pero un guarda de seguridad adelanta la autorización, sin que a este le haya llegado su turno en la fila.

Residente en taxi: residentes que van a ingresar al condominio, ya sea en un taxi, o un servicio especial.

Escolar: todas aquellas rutas escolares.

Evento: visitante que se dirige a algún evento dentro de Ruitoque Condominio.

Carnet: visitantes que se encuentran trabajando dentro del condominio y utilizan el carnet distintivo de dicha labor.

Tabla 4.
Porcentaje de participación por destino.

<i>Destino</i>	<i>Número de vehículos que ingresaron su destino</i>	<i>Porcentaje de Participación de cada lugar</i>
No Entra	5	0,1%
Monte Alto	5	0,1%
Torreón de la Capilla	5	0,1%
Casas del Bosque	5	0,1%
Ruitoque Villas	5	0,1%
Sevicol	5	0,1%
Madeira	8	0,1%
Fortox	10	0,2%
Torneo de Golf	10	0,2%
Torneo de tenis	13	0,2%
Academia de Golf	13	0,2%
Península	20	0,4%
Iglesia	28	0,5%
Horizonte	30	0,5%
Monitoreo	30	0,5%
Lomita	30	0,5%
Hoyo 19	35	0,6%
Pico de Águila	38	0,7%
Colinas de Yerbabuena	43	0,8%
Bahía	43	0,8%
Valle de Rocas	50	0,9%
Ruitoque Gold	50	0,9%
Bosque Alto	55	1,0%
Milenium	58	1,1%

Continuación Tabla 4

<i>Destino</i>	<i>Número de vehículos que ingresaron su destino</i>	<i>Porcentaje de Participación de cada lugar</i>
Remanso	58	1,1%
Rinconada	65	1,2%
Club Vergel	65	1,2%
Autorizado	73	1,3%
Peñón del Lago	78	1,4%
Aldea Comercial	83	1,5%
Altos de Yerbabuena	88	1,6%
Náutica	90	1,6%
Aldea	95	1,7%
Balmoral	105	1,9%
Montaña	108	2,0%
Mirador	115	2,1%
Monterreal	115	2,1%
Cima	140	2,5%
Residente en Taxi	155	2,8%
Buena Vista	193	3,5%
Pradera	200	3,6%
Evento	238	4,3%
Laguito	250	4,5%
Escolar	338	6,1%
Residente	605	11,0%
Hotel Punta Diamante	790	14,3%
Carnet	875	15,9%
Total, Datos	5516	

La figura 12 permite resaltar los principales lugares visitados en el condominio, se puede observar que aproximadamente el 11% de las personas que ingresaron fueron residentes que usaron uno de los carriles de visitantes, 14% visitaron el Hotel punta diamante, y el 16 %

corresponde a trabajadores, es importante tener en cuenta estos datos para un posterior diseño de alternativas de mejora basada en los mismos.

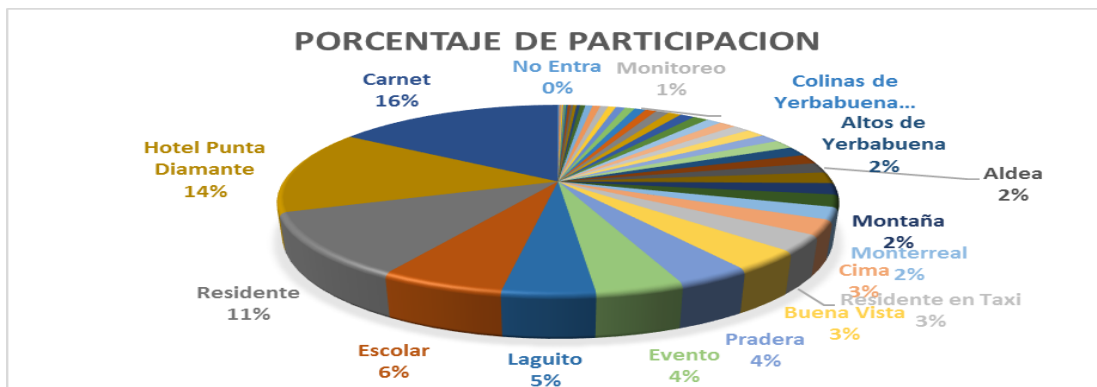


Figura 12: Porcentaje de participación por destino.

4.2.3.1 **Lunes:** En el apéndice B se muestra la tabla que contiene de forma detallada los porcentajes de participación de ingreso de los diferentes destinos, de igual forma la figura 13 muestra de forma resumida la participación por el día.

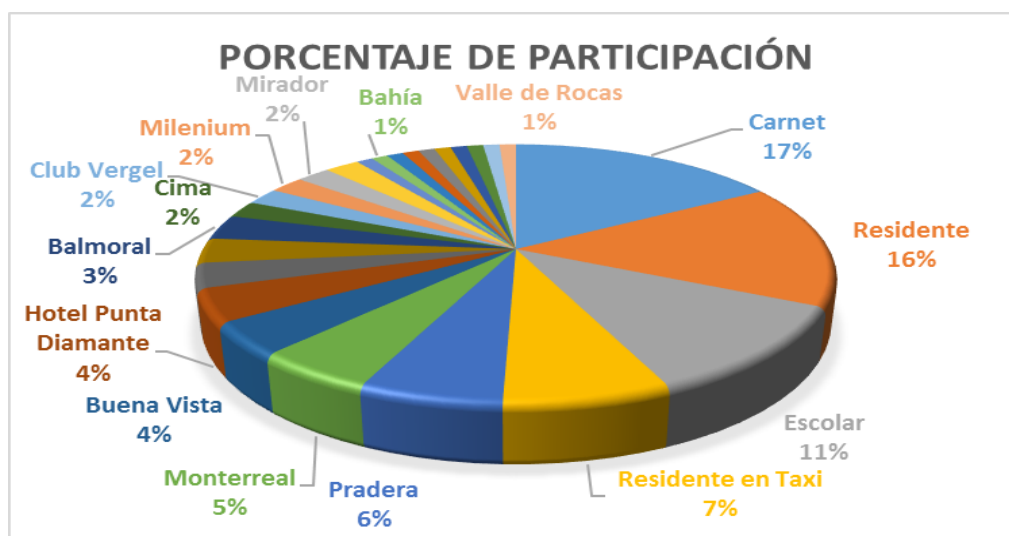


Figura 13: Porcentaje de participación por destino día lunes.

La figura 13 se tienen resultados a resaltar como lo son los trabajadores con un 17%, residentes con un 16%, rutas escolares con un 11%, residentes en taxi un 7%, haciendo una

comparación con el análisis general estos datos se mantienen casi en su misma proporción, diferente al caso de las personas que ingresan para el hotel punta diamante que su resultado en el día lunes fue de 4%.

4.2.3.2 Martes: En el apéndice B se muestra la tabla que contiene de forma detallada los porcentajes de participación de ingreso de los diferentes destinos, de igual forma la figura 14 muestra de forma resumida la participación por el día.

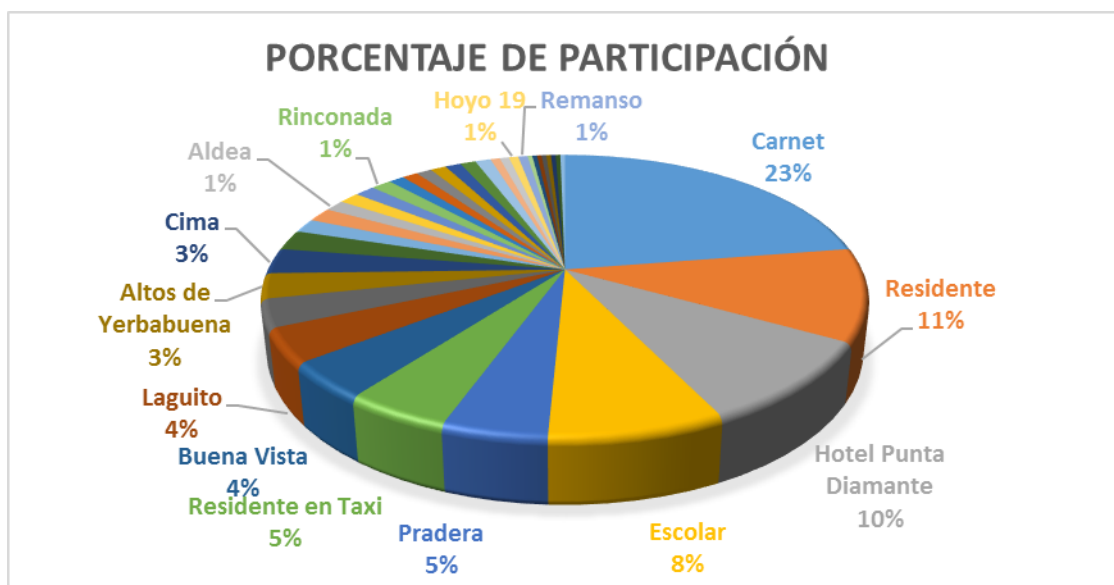


Figura 14: Porcentaje de participación por destino día martes

Analizando la figura 14 se tiene como resultado valores a resaltar como lo son los trabajadores con un 23%, residentes con un 11%, rutas escolares con un 8%, residentes en taxi un 4,8%, haciendo una comparación con el análisis general estos datos se mantienen casi en su misma proporción, incluso el caso de las personas que ingresan para el hotel punta diamante que su resultado en el día lunes fue de 10%.

4.2.3.3 Miércoles: En el apéndice B se muestra la tabla que contiene de forma detallada los porcentajes de participación de ingreso de los diferentes destinos, de igual forma la figura 15 muestra de forma resumida la participación por el día.

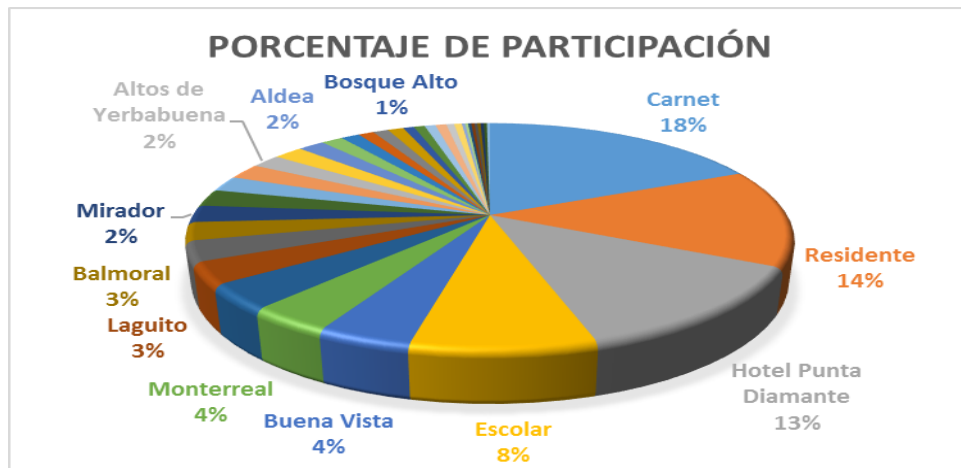


Figura 15: Porcentaje de participación por destino día miércoles.

Analizando la figura 15 se tiene como resultado valores a resaltar como lo son los trabajadores con un 18%, residentes con un 14%, rutas escolares con un 8%, haciendo una comparación con el análisis general estos datos se mantienen casi en su misma proporción, para este día de la semana se puede evidenciar el crecimiento de visitantes con destino el Hotel punta diamante.

4.2.3.4 Jueves: En el apéndice B se muestra la tabla que contiene de forma detallada los porcentajes de participación de ingreso de los diferentes destinos, de igual forma la figura 16 muestra de forma resumida la participación por el día.

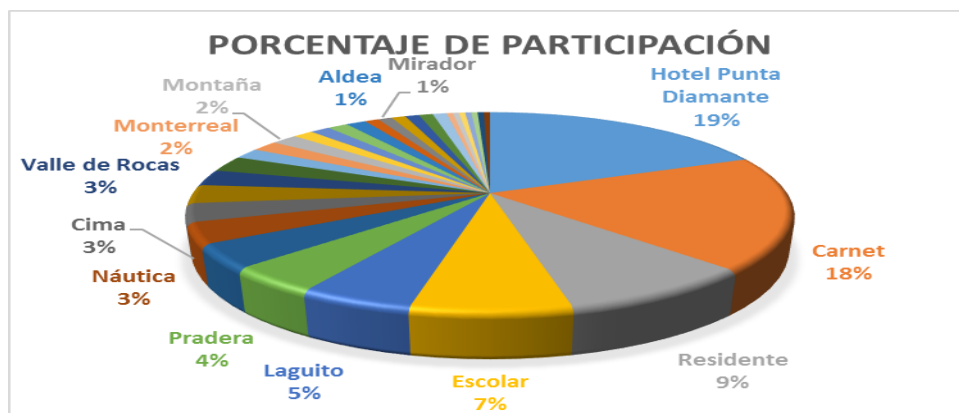


Figura 16: Porcentaje de participación por destino día jueves.

Analizando la figura 16 se tiene como resultado valores a resaltar como lo son los trabajadores con un 18%, residentes con un 9%, rutas escolares con un 7%, haciendo una comparación con el análisis general estos datos se mantienen casi en su misma proporción, incluso las personas que ingresan para el hotel punta diamante que su resultado en el día lunes fue de 19%, porcentaje que se incrementa a medida que el fin de semana se aproxima.

4.2.3.5 Viernes: En el apéndice B se muestra la tabla que contiene de forma detallada los porcentajes de participación de ingreso de los diferentes destinos, de igual forma la figura 17 muestra de forma resumida la participación por el día.

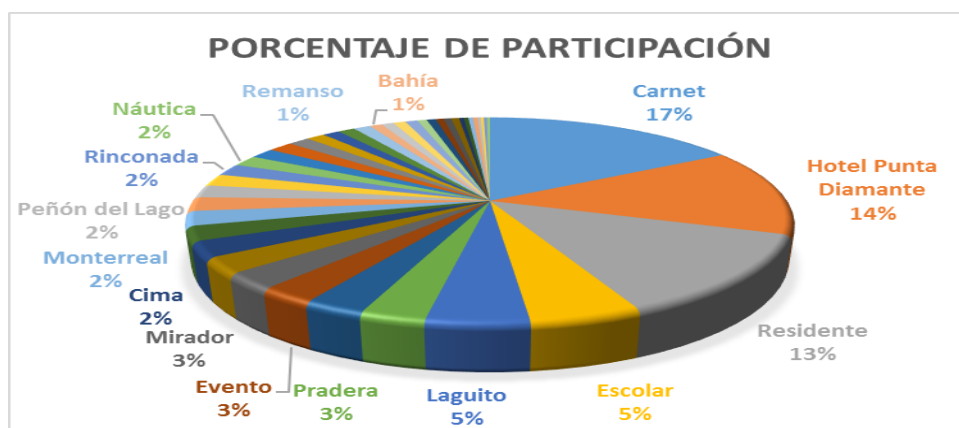


Figura 17: Porcentaje de participación por destino día viernes

Analizando la figura 17 se tiene como resultado valores a resaltar como lo son los trabajadores con un 17%, residentes con un 13%, rutas escolares con un 5%, haciendo una comparación con el análisis general estos datos se mantienen casi en su misma proporción, incluso las personas que ingresan para el hotel punta diamante que su resultado en el día lunes fue de 14%, porcentaje que se incrementa a medida que el fin de semana se aproxima.

4.2.3.6 Sábado: En el apéndice B se muestra la tabla que contiene de forma detallada los porcentajes de participación de ingreso de los diferentes destinos, de igual forma la figura 18 muestra de forma resumida la participación por el día.

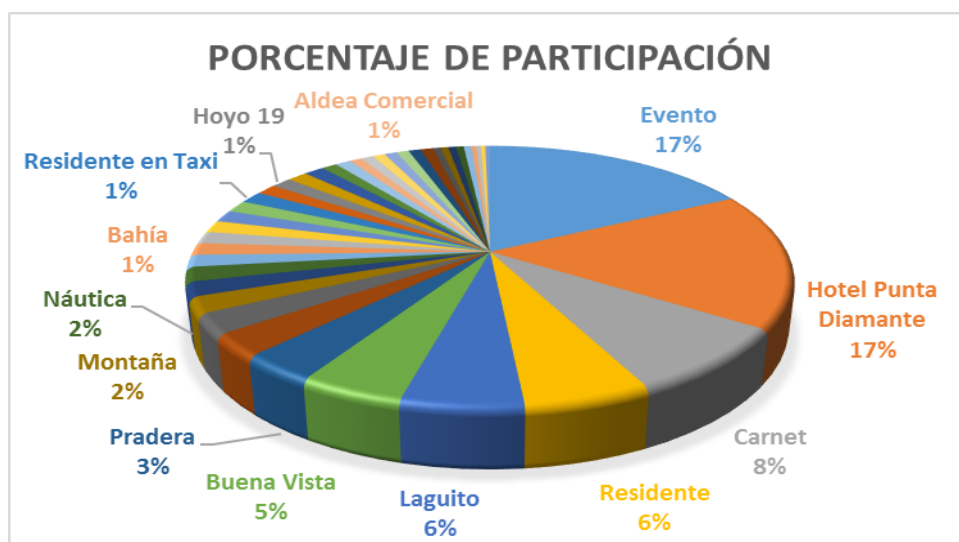


Figura 18: Porcentaje de participación por destino día sábado

Analizando la figura 18 se tiene como resultado valores a resaltar como lo son las personas que se dirigen para algún evento con el 17%, cuyo destino es el Hotel punta diamante con 17%, trabajadores con un 8%, residentes con un 6%, al realizar una comparación con el análisis general, se puede concluir que cerca del 32 % de las personas que ingresaron a Ruitoque condómino los días sábado su motivo fue un evento o el hotel, cabe resaltar que para estos dos destinos se encontró que los visitantes lo hacen en su mayoría por primera vez.

4.2.3.7 Domingo: En el apéndice B se muestra la tabla que contiene de forma detallada los porcentajes de participación de ingreso de los diferentes destinos, de igual forma la figura 19 muestra de forma resumida la participación por el día.

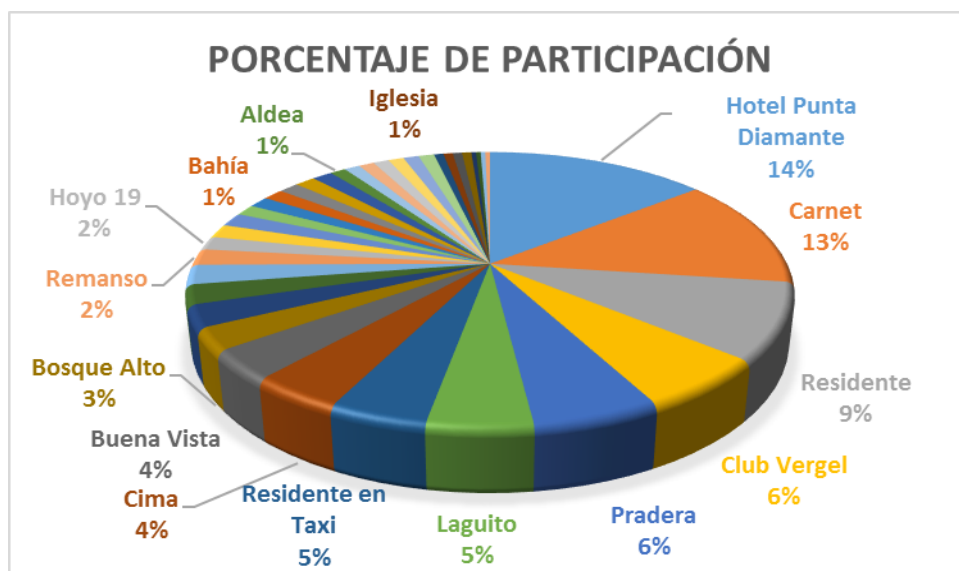


Figura 19: Porcentaje de participación por destino día domingo

Analizando la figura 19 se tiene como resultado valores a resaltar como lo son los trabajadores con un 13%, hotel punta diamante 14% residentes con un 9%, residentes en taxi un 5%, club vergel un 6%.

Una vez identificado y clasificado la participación que tiene cada uno de los destinos respecto al número de vehículos que ingresan al condominio y en los diferentes días de la semana, se logró evidenciar una tendencia en el destino más solicitado el cual es el Hotel punta diamante, siguiéndole el grupo de visitantes denominado trabajadores.

4.2.4 Análisis tiempos de entrada. A continuación se describe el proceso al cual es sometido un visitante para ser atendido dentro del sistema, el cual está dividido en tres tiempos:

Tiempo 1: tiempo que inicia cuando el vehículo se detiene frente a la cabina, se le realiza la solicitud de cédulas de todos los integrantes del mismo, se revisa su baúl, y finaliza cuando el guarda se dirige a pasar las cédulas por el lector.

Tiempo 2: inicia cuando el guarda hace pasar la primera cédula por el lector, y posteriormente registra datos como, lugar a donde se dirige, conjunto y número de la casa; ahora bien, si el ingreso se da por primera vez, este debe tomar un registro fotográfico de dicha persona. Este tiempo finaliza cuando el guarda llama a su compañero en el lugar a donde se dirige el visitante.

Tiempo 3: inicia cuando el guarda llama a su compañero que está ubicado en el lugar de destino, y finaliza cuando éste le da autorización para el ingreso del visitante, y se le abre paso al vehículo.

4.2.4.1 Análisis correspondiente al tiempo 1. Problemática: Los principales motivantes de demoras que se evidenciaron en las mediciones, están determinados por comportamientos específicos del personal de seguridad las cuales se describen a continuación.

- El guarda de seguridad se encontraba atendiendo visitantes a pie.
- El guarda de seguridad se encontraba atendiendo un vehículo de otro carril.
- El guarda de seguridad no se encontraba en su puesto de trabajo.

Datos obtenidos: La tabla 5, presenta el tiempo promedio que los guardas de seguridad invierten en solicitar la cédula a todos los integrantes del vehículo y hacer una revisión al baúl, siendo importante destacar que estos promedios se tomaron de dos formas.

1. Demora en pedir la cédula: es el promedio de tiempo superior a 1 minuto, dentro del cual se consideran que el guarda de seguridad realizó el proceso con alguna demora.
2. Normal: los tiempos inferiores a 1 minuto considerados normales ya que el guarda realizó su procedimiento sin ninguna eventualidad.

Se establece el tiempo promedio total, en el cual se tienen en cuenta todos los datos recolectados.

Tabla 5.

Tiempo promedio protocolo verificación de documento de identidad.

<i>Tiempo promedio de protocolo de solicitud de documento de identidad</i>	
Demora en pedir la cédula	01:30,1
Normal	00:25,8
Tiempo promedio Total	00:29,0

Al analizar los datos referidos en la tabla 5, se puede identificar que el 5,49% de los visitantes a Ruitoque condominio tienen que esperar más de 1 minuto en el proceso de acceso al mismo, este porcentaje es elevado en consideración de que dicha medición incluye únicamente la solicitud de documentos y revisión de baúl.

4.2.4.2 Análisis correspondiente al tiempo 2. Problemática: dentro del análisis del protocolo de revisión y validación de documentación para visitantes que ingresan por primera vez, se evidencian demoras en relación a que en dicho registro el guarda de seguridad debe digitar datos como: tipo de visitante, placas del vehículo, lugar de destino.

Así mismo debe solicitar un registro fotográfico haciendo que el visitante descienda del vehículo. Ahora bien, en algunas ocasiones el sistema con el que se cuenta no guarda la información, provocando que el personal de seguridad, tenga que repetir el proceso hasta que los datos sean correctamente almacenados.

Datos obtenidos: la tabla 6 corresponde al registro de las cédulas en el sistema, teniendo en cuenta los números de las mismas; así pues, si la persona ingresa por primera vez al condominio, debe salir del vehículo para que se le realice un registro fotográfico; no obstante en situaciones de saturación del sistema, el registro fotográfico se realiza al documento de identidad del visitante.

Tabla 6.
Tiempo promedio por protocolos de verificación

<i>Numero de cédulas del vehículo</i>	<i>Tiempo promedio de Nuevo registro (bajando al visitante del vehículo)</i>	<i>Tiempo promedio de Nuevo registro (sin bajar al visitante del vehículo)</i>	<i>Tiempo promedio de registro normal (personas que ya han ingresado al condominio)</i>
1	01:45,5	01:06,9	00:23,1
2	02:30,2	01:34,2	00:33,7
3	02:55,0	01:54,4	00:43,0
4	03:39,1	02:41,5	00:46,9
5	05:11,6	03:06,2	00:52,4

Se puede concluir que cuando el guarda de seguridad no hace bajar a la persona del vehículo para el registro fotográfico, se reduce el tiempo de espera aproximadamente en un 35,2%; por otro lado, cuando la persona ya ha ingresado al condominio se ahorra un 72,9% de tiempo de espera respecto a la medición anterior.

Así pues los ingresos por primera vez, se dan en su mayoría los días viernes y sábado, en relación a la realización de eventos dentro del condominio; resaltando que de la muestra total de ingresos para estos días el 15,42% corresponden a este tipo de ingresos.

4.2.4.3 Análisis correspondiente al tiempo 3. Problemática: en el análisis del tiempo de solicitud de autorización se evidencian varias problemáticas, la primera, está relacionada con la existencia de más de 30 destinos posibles, para los cuales solo se tienen 3 canales de comunicación, que son ocupados por las dos porterías del condominio, y entre los mismos conjuntos, esto causa que al momento de solicitar la autorización si el conjunto de destino, pertenece a un canal en uso, se debe esperar su desocupación, lo que resulta en mayor tiempo de espera.

Así mismo, otra problemática está relacionada con la segunda autorización, consistente en la llamada realizada por el guarda del conjunto destino a la residencia específica, con el fin de solicitar aval para ingreso, así pues se puede dar el caso en el que el residente no responde a la llamada lo que aumenta los tiempos de validación. Por otra parte se presenta la situación en la que el cruce de canales puede generar que la autorización de ingreso no sea dada a la portería principal, puesto que durante el lapso de verificación secundaria, el guarda de la portería principal utilice otro canal, y la autorización de dicho conjunto sea emitida, pero no audible, lo que hace que el guarda de la portería principal espere más tiempo e insista en solicitar la autorización, cosa que se observó, desencadena afectación en el clima laboral.

Otro aspecto a resaltar, es el referente a los visitantes que desean ingresar a Ruitoque condominio pero no poseen documento de identidad (cédula), siendo está un requisito obligatorio, de manera que los guardas de seguridad al identificar que la persona no tiene este elemento informan al lugar de destino la situación y niegan el ingreso según el protocolo; no obstante el visitante insiste en solicitar autorización, motivo por el cual el guarda de seguridad informa al destino y posterior a un lapso promedio de un minuto y medio, se genera aval de acceso. La situación anterior genera tiempos prolongados de espera en el sistema, y por lo general es concedido el ingreso.

Datos obtenidos: la tabla 7 muestra los tiempos promedio de autorización por lugar a donde se dirige el visitante, estos se encuentran organizados de menor a mayor tiempo; en los casos donde el tiempo promedio de autorización es igual a 0, se debe a que para estos lugares no es necesaria la segunda autorización.

Tabla 7.

Promedio de tiempo de autorización por cada destino.

<i>Destino</i>	<i>Promedio de tiempo de autorización(minutos)</i>
No Entra	00:00,0
Fortox	00:00,0
Residente en Taxi	00:00,0
Evento	00:00,0
Escolar	00:00,0
Residente	00:00,0
Carnet	00:00,0
Autorizado	00:11,5
Torneo de Golf	00:12,3
Monte Alto	00:21,8
Torneo de Tenis	00:27,7
Valle de Rocas	00:36,4

Continuación tabla 7

<i>Destino</i>	<i>Promedio de tiempo de autorización(minutos)</i>
Mirador	00:48,4
Ruitoque Gold	00:52,3
Aldea	00:52,9
Hotel Punta Diamante	00:53,6
Peñón del Lago	00:53,8
Pradera	00:55,6
Náutica	00:55,8
Monterreal	00:59,5
Bosque Alto	01:03,0
Montaña	01:04,2
Rinconada	01:04,3
Altos de Yerbabuena	01:04,4
Colinas de Yerbabuena	01:04,7
Aldea Comercial	01:06,5
Remanso	01:09,1
Buena Vista	01:10,0
Laguito	01:10,1
Cima	01:10,3
Madeira	01:13,3
Torreón de la Capilla	01:14,2
Balmoral	01:15,3
Monitoreo	01:18,5
Pico de Águila	01:29,1
Casas del Bosque	01:35,8
Club Vergel	01:36,5
Península	01:40,9
Ruitoque Villas	01:44,2
Sevicol	01:49,4
Bahía	01:58,4
Hoyo 19	02:05,2
Lomita	02:19,5
Iglesia	02:40,6

Analizando los datos obtenidos en la tabla anterior se puede evidenciar los destinos en los cuales existe un mayor tiempo en la autorización del visitante; así pues el 19,91% de las personas que ingresan al condominio deben esperar más de 1 minuto a que sean autorizados en sus respectivos lugares de destino, lo que se debe a las problemáticas planteadas inicialmente.

4.3 Análisis estadístico.

Para la realización del análisis estadístico se utilizó la herramienta Statgraphics XVII, la cual permitió corroborar la homogeneidad de los datos recolectados durante la toma de muestra del proyecto.

Así pues, se dividió el análisis en dos fases, la primera que busca verificar la homogeneidad de la muestra, siendo esto que un día de la semana a una hora específica, el comportamiento del sistema sea similar, por ejemplo que todos los lunes a las 8 de la mañana el sistema se comporta igual.

La segunda corresponde a la agrupación de las diferentes horas del día dentro de las cuales el sistema tiene un comportamiento similar, esto con el fin de que al momento de establecer la simulación, se sinteticé el proceso.

Se utilizó el procedimiento ANOVA Simple (o de un criterio de clasificación) el cual está diseñado para construir un modelo estadístico que describa el impacto de un solo factor categórico X sobre una variable dependiente Y. Se realizan pruebas para determinar si hay o no diferencias significativas entre las medias, varianzas y/o medianas de Y en los diferentes niveles de X.

Para determinar qué medias muestrales son significativamente diferentes de cuáles otras, se pueden realizar las Pruebas de Rangos Múltiples, como se muestra en el ejemplo de la figura 20.

Contraste Múltiple de Rango para strength por material

Método: 95.0 porcentaje LSD

material	Casos	Media	Grupos Homogéneos
D	8	20.5	X
C	8	22.625	XX
B	8	31.875	X
A	8	43.125	X

Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
A - B	*	11.25	10.0344
A - C	*	20.5	10.0344
A - D	*	22.625	10.0344
B - C		9.25	10.0344
B - D	*	11.375	10.0344
C - D		2.125	10.0344

* indica una diferencia significativa.

Figura 20. Ejemplo de prueba de rangos Múltiples

- *Casos* – el número de observaciones n_j .
- *Media* – la media muestral estimada Y_j .
- *Grupos Homogéneos* – una ilustración gráfica de qué media es significativamente diferente de cuáles otras, basada en los contrastes exhibidos en la segunda mitad de la figura 20. Cada columna de X's indica un grupo de medias dentro de las cuales no hay diferencia estadísticamente significativa. Por ejemplo, la primera columna en la figura 20 contiene una X para los materiales C y D, indicando que sus medias no son significativamente diferentes. De igual modo, los materiales B y C no muestran diferencias significativas. La media del material A, por otro lado, es significativamente mayor que la media de cualquier otro material.
- *Diferencia* – la diferencia entre las dos medias muestrales

$$\hat{\Delta}_{j_1 j_2} = \bar{Y}_{j_1} - \bar{Y}_{j_2}$$

- Límites – una estimación por intervalo de tal diferencia, empleando el procedimiento de comparaciones múltiples actualmente seleccionado:

$$\hat{\Delta}_{jj_2} \pm M \sqrt{CM_{intra} \left(\frac{1}{n_{j_1}} + \frac{1}{n_{j_2}} \right)}$$

Donde M es la constante que depende del proceso elegido.

- Sig. – Se pone un asterisco junto a cualquier diferencia que estadísticamente sea significativamente diferente de 0 al nivel de significancia actualmente seleccionado, i.e., cualquier intervalo que no contenga al 0.

- Nivel de Confianza: el nivel de confianza empleado por el procedimiento de comparaciones múltiples seleccionado.

- LSD – forma un intervalo de confianza para cada par de medias al nivel de confianza elegido usando

$$M = t_{\alpha/2, n-q}$$

Donde t representa el valor de la distribución t de Student con n - q grados de libertad que deja un área de $\alpha/2$ en la cola superior de la curva. Este procedimiento se debe a Fisher y es llamado el procedimiento de la Mínima Diferencia Significativa (Least Significant Difference), ya que la magnitud de los límites indica la diferencia mínima entre dos medias cualesquiera que puede ser declarada que representa una diferencia estadísticamente significativa. Sólo debe emplearse cuando la prueba de F en la tabla de ANOVA indica diferencias significativas entre las medias muestrales.

4.3.1 Análisis homogeneidad

4.3.1.1 homogeneidad día lunes: Para la validación de homogeneidad se realizó el primer análisis para las 8:00 am, el cual identifica que a esta hora del día el grupo es homogéneo, (la media está dada en segundos). Así pues, la prueba múltiple de rangos para tiempos de servicio, se realizó para las diferentes horas del día validando la homogeneidad de las mismas (ver figura 21).

Método: 95,0 porcentaje LSD

Fecha	Casos	Media	Grupos Homogéneos
26/09/2016	5	113,9	X
19/09/2016	7	123,986	X
24/10/2016	4	129,175	X
03/10/2016	3	163,367	X

Figura 21. Pruebas de múltiple rangos para tiempo de servicio por fecha- lunes 8:00.

Agrupación de datos: Se realizó una comparación de las diferentes horas del día, evaluando cuales de ellas tienen comportamientos similares, con el fin de ser agrupadas posteriormente, para efectos de su tratamiento en el software de simulación (ver figura 22).

Método: 95,0 porcentaje LSD

Hora	Casos	Media	Grupos Homogéneos
19:00	35	51,2971	X
18:00	39	69,6462	XX
17:00	37	70,4432	XXX
16:00	58	82,8345	XXXX
12:00	33	83,1939	XXXXX
21:00	24	85,125	XXXXX
13:00	23	87,7913	XXXXX
20:00	22	95,0273	XXXX
15:00	77	101,449	XXX
09:00	27	109,5	XXX
10:00	28	113,579	XX
11:00	28	115,471	XX
08:00	19	128,642	XX
14:00	29	173,731	X

Figura 22. Prueba múltiples rangos para tiempos de servicio por hora-lunes

Según la homogeneidad de las diferentes horas, se dan como resultados la agrupación de datos establecida de la siguiente manera (ver tabla 8):

Tabla 8.

Agrupación de datos día lunes.

Grupo 1	8:00 - 14:00
Grupo 2	12:00-13:00-16:00-17:00-18:00-19:00-21:00
Grupo 3	9:00-10:00-11:00-15:00-20:00

4.3.1.2 Homogeneidad día martes: Para la validación de homogeneidad se realizó el primer análisis para las 8:00 am, el cual identifica que a esta hora del día el grupo es homogéneo, (la media está dada en segundos). Así pues, la prueba múltiple de rangos para tiempos de servicio, se realizó para las diferentes horas del día validando la homogeneidad de las mismas (ver figura 23).

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Fecha</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
27/09/16	5	105,0	X
13/09/16	6	108,167	X
25/10/16	6	108,167	X
4/10/16	7	110,429	X

Figura 23. Pruebas de múltiple rangos para tiempo de servicio por fecha-martes 8:00.

Agrupación de datos: Se realizó una comparación de las diferentes horas del día, evaluando cuales de ellas tienen comportamientos similares, con el fin de ser agrupadas posteriormente, para efectos de su tratamiento en el software de simulación (ver tabla 24).

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Hora</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
9:00	19	63,4737	XXX
16:00	81	64,6667	X
17:00	53	67,8679	XX
15:00	89	77,4944	XXX
19:00	49	78,2449	XXXX
12:00	29	79,6552	XXXXX
18:00	64	86,0781	XXXXX
13:00	36	97,7778	XXXXX
8:00	24	108,167	XXXXX
14:00	115	109,009	XX
10:00	26	112,654	XXXX
11:00	34	120,647	XX
20:00	27	125,667	XX
21:00	27	148,519	X

Figura 24. Prueba múltiples rangos para tiempos de servicio por hora-martes

Según la homogeneidad de las diferentes horas, se dan como resultados la agrupación de datos establecida de la siguiente manera (ver tabla 9):

Tabla 9.

Agrupación de datos día martes.

Grupo 1	8:00-10:00-11:00-20:00-21:00
Grupo 2	12:00-18:00-13:00-14:00
Grupo 3	9:00-16:00-17:00-15:00-19:00

4.3.1.3 Homogeneidad día miércoles: Para la validación de homogeneidad se realizó el primer análisis para las 8:00 am, el cual identifica que a esta hora del día el grupo es homogéneo, (la media está dada en segundos).

Así pues, la prueba múltiple de rangos para tiempos de servicio, se realizó para las diferentes horas del día validando la homogeneidad de las mismas (ver figura 25).

Método: 95,0 porcentaje LSD

Fecha	Casos	Media	Grupos Homogéneos
21/09/16	5	105,0	X
5/10/16	5	107,4	X
7/09/16	6	108,167	X
31/08/16	7	110,429	X

Figura 25. Pruebas de múltiple rangos para tiempo de servicio por fecha-miércoles 8:00

Agrupación de datos: Se realizó una comparación de las diferentes horas del día, evaluando cuales de ellas tienen comportamientos similares, con el fin de ser agrupadas posteriormente, para efectos de su tratamiento en el software de simulación (ver figura 26).

Método: 95,0 porcentaje LSD

Hora	Casos	Media	Grupos Homogéneos
13:00	65	57,2615	X
9:00	19	60,7895	XX
19:00	35	75,7714	XXX
12:00	33	79,9394	XXXX
14:00	65	84,8769	XXX
16:00	95	84,9053	XX
17:00	55	88,4	XXX
18:00	49	99,449	XXXX
15:00	121	104,983	XXX
8:00	23	108,0	XXXXX
20:00	21	112,952	XXXX
10:00	40	117,325	XXX
11:00	48	125,208	XX
21:00	20	151,95	X

Figura 26. Prueba múltiples rangos para tiempos de servicio por hora-miércoles

Según la homogeneidad de las diferentes horas, se dan como resultados la agrupación de datos establecida de la siguiente manera (ver tabla 10):

Tabla 10.

Agrupación de datos día miércoles.

Grupo 1	13:00-9:00-19:00-12:00-14:00
Grupo 2	16:00-17:00-18:00-15:00
Grupo 3	8:00-20:00-10:00-11:00-21:00

4.3.1.4 Homogeneidad día jueves: Para la validación de homogeneidad se realizó el primer análisis para las 8:00 am, el cual identifica que a esta hora del día el grupo es homogéneo, (la media está dada en segundos). Así pues, la prueba múltiple de rangos para tiempos de servicio, se realizó para las diferentes horas del día validando la homogeneidad de las mismas (ver figura 27).

Método: 95,0 porcentaje LSD

Fecha	Casos	Media	Grupos Homogéneos
15/09/16	6	108,167	X
27/10/16	6	108,167	X
22/09/16	7	110,429	X
8/09/16	5	119,2	X

Figura 27. Pruebas de múltiple rangos para tiempo de servicio por fecha-jueves.

Agrupación de datos: Se realizó una comparación de las diferentes horas del día, evaluando cuales de ellas tienen comportamientos similares, con el fin de ser agrupadas posteriormente, para efectos de su tratamiento en el software de simulación (ver figura 28).

Método: 95,0 porcentaje LSD

Hora	Casos	Media	Grupos Homogéneos
9:00	20	61,5	XX
15:00	118	63,0932	X
19:00	36	72,75	XXX
10:00	69	72,8986	XX
16:00	95	91,9789	XXX
12:00	62	92,9032	XXXX
18:00	36	94,4167	XXXX
13:00	83	95,5663	XXXX
11:00	54	101,704	XXX
17:00	42	110,071	XX
20:00	21	110,905	XXX
8:00	24	111,125	XX
14:00	143	112,902	X
21:00	21	160,238	X

Figura 28. Prueba múltiples rangos para tiempos de servicio por hora-jueves.

Según la homogeneidad de las diferentes horas, se dan como resultados la agrupación de datos establecida de la siguiente manera (ver tabla 11):

Tabla 11.

Agrupación de datos día jueves.

Grupo 1	9:00-15:00-19:00-10:00
Grupo 2	16:00-12:00-18:00-13:00
Grupo 3	11:00-17:00-20:00-8:00-14:00
Grupo 4	21:00

4.3.1.5 Homogeneidad día viernes: Para la validación de homogeneidad se realizó el primer análisis para las 8:00 am, el cual identifica que a esta hora del día el grupo es homogéneo, (la media está dada en segundos). Así pues, la prueba múltiple de rangos para tiempos de servicio, se realizó para las diferentes horas del día validando la homogeneidad de las mismas (ver figura 29).

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Fecha</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
7/10/16	14	78,0714	X
30/09/16	20	123,2	X
2/09/16	20	123,2	X
23/09/16	16	132,938	X

Figura 29. Pruebas de múltiple rangos para tiempo de servicio por fecha-viernes.

Agrupación de datos: Se realizó una comparación de las diferentes horas del día, evaluando cuales de ellas tienen comportamientos similares, con el fin de ser agrupadas posteriormente, para efectos de su tratamiento en el software de simulación (ver figura 30).

Método: 95,0 porcentaje LSD

<i>Hora</i>	<i>Casos</i>	<i>Media</i>	<i>Grupos Homogéneos</i>
9:00	21	63,2381	X
15:00	128	88,3047	XX
14:00	91	98,1978	XXX
11:00	29	99,4828	XXXX
17:00	89	103,876	XXX
16:00	128	105,18	XX
8:00	23	109,478	XXXXXX
18:00	90	109,844	XXX
13:00	70	116,4	XXX
20:00	43	120,395	XXXX
10:00	30	122,133	XXXXX
19:00	72	136,417	XXX
21:00	30	149,5	XX
12:00	39	155,256	X

Figura 30. Prueba múltiples rangos para tiempos de servicio por hora-viernes.

Según la homogeneidad de las diferentes horas, se dan como resultados la agrupación de datos establecida de la siguiente manera (ver tabla 12):

Tabla 12.

Agrupación de datos día viernes.

Grupo 1	9:00-15:00-14:00-11:00-17:00
Grupo 2	16:00-8:00-18:00-13:00
Grupo 3	20:00-10:00-19:00-21:00-12:00

4.3.1.6 Homogeneidad día sábado: Para la validación de homogeneidad se realizó el primer análisis para las 8:00 am, el cual identifica que a esta hora del día el grupo es homogéneo, (la media está dada en segundos). Así pues, la prueba múltiple de rangos para tiempos de servicio, se realizó para las diferentes horas del día validando la homogeneidad de las mismas (ver figura 31).

Método: 95,0 porcentaje LSD

Fecha	Casos	Media	Grupos Homogéneos
24/09/16	20	84,85	X
1/10/16	26	130,692	X
29/10/16	26	130,692	X
17/09/16	26	130,692	X

Figura 31. Pruebas de múltiple rangos para tiempo de servicio por fecha-sábado.

Agrupación de datos: Se realizó una comparación de las diferentes horas del día, evaluando cuales de ellas tienen comportamientos similares, con el fin de ser agrupadas posteriormente, para efectos de su tratamiento en el software de simulación (ver figura 32).

Método: 95,0 porcentaje LSD

Hora	Casos	Media	Grupos Homogéneos
8:00	53	83,7736	X
9:00	90	93,6333	XX
20:00	20	105,3	XXXXX
17:00	201	107,766	XXX
13:00	218	111,009	XX X
16:00	170	113,118	XXXX
15:00	210	114,543	XXXX
12:00	132	118,303	XXX
14:00	213	121,005	XXX
10:00	98	121,337	XXX
19:00	54	126,278	XXX
21:00	38	130,105	XXX
11:00	93	133,194	X
18:00	33	143,091	XX

Figura 32. Prueba múltiples rangos para tiempos de servicio por hora-sábado.

Según la homogeneidad de las diferentes horas, se dan como resultados la agrupación de datos establecida de la siguiente manera (ver tabla 13):

Tabla 13:

Agrupación de datos día sábado.

Grupo 1	8:00-9:00-20:00-17:00
Grupo 2	13:00-16:00-15:00-12:00-14:00-10:00-19:00-21:00
Grupo 3	11:00-18:00

4.3.1.7 Homogeneidad domingo: Para la validación de homogeneidad se realizó el primer análisis para las 8:00 am, el cual identifica que a esta hora del día el grupo es homogéneo, (la media está dada en segundos). Así pues, la prueba múltiple de rangos para tiempos de servicio, se realizó para las diferentes horas del día validando la homogeneidad de las mismas (ver figura 33).

Método: 95,0 porcentaje LSD

Fecha	Casos	Media	Grupos Homogéneos
25/09/16	7	108,286	X
2/10/16	6	113,667	X
16/10/16	6	113,667	X
9/10/16	5	121,2	X

Figura 33. Pruebas de múltiple rangos para tiempo de servicio por fecha-domingo.

Agrupación de datos: Se realizó una comparación de las diferentes horas del día, evaluando cuales de ellas tienen comportamientos similares, con el fin de ser agrupadas posteriormente, para efectos de su tratamiento en el software de simulación (ver figura 34).

Método: 95,0 porcentaje LSD

Hora	Casos	Media	Grupos Homogéneos
16:00	52	50,4615	X
20:00	18	68,6667	XX
19:00	18	68,6667	XX
18:00	24	68,6667	XX
21:00	14	74,8571	XXX
17:00	48	81,75	XX
13:00	110	96,6818	XX
12:00	84	96,9643	XX
15:00	31	105,194	XXX
8:00	24	113,667	XXX
10:00	55	120,564	XX
9:00	37	138,189	XX
11:00	64	138,781	X
14:00	60	170,933	X

Figura 34. Prueba múltiples rangos para tiempos de servicio por hora-domingo.

Según la homogeneidad de las diferentes horas, se dan como resultados la agrupación de datos establecida de la siguiente manera (ver tabla 14):

Tabla 14.
Agrupación de datos día domingo.

Grupo 1	16:00-20:00-19:00-18:00-21:00-17:00
Grupo 2	13:00-12:00-15:00-8:00
Grupo 3	10:00-9:00-11:00
Grupo 4	14:00

4.3.2 Análisis estadístico de flujo de entrada. Con base en los grupos por relación de homogeneidad se halló el flujo de entrada por hora para los visitantes, planteando 6 categorías de los mismos (ver tabla 15), por exposición similar en tiempos de servicio de la siguiente manera

- Carnet- Escolares: identificados como los trabajadores del Condominio, Rutas escolares y residentes en taxi o servicios especiales.
- Hotel-Club-Aldea comercial: visitantes con destino Hotel punta diamante, Club vergel, Hoyo 19 y Aldea comercial.
- Conjuntos: correspondiente a todos los conjuntos de Ruitoque Condominio.
- Residentes: aquellos residentes que deciden utilizar uno de los carriles designados para visitantes.
- Nuevos: visitantes que ingresan por primera vez a Ruitoque Condominio
- Evento: personal cuyo destino es un evento.

Tabla 15.
Análisis de flujos de entrada de vehículos.

		Flujo de Entrada (autos/hora)					
		Carnet- Escolares	Hotel-Club-Aldea Comercial	Conjunt os	Resident es	Nuev os	Even to
Lunes	Grupo 1	6	4	4	0	0	0
	Grupo 2	6	2	8	4	1	0
	Grupo 3	6	2	9	2	1	0
Martes	Grupo 1	3	1	6	3	4	0
	Grupo 2	9	3	9	4	2	0
	Grupo 3	11	3	10	4	1	0
Miércoles	Grupo 1	8	3	8	3	2	0
	Grupo 2	11	5	13	6	3	0
	Grupo 3	3	4	7	2	3	0
Jueves	Grupo 1	10	4	11	4	2	1
	Grupo 2	6	6	10	4	4	1
	Grupo 3	7	6	7	2	5	1
	Grupo 4	0	0	4	4	7	0
Viernes	Grupo 1	10	3	12	3	2	1
	Grupo 2	7	6	13	5	3	1
	Grupo 3	3	2	8	5	6	1
Sábado	Grupo 1	15	11	19	2	4	5
	Grupo 2	11	13	19	2	6	8
	Grupo 3	12	17	8	4	9	3
Domingo	Grupo 1	8	1	5	3	1	0
	Grupo 2	4	12	13	3	2	0
	Grupo 3	4	6	9	3	6	0
	Grupo 4	2	12	12	2	2	0

Una vez determinado el flujo de entrada de vehículos por hora y por categoría que acceden a Ruitoque Condominio, se realiza la conversión de datos, con el fin de establecer cada cuanto minuto ingresa un vehículo en promedio.

Tabla 16.
Flujo de entrada de vehículos en minutos.

		Flujo de Entrada (Minutos)					
		Carnet-Escolares	Hotel-Club Aldea Comercial	Conjuntos	Residentes	Nuevos	Evento
Lunes	Grupo 1	10	15	15	0	0	0
	Grupo 2	10	30	7,5	15	60	0
	Grupo 3	10	30	6,7	30	60	0
Martes	Grupo 1	20	60	10	20	15	0
	Grupo 2	6,7	20	6,7	15	30	0
	Grupo 3	5,5	20	6	15	60	0
Miércoles	Grupo 1	7,5	20	7,5	20	30	0
	Grupo 2	5,5	12	4,6	10	20	0
	Grupo 3	20	15	8,6	30	20	0
Jueves	Grupo 1	6	15	5,5	15	30	60
	Grupo 2	10	10	6	15	15	60
	Grupo 3	8,6	10	8,6	30	12	60
	Grupo 4	0	0	15	15	8,6	0
Viernes	Grupo 1	6	20	5	20	30	60
	Grupo 2	8,6	10	4,6	12	20	60
	Grupo 3	20	30	7,5	12	10	60
Sábado	Grupo 1	4	5,5	3,2	30	15	12
	Grupo 2	5,5	4,6	3,2	30	10	7,5
	Grupo 3	5	3,5	7,5	15	6,7	20
Domingo	Grupo 1	7,5	60	12	20	60	0
	Grupo 2	15	5	4,6	20	30	0
	Grupo 3	15	10	6,7	20	10	0
	Grupo 4	30	5	5	30	30	0

Teniendo claro el flujo de entrada, es necesario identificar el tipo de distribución de probabilidad que siguen estos datos, con el fin de tener un sistema similar a la realidad, para esto se utiliza el estadístico Anderson-Darling (AD) y el valor P en la prueba de Bondad y ajuste, mide qué tan bien siguen los datos una distribución específica. Para un conjunto de datos y distribución en particular, mientras mejor se ajuste la distribución a los datos, menor será este estadístico. Por ejemplo, usted puede utilizar el estadístico de Anderson-Darling para determinar si los datos satisfacen el supuesto de normalidad para una prueba t.

Las hipótesis para la prueba de Anderson-Darling son:

- H_0 : Los datos siguen una distribución especificada
- H_1 : Los datos no siguen una distribución especificada

Utilice el valor p correspondiente (si está disponible) para probar si los datos provienen de la distribución elegida. Si el valor p es menor que un nivel de significancia elegido (por lo general 0.05 o 0.10), entonces rechace la hipótesis nula de que los datos provienen de esa distribución.

El primer criterio para la elección de la distribución de probabilidad indicada corresponde al valor P, cuyo resultado mayor será el que explique mejor los datos; en caso de que existan dos tipos de distribución con resultados iguales en el valor P, se procederá a escoger aquella que tenga AD menor.

4.3.2.1 Lunes: Para el día lunes y después de realizar la prueba para identificar el tipo de distribución tenemos como resultado que sigue una distribución exponencial para cada uno de los grupos.

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	0,898	0,006
Exponencial	1,004	0,085
Weibull	0,819	0,024
Gamma	0,844	0,033

Figura 35. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para el día lunes

4.3.2.2 Martes: Para el día martes y después de realizar la prueba para identificar el tipo de distribución tenemos como resultado que sigue una distribución normal para cada uno de los grupos.

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	0,271	0,448
Exponencial	0,749	0,175
Weibull	0,342	>0,250
Gamma	0,342	>0,250

Figura 36. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para el día martes

4.3.2.3 Miércoles: Para el día miércoles y después de realizar la prueba para identificar el tipo de distribución tenemos como resultado que sigue una distribución normal para cada uno de los grupos.

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	0,191	0,786
Exponencial	0,950	0,100
Weibull	0,247	>0,250
Gamma	0,281	>0,250

Figura 37. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para el día miércoles

4.3.2.4 Jueves: Para el día jueves y después de realizar la prueba para identificar el tipo de distribución tenemos como resultado que sigue una distribución normal para cada uno de los grupos.

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	0,154	0,873
Exponencial	0,504	0,397
Weibull	0,213	>0,250
Gamma	0,233	>0,250

Figura 38. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para el día jueves

4.3.2.5 Viernes: Para el día viernes y después de realizar la prueba para identificar el tipo de distribución tenemos como resultado que sigue una distribución normal para cada uno de los grupos.

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	0,186	0,755
Exponencial	0,840	0,131
Weibull	0,247	>0,250
Gamma	0,263	>0,250

Figura 39. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para el día viernes

4.3.2.6 Sábado: Para el día sábado y después de realizar la prueba para identificar el tipo de distribución tenemos como resultado que sigue una distribución normal para cada uno de los grupos.

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	0,187	0,749
Exponencial	0,580	0,306
Weibull	0,230	>0,250
Gamma	0,231	>0,250

Figura 40. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para el día sábado

4.3.2.7 Domingo: Para el día Domingo y después de realizar la prueba para identificar el tipo de distribución tenemos como resultado que sigue una distribución normal para cada uno de los grupos.

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	0,277	0,334
Exponencial	0,825	0,122
Weibull	0,370	>0,250
Gamma	0,387	>0,250

Figura 41. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para el día Domingo

A continuación en la tabla 17 se muestra los tiempos promedio de servicio para cada una de las categorías.

Tabla 17.
Tiempos promedio de servicio por categorías.

Tiempo Promedio de Servicio	
Minutos	
Carnet-Escolares	01:07,6
Hotel-Club-Aldea Comercial	02:47,3
Conjuntos	03:32,2
Residentes	00:30,1
Nuevos	03:59,0
Evento	02:15,4

Para el tiempo de servicio se transforma en formato minutos con decimales, para facilidad de procesamiento de datos en el simulador (ver tabla 18).

Tabla 18.
Tiempos promedio de servicios en minutos.

Tiempo Promedio de Servicio	
	Minutos
Carnet-Escolares	1,1
Hotel-Club-Aldea Comercial	2,8
Conjuntos	3,5
Residentes	0,5
Nuevos	4
Evento	2,3

Para incluir el tiempo de servicio en la programación del simulador se utilizó una distribución de probabilidad según los resultados de las pruebas de Bondad y ajuste realizado cuyos resultados se muestran a continuación.

4.3.2.8 Carnet-escolares: Para la categoría carnet-escolar y después de realizar la prueba para identificar el tipo de distribución tenemos como resultado que sigue una distribución weibull.

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	36,661	<0,005
Exponencial	41,045	<0,003
Weibull	14,637	<0,010
Gamma	9,373	<0,005

Figura 42. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para Carnet-Escolares

4.3.2.9 Hotel-club-aldea comercial: Para la categoría hotel-club-aldea comercial y después de realizar la prueba para identificar el tipo de distribución tenemos como resultado que sigue una distribución weibull.

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	13,972	<0,005
Exponencial	36,556	<0,003
Weibull	5,312	<0,010
Gamma	2,322	<0,005

Figura 43. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para Hotel-Club-Aldea comercial

4.3.2.10 Conjuntos: Para la categoría conjuntos y después de realizar la prueba para identificar el tipo de distribución tenemos como resultado que sigue una distribución weibull.

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	37,562	<0,005
Exponencial	82,250	<0,003
Weibull	15,852	<0,010
Gamma	6,766	<0,005

Figura 44. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para Conjuntos

4.3.2.11 Residentes: Para la categoría residentes y después de realizar la prueba para identificar el tipo de distribución tenemos como resultado que sigue una distribución weibull.

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	29,699	<0,005
Exponencial	15,187	<0,003
Weibull	11,819	<0,010
Gamma	9,867	<0,005

Figura 45. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para Residentes

4.3.2.12 Nuevos: Para la categoría nuevos y después de realizar la prueba para identificar el tipo de distribución tenemos como resultado que sigue una distribución weibull.

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	7,462	<0,005
Exponencial	30,118	<0,003
Weibull	6,642	<0,010
Gamma	3,018	<0,005

Figura 46. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para Nuevos

4.3.2.13 Eventos: Para la categoría eventos y después de realizar la prueba para identificar el tipo de distribución tenemos como resultado que sigue una distribución Gamma.

Prueba de bondad del ajuste

Distribución	AD	P
Normal	4,006	<0,005
Exponencial	8,305	<0,003
Weibull	1,592	<0,010
Gamma	0,782	0,046

Figura 47. Prueba de bondad y ajuste, AD y Valor P para Eventos

4.4 Simulación en el software Flexsim

4.4.1 Construcción del modelo de simulación. Para el proceso de simulación se utilizó el software Flexsim, el cual está enfocado en simular los procesos productivos de las empresas ya sean de servicios, como de manufactura, a continuación se presenta la plataforma del mismo (ver figura 48).

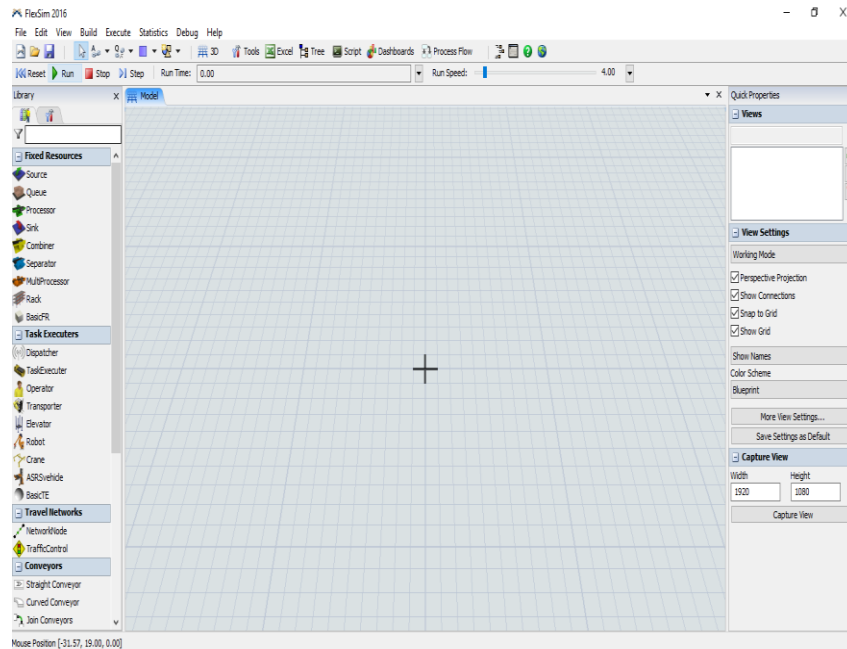


Figura 48. Plataforma Flexsim.

Source: Se usa para crear ítems que se muevan por todo el modelo, en este caso en particular se utiliza para la creación de vehículos, según la distribución de probabilidad que corresponda. Se configura cada una de los Source necesarios quedando de la siguiente manera como se evidencia en la figura 49.

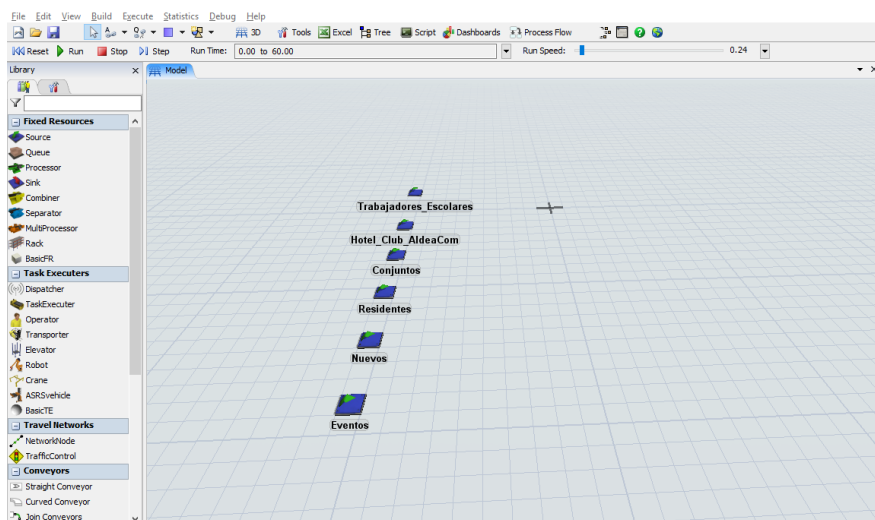


Figura 49. Flexsim y la implementación de los Source necesarios.

posteriormente se configuró cada uno de los source según la distribución que correspondió según muestra la figura 50.

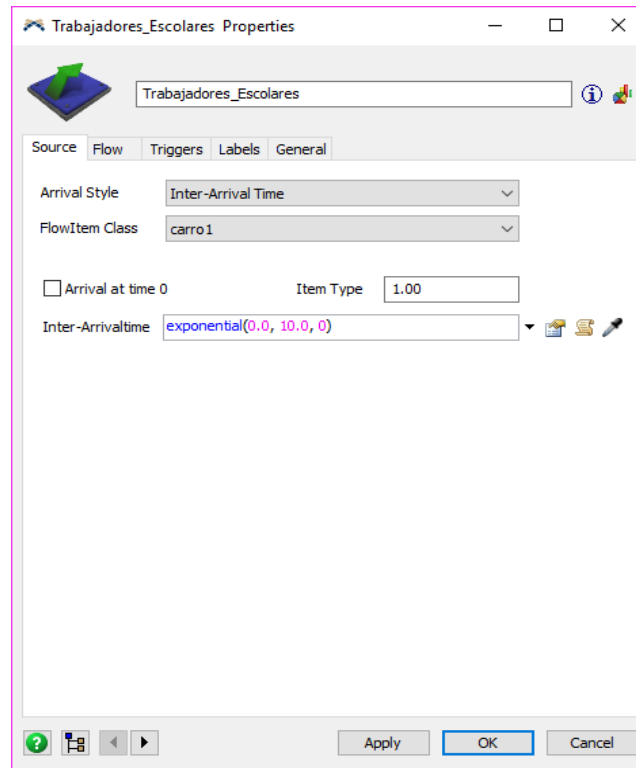


Figura 50. Configuración de las características del Source

Queue: Es un elemento utilizado para almacenar ítems, en este caso en particular se utilizó para que los diferentes source alimenten el queue, este almacena un auto a la vez y partiendo de este y según la elección del visitante puede elegir uno de los carriles que para nuestro caso son los conveyer (ver figura 51)

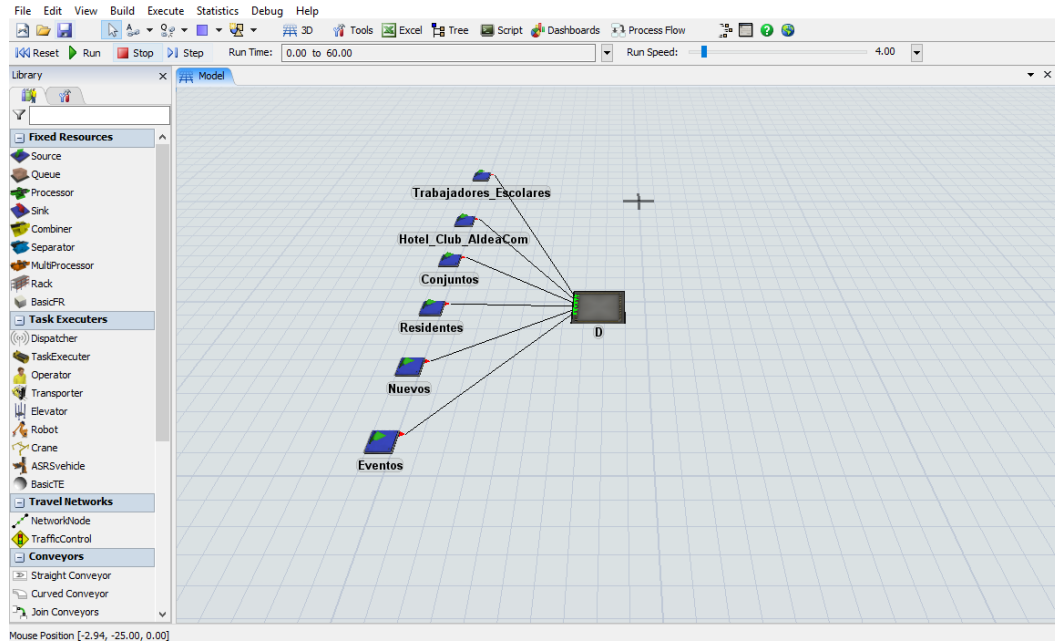


Figura 51. Flexsim y la implementación del Queue necesario.

En la figura 52 se muestra la configuración del Queue para garantizar que solo pase por él, un vehículo al tiempo.

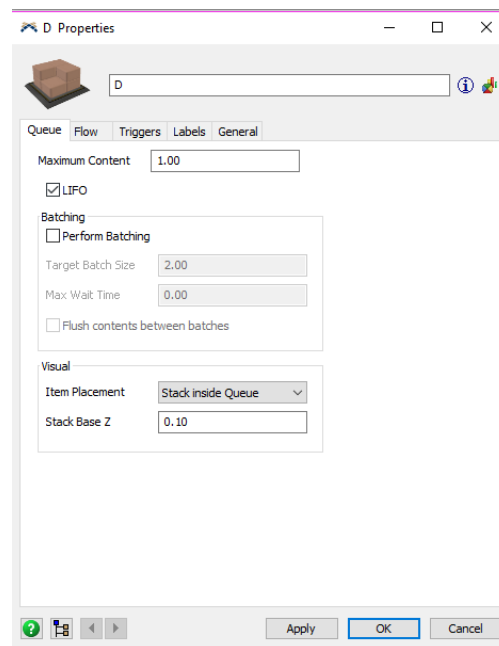


Figura 52. Configuración del Queue

Conveyor: un elemento del software utilizado comúnmente para la simulación de filas, elementos que deban esperar un turno para ser atendidos, en nuestro caso simula la carretera de la portera de Ruitoque.

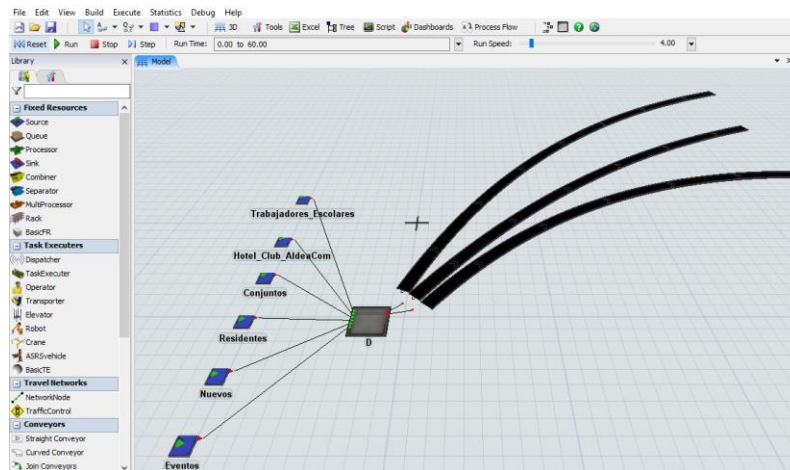


Figura 53. Flexsim y la implementación del conveyor

Processor: este elemento se utilizó para simular el proceso de servicio, en el cual el auto es atendido, así pues el sistema queda representado como se observa en la figura 54.

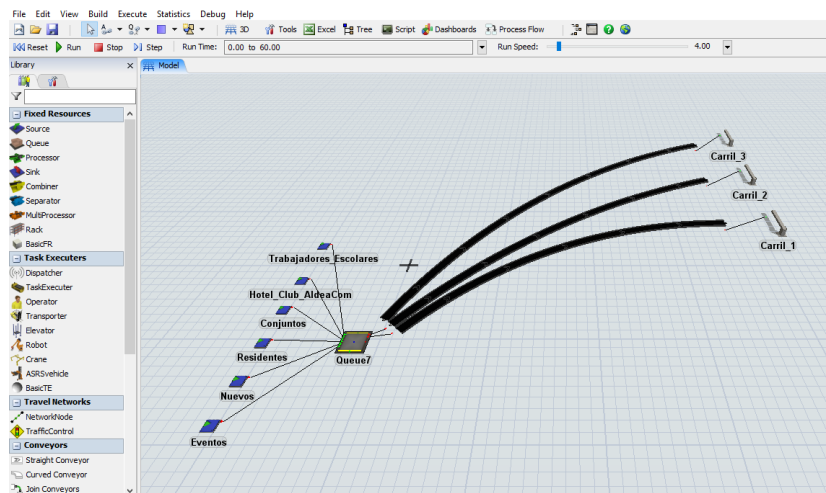


Figura 54. Flexim y la implementación de los processor

Se configura dentro del processor cada uno de los diferentes tipos de visitantes, asignandole a cada uno de ellos la distribucion de probabilidad indicada anteriormente, lo anterior con el fin de que el visitante de ese tipo llegue al processor, y este logre identificarlo y le aplique el tiempo correspondiente a este, se configuro tal y como se observa en la figura 55 y 56.

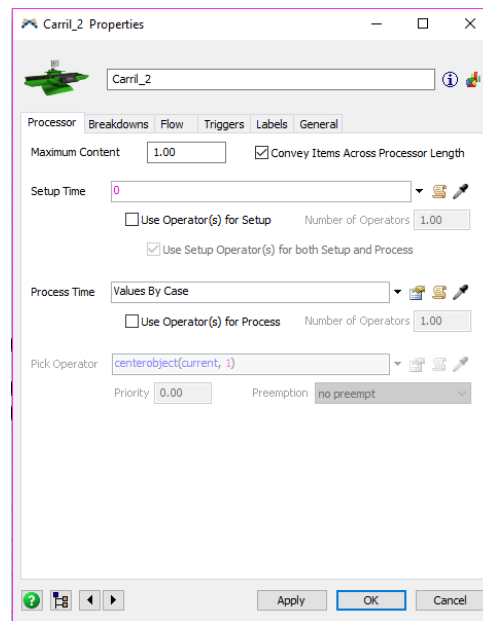


Figura 55. Configuración del processor

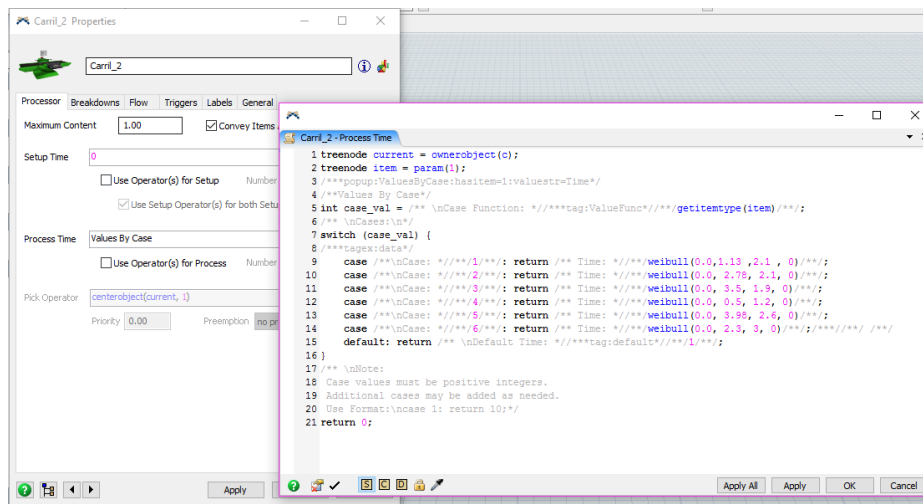


Figura 56. Configuración del processor

Sink: este elemento es utilizado para finalizar la simulación, en el cual todos los vehículos que pasan por cada uno de los elementos tienen como punto final el Sink, en el cual indica el fin del proceso.

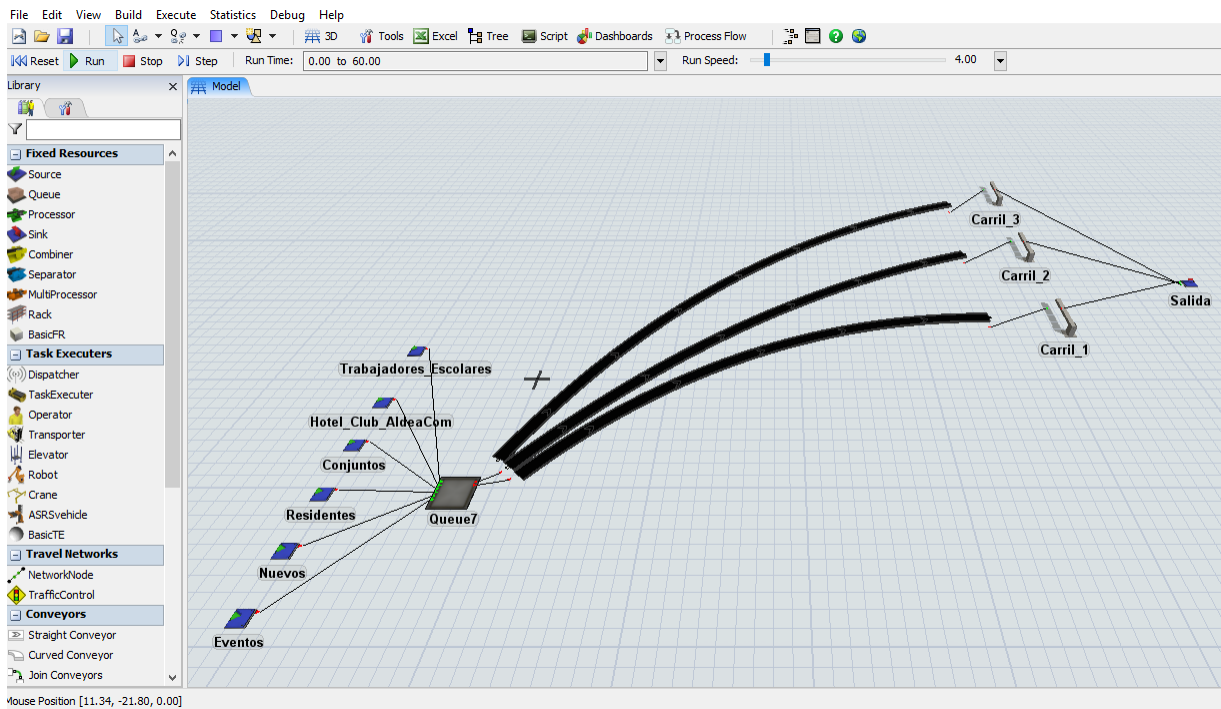


Figura 57. Flexim y la implementación del Sink

4.4.2 Simulación del sistema inicial. Utilizando el flujo de entrada y el tiempo promedio de servicio se diseñó un modelo de simulación, con el fin de representar gráficamente la entrada inicial correspondiente a los meses de septiembre y octubre del año 2016, recordando que la distribución de estos carriles se estableció de la siguiente manera, el carril 1 utilizado para motos, el carril 2 y 3 utilizado para cualquier tipo de visitante en automóvil (ver figura 58).

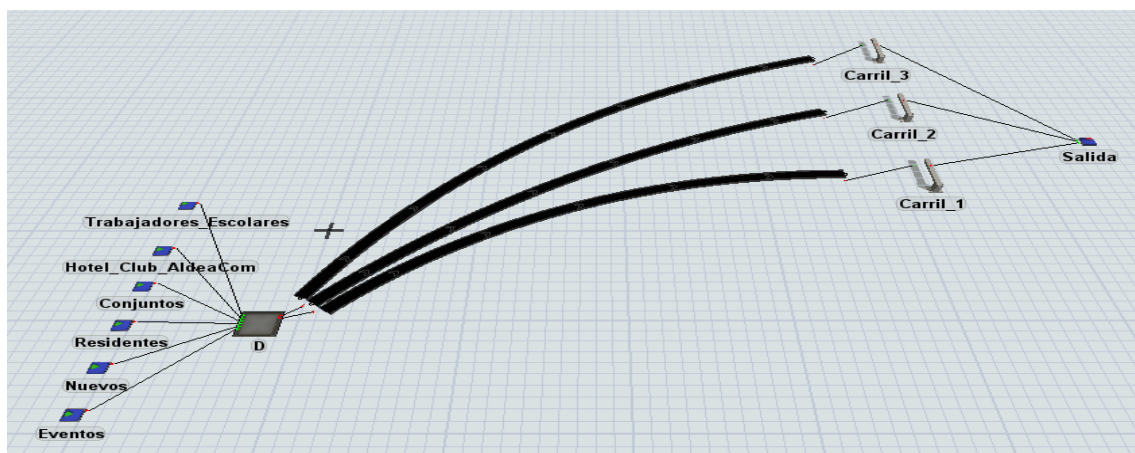


Figura 58. Simulación general del control de acceso.

Posterior a correr la simulación de los grupos determinados para los diferentes días, se obtuvo como resultado algunos datos importantes en cuanto al porcentaje de ocupación de los guardas de seguridad en los diferentes carriles, el tiempo máximo que un vehículo espera en la fila y el promedio de espera de los vehículos por cada carril, (estos datos están dados en minutos). La simulación se corrió para un tiempo de 60 minutos (ver tabla 19-20-21-22-23-24-25).

Tabla 19.

Resultados de simulación día lunes.

	Carril 2				Carril 3			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Promedio	% Ocupado	% Desocupado	Max	Promedio
Grupo 1	28,9%	71,1%	5,29	4,65	39,5%	60,5%	7,28	5,64
Grupo 2	17,2%	82,8%	4,47	4,20	44,5%	55,5%	9,93	6,35
Grupo 3	56,1%	43,9%	16,84	8,58	33,6%	66,4%	8,83	6,10

Tabla 20.

Resultados de simulación día martes.

	Carril 2				Carril 3			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Promedio	% Ocupado	% Desocupado	Max	Promedio
Grupo 1	23,9%	76,1%	8,19	6,05	17,6%	82,4%	5,27	5,27
Grupo 2	31,2%	68,8%	5,78	4,67	29,2%	70,8%	10,28	6,06
Grupo 3	26,8%	73,2%	7,94	5,04	25,9%	74,1%	9,85	5,84

Tabla 21.
Resultados de simulación día miércoles.

	Carril 2				Carril 3			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Promedio	% Ocupado	% Desocupado	Max	Promedio
Grupo 1	58,5%	41,5%	8,95	5,79	18,4%	81,6%	5,66	5,34
Grupo 2	50,1%	49,9%	10,0	6,01	44,4%	55,6%	9,74	6,14
Grupo 3	14,8%	85,2%	5,34	4,64	28,5%	71,5%	10,56	6,25

Tabla 22.
Resultados de simulación día jueves.

	Carril 2				Carril 3			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Promedio	% Ocupado	% Desocupado	Max	Promedio
Grupo 1	58,3%	41,7%	7,81	5,17	10,5%	89,5%	5,27	4,23
Grupo 2	29,4%	70,6%	6,74	4,95	41,1%	58,9%	6,63	5,42
Grupo 3	57,1%	42,9%	7,28	5,35	35,8%	64,2%	5,92	5,34
Grupo 4	14,3%	85,7%	7,08	4,99	38,8%	61,2%	8,37	5,71

Tabla 23.
Resultados de simulación día viernes.

	Carril 2				Carril 3			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Promedio	% Ocupado	% Desocupado	Max	Promedio
Grupo 1	65,6%	34,4%	10,20	7,63	13,9%	86,1%	6,85	5,97
Grupo 2	37,3%	62,7%	8,16	5,02	55,1%	44,9%	8,16	6,12
Grupo 3	49,8%	50,2%	7,57	4,57	17,2%	82,8%	5,27	5,27

Tabla 24
Resultados de simulación día sábado.

	Carril 2				Carril 3			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Promedio	% Ocupado	% Desocupado	Max	Promedio
Grupo 1	80,4%	19,6%	12,33	7,88	82,6%	17,4%	18,34	12,65
Grupo 2	82,4%	29,4%	18,75	7,29	80,8%	19,2%	15,97	10,02
Grupo 3	74,7%	25,3%	13,07	8,94	82,2%	17,8%	10,94	8,24

Tabla 25.
Resultados de simulación día domingo.

	Carril 2				Carril 3			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Promedio	% Ocupado	% Desocupado	Max	Promedio
Grupo 1	16,2%	83,8%	5,47	4,59	3,1%	96,9%	6,24	5,96
Grupo 2	47,2%	52,8%	6,67	4,93	46,7%	53,3%	8,15	5,90
Grupo 3	44,0%	56,0%	7,83	5,14	29,4%	70,6%	6,59	5,41
Grupo 4	51,7%	48,3%	7,25	4,77	51,2%	48,8%	9,67	6,46

Del análisis realizado con el proceso de simulación, se pudo determinar que los datos más críticos dentro del sistema de control de acceso a Ruitoque Condominio se presentan el día sábado. Las siguientes figuras tomadas al minuto 60 de la simulación, de los grupos establecidos para el día sábado, muestran la problemática del sistema (ver figura 59-60-61).

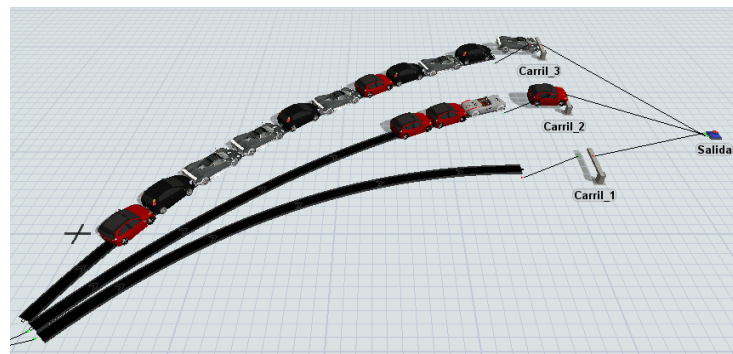


Figura 59. Sistema grupo 1- sábado.

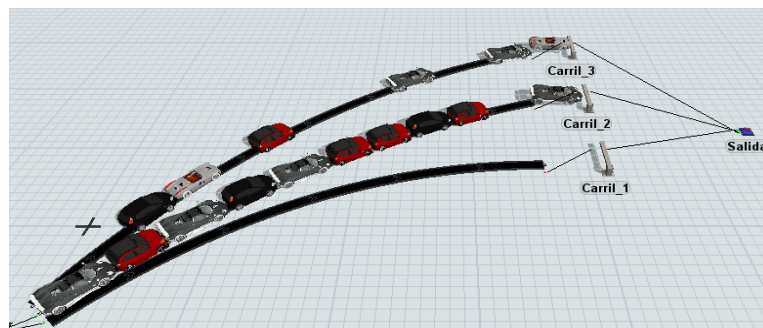


Figura 60. Sistema grupo 2- sábado

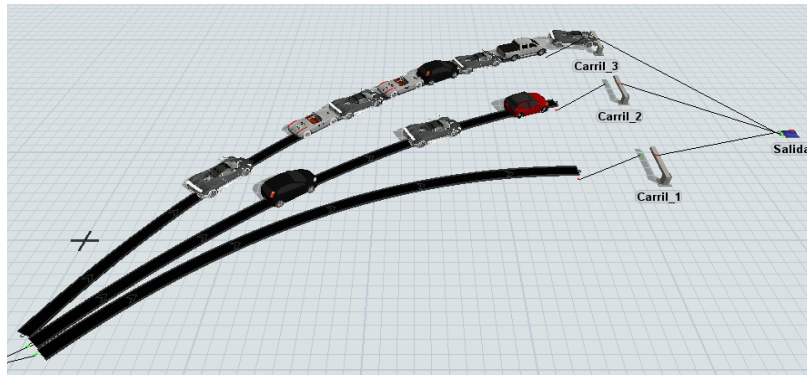


Figura 61. Sistema grupo 3- sábado

4.4.3. Simulación sistema actual. A partir del día 28 de octubre del 2016, Ruitoque Condominio toma la decisión de dividir los carriles de acuerdo al destino del mismo; con el fin de comparar el sistema inicial con este cambio realizado, se toma la decisión de recolectar datos durante el mes de noviembre de acuerdo a los nuevos cambios, con el fin de identificar como afecta a las filas. Posteriormente se realiza la simulación para este nuevo sistema partiendo únicamente del día sábado, lo anterior en consideración del mismo como el día en el cual se presenta mayor saturación del sistema de acceso.

Según las mediciones realizadas se estima que el tiempo de servicio para una moto es de 1:39,2. De manera que se establece el flujo de entrada de la siguiente manera (ver tabla 26):

Tabla 26.

Flujo de entrada de motos por hora.

		Flujo de Entrada (motos/hora)
Sábado	Grupo 1	19
	Grupo 2	14
	Grupo 3	20

La figura 62 muestra el modelo de simulación para el sistema actual, en el cual se incluye el carril de motos y las modificaciones de distribución para el acceso.

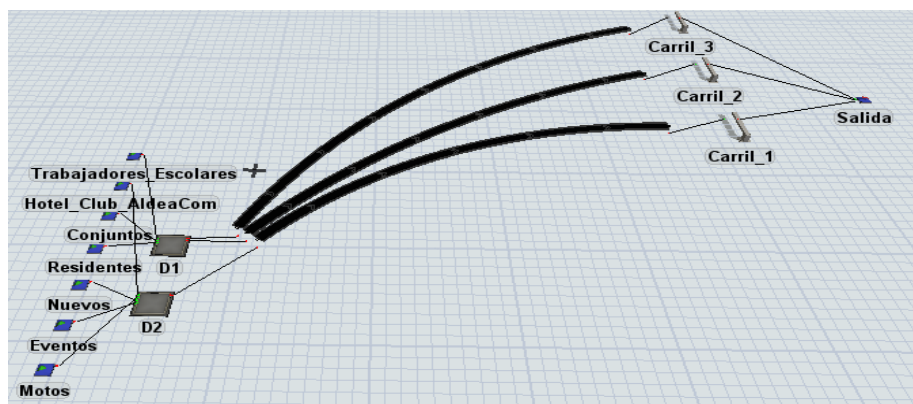


Figura 62. Modelo de simulación actual

Posterior a correr la simulación de los grupos determinados para el día sábado, se obtuvo como resultado algunos datos importantes en cuanto al porcentaje de ocupación de los guardas de seguridad en los diferentes carriles, el tiempo máximo que un vehículo espera en la fila y el promedio de espera de los vehículos por cada carril, (estos datos están dados en minutos). La simulación se corrió para un tiempo de 60 minutos (ver tabla 27).

Tabla 27.

Resultados de simulación modelo actual.

	Carril 1				Carril 2				Carril 3			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom
Grupo 1	85,3%	14,7%	15,46	12,73	54,5%	45,5%	10,98	6,27	37,4%	62,6%	7,95	5,68
Grupo 2	82,9%	17,1%	23,90	13,66	58,4%	41,6%	7,85	5,25	41,1%	58,9%	8,44	6,35
Grupo 3	86,8%	13,2%	22,24	12,65	32,7%	67,3%	6,59	4,80	29%	71%	7,29	5,54

Dentro del análisis del porcentaje de ocupación de los diferentes carriles, se puede observar que el carril 1 presenta sobresaturación, con un 85,3, 82,9%, 86,8% para los tres grupos, frente a

los demás carriles con un máximo de ocupación de 58,4% para el carril 2 y 41,4% para el carril 3. En la ilustración posterior se evidencia el comportamiento del sistema durante la simulación para los tres grupos del día sábado (ver figura 63).

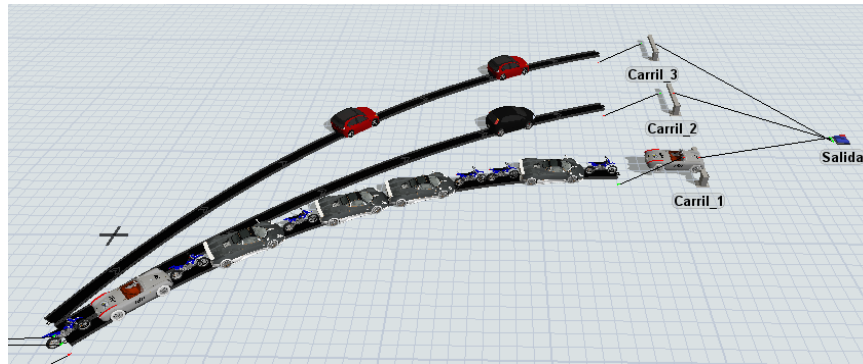


Figura 63. Modelo de simulación actual

Realizando una comparación de la entrada inicial con la entrada actual, se puede decir respecto a los carriles 2 y 3, que el tiempo promedio de espera en la fila disminuye considerablemente, esto debido a que el flujo de vehículos que ingresan este día corresponden en su mayoría a personal que se dirige al hotel punta diamante, no obstante, es de considerar que en este sistema se incluyen las motocicletas, cuyo tiempo promedio de servicio es de 1:39 minutos, pero su flujo de entrada es superior a 14 motos por hora dependiendo del grupo, lo que aumenta la saturación del sistema.

Desde el punto de vista de disminución en los tiempos de espera de las personas que se dirigen a los conjuntos de Ruitoque Condominio, la modificación reduce el porcentaje de ocupación de los guardas de seguridad en los carriles 2 y 3 como se muestra en la tabla 28, donde se plantea la diferencia existente entre el estado inicial y el estado actual para el día sábado, con el fin de reconocer la reducción en porcentaje y en tiempo para los diferentes grupos, en el cual se encontró una disminución de por lo menos el 20% de ocupación en los carriles 2 y 3.

Tabla 28.
Diferencia entre modelo inicial y actual.

	Carril 2			Carril 3		
	% Ocupado	Max	Prom	% Ocupado	Max	Prom
Grupo 1	24,90%	1,35	1,61	45,20%	10,39	6,97
Grupo 2	24,00%	10,9	2,04	39,70%	7,53	3,67
Grupo 3	42,00%	6,48	4,14	53,20%	3,65	2,27

No obstante si el visitante se dirige al hotel punta diamante, club vergel, aldea comercial, este cambio realizado aumenta el tiempo que debe esperar para poder realizar el ingreso, incluso en lapsos en los cuales los carriles 2 y 3 estén desocupados, dado estos no están destinados para su acceso.

5. Plan de mejoramiento

Se plantea una serie de propuestas orientadas a la reducción de los tiempos de espera identificados inicialmente, basados en el diagnóstico cualitativo y cuantitativo del funcionamiento del sistema de control de acceso a Ruitoque Condominio, así mismo también se plantearon propuestas en referencia a la vinculación de tecnologías en identificación, para disminuir los tiempos de espera de los usuarios del sistema.

5.1 Propuestas de mejora

5.1.1 Propuesta de mejora #1. Esta propuesta de mejora está orientada al análisis realizado de tiempo #1, y a las problemáticas definidas en el diagnóstico del mismo.

Se debe aclarar la función del guarda R1, es el encargado de controlar el carril de ingreso de los residentes, aquel disponible para resolver cualquier eventualidad que se presente en la portería de rosales.

Con base a los tres motivos por el cual el guarda de seguridad no solicita de inmediato los documentos de identidad al vehículo que se encuentra en posición de ser atendido, se propone para cada uno de los casos lo siguiente.

Todo visitante que se dirija a Ruitoque condominio, y su medio para acceder a las instalaciones sea por medio de la buseta milenium, debe ser registrado únicamente por el guarda destinado para esta tarea y en el lugar que le corresponde.

Los guardas de seguridad deben mantener un orden y una prioridad por su carril para la atención a los visitantes, es decir, el guarda tiene la libertad de ayudar al carril vecino si se encuentra con vehículos en fila, pero inmediatamente llegue un vehículo a su propio carril, éste debe solicitarle los documentos de identificación, con el fin de que los visitantes sean recibidos rápidamente, y no genere tiempos de retraso en la prestación del servicio.

Cuando el guarda de seguridad solicite ausentarse de su puesto de trabajo para dirigirse al baño, es responsabilidad del guarda R1 remplazarlo en sus funciones, mientras éste vuelve a reintegrarse a sus labores, con el fin de que en ningún lapso, los carriles se encuentren sin un guarda de seguridad.

5.1.1.1 Cuantificación de propuesta de mejora # 1: En el análisis de la tabla 11, se presenta el tiempo 1 promedio actual de 29,0 segundos sin aplicar las propuestas planteadas, ahora bien con la implementación de las mismas, se estima que no existirían demoras en la solicitud de documentos de identidad ni en la revisión de baúl de vehículos, lo que reduciría el tiempo al margen normal de 25,8 segundos, teniendo una disminución de aproximadamente 4 segundos para este proceso dentro del tiempo de servicio de cualquier visitante.

5.1.2 Propuesta de mejora #2. Se plantea la implementación de un pre-registro para situaciones de eventos, en donde la entidad encargada de la realización del mismo haga entrega de un documento digital que contenga los números de cédula, nombres completos de sus invitados, así como el lugar del evento, con el fin de que se designe un encargado para la alimentación de la base de datos del sistema de seguridad, de esta manera al ingresar los números de documento de los visitantes, se completaran los datos placa de vehículo y registro fotográfico en tiempo real, generando así un visto bueno establecido previamente (notificación de autorización en el sistema). Lo anterior no solo disminuiría los tiempos de validación de información o registros por primera vez, sino la eliminación del tiempo de verificación de listados físicos.

5.1.2.1 Cuantificación de propuestas # 2: La implementación del pre-registro en eventos, permite eliminar el tiempo de búsqueda en listados físicos para autorización, estimando una reducción de aproximadamente 30 segundos del tiempo de servicio estimado para esta etapa del proceso de control de acceso al condominio.

5.1.3 Propuestas de mejora #3. Dentro de las propuestas de mejora referente a este tiempo de autorización, y a las problemáticas evidenciadas durante las mediciones, se plantean diferentes alternativas las cuales son:

5.1.3.1 Pre-autorización del residente: se plantea la fomentación de una cultura de pre-autorización dentro de los residentes de Ruitoque condominio, orientada a buscar que el viviente que tenga conocimiento previo de las personas que durante un día específico vayan a ingresar al condominio a visitarlos, puedan informar al guarda de su conjunto, autorizando con anterioridad el ingreso de dichas personas; con el fin de que al presentarse el visitante en la portería principal, se realice el proceso de solicitud de autorización al conjunto, en el cual el guarda del destino pueda darle el aval de ingreso sin necesidad de tener que llamar al residente a solicitarlo; esta cultura se puede generar por medio de la implementación de capacitaciones a los residentes, donde se les explique y concientice de la importancia y los beneficios que traería hacer uso de esta medida.

5.1.3.2 Persona sin cédula: la propuesta para este tema consta de dos partes, la primera está dirigida en mayor parte al hotel punta diamante y los restaurantes, dado que la mayoría de personas que no portan este documento de identificación argumentan que el destino al cual se dirigen no les informó que debían traer este elemento,

Por lo anterior se plantea la implementación de una circular informativa por parte de los establecimientos comerciales referidos, dentro de la cual se establezca la importancia de portar el documento de identificación, con el fin de prevenir que las personas lleguen a la portería principal sin la misma.

En segunda instancia, cuando ya la persona se encuentra en la portería principal y no tiene la cédula, el guarda de seguridad que se encuentre realizando el proceso de registro lo realice de forma normal (registrando las demás personas dentro del vehículo), y ya cuando solo falte la persona sin el documento de identificación, se le permita el acceso a la bahía (parqueadero unos metros delante de la portería principal) y el guarda de seguridad R1 tome control del proceso y resuelva la situación, permitiendo que el guarda inicial pueda atender otro vehículo y el proceso continúe.

5.1.3.3 Confirmación del guarda de seguridad del destino: Cuando el guarda de seguridad de la portería principal ha solicitado la autorización de un visitante, y el guarda del destino realiza su autorización, este último al informar al primero sobre el acceso.

Este debe asegurarse de que la información haya llegado correctamente, en otras palabras confirmar que la autorización ha llegado a oídos del guarda que la solicitó.

5.1.3.4 Cuantificación de propuestas # 3: Al implementar la cultura de pre-autorización del residente, se reduce el tiempo estimado que el guarda de seguridad de la portería del conjunto invierte en establecer comunicación para la confirmación de autorización de un visitante.

De manera que el tiempo promedio disminuiría a 51,6 segundos. Así pues el tiempo de servicio para el control de acceso a conjuntos del condominio pasaría de ser de 3:32,2 minutos a 2:50,6 minutos.

5.1.4 Propuesta de mejora #4: Redistribución de carriles. Esta propuesta consiste en la distribución de los 3 carriles actuales para el acceso de visitantes sin discriminación de su lugar de destino, y el acceso de motos por la entrada Triunfo del condominio. La cual se revisará a profundidad con el proceso de simulación que se presentara en la subsección pertinente.

5.1.5 Propuesta de mejora # 5: Lector biométrico. Analizando los resultados de la simulación, la propuesta de la inclusión de un lector biométrico para el carril exclusivo de residentes. La cual se revisará a profundidad con el proceso de simulación que se presentara en la subsección pertinente.

5.1.6 Propuesta de mejora # 6: Cámara inalámbrica. Se plantea la modificación del proceso de toma de registro fotográfico por parte del personal de seguridad, implementando la herramienta de cámaras inalámbricas, que permitan la movilización del guarda hasta el vehículo y eviten el descenso del mismo por parte de los ocupantes.

Estas cámaras digitales son pequeñas y de uso manual, lo que permite su movilidad por parte del personal de seguridad, además que pueden capturar las imágenes y transmitirlos a la computadora bajo la cual se haya establecido la conexión inalámbrica.

5.1.6.1 Cuantificación de propuesta # 6: El tiempo de servicio de las personas nuevas corresponde a un 3:59,0 minutos, el cual se vería reducido a un estimado de 2:35,0 con la implementación de la propuesta de la cámara inalámbrica. La tabla 15 permite analizar los tiempos promedio de protocolos de verificación haciendo bajar al visitante del vehículo, así pues se estima que disminuye aproximadamente 1:24,0 minutos en promedio al usar la cámara.

Tabla 29.
Tiempo promedio por protocolos de verificación.

<i>Numero de cedula del vehículo</i>	<i>Tiempo promedio de Nuevo registro (bajando al visitante del vehículo)</i>	<i>Tiempo promedio de Nuevo registro (sin bajar al visitante del vehículo)</i>	<i>Tiempo promedio de registro normal (personas que ya han ingresado al condominio)</i>
1	01:45,5	01:06,9	00:23,1
2	02:30,2	01:34,2	00:33,7
3	02:55,0	01:54,4	00:48,0
4	03:39,1	02:41,5	00:46,9
5	05:11,6	03:06,2	00:52,4

5.1.7 Propuesta de mejora # 7: Cuarto carril. Se propone la construcción de un cuarto carril para el acceso de visitantes a Ruitoque Condominio, con fines de disminuir la saturación en el sistema actual. La cual se revisará a profundidad con el proceso de simulación que se presentara en la subsección pertinente.

5.2 Simulación de propuestas de mejora

5.2.1 Simulación de propuestas protocolares en el sistema actual. Para el proceso de simulación de las propuestas planteadas a nivel de protocolos se estableció una cuantificación en referencia a la reducción de tiempos de servicio de la siguiente manera:

- Propuesta 1 reduce en 4 segundos el tiempo de servicio de todos
- Propuesta 2 reduce en 30 segundos el tiempo de servicio de eventos
- Propuesta 3 reduce en 41 segundos el tiempo de servicio de los conjuntos

De conformidad con lo anterior se redujeron los tiempos promedio de servicios como se observa en la tabla 30.

Tabla 30.
Tiempo promedio de servicio.

Tiempo Promedio de Servicio	
	Minutos
Carnet-Escolares	01:03,6
Hotel-Club-Aldea Comercial Conjuntos	02:44,3
Residentes	00:26,1
Nuevos	03:55,0
Evento	01:42,4

La tabla 31, permite analizar los porcentajes de ocupación y los tiempos de espera en la fila para los diferentes grupos del estado actual del sistema, reduciendo los tiempos de servicio de acuerdo a las propuestas de mejora protocolar planteadas, así pues se evidencian datos similares al estado actual de la entrada de Ruitoque Condominio; los cambios son leves en cuanto a los tiempos de espera de la fila y el porcentaje de ocupación de los guardias de seguridad, donde se puede ver mayor diferencia es en grupo 3, en el cual los tiempos de la fila tanto máximo como promedio de los carriles 2 y 3 disminuyeron, junto con el porcentaje de ocupación.

Tabla 31.
Resultados de simulación sistema actual bajo propuestas de protocolo.

	Carril 1				Carril 2				Carril 3			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom
Grupo 1	85,3%	14,7%	15,53	9,41	53,7%	46,3%	8,67	5,28	31%	69%	5,89	5,38
Grupo 2	84,6%	15,4%	17,98	11,89	49,5%	50,5%	8,72	5,41	24,1%	75,9%	5,57	5,27
Grupo 3	86,9%	13,1%	22,57	13,39	15,4%	84,6%	4,47	4,47	29,5%	70,5%	5,27	5,27

5.2.2 Simulación de propuesta #4: Redistribución de carriles. Esta propuesta consiste en la distribución de los 3 carriles actuales para el acceso de visitantes sin discriminación de su lugar de destino, y el acceso de motos por la entrada Triunfo del condominio, dentro de cuya simulación se encontró que para el carril 1 el porcentaje de ocupación del guarda de seguridad disminuyó, estableciéndose una distribución apropiada de la carga laboral para los tres carriles. Con respecto a los tiempos de espera promedio en las filas, se identificó que para el carril 1 existe una notable disminución, pero que para los carriles 2 y 3 el tiempo promedio de espera en la fila aumento (ver tabla 32 y figura 64).

Tabla 32.

Resultados de simulación de redistribución de carriles.

	Carril 1				Carril 2				Carril 3			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom
Grupo 1	46,7%	53,3%	5,70	4,11	54,1%	45,9%	6,49	4,69	72,4%	27,6%	11,56	7,03
Grupo 2	48,4%	51,6%	6,34	4,78	68,8%	31,2%	7,65	5,23	65,5%	34,5%	10,67	7,38
Grupo 3	46,7%	53,3%	11,07	4,95	52,6%	47,4%	8,02	5,0	38,6%	61,4%	9,93	6,13

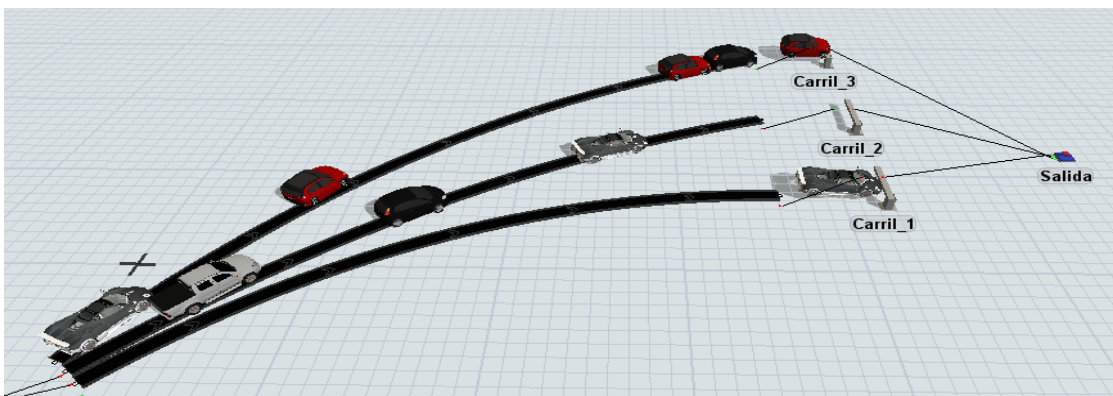


Figura 64. Modelo de redistribución de carriles

5.2.3 Simulación de propuesta # 5: Lector biométrico. Analizando los resultados de la simulación, la propuesta de la inclusión de un lector biométrico para el carril exclusivo de residentes, se evidencia que es relevante para el grupo 2 con una disminución del 2,3% en la ocupación del guarda de seguridad de los carriles visitantes, (ver tabla 33y figura 65).

Tabla 33.
Resultados simulación de lector biométrico.

	Carril 1				Carril 2				Carril 3			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom
Grupo 1	86,5%	13,5%	15,30	9,29	63,8%	36,2%	6,41	4,99	37,1%	62,9%	6,95	5,55
Grupo 2	85,8%	14,2%	20,84	11,98	39,1%	60,9%	5,33	4,54	40%	60%	8,10	5,54
Grupo 3	88,0%	12,0%	25,67	15,12	25,3%	74,7%	15,93	4,68	12,1%	87,9%	5,48	5,29

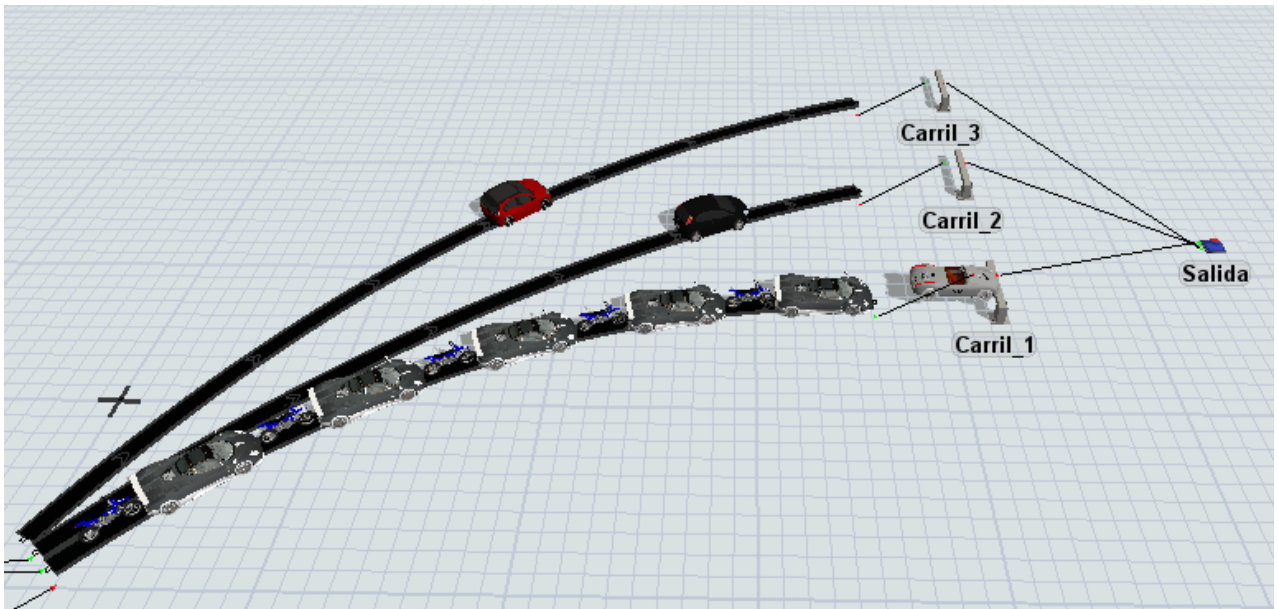


Figura 65. Modelo de lector biométrico

5.2.4 Simulación de propuesta # 6: Cámara inalámbrica. En el análisis de la implementación de las cámaras inalámbricas para toma de registro fotográfico, se realiza la comparación entre el sistema actual (tabla 28) y la tabla 34, donde se encuentra que el tiempo promedio de espera en la fila tiene una disminución aproximada de 1,3 minutos en el carril 1, dado que las personas que ingresan por primera vez en su mayoría lo hacen cuando se dirigen para hotel punta diamante o algún evento dentro Condominio (ver figura 66).

Tabla 34.

Resultados simulación cámara inalámbrica.

	Carril 1				Carril 2				Carril 3			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom
Grupo 1	85,2%	14,8%	12,72	8,58	48,8%	51,2%	6,92	4,74	38,4%	61,6%	7,53	5,53
Grupo 2	85,0%	15,0%	18,23	11,38	50,8%	49,2%	8,33	5,45	28,5%	71,5%	7,87	5,33
Grupo 3	86,7%	13,3%	16,64	10,85	26,1%	73,9%	5,55	4,56	16,8%	83,2%	6,03	5,27

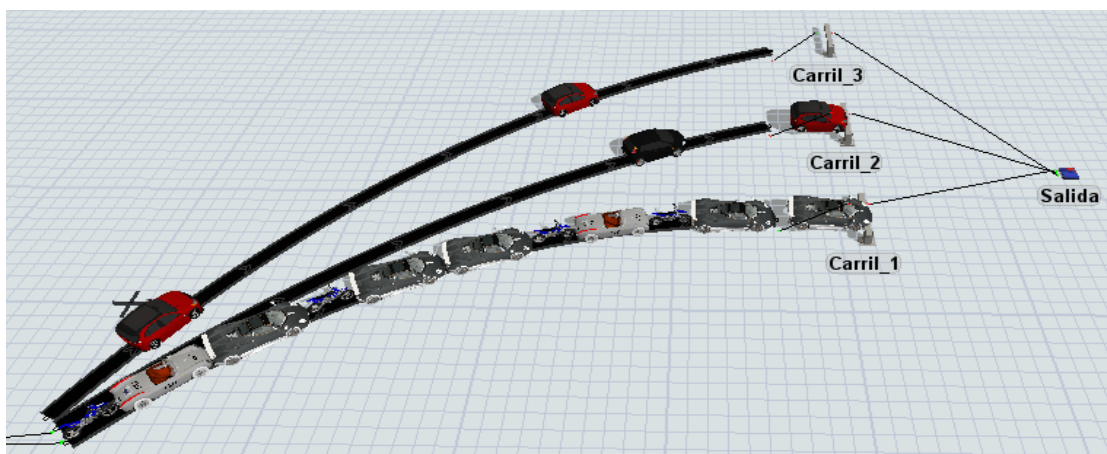


Figura 66. Modelo cámara inalámbrica

5.2.5 Simulación de propuesta # 7: Construcción de cuarto carril visitantes. Con la inclusión de un nuevo carril a Ruitoque Condominio se concluye que el tiempo promedio en la fila disminuye en 2,2 minutos la espera, permitiendo que a cualquier hora del día sábado un vehículo en promedio deba esperar alrededor de 5,11 minutos en la fila (ver tablas 35-36 y figura 67).

Tabla 35.

Resultados simulación cuarto carril de visitantes (carril 1-2).

	Carril 4 Nuevo				Carril 1			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom
Grupo 1	23,1%	76,9%	4,16	3,50	33,8%	66,2%	6,32	4,55
Grupo 2	45,7%	54,3%	5,13	3,87	32,5%	67,5%	4,98	3,98
Grupo 3	33,9%	66,1%	5,25	3,83	46,8%	53,2%	6,01	4,35

Tabla 36.

Resultados simulación cuarto carril de visitantes (carril 3-4).

	Carril 2				Carril 3			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom
Grupo 1	66,1%	33,9%	14,67	7,88	27,2%	72,8%	8,23	5,70
Grupo 2	34,7%	65,3%	5,24	4,54	56,6%	43,4%	11,52	7,42
Grupo 3	60,5%	39,5%	8,63	5,01	39,2%	60,8%	10,39	6,71

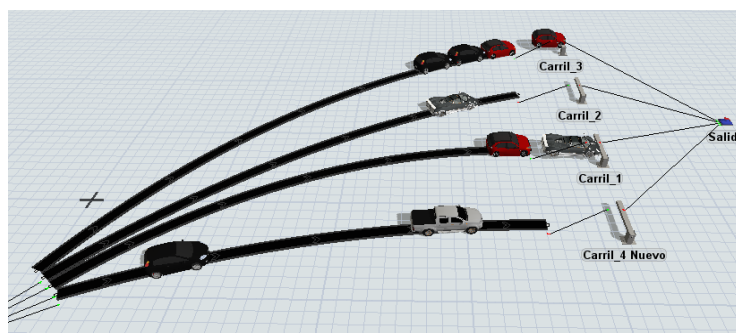


Figura 67. Modelo cuarto carril de visitantes

5.2.6 Simulación conjunta de propuestas 4-5-6. El porcentaje de ocupación se distribuye de forma similar para los tres carriles y el tiempo promedio de espera en la fila disminuiría alrededor de 2 minutos, lo que significa que el sistema tendría mayor capacidad para atender vehículos más rápido, y las personas tendrían que esperar menos tiempo en la fila (ver tabla 37 y figura 68).

Tabla 37.

Resultados simulación conjunta propuestas 4-5-6.

	Carril 1				Carril 2				Carril 3			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom
Grupo 1	70,9%	29,1%	9,81	5,90	37,7%	32,3%	5,96	4,89	53,6%	46,4%	8,37	6,46
Grupo 2	69,2%	30,8%	7,55	4,90	33,6%	66,4%	6,56	4,68	61,9%	38,1%	9,02	6,32
Grupo 3	61,6%	38,4%	6,80	4,88	40,1%	59,9%	4,97	4,50	40,3%	59,7%	5,86	5,33

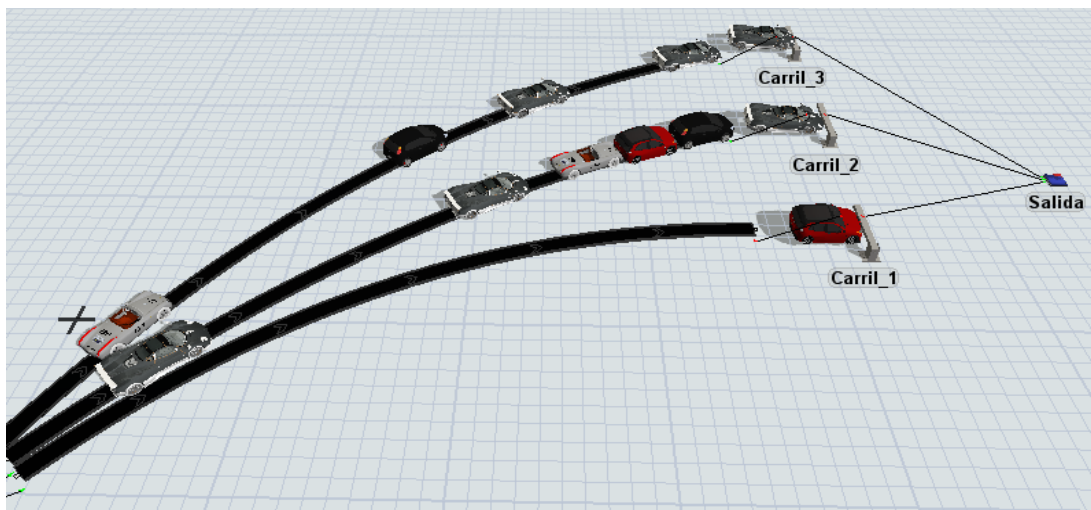


Figura 68. Modelo conjunto propuestas 4-5-6

5.2.7 Simulación conjunta de propuestas 5-6-7. El porcentaje de ocupación disminuyó un 14,52% en promedio en los carriles, el tiempo promedio de espera en la fila disminuyó aproximadamente 2,59 minutos, respecto al estado del sistema actual, por lo que tendríamos aproximadamente un tiempo de espera promedio igual a 4,71 minutos en la fila (ver tablas 38-39 y figura 69).

Tabla 38.

Resultados simulación conjunta propuestas 5-6-7 (carril 1-2).

	Carril 4 Nuevo				Carril 1			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom
Grupo 1	58,3%	41,7%	5,87	3,87	43,9%	56,1%	6,54	4,45
Grupo 2	54,9%	45,1%	6,70	3,88	26,9%	73,1%	6,39	4,45
Grupo 3	42,4%	57,6%	7,85	3,92	29,4%	70,6%	5,74	4,35

Tabla 39.

Resultados simulación conjunta propuestas 5-6-7 (carril 3-4).

	Carril 2				Carril 3			
	Entrada		Fila		Entrada		Fila	
	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom	% Ocupado	% Desocupado	Max	Prom
Grupo 1	19,9%	80,1%	5,43	4,47	44,5%	55,5%	8,08	6,04
Grupo 2	24,1 %	75,9%	6,03	4,80	48,1%	51,9%	9,64	6,26
Grupo 3	25,7%	74,3%	6,53	4,73	31,7%	68,3%	5,80	5,35

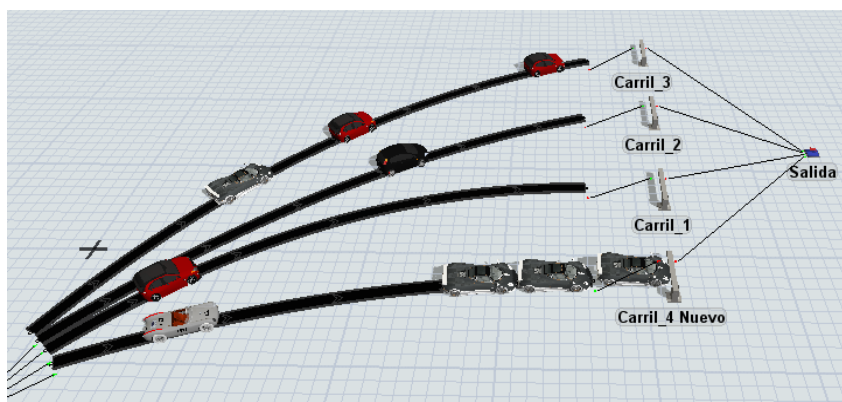


Figura 69. Modelo conjunto propuestas 5-6-7.

5.3 Análisis costo vs beneficio

A continuación presentara una tabla de análisis costo-beneficios para la implementación de todas las propuestas de mejora planteadas, así mismo la revisión de costos tanto financieros como de otro tipo que Ruitoque Condominio tendría que asumir para la implementación de las mismas, ver tabla 39. Lo anterior con el fin de que la entidad de seguridad Fortox Security Group, pueda presentar las mismas soportadas en el análisis realizado y pueda facilitar la toma de decisiones frente a los protocolos y políticas de control de acceso del condominio.

Tabla 40.

Costo vs beneficio propuestas de mejora.

Propuestas	Costo	Beneficio
propuesta # 1	Ninguno	Disminuir los tiempos de servicio en aproximadamente 4 segundos.
propuesta # 2	Ninguno	Disminución de tiempos de validación de información o registros por primera vez, en aproximadamente 30 segundos por cédula. Eliminación de verificación de los listados físicos de los eventos que se desarrollan en Ruitoque Condominio.

Continuación Tabla 40

Propuestas	Costo	Beneficio
propuesta # 3	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación y concientización a los residentes de Ruitoque condominio para autorizar previamente aquellas visitas que ingresaran a Ruitoque condominio. • Circular informativa a los visitantes de del hotel punta diamante en el cual deben saber que el porte de la cédula es obligatorio. • Mejorar la cultura organizacional al momento de que los guardas comuniquen asertivamente la información pedida 	Reducción del tiempo de verificación en aproximadamente 51 segundos.
propuesta # 4	Ninguno	La redistribución de los 3 carriles tiene como beneficio una disminución de los tiempos de espera, además el enviar las motocicletas por la entrada de triunfo descongestiona la entrada principal.
Propuesta # 5	Los lectores de huellas en el mercado actual tienen un precio aproximado de 1.000.000 de pesos por cada lector, se necesitarían 3, para los dos carriles de salida, y el carril de entrada de los residentes.	Los residentes no tendrían excusa para no ingresar por el carril de uso único para ellos, además el nivel de seguridad aumentaría ya que garantiza que es el residente el que está ingresando al condominio, diferente con las tarjetas que podría existir alguna falla en la seguridad.
Propuesta # 6	En el mercado actual tiene un valor entre 200.000 y 300.000 mil pesos, las cámaras necesarias serían 3.	Reducción en el tiempo de servicio para los visitantes por primera vez al condominio, además de no hacer pasar por incomodar a los visitantes al hacerlos bajar del automóvil.
Propuesta #7	No se cuantifica la construcción de un carril dado las dimensiones y lo que implica adecuar la entrada principal para un 4 carril, disminución del porcentaje de ocupación de los guardas de los demás carriles, y más aún cuando se observa la ocupación de los guardas los demás días de la semana, sería poco útil la construcción del mismo, ya que este cuarto carril soluciona los problemas del día sábado, pero, mantener este carril funcionando los demás días de la semana sería infructífero.	Se disminuiría notablemente los tiempos de espera.

6. Conclusiones

En referencia al estado inicial del sistema, se pudo determinar el comportamiento aproximado de los diferentes tipos de visitantes a Ruitoque Condominio; la distribución inicial generaba que las dos filas de los carriles se colapsaran, teniendo como tiempo promedio de espera en la fila 9,17

minutos, destacando que en promedio la persona que más esperó, correspondió a un tiempo de 14,9 minutos en una simulación de 60 minutos, estos valores son tomados del día sábado, el cual se identificó como el día donde el sistema se sobrecarga.

En el estado actual del sistema de acceso a Ruitoque Condominio, se plantearon dos puntos de vista, inicialmente si el objetivo es reducir el tiempo de espera para las personas que visitan los conjuntos, con el cambio de estado inicial al actual, se ha logrado, lo anterior en consideración del nuevo tiempo promedio de espera en la fila el cual es de 5,18 minutos; por otra parte se encuentran las personas que se dirigen para el Hotel Punta Diamante, Club Vergel, Hoyo 19, Aldea Comercial, para ellos el tiempo de espera en la fila aumento a más de 11, 56 minutos.

Se plantearon una serie de propuestas a nivel de protocolos en la portería principal, la cuales tienen como fin resolver problemas particulares como lo son: el caso de las personas que no traen cedula, evitar que casos puntuales alteren el correcto funcionamiento de la entrada principal; ahora bien, las propuestas de mejora 1, 2 y 3, son cuantificables, y la reducción de tiempo al aplicarlas está estimado de la siguiente manera, la propuesta numero 1 reduce 4 segundos en todos los tiempos de servicio, la propuesta 2 reduce un estimado de 30 segundos el tiempo de servicio para eventos, y la propuesta 3 reduce un estimado de 41 segundos el tiempo de servicio para conjuntos.

Luego de plantear las mejoras 4, 5,6 y 7 se realizó un proceso de simulación en el software Flexsim, analizando cada una de ellas por separado, para concluir el impacto que traerían al sistema actual del día sábado; así pues la propuesta 4 y 7 causan un cambio significativo en el sistema de acceso a Ruitoque condominio, dado que el tiempo promedio de espera en la fila para la propuesta 4 es de 6,47 minutos, y para la propuesta 7 es de 5,11 minutos.

Se planteó una simulación aplicando las propuestas 4, 5,6 para este caso el tiempo de espera promedio en la fila disminuyó a 5,31 minutos.

Se planteó una simulación aplicando las propuestas 5,6,7 para este caso el tiempo de espera promedio en la fila disminuyó a 4,71 minutos

Dependiendo de los objetivos finales de reducción de las filas, se podrían aplicar la combinación de las propuestas 4, 5,6 o 5,6,7, no obstante la propuesta que disminuiría considerablemente el tiempo de espera promedio en la fila sería la propuesta 4, 5,6, dado que esta no implicaría la construcción de un nuevo carril en la portería principal; por otra parte y en consideración del crecimiento demográfico de Ruitoque Condominio, a un largo plazo sería conveniente considerar la posibilidad de dicha construcción, siendo importante destacar que el funcionamiento del 4 carril sería recomendable para los días sábados únicamente dado que para los demás días de la semana, no sería necesario tener activo este carril.

Referencia Bibliografía.

- Blandon, O., Giraldo, J., & Henao, U. (2013). Teoría de colas aplicada a la empresa de transportes APIA. Trabajo de Grado Especialización en Alta Gerencia. *Universidad Libre Seccional de Pereira*, 73 P.
- Cruelles, J. (2013). *Ingeniería Industrial: Métodos de trabajo, tiempos y su aplicación a la planificación y a la mejora continua* (Primera ed.). Mexico D.F: Alfaomega grupo editor S.A.
- Fillaos, F. (2011). Teoría de cola aplicadas en los ascensores del edificio "EL FORUM". Trabajo de Grado Ingeniería de sistemas computacionales. *Universidad de Guayaquil*, 58 P.
- Garavito, E. (s.f). Elementos básicos de un sistema con espera. En E. Garavito, *Introducción a los sistemas de espera* (págs. 17-30). Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- García, D., Nieto, D., & Osorio, K. (2012). Logística en servicio de bancos. Trabajo de Grado Administración de Negocios Internacionales. *Universidad Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario*, 104 P.
- Gomez, F. (2008). Aplicación de teoría de colas en una entidad financiera: herramientas para el mejoramiento de los procesos de atención al cliente. *Revista Universida EAFIT*, 44(150), 51-63.
- Guasch, A., Piera, M., Casanovas, J., & Figueras, J. (2005). *Modelado y simulación: aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios* (Primera ed.). Mexico D.F.: Alfaomega Grupo Editor S.A.

Hillier, F., & Lieberman, G. (2006). *Introducción a la investigación de operaciones* (Octava ed.). Mexico: Mc Graw Hill.

Rosazza, C., & Rosazza, S. (2014). Modelo de línea de espera y optimización del servicio de despacho de combustible en la empresa consorcio terminales GMP OPLTANKING-SUPE PUERTO. Trabajo de grado Ingeniería Industrial. *Universidad Nacional Jose Faustino Sanchez*, 175 P