



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

FACULTAD DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD Y COMPUTACIÓN

**“SISTEMA DE RECOLECCIÓN, VISUALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE
INDICADORES PARA LA GESTIÓN DE ESTACIONAMIENTOS
VEHICULARES”**

INFORME DE MATERIA DE GRADUACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERO EN COMPUTACIÓN ESPECIALIZACIÓN EN
SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

**INGENIERO EN CIENCIAS COMPUTACIONALES
ESPECIALIZACIÓN EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN**

Presentada por:

Gabriel Andrés Bermúdez Quintana

Ronald Adolfo Mateo Vélez

Guayaquil – Ecuador

AÑO: 2011

AGRADECIMIENTO

Gabriel Andrés Bermúdez Quintana:

Agradezco a mis padres por el apoyo que me han brindado y por las lecciones de vida que me han dejado.

A mis hermanas y mis abuelos por toda la ayuda brindada, estaré eternamente agradecido por su cariño y confianza.

Al Dr. Boris Vintimilla por su paciencia, colaboración y dedicación en la dirección de esta informe de materia de graduación. Agradezco las personas que estuvieron conmigo durante los momentos importantes de mi vida.

Ronald Adolfo Mateo Vélez:

Agradezco primero a Dios por ser mi guía, apoyo y fortaleza, y a todas las personas que me rodean y que fueron y son parte importante en mi vida.

A mis Padres por darme el mejor regalo de la educación, a mis hermanos por su ejemplo, a mis amigos por su apoyo y a mis maestros por su dedicación y amor por compartir su conocimiento.

DEDICATORIA

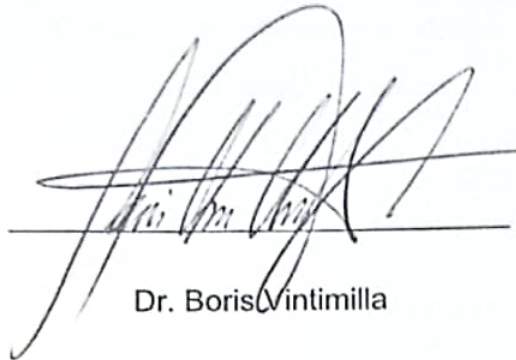
Dedicado a Dios, mi familia y amigos

Ronald Mateo

Dedicado a mis hijas por ser el motor de mi vida

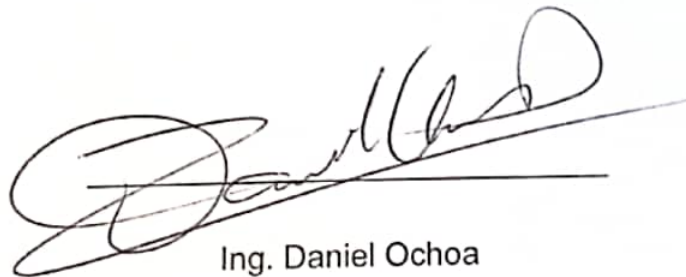
Gabriel Bermúdez

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dr. Boris Vintimilla', written over a horizontal line.

Dr. Boris Vintimilla

PROFESOR DE LA MATERIA DE GRADUACIÓN

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Ing. Daniel Ochoa', written over a horizontal line.

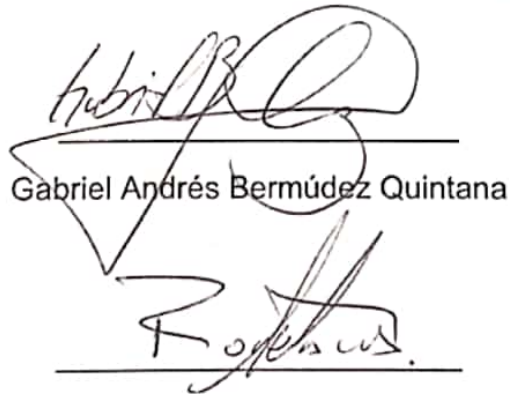
Ing. Daniel Ochoa

DELEGADO DEL DECANO

DECLARACIÓN EXPRESA

"La responsabilidad del contenido de este Informe de Graduación, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL".

(REGLAMENTO DE GRADUACIÓN DE LA ESPOL)



Gabriel Andrés Bermúdez Quintana



Ronald Adolfo Mateo Vélez

RESUMEN

En una empresa los indicadores de gestión permiten al administrador determinar el estado del funcionamiento de la organización gestionada, ya que apoyan en la medición continua. El control constante apuntala al buen funcionamiento y ayuda a detectar áreas donde es necesario realizar mejoras, actualizaciones o cambios.

El presente informe de materia de graduación tiene como objetivo desarrollar un “Sistema para analizar el comportamiento de estacionamientos vehiculares a partir de datos e indicadores que han sido recolectados a lo largo del tiempo”. Este sistema de análisis debe ayudar en la administración de un estacionamiento proporcionando información acerca de indicadores de gestión, como el uso de parqueos, flujo vehicular y otro tipo de información pertinente al estacionamiento. El sistema mostrará esta información usando gráficos dinámicos que permitirán comprender de una manera simple el estado de uno o varios estacionamientos, además de permitir realizar comparaciones y revisar tendencias sobre el uso de los estacionamientos. Por último, la información procesada apoyará en la construcción de modelos matemáticos que proporcionarán una estimación de los valores futuros de los indicadores del estacionamiento y por lo tanto evaluar las expectativas a futuro del estacionamiento.

El proyecto se ha dividido en 3 módulos:

El primer módulo es el *módulo administrativo*. Este módulo será el encargado de la creación, actualización y borrado de elementos como estacionamientos, usuarios u otros;

El segundo módulo es el *módulo de recolección de información*. Este módulo se encargará de obtener la información de fecha y hora del ingreso o egreso de un vehículo, el número de placa del vehículo y otros datos similares, cabe destacar que esta información será generada desde un sistema de reconocimiento de placa;

Y por último el *módulo de visualización de indicadores* que mediante gráficos dinámicos permitirá conocer el estado de los estacionamientos en un determinado momento y también permitirá realizar comparaciones entre periodos de tiempo al graficar los valores de los indicadores de gestión.

Con el propósito de simular y predecir el comportamiento futuro de los estacionamientos a partir de los datos que han sido recolectados, un proceso de análisis de información también es incluido en este proyecto. Este proceso nos permite distinguir cual es la posible situación a futuro del desempeño del estacionamiento al realizar una estimación utilizando un modelo matemático para producir las evaluaciones antes mencionadas.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN	1
1.1 RESUMEN	1
1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	1
1.3 OBJETIVOS	4
1.3.1 OBJETIVOS GENERALES	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	5
1.4 JUSTIFICACIÓN	6
1.5 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO.....	9
ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS.....	11
2.1 RESUMEN	11
2.2 INTRODUCCIÓN.....	12
2.3 TECNOLOGÍAS DE VISUALIZACIÓN DE GRÁFICOS WEB..	13
2.3.1 OPEN FLASH CHART 2	13
2.3.2 AMCHARTS.....	14
2.3.3 GOOGLE VISUALIZATION API	16
2.3.4 SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE VISUALIZACIÓN DE GRÁFICOS WEB.....	17
2.4 TÉCNICAS DE MODELAMIENTO	19
2.4.1 ARIMA	21
2.4.2 SUAVIZADO EXPONENCIAL	26
2.4.3 FILTROS DE KALMAN	32
2.4.4 SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE MODELAMIENTO	35
SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y VISUALIZACIÓN DE INDICADORES ...	37
3.1 RESUMEN	37
3.2 INTRODUCCIÓN.....	38
3.3 MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN DE DATOS CONFIGURABLES	39

3.4	MÓDULO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	43
3.4.1	GENERACIÓN Y CARGA DE DATOS SIMULADOS	47
3.5	MÓDULO DE VISUALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE INDICADORES	50
3.5.1	DESCRIPCIÓN DE INDICADORES.....	50
3.5.1.1	PORCENTAJE DE USO DE PARQUEO.....	50
3.5.1.2	FLUJO DE ENTRADA Y SALIDA DE VEHÍCULOS	51
3.5.1.3	TIEMPO PROMEDIO DEL USO DEL PARQUEO	51
3.5.1.4	PORCENTAJE DE PLACAS NO RECONOCIDAS Y PORCENTAJE DE PLACAS NO EXISTENTES	52
3.5.1.5	PORCENTAJE DE USUARIOS NUEVOS.....	52
3.5.1.6	MOVIMIENTOS ÚNICOS POR USUARIOS..	53
3.5.1.7	FLUJO DE VEHÍCULOS DE UN PARQUEO A OTRO	53
3.5.1.8	SEGUIMIENTO DE VEHÍCULOS.....	54
3.5.2	VISUALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE GRÁFICOS	54
3.5.2.1	VISUALIZACIÓN DE INDICADORES	54
3.5.2.2	PORCENTAJE DE USO DE PARQUEO.....	56
3.5.2.3	FLUJO DE ENTRADA Y SALIDA DE VEHÍCULOS	58
3.5.2.4	TIEMPO PROMEDIO DEL USO DEL PARQUEO	60
3.5.2.5	PORCENTAJE DE PLACAS NO DETECTADAS Y NO RECONOCIDAS.....	62
3.5.2.6	PORCENTAJE DE USUARIOS NUEVOS.....	63
3.5.2.7	MOVIMIENTOS ÚNICOS POR USUARIO	65
3.5.2.8	FLUJO DE VEHÍCULOS DE UN PARQUEO A OTRO	66
3.5.2.9	SEGUIMIENTO DE VEHÍCULOS.....	68
3.5.3	ANÁLISIS DE DATOS GENERADOS	69

GENERACIÓN Y ANALISIS DE MODELOS MATEMATICOS PREDICTIVOS	74
4.1 GENERACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS	74
4.1.1 MODELAMIENTO DEL PORCENTAJE DE USO	76
4.1.2 MODELAMIENTO DEL FLUJO DE ENTRADA Y SALIDA ...	79
4.1.3 MODELAMIENTO DEL TIEMPO PROMEDIO DE USO DEL PARQUEO	83
4.1.4 MODELAMIENTO DE PORCENTAJE DE PLACAS NO RECONOCIDAS Y NO EXISTENTES	86
4.1.5 MODELAMIENTO DEL PORCENTAJE DE USUARIOS NUEVOS	89
4.1.6 MODELAMIENTO DE MOVIMIENTOS UNICOS POR USUARIOS.....	91
4.1.7 FLUJO DE VEHÍCULOS DE UN PARQUEO A OTRO	94
4.2 ANÁLISIS DE RESULTADO DE MODELOS MATEMÁTICOS	96
CONCLUSIONES	99
RECOMENDACIONES.....	104
ANEXO A: MANUAL DE USO SPSS.....	107
ANEXO B: MANUAL DE INSTALACIÓN	120
ANEXO C: MANUAL DE USUARIO.....	125
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	144

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1	Ciclo recursivo del filtro de Kalman.....	34
FIGURA 3.1	Representación gráfica del diseño de base de datos.....	42
FIGURA 3.2	Estructura de la base de datos.....	46
FIGURA 3.3	Ingresar usuario y contraseña.....	55
FIGURA 3.4	Página principal del sistema.....	55
FIGURA 3.5	Porcentaje de uso de parqueo	57
FIGURA 3.6	Flujo de entrada y salida de Vehículos.....	59
FIGURA 3.7	Tiempo promedio de uso de parqueo	60
FIGURA 3.8	Porcentaje de placas no reconocidas y no existentes.....	62
FIGURA 3.9	Porcentaje de placas no reconocidas y no existentes.....	64
FIGURA 3.10	Movimientos únicos por usuario.....	65
FIGURA 3.11	Flujo de vehículos de un parqueo a otro.....	67
FIGURA 3.12	Seguimiento de Vehículos.....	68
FIGURA 3.13	Indicadores generales Mayo 2011.....	69
FIGURA 3.14	Porcentaje de uso de parqueo Mayo 2011.....	71
FIGURA 3.15	Flujo de entrada y salida Mayo 2011.....	71
FIGURA 3.16	Tiempo promedio de uso de parqueo.....	72
FIGURA 4.1	Leyenda común para los gráficos.....	76
FIGURA 4.2	Gráfico de serie de tiempo con predicción del porcentaje de uso por horas del día.....	77
FIGURA 4.3	Gráfico de serie de tiempo con predicción del flujo de entrada y salida por hora del día.....	81

FIGURA 4.4	Gráfico de serie de tiempo con predicción del promedio de tiempo de uso por hora del día.....	84
FIGURA 4.5	Gráfico de serie de tiempo con predicción del porcentaje de placas no reconocidas y placas no existentes por día de la semana.....	87
FIGURA 4.6	Gráfico de serie de tiempo con predicción del porcentaje de usuarios nuevos por mes del año.....	90
FIGURA 4.7	Gráfico de serie de tiempo con predicción de los movimientos únicos por usuarios por día de la semana.....	92
FIGURA 4.8	Gráfico de serie de tiempo con predicción del flujo de vehículos de un parqueo a otro por mes del año.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3.1	Porcentaje de ingresos al parqueadero por rangos de hora.	49
TABLA 3.2	Porcentaje de salidas al parqueadero por rangos de hora...	49
TABLA 4.1	Parámetros para suavizado exponencial aditivo de Winter..	78
TABLA 4.2	Parámetros para suavizado exponencial estacional y aditivo de Winters.....	82
TABLA 4.3	Parámetros para suavizado exponencial aditivo de Winters.....	85
TABLA 4.4	Parámetros para suavizado exponencial aditivo de Winters y estacional.....	88
TABLA 4.5	Parámetros de suavizado exponencial aditivo de Winters...	91
TABLA 4.6	Parámetros para suavizado exponencial aditivo de Winters.....	93
TABLA 4.7	Parámetros para suavizado exponencial estacional.....	96

CAPITULO 1

INTRODUCCIÓN

1.1 RESUMEN

El presente capítulo exhibe una visión general del proyecto, así como el grado que puede tener su aplicación para la gestión de un estacionamiento vehicular. Además, se exponen las bases sobre las que se justifica el proyecto y los objetivos generales y específicos.

Al final de este capítulo se presenta un resumen de cómo está organizado este informe de materia de graduación para alcanzar las metas propuestas.

1.2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El tema del proyecto es un “Sistema para la recolección, visualización y análisis de indicadores para la gestión de estacionamientos vehiculares”, este tratará de contestar diversas preguntas importantes

sobre el tema de comportamiento, vialidad y el uso de estacionamientos vehiculares. Para validar el proyecto se creó un sistema simuló los datos necesarios para representar la entrada y salida de vehículos de varios estacionamientos vehiculares. El sistema mostrará información a través de gráficos dinámicos que permitan comprender y comparar fácilmente indicadores que representen el estado de los estacionamientos, por ejemplo un indicador puede permitir conocer a qué horas del día un estacionamiento esta cercano a tener todas sus plazas ocupadas, otro revisará que horas son las de mayor entrada y salida de vehículos, además de otro tipo de información del comportamiento vehicular.

El proyecto permitirá responder interrogantes específicas a la gestión de un estacionamiento tales como:

- 1 Existe o no suficientes parqueos en los estacionamientos para abastecer la demanda.
- 2 Determinar el flujo entrada y salida de los vehículos en cada estacionamiento y lograr determinar si estos están correlacionados.
- 3 Verificar la eficiencia del proceso de reconocimiento de placas, al recolectar información referente a los casos en los que el proceso de reconocimiento haya fallado.

4 Datos generales sobre el uso de los estacionamientos.

Al responderse estas preguntas se podrá determinar por ejemplo si se necesita realizar una inversión en infraestructura para crear nuevos estacionamientos o ampliarlos, establecer el sitio idóneo para la creación de nuevos estacionamientos, se podrá determinar cuáles son las horas de mayor flujo vehicular y por ende mayor probabilidad de congestión. Al tener este conocimiento se podrán tomar mejores decisiones en temas de vialidad y planificación.

Para poder generar los gráficos informativos concernientes a cada estacionamiento se necesita obtener información pertinente a la entrada y salida de vehículos, por lo tanto se asume que esta información será proporcionada por un sistema de reconocimiento de placas, el cual generará datos específicos sobre cada entrada y salida de automóviles. Esta información se ingresará masivamente a un sistema de base de datos, donde se guardará información concerniente al ingreso o egreso del vehículo como fecha y hora, estacionamiento en que se dio el ingreso o egreso, número de placa del vehículo, si el reconocimiento de placa fue exitoso y otros datos adicionales. A partir la recolección de datos a lo largo del tiempo, se podrán calcular los indicadores que ayudarán a la gestión del estacionamiento contestando las interrogantes antes planteadas.

Además de medir constantemente el desempeño del estacionamiento día a día, el sistema permite efectuar un análisis estimativo del comportamiento que tendrán los usuarios de los estacionamientos. A través de los datos de los indicadores extraídos del sistema y utilizando técnicas y herramientas especializadas en modelamiento de series de tiempo, el encargado del estacionamiento podrá tener una idea de cómo evolucionará el uso que se le da al estacionamiento y así prever los cambios necesarios administrativamente para manejar los inconvenientes que se puedan presentar de una forma proactiva.

1.3 OBJETIVOS

Los objetivos generales y específicos se detallan a continuación:

1.3.1 OBJETIVOS GENERALES

Crear un sistema que genere informes gráficos sobre el comportamiento de un estacionamiento, este comportamiento estará relacionado con el uso, flujo vehicular y demás información pertinente a los estacionamientos. Además de mostrar la información sobre los indicadores de los estacionamientos, también deberá tener un mecanismo para recolectar los datos básicos, necesarios para generar los valores de los indicadores a presentar. Los valores acumulados a lo largo del tiempo podrán ser utilizados para realizar evaluaciones a futuro y realizar pronósticos consistentes a

los datos.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Implementar un *módulo administrativo* que permita crear, modificar y eliminar estacionamientos, usuarios y elementos que apoyen en la administración del estacionamiento.
- Implementar un módulo de *recolección de información* que permita almacenar, en una base de datos, la información concerniente a los movimientos vehiculares de entrada y salida. Esta información deberá ser proporcionada por un sistema de reconocimiento de placas.
- Definir indicadores que aporten con información gerencial sobre el uso de los estacionamientos, flujo de vehículos y demás información vehicular.
- Implementar un módulo de *visualización de indicadores* que permita al encargado de los estacionamientos tener un concepto general acerca del desempeño de los estacionamientos gestionados, el control lo realizará basado en los valores de los indicadores generados por el sistema. Estos controles se realizarán utilizando los reportes gráficos generados por este modulo.
- Implementar un proceso que realice la simulación de movimientos vehiculares de entrada y salida. En este

proceso se generará la información requerida por el módulo de *recolección de información*. Esta información es necesaria para generar los gráficos dinámicos que se presentaran al administrador por medio del módulo de *visualización de indicadores*.

- Acumular datos que pueden ser utilizados para el análisis y predicción de la conducta que tendrán los indicadores de gestión. Mediante este análisis se apoyará en la toma de decisiones proactivas en base a las conductas predichas. Esta información le permitirá, por ejemplo, saber cuales son las horas pico en lo referente a la entrada y salida de vehículos. De esta forma podrá manejar el recurso humano requerido para entregar y recoger tickets de estacionamiento.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La información generada con este proyecto servirá para que las personas encargadas de gestionar o controlar los puntos de estacionamiento puedan tomar decisiones, en cuanto al uso de los recursos e inversiones en infraestructura, basadas en una mayor y mejor información sobre el estado del o los estacionamientos a su cargo. También la información generada servirá como datos de entrada para el mejoramiento iterativo del sistema de reconocimiento de placas ya que se podrán calcular estadísticas sobre la cantidad de placas reconocidas exitosamente por el sistema de reconocimiento.

Este sistema proporcionará información útil para la gestión de un estacionamiento vehicular de diversas formas:

- Permitirá a uno o varios administradores acceder a los reportes de indicadores que el sistema genere. Al ser un sistema basado en web, podrá ser accedido desde diversos lugares y por varias personas concurrentemente, sin necesidad de instalar ninguna aplicación. También al tener sus datos centralizados, permitirá al o los administradores del sistema revisar la información de varios estacionamientos sin tener que movilizarse físicamente hasta el lugar del estacionamiento en si.
- Permitirá conocer qué horas del día y qué días de la semana los estacionamientos están llenos o cercanos a llenarse; es decir permitirá conocer los horarios picos sobre el uso de un estacionamiento. Esto ayudará a definir eficientemente el horario de los guardias y saber si se necesita o no expandir los estacionamientos.
- Permitirá definir las horas del día en que se necesita más personal para repartir o recoger tickets en los estacionamientos, permite también conocer cuando se puede generar mayor embotellamiento en el parqueo, para así tomar las medidas necesarias al disponer del personal encargado.

- Permitirá generar estadísticas de cuánto tiempo el usuario deja parqueado su carro, este dato correlacionado con el porcentaje de uso de parqueo permitirá tomar una mejor decisión al definir horarios de guardias y si es necesaria la construcción de más puestos para parqueo. Por ejemplo si un parqueo tiene una alta tasa de uso y alto tiempo promedio de uso, claramente necesita ser expandido.
- Al tener información tanto de placas reconocidas como no reconocidas se podrá cuantificar la eficacia del sistema de reconocimiento de placas.
- Para el caso de zonas donde haya una gran cantidad de parqueos manejados en común, como centros comerciales, el sistema permite saber cuántas visitas efectivas diarias de vehículos hay y así saber cuánto transito fluye en esa zona.
- Para el caso específico de estacionamientos que presente un comportamiento estacional, permite saber en qué meses se produce un mayor ingreso de nuevos vehículos. Este dato se puede correlacionar con otras variables, como en el caso de campus universitarios, para poder sacar conclusiones sobre el área de transportes.

1.5 ORGANIZACIÓN DEL PROYECTO

La implementación de este sistema incluye varias tareas que no están completamente relacionadas, por este motivo el sistema se dividirá en varios módulos cuyas funcionalidades básicas se detallan a continuación:

- *Extracción de datos* desde el sistema de reconocimiento de placas e ingreso al sistema de estadísticas.
- *Creación, eliminación y actualización de datos configurables* necesarios como estacionamientos e indicadores de estado.
- *Mostrar los indicadores a través de gráficos dinámicos* utilizando reportes web.

De esta forma, la descripción de la implementación de estos módulos obedece a la siguiente organización del documento:

- En el capítulo I se describe el proyecto de forma general, lo que se desea desarrollar y sus objetivos.
- En el capítulo II se hace una revisión bibliográfica de las diferentes tecnologías que hay a la mano para desarrollar el sistema y diferentes técnicas para realizar el modelamiento matemático.

- En el capítulo III se explicará el desarrollo de los módulos de recolección de datos desde el sistema de reconocimiento, los reportes de los indicadores que se presentarán al administrador y la estructura que tendrá la información administrativa.
- En el capítulo IV se explicarán los procesos necesarios para obtener las estimaciones de cada uno de los indicadores propuestos a través de la metodología que mejor se adapte a los datos procesados por el sistema.
- Por ultimo se presentará un resumen sobre el trabajo realizado junto a las conclusiones desarrolladas y mejoras en el sistema.

CAPITULO 2

ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

2.1 RESUMEN

En este capítulo se realiza un análisis bibliográfico de las distintas técnicas que se encuentran a disposición para disponer de 1) reportes gráficos que representen los indicadores de gestión diseñados para el sistema y 2) modelos matemáticos que permitan al administrador estimar el comportamiento que tendrán los estacionamientos vehiculares. Primero se realizará una introducción a los ítems antes mencionados, para luego realizar un análisis bibliográfico por separado sobre el área de visualización gráfica de indicadores y sobre el tema de modelamiento matemático de los valores de los indicadores. Por último se realizará una comparación de las técnicas investigadas para seleccionar la metodología que se utilizará para la ejecución de este informe de materia de graduación.

2.2 INTRODUCCIÓN

Los indicadores de gestión son herramientas gerenciales que permiten conocer el desempeño de una empresa. Esta herramienta permite tener un control más eficiente del estado en que se encuentra la empresa ya que evalúa constantemente los procesos internos que se realizan.

Los indicadores tienen que tener ciertos atributos entre los cuales están: 1) debe ser medible, quiere decir que debe ser cuantificable; 2) debe ser entendible, o sea que debe ser fácilmente entendido por aquellos que tienen acceso a la información que da el indicador; y 3) debe ser controlable dentro de la estructura de la organización, esto quiere decir que la organización puede tomar medidas para afectar la cuantía del indicador.

Al tener indicadores de gestión la administración puede tomar una acción proactiva a los problemas que se puedan presentar ya que se basan en tener una medición constante de la información recolectada. También sirven como base para analizar el futuro desempeño de la organización, ya que gracias a ellos observan las tendencias que están tomando cada uno y si es el caso, acciones preventivas pueden ser tomadas antes de que sea tarde.

Ya que los datos reales podrán ser generados por entidades que estén físicamente alejadas, se eligió como medio de presentación y recolección de datos tecnología basada en web.

2.3 TECNOLOGÍAS DE VISUALIZACIÓN DE GRÁFICOS WEB

En esta sección se revisarán los tipos de tecnologías más comunes que permiten crear gráficos dinámicos, estos gráficos nos permitirán comparar datos, revisar tendencias y entender de una forma fácil la información estadística generada por el sistema propuesto. También se explicará por qué el sistema propuesto estará basado en la web y se enumerarán las ventajas y desventajas de cada una de las técnicas analizadas.

Cabe destacar que al ser una aplicación web se acorta la cantidad de tecnologías que se pueden utilizar para generar gráficos dinámicos. Estas tecnologías se enumeran a continuación:

- Tecnología Flash
- Tecnología Java script
- Tecnología de generación de imágenes

2.3.1 OPEN FLASH CHART 2

Es una librería basada en Flash que se puede abreviar como OFC2, es destacado que este API soporta eventos de clic sobre los gráficos generados [1]. Para que OFC2 genere las animaciones Flash necesita que la información del gráfico sea importada desde un archivo, en formato JSON [2]. También posee un API que provee de funciones programadas en PHP que facilitan la generación dinámica del archivo tipo JSON.

La librería ofrece la ventaja de tener varios API en varios otros lenguajes de programación de alto nivel como Java y .NET entre otros [3]. Al tener API desarrollados en lenguajes de alto nivel que se ejecutan del lado del servidor, el desarrollo con esta tecnología se hace más fácil, ya que no se debe manejar la presentación del gráfico en el lado del cliente.

Como desventajas de esta tecnología tenemos que la presentación de los gráficos dependerá de que el navegador web del cliente tenga instalado un plugin que le permita reproducir animaciones Flash.

2.3.2 AMCHARTS

Basada en Flash, es una librería independiente del lenguaje de programación y que puede obtener los datos que debe graficar desde formatos CSV o XML [4]. Tiene componentes .NET que

permiten una rápida integración y creación de gráficos dinámicos utilizando “.NET Databinding” [5].

Cabe destacar que .NET no es la única forma que tiene de crear sus gráficos dinámicos, ya que esta librería simplemente necesita que el formato del archivo sea XML para poder presentar los datos gráficamente [6]. Esto quiere decir que este archivo XML puede ser generado por cualquier lenguaje de programación.

Al igual que las ventajas mencionadas anteriormente, al tener API basado en un lenguaje que se ejecuta en el servidor, no se debe realizar ningún desarrollo de presentación del lado del cliente. También se debe notar que el API proporciona componentes Flash “enlazados a datos”. Esto permite que los valores extraídos desde la base puedan ser asociados directamente al gráfico, a través de una propiedad del mismo. Esto facilita el uso de la librería y aminora la cantidad de código que se tiene que escribir.

Como se explicó en la sección de OFC2, al ser una librería basada en Flash, la desventaja principal es la dependencia que tiene el cliente en el plugin de Flash. Sin este plugin los gráficos no podrán ser visualizados.

2.3.3 GOOGLE VISUALIZATION API

Esta librería de Google permite crear gráficos mediante tecnología AJAX, por lo tanto utiliza principalmente código Javascript [7]. Para acceder a los datos de un backend se necesita lo que la librería conoce como un “data source”. Estos data sources son servicios a los que se conectan los navegadores a través de la librería AJAX para obtener los datos necesarios para generar el gráfico dinámicamente [8]. Cabe destacar que Google ofrece librerías que nos facilitan la creación de los “data providers”, en lenguajes de programación como Java [9].

La ventaja que esta librería nos ofrece es la ubicuidad que brinda al manejar la presentación de gráficos en un lenguaje como Javascript. Esto se da ya que los gráficos pueden ser visualizados bajo cualquier navegador que proporcione soporte Javascript, lo cual es bastante común en cualquier navegador moderno.

Como desventaja tenemos la necesidad de desarrollar la capa de presentación en el lenguaje de programación Javascript, a la vez que la capa de acceso a datos debe ser desarrollada en otro lenguaje de programación, como Java.

2.3.4 SELECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE VISUALIZACIÓN DE GRÁFICOS WEB

Después de analizar las diferencias entre las metodologías y APIs se procederá a definir las diferentes razones que nos permitieron seleccionar el API amCharts como base para la generación de gráficos a través de la tecnología Flash. Se tomó en cuenta las complejidades y flexibilidad permitida por cada librería para realizar la selección.

Las librerías Javascript requieren que la solución a desarrollar tenga dos tipos de módulos. El primer módulo se ejecutará en el servidor y se encargará de realizar la búsqueda de información que el usuario requiriere dentro de la base de datos relacional, además de ejecutar los cálculos necesarios en base a los datos extraídos desde la base de datos para generar la información de estadísticas. Como último paso la información estadística será retornada al navegador para que pueda ser presentada al cliente. El módulo que se encargará de la presentación del gráfico deberá ser desarrollado en Javascript, puesto que se ejecutará en el navegador del usuario. Este último módulo se encargará de generar los gráficos que se mostrarán al usuario final a partir de los datos generados por el primer modulo. Además la tecnología permite que el sistema

reconozca cuando un usuario seleccione parte del gráfico, para así manejar esa selección de manera especial como se lo requiere y por último de comunicarse vía protocolo HTTP con el servidor cuando la información estadística sea requerida.

Las librerías basadas en Flash son menos complejas que los APIs AJAX, ya que el código ejecutado en el servidor se encarga de obtener los datos desde la base de datos, realizar los cálculos necesarios y definir los atributos que tendrá el gráfico que se generará. La mayoría del desarrollo que se debe realizar correrá en el servidor y simplemente se retornará al navegador el recurso Flash que representa el gráfico. Además de lo antes expuesto, la librería amCharts se integra fácilmente al ambiente de desarrollo .NET y entrega al desarrollador componentes Flash enlazados a datos, viniendo a ser la mayor diferencia entre este API y OFC2.

Además de proporcionar las ventajas antes mencionadas al desarrollador, la tecnología Flash también es útil desde el punto de vista del usuario final del sistema puesto que permite una mejor interacción con él. Al igual que las librerías basadas en Javascript, el API permite que el sistema se percate sobre los clics que el usuario final realiza sobre los gráficos. Esto quiere decir que si un usuario final hace clic sobre una barra de un gráfico de barras, el sistema puede redirigirlo a alguna página

que le dé más detalles sobre la información que ha seleccionado.

Aunque amCharts es una librería comercial, sus desarrolladores nos ofrecen una versión completamente gratis. La única diferencia entre versiones es que dentro de los gráficos generados por la versión gratuita, aparecerá un pequeño anuncio de amCharts. Otro tema que hay que destacar es que aunque el ambiente .NET ofrece mas facilidades para el desarrollo, la librería no depende de este ya que extrae los datos a presentar de archivos CSV o XML que pueden ser generados por cualquier lenguaje de programación.

Por los motivos expuestos anteriormente se concluye que la librería amCharts es la mejor alternativa para el desarrollo de los elementos gráficos del sistema estadístico para la gestión de estacionamientos vehiculares.

2.4 TÉCNICAS DE MODELAMIENTO

Para comprender el comportamiento de los indicadores presentados en este proyecto, es importante entender primero lo que se conoce en estadística como “serie temporal” [10]. Una serie temporal (o serie de tiempo) típica son mediciones que se realizan a intervalos de tiempo

constantes. Al realizar un análisis de estos datos recolectados se pueden inferir comportamientos especiales a través del tiempo. Una serie temporal tiene cuatro componentes principales: la tendencia, las variaciones estacionales, las variaciones cíclicas y las variaciones accidentales. También se encuentran casos en que alguno de estos componentes no forman parte de la serie temporal estudiada.

- **Tendencia:** Es la componente que recopila el comportamiento de la serie de tiempo a largo plazo. Por lo tanto es necesario recolectar una gran cantidad de observaciones a lo largo del tiempo para poder detectar el tipo de comportamiento de la serie de tiempo. Estos comportamientos pueden seguir leyes de crecimiento, decrecimiento o permanencia. De esta manera estas distintas tendencias pueden responder a perfiles lineales, exponenciales, parabólicos u logarítmicos entre otros [11].
- **Variaciones estacionales:** Son variaciones que se repiten periódicamente y pueden tener causas del tipo climatológica o de ordenación del tiempo (los días de la semana condiciona el comportamiento del uso del estacionamiento). Generalmente los periodos analizados son anuales, aunque pueden basarse en meses, semanas, días e inclusive horas [12].

- **Variaciones cíclicas:** Al realizar análisis de series de tiempo acerca de variables económicas, es común encontrar este tipo de componentes. Suelen ser el resultado de la sucesión de las fases expansivas y recesivas de la economía. Son, generalmente, comportamientos con periodos superiores al año, que se repiten de forma aproximadamente periódica [13].
- **Variaciones accidentales:** Este componente es el resultado de eventos aleatorios que inciden de forma aislada y no influyen permanentemente en la serie de tiempo. Estos errores se pueden dar por eventos fortuitos como paros, inundaciones, accidentes u otros [14].

2.4.1 ARIMA

En 1970, Box y Jenkins crearon una metodología destinada a identificar y estimar series temporales en los que los propios datos de la variable estudiada a lo largo del tiempo sirven como base para su estimación futura. Los modelos ARIMA son muy flexibles y son muy frecuentemente en el análisis de series temporales econométricas [15]. El término ARIMA proviene del acrónimo inglés “AutoRegresive Integrated Moving Average”. Los modelos generales ARIMA combinan

tres tipos de procesos: autorregresivos (AR); diferenciados (I) y procesos de media móvil (MA).

La nomenclatura (p,d,q) es empleada para representar un modelo ARIMA, donde p es el orden de la autorregresión, d es el grado de diferenciación y q es el orden de media móvil empleado [16]. A continuación se va a examinar cada uno de estas tres características del modelo por separado:

- Autorregresión: En un proceso autorregresivo de aproximación, los valores de la serie temporal se representan como una función lineal de los valores anteriores. Estos procesos se representan como AR(n), donde n indica el orden del proceso. Un proceso autoregresivo de orden n utiliza los n valores anteriores para realizar el cálculo de la predicción de la serie temporal. Además, cada valor anterior debe ser ponderado, esta ponderación se representa mediante la variable ϕ . El ruido es otra variable que se revisa, ya que representa una perturbación aleatoria que afecta a los valores de la serie. Por lo tanto un proceso autorregresivo es un proceso “con memoria” en el cual cada valor está correlacionado con los valores anteriores [17]. A continuación se presentará la ecuación que representa el proceso autorregresivo, pero antes se explicarán cada uno

de los componentes de la ecuación. La variable c representa una constante; φ_i es el factor que representa cuan dependiente es la variable predicha de los valores anteriores; X_{t-i} es el valor precedente en el tiempo $t-i$; y por ultimo ε_t es el error de la serie de tiempo.

$$X_t = c + \sum_{i=1}^p \varphi_i X_{t-i} + \varepsilon_t.$$

Ecuación 2.1

- Media Móvil: Otro proceso usado en un modelo ARIMA es el de media móvil. En este tipo de procesos, cada valor de la serie de tiempo depende del ruido actual y precedentes, tomando como un valor base la media de la serie de tiempo. El orden n de un proceso de media móvil define que se necesitarán las n observaciones previas del ruido para realizar la predicción. Así un proceso MA(n) usa los n ruidos previos, además del correspondiente al periodo actual. Estos ruidos también tendrán factores de ponderación que deben ser calculados para realizar estimaciones útiles. Un proceso autoregresivo y uno de media móvil contrastan de una forma ligera, pero trascendente. Al ser los valores de una serie de media móvil una media ponderada de las perturbaciones aleatorias, el efecto de perturbación afecta al sistema en un número específico de periodos (orden de la

serie) para después de esto dejar de afectar inmediatamente. En el caso los valores de una serie autoregresiva, como éstos son una media ponderada de los valores recientes de la serie, el efecto de una perturbación se atenúa con el paso del tiempo, pero no se elimina completamente [18]. A continuación se presentará la ecuación que representa el modelo de medias móviles y se explicarán los componentes que la conforman. La variable μ es la media de la serie de tiempo; la variable ε_t es un error medido en el tiempo t ; el coeficiente de ponderación del error está representado por la variable θ_i ; y los errores previos de la serie de tiempo están representados por ε_{t-i} .

$$X_t = \mu + \varepsilon_t + \sum_{i=1}^q \theta_i \varepsilon_{t-i}$$

Ecuacion 2.2

- Diferenciación: Los procesos AR y MA son aplicables a series de tiempo estacionarias, esto quiere decir que las series de tiempo que presenten tendencias en sus valores no estarán aptas para ser utilizadas por los procesos antes mencionados. Para lograr que las series de tiempo tengan características no estacionarias y puedan ser procesadas correctamente se utilizan grados de diferenciación, esto quiere decir que los valores de las series

de tiempo son restados entre sí ($Y_t - Y_{t-1}$). De esta forma se obtienen series de tiempo estacionarias de orden $I(d)$, donde la d representa la cantidad de diferenciaciones que se realizan para generar una serie estacionaria.

La mayor ventaja que ofrece la metodología de estimación ARIMA es la simplicidad de los modelos que genera. Los modelos son formados por ecuaciones lineales que permiten realizar una estimación a futuro de la serie.

Por el contrario, una desventaja importante del método ARIMA es la necesidad de que la serie de tiempo analizada sea estacionaria. Si la serie contiene un componente de tendencia, éste debe ser anulado a través de la diferenciación de los valores de la serie, para después poder proceder a aplicar los procesos autoregresivos y de medias móviles. Esta diferenciación añade un mayor grado de complejidad para series de tiempo que necesiten varios grados de diferenciación.

2.4.2 SUAVIZADO EXPONENCIAL

El suavizado exponencial es una metodología que permite predecir el valor futuro de una serie de tiempo en base a las medidas tomadas anteriormente. Para que esta predicción se realice es necesario definir uno o varios factores de ponderación. El suavizado exponencial le resta peso a las observaciones realizadas a lo largo del tiempo [19], o puesto de otra forma una predicción realizada a través del método de suavizado exponencial le dará mayor trascendencia a las observaciones recientes que a las observaciones más antiguas.

Se debe aclarar que hay varios tipos de suavizado exponencial y se irán detallando gradualmente en esta sección. Cada uno de ellos modela de mejor forma ciertas características que son inherentes a las series de tiempo como la estacionalidad y tendencia. La primera metodología es el suavizado exponencial simple, que permite predecir una serie de tiempo simple, o sea sin ciclos estacionales, ni tendencia. El suavizado exponencial doble modela de mejor manera las series de tiempo tendenciales. Esto quiere decir que las series de tiempo que presentaren valores crecientes o decrecientes a lo largo del tiempo, serán mejor modeladas

con la técnica del suavizado exponencial doble. El suavizado exponencial simple estacional apoya en el modelamiento de series temporales que no presentan tendencia, pero que si presentan características estacionales. Por último el suavizado exponencial aditivo de Winters maneja correctamente la estimación de series de tiempo que presenten características tendenciales y estacionales conjuntamente.

El suavizado exponencial simple define un factor de suavizado α que se encargara de definir el peso se le da a las mediciones realizadas anteriormente para realizar la estimación de los valores futuros. Los valores que α pueden tomar están entre 0 y 1; cuando este factor se acerca a 1 el modelo le dará mayor importancia a las medidas tomadas recientemente. Por el contrario, cuando α tome valores cercanos al 0, los valores anteriores tendrán más relevancia [19]. A continuación se presentan las ecuaciones donde se advierte cómo interactúan los factores de suavizado con los valores de la serie de tiempo que se requiere estimar.

$$s_1 = x_0$$

$$s_t = \alpha x_{t-1} + (1 - \alpha)s_{t-1} = s_{t-1} + \alpha(x_{t-1} - s_{t-1}), t > 1$$

Ecuación 2.3

Se puede distinguir que la ecuación 2.3 no contiene ningún factor exponencial, pero cuando en esta se reemplaza las variables de predicción s_t , toma la forma de una función exponencial [20]. A continuación se presenta la ecuación 2.3 en su forma exponencial.

$$s_t = \alpha x_{t-1} + (1 - \alpha)s_{t-1}$$

$$s_t = \alpha x_{t-1} + \alpha(1 - \alpha)x_{t-2} + (1 - \alpha)^2 s_{t-2}$$

$$s_t = \alpha[x_{t-1} + (1 - \alpha)x_{t-2} + (1 - \alpha)^2 x_{t-3} + \dots] + (1 - \alpha)^{t-1} x_0$$

Ecuación 2.4

Por otra parte el suavizado exponencial doble funciona para el modelamiento de series de tiempo que sigan una tendencia, puesto que el modelo exponencial simple no ofrece un buen desempeño para este tipo de series de tiempo. Este modelo matemático define otro factor γ que representa el suavizado de la tendencia. Esto quiere decir que se realizarán aproximaciones ya no solo de s_t , sino también de T_t , donde T_t representa la predicción de la tendencia que forma parte de la serie de tiempo [21].

$$s_t = \alpha x_t + (1 - \alpha)(s_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \gamma(s_t - s_{t-1}) + (1 - \gamma)T_{t-1}$$

$$F_{t+m} = s_t + mT_t$$

Ecuación 2.5

El factor γ , al igual que el factor α , sirve para suavizar, en este caso la tendencia de la serie de tiempo y para esto utiliza aproximaciones realizadas anteriormente, pero las cuales van decayendo en importancia de forma geométrica. También se puede observar que dicho factor γ es parte de una segunda ecuación que se encarga de aproximar un valor representativo de la tendencia (T_t) de la serie de tiempo. Por último la variable F_{t+m} pasa a representar el valor estimado de la serie de tiempo después de m periodos desde el tiempo t .

La técnica de suavizado exponencial estacional permite modelar series de tiempo que solamente presenten componentes estacionales. Esta técnica requiere que se definan dos factores α y δ . El factor α representa el peso que tienen los valores anteriores de la serie de tiempo en las estimaciones hacia el futuro. Por otra parte el factor δ representa el peso que tendrá el componente estacional en el cálculo de los datos estimados. A continuación se presenta la ecuación donde entran en juego los factores explicados.

$$s_t = \alpha(x_t - I_{t-p}) + (1 - \alpha)s_{t-1}$$

$$I_t = \delta(x_t - s_t) + (1 - \delta)I_{t-p}$$

$$F_{t+m} = s_t + I_{t-p+m}$$

Ecuaciones 2.6

La variable I_t representa un índice estacional, que debe ser calculado para efectuar la estimación total de la serie de tiempo. Esto quiere decir que I_{t-p} representará el índice estacional de $t-p$ observaciones pasadas, donde p es una constante que representa la cantidad de valores que hay dentro de un ciclo estacional. Por ejemplo, si se realizan observaciones mensuales para un ciclo anual, $p=12$.

Para series de tiempo que presentan componentes estacionales y tendenciales se obtiene mejores desempeños al utilizar el suavizado exponencial aditivo de Winters. Esta técnica fundamenta su funcionamiento en tres factores que aportan en la estimación de los valores futuros de la serie de tiempo. El factor α como ya se ha explicado anteriormente, aporta en el suavizado que tienen los valores anteriores en la estimación de la serie de tiempo. A su vez el factor δ aporta en la estimación del componente estacional de la serie de tiempo. Y por último el coeficiente γ se utiliza para evaluar el componente tendencial de la serie de tiempo. Las

ecuaciones a continuación presentadas detallan como se relacionan los factores antes explicados.

$$s_t = \alpha \left(\frac{x_t}{I_{t-p}} \right) + (1 - \alpha)(s_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = \gamma(s_t - s_{t-1}) + (1 - \gamma)T_{t-1}$$

$$I_t = \delta \left(\frac{x_t}{s_t} \right) + (1 - \delta)I_{t-p}$$

$$F_{t+m} = (s_t + mT_t)I_{t-p+m}$$

Ecuaciones 2.7

Se puede apreciar que la ecuación 2.7 contiene las tres variables que ya forman parte de las técnicas anteriormente explicadas. La variable s_t aporta con el suavizado de la serie de tiempo; la variable T_t aporta con los valores estimados de la tendencia que forma parte de la serie de tiempo; y por el índice de I_t apoya a insertar el factor estacional en la estimación matemática.

La ventaja de la metodología del suavizado exponencial es la diversidad de formas de estimar los valores de series de tiempo, según las características que presenten cada una de ellas. Esto quiere decir que el modelamiento se realizará de mejor forma si se eligen el tipo de suavizado exponenciales

analizando si hay o no componentes tendenciales y estacionales dentro de las series de tiempo estudiadas.

Como desventaja tenemos que, si la serie de tiempo modelada tiene diversos componentes, como la tendencia o estacionalidad, realizar el cálculo del modelo se vuelve más complejo. Esto se da porque es necesario que entren en juego ecuaciones que ajusten los componentes estacionales y tendenciales de la serie de tiempo.

2.4.3 FILTROS DE KALMAN

Esta metodología se basa en el documento generado por Rudolf Kalman (1960) en la cual describe una solución recursiva al problema de filtrado lineal de datos discretos. El filtro de Kalman predice valores al estimar la incertidumbre de los valores predichos y calculando un promedio ponderado del valor predicho y el valor medido [22]. Las estimaciones más importantes se realizan por medio del método de mínimos cuadrados recursivos, para de esta forma se minimiza el error [23]. De esta manera el filtro pronosticará valores futuros a partir de valores previos, añadiendo un factor de corrección proporcional al error de la predicción realizada.

El filtro de Kalman permite predecir el futuro estado del sistema, aunque la naturaleza del sistema sea desconocida. Esta predicción es realizada a través de un proceso de estimación y corrección, es decir, el algoritmo pronostica el nuevo estado en base a una estimación previa y añade un término de corrección proporcional al error de la predicción, así el error es minimizado estadísticamente [24].

El filtro supone que el sistema puede ser descrito con un modelo estocástico lineal. Además, tanto los errores inscritos al sistema como a la información agregada al mismo tienen una distribución normal con media cero y una varianza definida [25]. Al ser un filtro recursivo, quiere decir que la solución es recalculada cada vez que una nueva medida es incorporada al sistema.

Hay dos grupos de ecuaciones de diferentes tipos que forman parte del filtro de Kalman. Las primeras son las encargadas de pronosticar el estado en el tiempo t con los datos obtenidos del tiempo $t-1$ y de la actualización media de la matriz de covarianza. Este grupo de ecuaciones se las puede definir como ecuaciones de pronóstico. Mientras que el segundo grupo se las conoce como ecuaciones de corrección y se encargan de retroalimentar al sistema con nueva información de una

estimación ya realizada, para mejorar las estimaciones siguientes [26]. El ciclo del filtro es presentado a continuación:

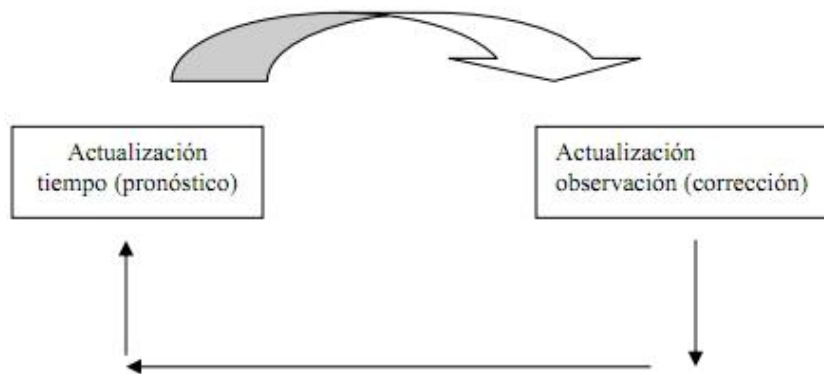


Figura 2.1: Ciclo recursivo del filtro de Kalman

Una ventaja se tiene, que el filtro de Kalman es la independencia que tiene en los cambios estructurales del modelo. Esto se da por el carácter recursivo de las estimaciones realizadas por el filtro. El filtro utiliza los valores anteriores de la serie de tiempo para definir la probabilidad de su trayectoria, mas no un modelo determinístico que puede cambiar con el tiempo.

Como desventajas tenemos que, cuando se aplica el filtro sobre modelos autorregresivos los resultados estarán limitados por las observaciones históricas realizadas a la variable. Por lo

tanto tendremos una eficiencia a corto plazo, ya que la estimación representará la fuerza que presenta el sistema.

2.4.4 SELECCIÓN DE LA TÉCNICA DE MODELAMIENTO

Se debe advertir que el filtro de Kalman es un algoritmo recursivo que nos permite obtener una aproximación del siguiente valor de la serie de tiempo, mas no una formula directa que represente el comportamiento de la serie. Por esta razón, tanto la metodología ARIMA como el suavizado exponencial ofrecen una ventaja que nos interesa de manera especial, ya que ambas nos ofrecen ecuaciones que podremos utilizar para realizar las estimaciones a largo plazo.

Un factor que se debe destacar es la cantidad de conocimientos estadísticos que se requieren para aplicar cada técnica. Se distingue que para el filtro de Kalman es necesario tener bases más solidas sobre estadística, en comparación a las otras dos técnicas.

Como conclusión de esta sección podemos declarar que las técnicas ARIMA y suavizado exponencial ofrecen ventajas sobre la técnica del filtro de Kalman. Pero solamente por medio

de experimentación se puede definir que técnica que mejor se aproxima a la serie de tiempo a analizar. La ventaja que se tiene es que en el mercado hay software especializado que permite realizar el análisis de forma bastante automatizada. Este tipo de software permite encontrar el mejor modelo que se ajuste a la serie de tiempo estudiada, además de los diferentes factores que requieren las técnicas seleccionadas.

CAPÍTULO 3

SISTEMAS DE RECOLECCIÓN Y VISUALIZACIÓN DE INDICADORES

3.1 RESUMEN

Este capítulo explicará dos módulos, recolección y visualización que aunque no son procesos complejos, se los debe tomar en cuenta porque alimentan de información básica al sistema de gestión de estacionamiento vehicular para que éste pueda realizar los cálculos necesarios y presentar los informes requeridos por los usuarios de la aplicación.

Los reportes generados por el sistema de gestión de estacionamiento vehicular tienen como base dos tipos de datos que deben ser alimentados previamente. El primer tipo de dato se define como “dato configurable”, estos datos son los que permiten adaptar el sistema a la realidad de uno o varios estacionamientos, por ejemplo si el administrador gestiona dos estacionamientos, deben poder crearlos,

modificarlos y eliminarlos del sistema según su criterio. Así mismo, hay datos vehiculares que representan la entrada y salida de vehículos, los cuales llamaremos "movimientos vehiculares", estos movimientos son necesarios para generar los reportes de gestión requeridos por el administrador de los estacionamientos.

El módulo de recolección de datos vehiculares proporciona al sistema la información básica para generar los reportes e indicadores requeridos, por lo tanto son los bloques sobre los que se sostienen los elementos más complejos del sistema.

El módulo de Visualización de los indicadores del parqueo, son los que nos permitirá tener un mejor manejo y administración del mismo. Este módulo tiene una estructura visual que permite al usuario ver rápidamente los datos en una tabla y en un gráfico que muestra la continuidad de los mismos durando días y horas.

3.2 INTRODUCCIÓN

Para lograr que el sistema de gestión de estacionamientos genere reportes de indicadores gráficos útiles para el usuario del producto, requiere que se alimente de datos provenientes de los sistemas de adquisición y/o reconocimiento de placas, los cuales generan datos acerca de los movimientos vehiculares realizados. El sistema debe saber en qué momento cada vehículo ha entrado o salido cada uno de

los estacionamientos, que número de placa tenía dicho vehículo e información adicional que requiera el administrador. Esta información será alimentada al sistema de gestión a través del módulo de importación de datos vehiculares, el cual se explicará con más detalles en los siguientes capítulos.

Además de los datos generados por el sistema de adquisición y reconocimiento de placas, los reportes del sistema deben utilizar datos que reflejen las características de los estacionamientos, usuario e indicadores. Esta información, debe poder ser creada y modificada de una forma sencilla, para que el sistema pueda ser utilizado de forma general, para cualquier estacionamiento o grupo de estacionamientos.

En total en este capítulo se explicará el funcionamiento de tres módulos, estos son el “Módulo de Administración de Datos Configurables”, “Módulo de recolección de datos” y “Módulo de visualización de indicadores”.

3.3 MÓDULO DE ADMINISTRACIÓN DE DATOS CONFIGURABLES

El sistema para la gestión de estacionamientos necesita además de la información generada por los sistemas de adquisición de imágenes y reconocimiento de placas, otro tipo de información. A esta información se la conoce como datos configurables ya que pueden ser creados, modificados y eliminados por el administrador del sistema para así

adaptar el sistema a la situación en la cual se debe utilizar. Por ejemplo, si el administrador tiene 3 estacionamientos y cada uno de 20 parqueos, el sistema le debe permitir crear estos estacionamientos. De esta forma si el sistema tiene que ser implementado en otros estacionamientos, simplemente se crean estacionamientos basados en la situación de la nueva implementación.

Además de los estacionamientos el administrador deber ser capaz de configurar otros datos del sistema, a continuación se enumera los tipos de datos que el administrador debe ser capaz de modificar.

Estacionamiento: Este representa el lugar físico donde se parquean los carros, como dato principal tendrá el número máximo de carros que son capaces de ingresar a dicho estacionamiento.

Usuario: Representa a una persona que necesita ingresar al sistema de estadísticas para revisar los reportes e indicadores generados. Los datos principales para esta representación son el usuario y la clave que los identifica, que les permite ingresar al sistema.

Indicadores: Los indicadores son valores especiales, definidos por los usuarios, que informan el estado de los estacionamientos en base a las estadísticas calculadas por el sistema. Un indicador permite conocer si los estacionamientos presentan una situación normal o adversa para el correcto funcionamiento del estacionamiento. Por

ejemplo un indicador podría definir que un parqueo que tiene más del 80% de sus plazas ocupadas está en una situación de alarma, para un usuario en particular; mientras que para otro usuario la alarma se da al llevar al 90% de plazas utilizadas.

Este módulo manejará varias tablas que representan los elementos que podrán ser configurados por el administrador del sistema, según las necesidades del mismo. A continuación se presenta la representación gráfica de la estructura diseñada.

Los objetos graficados permitirán adaptar el sistema a la situación real que tenga que manejar el administrador de los estacionamientos. A continuación se enlistarán los elementos y se describirán sus atributos.

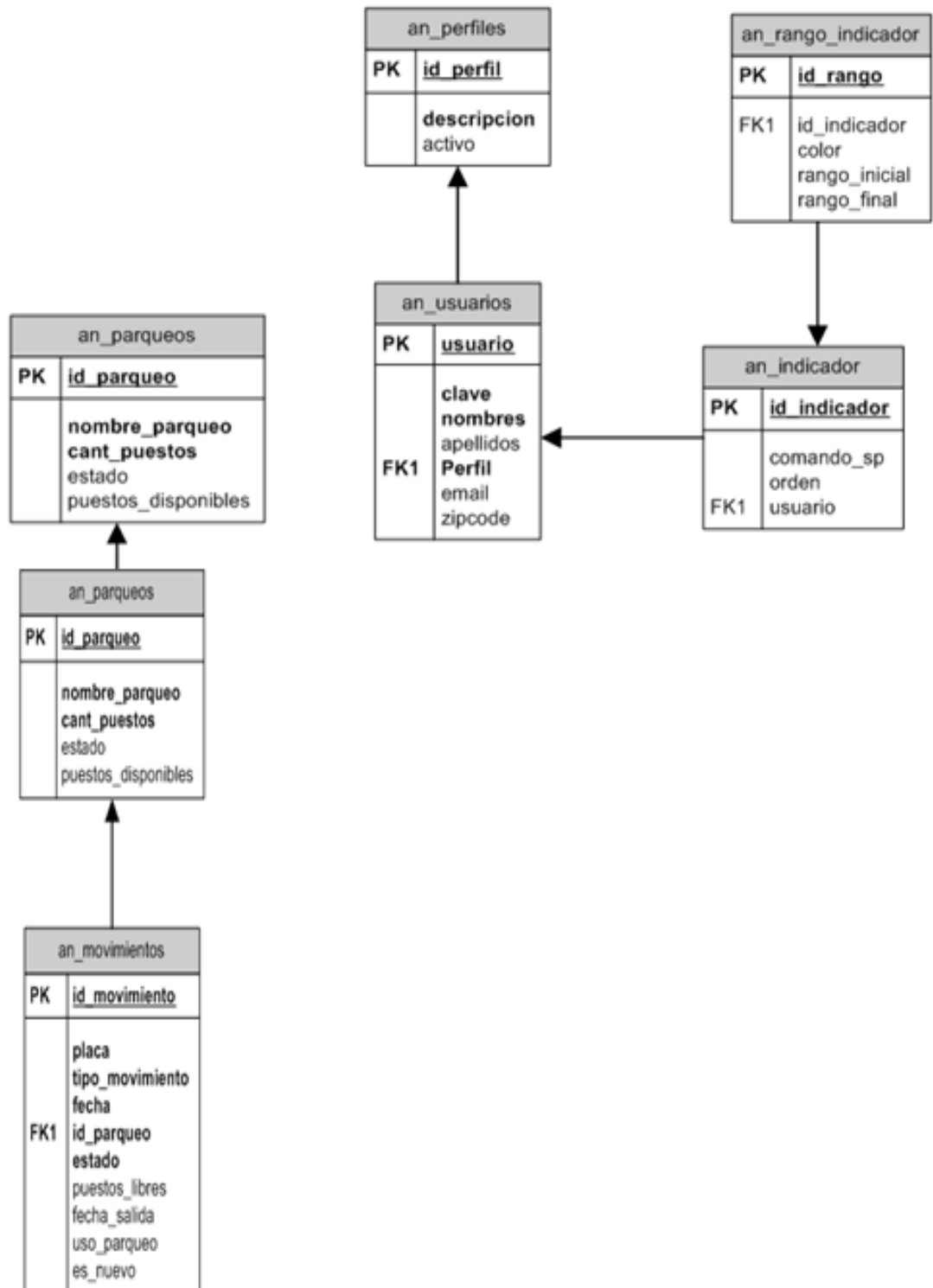


Figura 3.1: Representación gráfica del diseño de base de datos.

3.4 MÓDULO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La información básica necesaria para poder generar los reportes sobre el comportamiento de los estacionamientos es lo que se define como los movimientos vehiculares en el estacionamiento. Un movimiento representa la entrada o salida en un vehículo de un estacionamiento específico. Además de los datos anteriores cada movimiento debe especificar la fecha y hora en que se realiza; el tipo de movimiento, que puede ser de entrada o salida; el estacionamiento en donde se ha realizado el movimiento; y el número de placa del vehículo en cuestión, en el caso que se reconozca, y un número de placa especial para cuando no se detecte la placa y otro para cuando la placa ha sido detectada pero el reconocimiento de la placa no ha sido posible.

Este ingreso de datos requiere ser manejado de forma automática, por ende se ha definido que la importación de datos se realice a través de archivos XML que deberán ser generados por el sistema de adquisición y/o reconocimiento de placas. El sistema de adquisición y el sistema de reconocimiento de placas son desarrollado por los otros grupos de este seminario de graduación a continuación se da un ejemplo del formato que debe tener estos archivos XML.

<movimientos>

<movimiento>


```
<id>1</id>  
<fecha>2010-08-03</fecha>  
<hora>12:01</hora>  
<tipo_evento>I</tipo_evento>  
<parqueadero>1</parqueadero>  
<placa>GLR-123</placa>  
</movimiento>  
<movimientos>
```

Como se puede ver el tag movimiento envuelve cada uno de los atributos descritos en los párrafos anteriores, a continuación se explicará en detalle los valores que pueden tomar cada tag.

<id>: es un identificador interno que permite la identificación de cada movimiento por parte de los sistemas que generan, para que en caso de necesitarse alguna modificación, puedan realizarla.

<fecha>: la fecha en que se realizó el movimiento

<hora>: hora en que se realizó el movimiento

<tipo_evento>: qué tipo de movimiento se realizó. “I” representa un movimiento de ingreso o entrada, esto quiere decir que el vehículo ingreso al estacionamiento. “S” representa un movimiento de salida, por lo tanto el vehículo esta fuera del estacionamiento.

<parqueadero>: cada parqueo dentro de nuestro sistema está identificado por un valor entero, de esta forma podemos saber en qué estacionamiento fue realizado el movimiento.

<placa>: este tag representa el número de placa reconocida por el sistema de reconocimiento de placa, pero se debe aclarar que también hay dos valores especiales para este campo. En caso de que el sistema de adquisición detecte que no hay placa en el vehículo, este deberá escribir en este campo el valor “xxx-000”, y en caso de que la placa ha sido detectada pero el sistema de reconocimiento de placa falla éste deberá colocar el valor “xxx-111”.

El proceso final de la importación de datos se debe encargarse de insertar en la base de datos la información entregada por los sistemas de adquisición y reconocimiento de placa. Se ha diseñado la estructura de la base para que permita recopilar datos como:

- placa
- tipo de movimiento
- fecha de ingreso al parqueo
- parqueo donde se realizó el movimiento
- estado

- puestos libres al realizar el movimiento
- fecha de salida del parqueo
- uso_parqueo
- es_nuevo

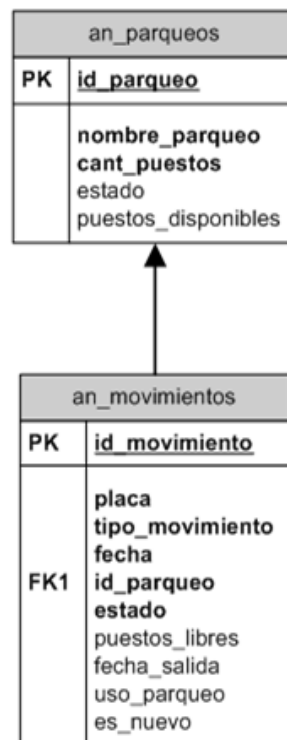


Figura 3.2: Estructura de la base de datos

3.4.1 GENERACIÓN Y CARGA DE DATOS SIMULADOS

Para efectos de probar el sistema de recolección de datos y debido a que no se contaba con datos que deben de ser generados por los sistemas de adquisición y reconocimiento de placa, se tuvo la necesidad de crear una pequeña aplicación que simula datos de ingresos y salidas de los parqueaderos.

Para crear esta aplicación usamos ASP.NET siguiendo la siguiente lógica:

- Según la cantidad de parqueos disponibles y según el número ingresos que se desea realizar se crean ingresos con día, mes y hora aleatorios y se los guarda en una tabla temporal.
- Una vez creados los ingresos y según las salidas que se desea hacer, se crean salidas con día, mes y hora aleatorios de las placas que ya fueron ingresadas. Es necesario tomar en cuenta que el día, mes y hora debe de ser mayor al día, mes y hora del ingreso.

Al igual que los datos de ingreso, los datos de salida se los guarda en una tabla temporal.

- Cuando ya se tienen los ingresos y salidas creadas, se procede a correr un proceso automático que ordena los ingresos y las salidas según la fecha y hora para que al agregarlos a la tabla fija se pueda identificar los usuarios nuevos y el uso del parqueo en ese movimiento específico.

Debido a que necesitábamos que los ingresos y salidas sigan un patrón predeterminado se hizo lo siguiente:

Movimientos por mes, tomando en cuenta que es un parqueadero de la ESPOL:

- De Diciembre a Enero inclusive, ingresará el 15% de la cantidad total de vehículos. Esto debido a que en estos meses hay fiestas de fin de año y exámenes, por lo que los alumnos acuden menos a la universidad.
- De Febrero a Abril inclusive, ingresará el 10% de la cantidad total de los vehículos Debido a que en estos meses los alumnos se encuentran de vacaciones.
- De Mayo a Noviembre inclusive, ingresará el 75% de la cantidad total de los vehículos. En estos meses los alumnos se encuentran en clases activas dentro de la universidad.

Ingresos por hora tomando en cuenta que es un parqueadero de la ESPOL así como también datos referenciales sobre horas pico:

Rangos de Hora	% Ingreso
0 - 6	5%
7 - 9	30%
10 - 11	15%
12 - 14	30%
15 - 16	15%
17 - 23	5%

Tabla 3.1: Porcentaje de ingresos al parqueadero por rangos de hora

Salidas por hora tomando en cuenta que es un parqueadero de la ESPOL así como también datos referenciales sobre las horas pico:

Rangos de Hora	% Salidas
0 - 9	5%
9 - 11	15%
12 - 14	30%
15 - 16	15%
17 - 19	30%
20 - 23	5%

Tabla 3.2: Porcentaje de salidas al parqueadero por rangos de hora

3.5 MÓDULO DE VISUALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE INDICADORES

Una vez que los datos de movimientos vehiculares han sido generados, recolectados y procesados por el módulo de recolección de datos podremos tomarlos desde la base de datos y realizar cualquier tipo de consulta o proceso para así conseguir la mayor información para el buen manejo del parqueadero. Pensando en esto hemos ideado varios reportes que podrán ser de mucha ayuda para los usuarios administradores del parqueadero.

3.5.1 DESCRIPCIÓN DE INDICADORES

3.5.1.1 PORCENTAJE DE USO DE PARQUEO

Porcentaje de uso de parqueo = $\#$ de puestos utilizados / $\#$ total de puestos.

Permitirá conocer a qué horas del día y qué días de la semana los parqueos están llenos o cercanos a llenarse; esto permitirá por ejemplo definir eficientemente el horario de los guardias y saber si se necesita o no expandir los estacionamientos.

3.5.1.2 FLUJO DE ENTRADA Y SALIDA DE VEHÍCULOS

Flujo de entrada = # de carros que ingresan por hora

Flujo de Salida = # de carros que salen por hora

Permitirá conocer el flujo de vehículo del parqueadero, ésta información nos ayudará a saber por ejemplo a qué horas del día se necesita más personal para repartir tickets en cada parqueo o cuando se puede generar mayor embotellamiento en el parqueo y sectores cercanos, para así tomar las decisiones y medidas correctivas necesarias.

3.5.1.3 TIEMPO PROMEDIO DEL USO DEL PARQUEO

Tiempo promedio de uso del parqueo = Tiempo promedio de uso (por hora, por día)

Permite conocer cuánto tiempo el usuario deja parqueado su carro, este dato correlacionado con el porcentaje de uso de parqueo permitirá tomar una mejor decisión al definir horarios de guardias y si es necesaria la expansión de un parqueo. Por ejemplo

si un parqueo tiene una alta tasa de uso y alto tiempo promedio de uso, necesita ser expandido.

3.5.1.4 PORCENTAJE DE PLACAS NO RECONOCIDAS Y PORCENTAJE DE PLACAS NO EXISTENTES

Porcentaje de placas no reconocidas = $\frac{\# \text{ de placas no reconocidas}}{\# \text{ de placas procesadas}}$

Porcentaje de placas no existentes = $\frac{\# \text{ de placas no existentes}}{\# \text{ de placas procesadas}}$

Permite cuantificar la eficacia del sistema de detección de placa así mismo el de reconocimiento de placas.

3.5.1.5 PORCENTAJE DE USUARIOS NUEVOS

Porcentaje de usuarios nuevos = $\frac{\# \text{ de usuarios nuevos en el sistema}}{\# \text{ usuarios en el sistema}}$

Permite conocer usuarios nuevos que han llegado al parque mensualmente

3.5.1.6 MOVIMIENTOS ÚNICOS POR USUARIOS

Ingresos únicos por usuario = # de vehículos únicos que ingresan a los parqueaderos

Salidas únicas por usuario = # de vehículos únicos que salen de los parqueaderos

Permite conocer cuántas visitas únicas por usuario se dan por día, es decir si un usuario entró y salió 2 veces solo se contará una sola vez. Esto nos permite tener una idea más clara de cuántas son las personas que utilizan el parqueadero.

3.5.1.7 FLUJO DE VEHÍCULOS DE UN PARQUEO A OTRO

Flujo de vehículos de un parqueo a otro = # de vehículos que salen del parqueo A e ingresan al parqueo B

Permite reconocer el flujo de vehículos de un parqueo a otro.

3.5.1.8 SEGUIMIENTO DE VEHÍCULOS

Permite ver los parqueos en donde estuvo un vehículo en específico y a qué hora visitó cada uno.

Esta información sirve para hacer una especie de seguimiento de la ruta o movimiento de un vehículo dentro de los parqueaderos de la ESPOL.

3.5.2 VISUALIZACIÓN Y ANÁLISIS DE GRÁFICOS

Una vez que se explicaron los indicadores que se mostrarán en este módulo, procederemos a dar una pequeña explicación del contenido de cada uno de ellos con ejemplos reales:

3.5.2.1 VISUALIZACIÓN DE INDICADORES

Inicio

Una vez que se haya verificado el usuario y la contraseña se re direcciona a la página principal del sistema.

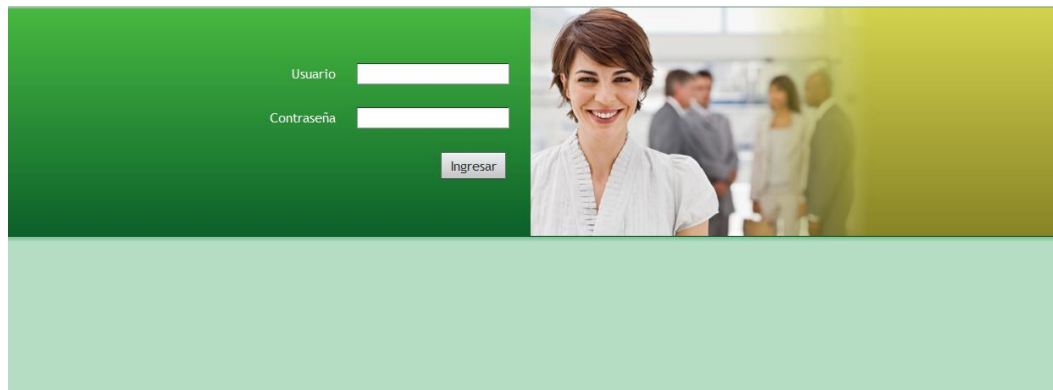


Figura 3.3: Ingresar usuario y contraseña

Página principal del sistema

La siguiente imagen muestra como se presenta la página principal del sistema:



Figura 3.4: Página principal del sistema

En esta página podemos observar de manera general cómo se encuentra el parqueadero en el mes y día en curso mostrándonos un resumen de los indicadores principales:

- Porcentaje de uso de parqueo
- Flujo de ingreso de vehículos
- Promedio de uso de parqueo
- Número de placas no reconocidas
- Número de placas no existentes
- Porcentaje de usuarios nuevos
- Ingresos únicos por usuario

3.5.2.2 PORCENTAJE DE USO DE PARQUEO

La siguiente imagen ilustra cómo se presenta ésta página:

1. Visualización de Grafo:

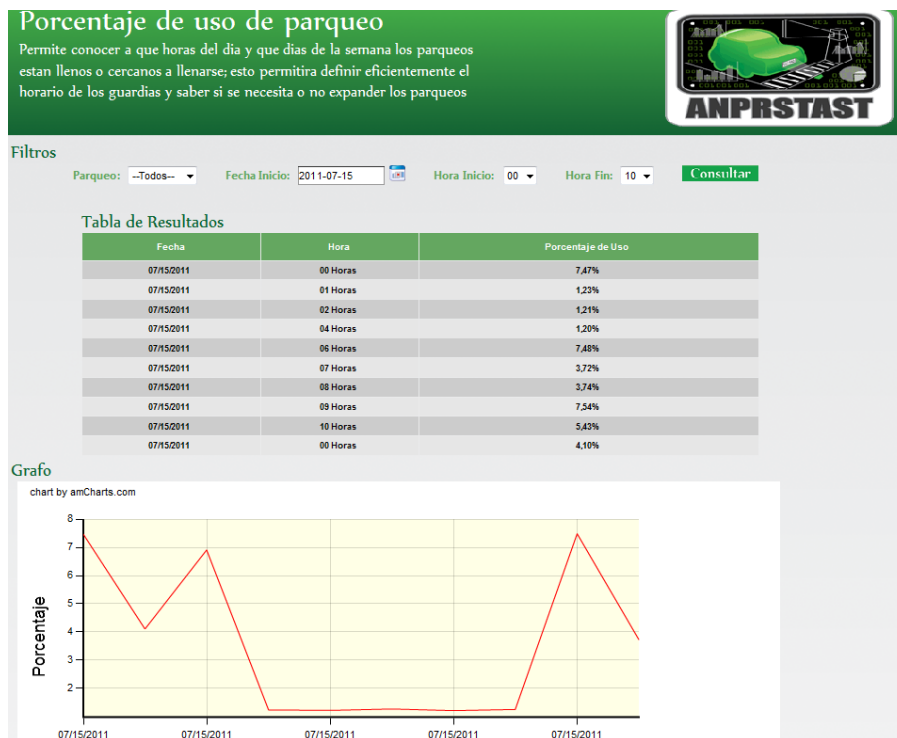


Figura 3.5: Porcentaje de uso de parqueo

2. Filtros:

Parqueo: Existen varios parqueos, se debe seleccionar uno de ellos o todos.

Fecha: Representa el día del cual se quiere mostrar el reporte.

Hora Inicio: Representa la hora inicial desde donde se quiere mostrar el reporte.

Hora Fin: Representa la hora fin hasta donde se quiere mostrar el reporte.

3. Columnas de Reportes:

Fecha: Día en que se tomó el registro.

Hora: hora del día de reporte.

Porcentaje de Uso: Representa el porcentaje del parqueo o parqueos elegidos que está siendo utilizado.

3.5.2.3 FLUJO DE ENTRADA Y SALIDA DE VEHÍCULOS

La siguiente imagen ilustra cómo se presenta ésta página:

1. Visualización de Grafo:

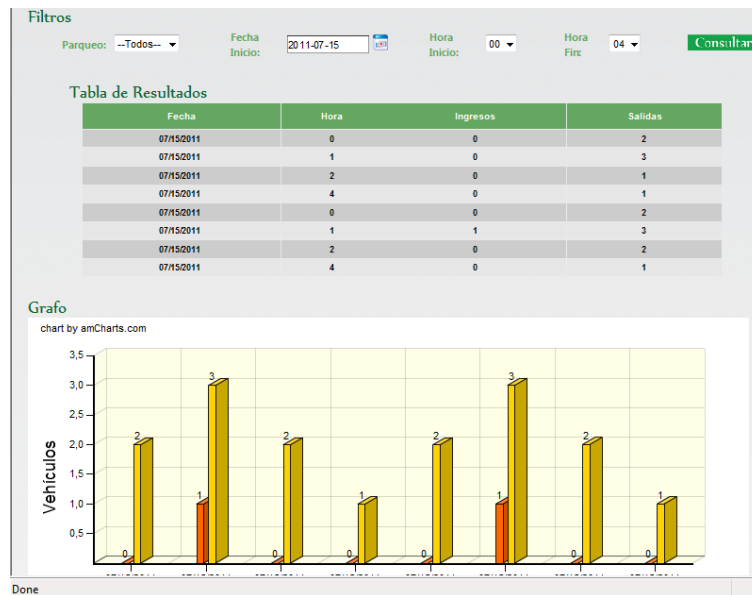


Figura 3.6: Flujo de entrada y salida de Vehículos

2. Filtros:

Parqueo: Existen varios parqueos, se debe seleccionar uno de ellos o todos

Fecha: Representa el día del cual se quiere mostrar el reporte

Hora Inicio: Representa la hora inicial desde donde se quiere mostrar el reporte

Hora Fin: Representa la hora fin hasta donde se quiere mostrar el reporte

3. Columnas de Reportes:

Fecha: Día en que se tomó el registro

Hora: hora del día de reporte

Ingreso: Número de vehículos que han ingresado en la fecha y hora indicada

Salidas: Número de vehículos que han salido en la fecha y hora indicada

3.5.2.4 TIEMPO PROMEDIO DEL USO DEL PARQUEO

La siguiente imagen ilustra cómo se presenta ésta página:

1. Visualización de Grafo:

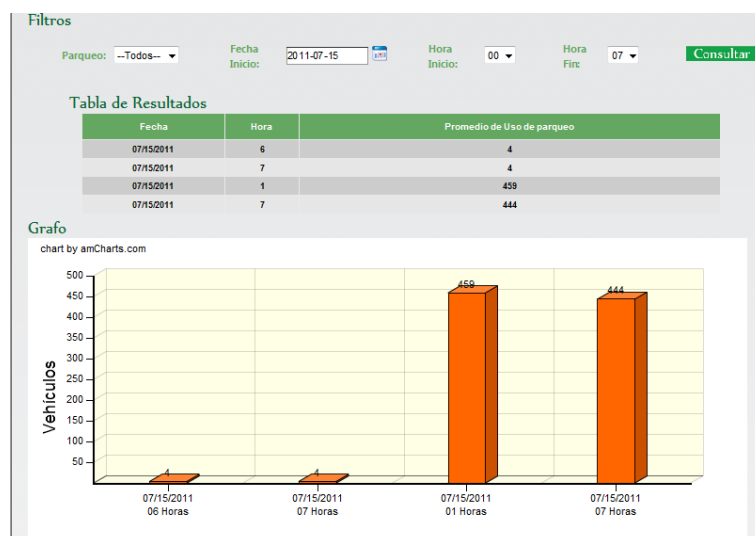


Figura 3.7: Tiempo promedio de uso de parqueo

2. Filtros:

Parqueo: Existen varios parqueos, se debe seleccionar uno de ellos o todos

Fecha: Representa el día del cual se quiere mostrar el reporte

Hora Inicio: Representa la hora inicial desde donde se quiere mostrar el reporte

Hora Fin: Representa la hora fin hasta donde se quiere mostrar el reporte

3. Columnas de Reportes:

Fecha: Día en que se tomó el registro

Hora: hora del día de reporte

Vehículos: Número promedio de vehículos que ingresan al parqueo

3.5.2.5 PORCENTAJE DE PLACAS NO DETECTADAS Y NO RECONOCIDAS

La siguiente imagen ilustra cómo se presenta ésta página:

1. Visualización del Grafo

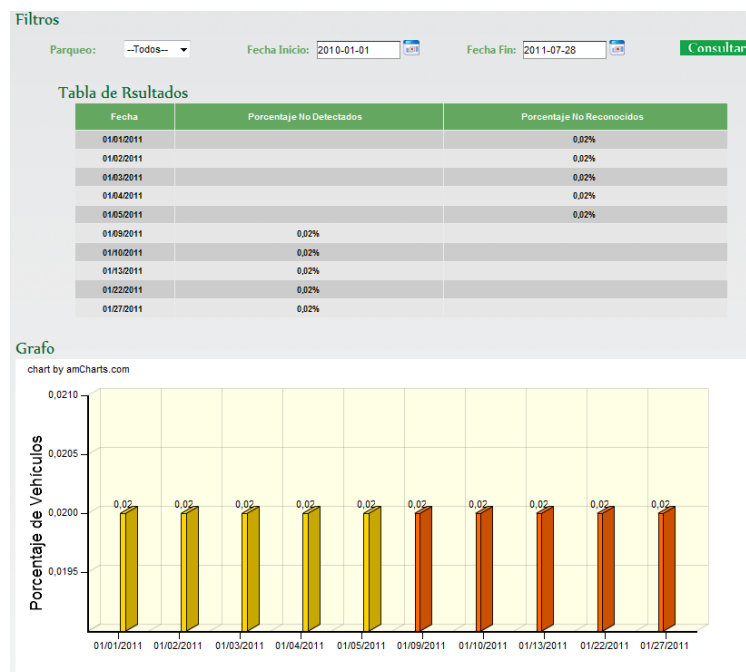


Figura 3.8: Porcentaje de placas no reconocidas y no existentes

2. Filtros

Parqueo: Existen varios parqueos, se debe seleccionar uno de ellos o todos

Fecha Inicio: Representa el día de inicio desde donde se quiere mostrar el reporte

Fecha Fin: Representa el día final hasta donde se quiere mostrar el reporte

3. Columnas de Reportes:

Fecha: Día en que se tomó el registro

Porcentaje No Detectados: Porcentaje de placas no detectadas en ese día

Porcentaje No Reconocidos: Porcentaje de placas no reconocidas en ese día

3.5.2.6 PORCENTAJE DE USUARIOS NUEVOS

La siguiente imagen ilustra cómo se presenta ésta página:

1. Visualización del Grafo

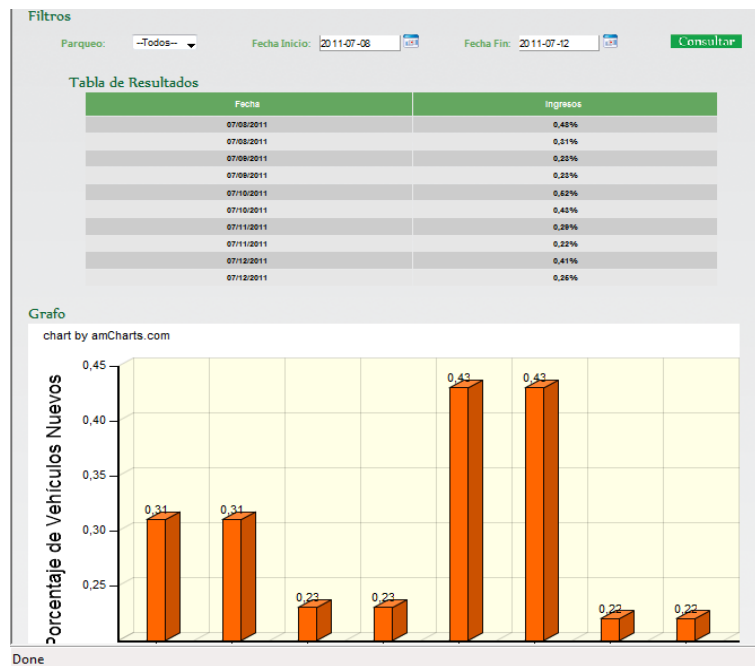


Figura 3.9: Porcentaje de placas no reconocidas y no existentes

i

2. Filtros

Parqueo: Existen varios parqueos, se debe seleccionar uno de ellos o todos

Fecha Inicio: Representa el día de inicio desde donde se quiere mostrar el reporte

Fecha Fin: Representa el día final hasta donde se quiere mostrar el reporte

3. Columnas de Reportes:

Fecha: Día en que se tomó el registro

Ingresos: Porcentaje de usuarios nuevos en ese día

3.5.2.7 MOVIMIENTOS ÚNICOS POR USUARIO

La siguiente imagen ilustra cómo se presenta ésta página:

1. Visualización del Grafo

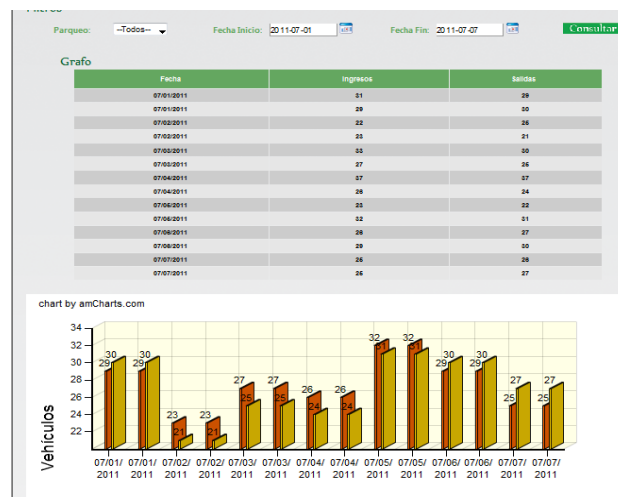


Figura 3.10: Movimientos únicos por usuario

2. Filtros:

Parqueo: Existen varios parqueos, se debe seleccionar uno de ellos o todos

Fecha Inicio: Representa el día de inicio desde donde se quiere mostrar el reporte

Fecha Fin: Representa el día final hasta donde se quiere mostrar el reporte

3. Columnas de Reportes:

Fecha: Día en que se tomó el registro

Ingresos: Número de ingresos únicos por usuario en el día registrado

Salidas: Número de salidas únicas por usuario en el día registrado

3.5.2.8 FLUJO DE VEHÍCULOS DE UN PARQUEO A OTRO

La siguiente imagen ilustra cómo se presenta ésta página:

1. Visualización del Grafo

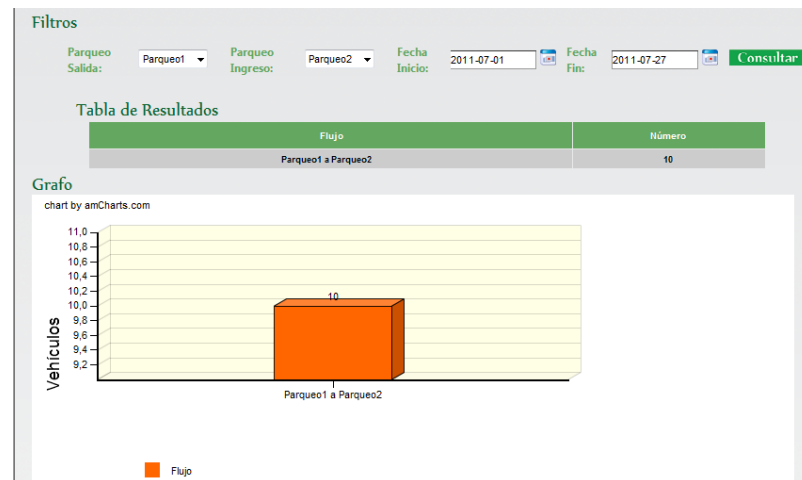


Figura 3.11: Flujo de vehículos de un parqueo a otro

2. Filtros:

Parqueo Salida: Parque del cual el vehículo sale para ir al siguiente parqueo

Parqueo Ingreso: Parqueo al cual el vehículo que proviene del parqueo de salida, ingresa

Fecha Inicio: Representa el día de inicio desde donde se quiere mostrar el reporte

Fecha Fin: Representa el día final hasta donde se quiere mostrar el reporte

3. Columnas de Reportes:

Flujo: Indica de donde sale y a donde ingresan los vehículos

Número: Indica el número de usuarios que siguieron este flujo determinado.

3.5.2.9 SEGUIMIENTO DE VEHÍCULOS

La siguiente imagen ilustra cómo se presenta ésta página:

1. Visualización del Grafo



Tracking de Vehículos
Permite ver los parqueos en donde estuvo un vehículo en específico y a que hora visito cada uno.

Placa:

Tipo de Movimiento	Parqueo	Fecha
Ingreso	Parqueo1	02/05/2010 13:48:00
Salida	Parqueo1	03/05/2010 1:16:00
Ingreso	Parqueo1	26/06/2011 12:20:00
Salida	Parqueo1	26/06/2011 19:34:00

Figura 3.12: Seguimiento de Vehículos

2. Filtros

Placa: Número de placa ingresada para su revisión

Columnas de Reportes:

Tipo de Movimiento: Indica si es un ingreso o una salida

Parqueo: Indica a que parqueo ingresó o salió

3.5.3 ANÁLISIS DE DATOS GENERADOS

Análisis 1

Indicadores			Semáforos
Porcentaje Uso Parqueo	1%	↓	🚫
Flujo de Ingreso Vehículos	46Vh	↓	🟢
Promedio de Uso de Parqueo	173 Ingr.	↑	🟢
Número de Placas NO reconocidas	0	=	🚫
Número de Placas NO existentes	0	=	🚫
Porcentaje de Usuarios Nuevos	1Vh	↓	🟡
Ingresos Unicos por Usuario	21%	↓	🟢

Figura 3.13: Indicadores generales Mayo 2011

Los primeros datos que nos permiten poder extraer la situación del parqueadero a nivel general es la semaforización de los índices del parqueadero.

Según los datos que tenemos podemos inferir lo siguiente:

- **Flujo de Ingreso de Vehículos.** Debido a la flecha verde al alza y al semáforo en verde, podemos decir que estamos en un nivel de bueno a excelente en cuanto al flujo de vehículos en el parque lo cual se debe de ver reflejado en buenas recaudaciones de dinero para un parqueadero pagado o que se debería de hacer un mayor mantenimiento preventivo para el caso de un parqueadero privado.
- **Promedio de Uso de Parqueo.** Debido a la flecha Roja a la baja y al semáforo en rojo, podemos decir que estamos en un nivel de bajo a malo en cuanto al tiempo en que el vehículo se encuentra en el parqueo. Uniendo el indicador 1 con el indicador 2 podemos decir que estamos cobrando bien por la entrada y salida de vehículos pero estamos cobrando menos por el uso del parqueo aun habiendo parqueos disponibles.
- **# de Placas No reconocidas.** Esto nos indica que no existen placas este mes y se mantiene tal como el otro mes.
- **# de Placas No existen.** Esto nos indica que no existen placas este mes y se mantiene tal como el otro mes.

- **Porcentaje de usuarios nuevos.** Esto nos indica que en el mes en curso no existen usuarios que hayan llegado por primera vez al parqueadero.
- **Ingresos únicos por usuario.** Esto nos indica que de los 1803 ingresos que ha tenido el parqueo solo han sido 1544 usuarios los que han ingresado, dado que uno o más de un usuario han ingresado más de una vez.

Análisis 2

Porcentaje de Uso de Parqueo

Fecha	Hora	Porcentaje de Uso
05/13/2011	00 Horas	12,96%
05/13/2011	07 Horas	12,90%
05/13/2011	08 Horas	12,91%

Figura 3.14: Porcentaje de uso de parqueo Mayo 2011

Flujo de entrada y Salida

Fecha	Hora	Ingresos	Salidas
05/13/2011	0	0	14
05/13/2011	7	2	0
05/13/2011	8	2	1

Figura 3.15: Flujo de entrada y salida Mayo 2011

Según los datos que se presentan en el reporte del uso de parqueo con el de flujo de entrada y salida, imagen 3.14, 3.15 respectivamente, podemos inferir que estamos teniendo un buen uso del parqueo ya que el parqueo se mantiene en un porcentaje de uso estable teniendo entradas y salidas normales.

Análisis 3

Tiempo promedio del uso del parqueo

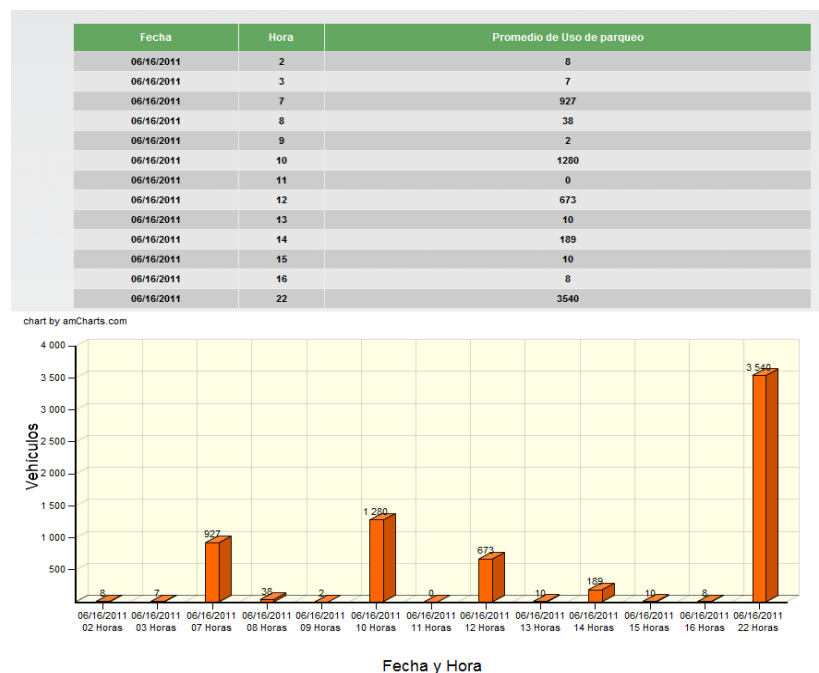


Figura 3.16: Tiempo promedio de uso de parqueo

Analizando los datos del reporte de tiempo promedio del uso de parqueo podemos observar que existen varios picos: a las 7 hrs, a las 10 hrs, a las 12 hrs y a las 22 hrs.

Esto nos dice que los intervalos entre el último ingreso y el pico son las horas en que no hubo mucho flujo y que por lo tanto hay más uso del parqueadero, el reporte de la imagen, nos muestra el promedio de la estadía por carro en minutos, lo cual es un tiempo real de medición de uso con lo que se puede sacar el desgaste del parqueadero.

CAPITULO 4

GENERACIÓN Y ANALISIS DE MODELOS MATEMATICOS PREDICTIVOS

4.1 GENERACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS

Para la generación de los modelos que permitirán predecir el comportamiento que tendrán los usuarios con respecto al uso del estacionamiento, se ha realizado un análisis estadístico haciendo uso de las metodologías mencionadas en el capítulo 2 de este informe. Se utilizaron datos simulados para generar los valores de los indicadores que se analizarán. De estos indicadores se explicará, mediante gráficas de series de tiempo con sus respectivas proyecciones, el comportamiento que tienen y esperamos que tenga cada indicador y las conclusiones que generan este análisis. También se compondrán las ecuaciones que forman el modelo matemático en sí. Para este cometido se utilizarán los parámetros generados por el programa estadístico utilizado, estos parámetros se ajustan a las técnicas de predicción de series ARIMA o de suavizado exponencial.

El paquete de software utilizado para realizar esta tarea es el sistema SPSS 17, este es un software estadístico que nos permite realizar el análisis de las series de tiempo que se han simulado y obtener el tipo específico de la metodología que mejor se ajusta a los datos simulados, además de generar los parámetros necesarios para definir las ecuaciones que pronostican un futuro comportamiento.

El software mencionado fue seleccionado por su facilidad de uso pues a diferencia de otro tipo de software estadístico, además de poder trabajar a través de una línea de comandos, tiene una interface grafica que facilita el uso del software a personas que no poseen experiencia absoluta en el análisis estadístico de series de tiempo. La mayor facilidad que se utilizó del sistema fue el modulo de predicción (forecasting) que viene integrado al sistema SPSS. Este no solo apoyó en seleccionar entre ARIMA y suavizado exponencial como el mejor modelo matemático para ajustar cada una de las series de tiempo. Además proporcionó automáticamente los parámetros necesarios para generar las ecuaciones matemáticas que permiten predecir los valores de los indicadores en el futuro.

En las siguientes secciones se revisarán las ecuaciones generadas a través de los parámetros obtenidos del software SPSS y los gráficos predictivos de las series de tiempo. Esto nos permitirá realizar un análisis acerca del comportamiento de los usuarios del

estacionamiento basados en la información que nos proporcionan los indicadores de gestión.

El paquete de software SPSS tiene la habilidad de generar gráficos de series de tiempo. En estos gráficos se pueden ver datos como, los valores observados del indicador; los valores ajustados por el modelo matemático; los valores predichos por el software y los límites de confianza superiores e inferiores. En el siguiente gráfico se muestra y explica la leyenda que cada uno de los gráficos presentados tendrán.






 Observed	DATOS OBSERVADOS
 Fit	DATOS AJUSTADOS
 UCL	LIMITE SUPERIOR DE CONFIANZA
 LCL	LIMITE INFERIOR DE CONFIANZA
 Forecast	DATOS PREDICHOS

Figura 4.1: Leyenda común para los gráficos

4.1.1 MODELAMIENTO DEL PORCENTAJE DE USO

El modelamiento del porcentaje de uso de los estacionamientos permitirá prever qué tipo de crecimiento y comportamiento estacional tendrá este indicador. Esta información es importante ya que si el indicador llega a un punto cercano al

100%, querrá decir que no hay espacio suficiente para que los clientes estacionen sus vehículos.

El sistema de software SPSS utilizado para realizar la inferencia del modelo al que se ajusta a los valores arrojó que la mejor técnica para modelar el indicador de porcentaje de uso es un modelo de suavizado exponencial del tipo “Aditivo de Winters”. Este modelo predice que la serie de tiempo contendrá componentes de tendencia y estacionalidad. El gráfico presentado a continuación valida dicho modelo.

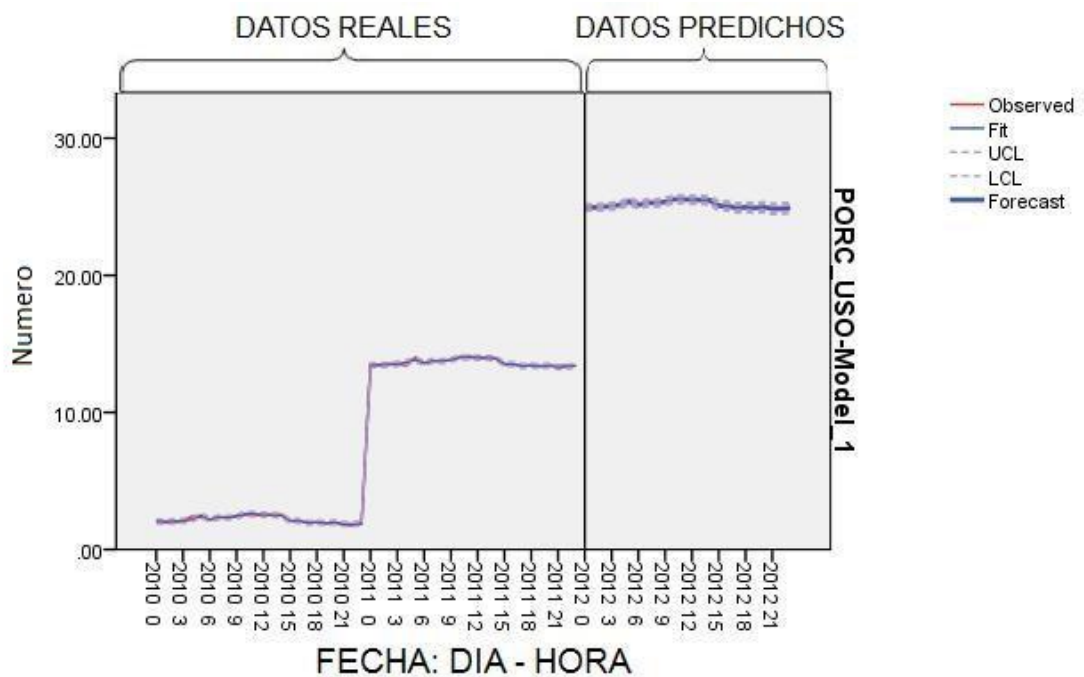


Figura 4.2: Gráfico de serie de tiempo con predicción del porcentaje de uso por horas del día

Como se puede ver cada vez que comienza un nuevo año los valores del porcentaje de uso realizan un salto de alrededor del 10%. Este salto refleja la tendencia al alza que tiene esta serie de tiempo y nos permite concluir que tenemos alrededor de 8 años más para que nuestro estacionamiento vehicular llegue al tope de su capacidad. También, aunque el porcentaje de uso permanece fijo a lo largo del día, se puede ver que hay una leve baja en el valor del indicador a las 14 horas. Este cambio también están reflejados en el gráfico predictivo, de esta forma vemos que el modelo toma en cuenta la estacionalidad de la serie de tiempo.

Por último se presentarán los datos del modelo generado y las ecuaciones que permiten realizar las predicciones de los valores del indicador de porcentaje de uso. Estos datos fueron generados con el uso del software SPSS.

Descripción	Estimado
PORC_USO Alpha (Level)	,1827378094
Gamma (Trend)	,0755937507
Delta (Season)	,0001910566

Tabla 4.1: Parámetros para suavizado exponencial aditivo de Winters

$$s_t = 0.1827378094 \left(\frac{x_t}{I_{t-24}} \right) + 0.817262190613618(s_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = 0.0755937507(s_t - s_{t-1}) + 0.924406249308621T_{t-1}$$

$$I_t = 0.0001910566 \left(\frac{x_t}{s_t} \right) + 0.999808943376812 I_{t-24}$$

$$F_{t+m} = (s_t + mT_t) I_{t-24+m}$$

Ecuaciones 4.1

4.1.2 MODELAMIENTO DEL FLUJO DE ENTRADA Y SALIDA

Con el modelamiento del flujo de entrada y salida podremos pronosticar cuales serán los horas de mayor movimiento vehicular en el estacionamiento. Esta información nos ayuda a definir en qué horas se puede estar dando problemas de congestión en nuestro estacionamiento y alrededores, además de prever si necesitaremos una mayor cantidad de personal para manejar dicha situación. Se debe tomar en cuenta de que estamos analizando dos estadísticas diferentes, una que nos informa sobre la cantidad de vehículos que ingresan cada hora, mientras la otra nos informa sobre la cantidad de vehículos que salen del estacionamiento.

Al realizar el análisis de los datos con el software estadístico SPSS este generó que el modelamiento de las series de tiempo se debe basar en un modelo de suavizado exponencial para ambos indicadores. El indicador de flujo de entrada se modela a través del suavizado exponencial tipo “Simple estacional”. Esto quiere decir que la serie de tiempo muestra un

componente estacional, más no una tendencia perceptible. Por otra parte, el indicador de flujo de salida además de estacionalidad, presenta un pequeño crecimiento, por lo cual el modelamiento a través del suavizado exponencial aditivo de Winters fue seleccionado por el sistema SPSS. Lo antes expuesto se puede comprobar a través del gráfico presentado a continuación, el cual representa la cantidad de entradas y salidas que se realizan por cada hora del día.

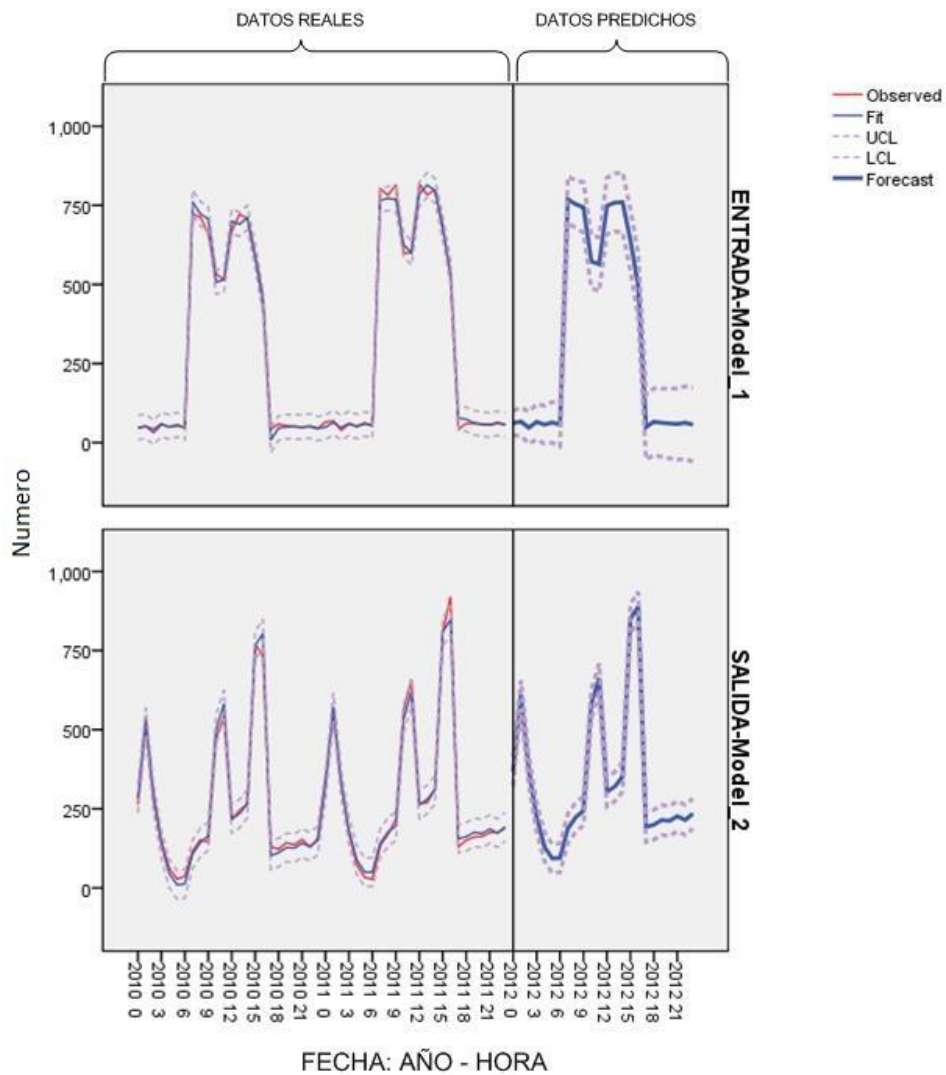


Figura 4.3: Gráfico de serie de tiempo con predicción del flujo de entrada y salida por hora del día

Se puede observar que ambas series de tiempo mantienen un comportamiento estacional. Además, para el indicador del flujo de entradas se ve que hay dos horarios en los que se producen un importante aumento de entradas, estas horas son primero

entre las 6 y las 9 horas, por último entre las 15 y 18 horas. Para el indicador de flujo de salida las horas de mayor flujo de salida están entre las 0 y las 2 horas, además de tener un pequeño pico entre las 9 y las 12 horas. Por último el indicador vuelve a despuntar entre las 16 y 17 horas. Estos comportamientos se repiten en el año 2011, con lo que se comprueba que hay estacionalidad en ambas series de tiempo. Se puede ver gráficamente que los comportamientos antes descritos han sido predichos por el modelo seleccionado. Por lo tanto se puede concluir que será mejor manejar una mayor cantidad de personal en las franjas horarias antes explicadas y ubicados en los puntos que faciliten la entrada o salida de vehículos, dependiendo del tipo de indicador que se esté analizando.

Como último paso se presentarán los parámetros arrojados por el software SPSS y las ecuaciones correspondientes a los dos indicadores.

Descripción		Estimado
ENTRADA	Alpha (Suavizado)	,6000890226
	Delta (Estacionalidad)	,0000155806
SALIDA	Alpha (Suavizado)	,0741953658
	Gamma (Tendencia)	,0000016472
	Delta (Estacionalidad)	,0010000000

Tabla 4.2: Parámetros para suavizado exponencial estacional y aditivo de Winters

Ecuaciones para el flujo de entrada

$$s_t = 0.6000890226(x_t - I_{t-24}) + 0.3999109774s_{t-1}$$

$$I_t = 0.0000155806(x_t - s_t) + 0.9999844194I_{t-24}$$

$$F_{t+m} = s_t + I_{t-24+m}$$

Ecuaciones para el flujo de salida

$$s_t = 0.0741953658\left(\frac{x_t}{I_{t-24}}\right) + 0.9258046342(s_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = 0.0000016472(s_t - s_{t-1}) + 0.9999983528T_{t-1}$$

$$I_t = 0.001\left(\frac{x_t}{s_t}\right) + 0.999I_{t-24}$$

$$F_{t+m} = (s_t + mT_t)I_{t-24+m}$$

Ecuaciones 4.2

4.1.3 MODELAMIENTO DEL TIEMPO PROMEDIO DE USO DEL PARQUEO

El modelamiento del indicador de tiempo promedio de uso del parqueo permite conocer el comportamiento que los usuarios tienen con respecto a la cantidad de minutos que utilizan los servicios del estacionamiento. Esto nos puede ayudar a distinguir si nuestros usuarios utilizan el servicio de estacionamiento por cortos tiempos o por el contrario son usuarios que están realizando alguna actividad que les demanda una alta cantidad tiempo.

El sistema SPSS concluyó que el mejor modelo para este caso es el suavizado exponencial del tipo “aditivo de Winters”. Esto quiere decir que hay una tendencia y que un comportamiento similar por parte de los usuarios que se ha estado dando durante varios ciclos. A continuación se presentará el gráfico donde se mostrarán los valores que toma el indicador de tiempo promedio de uso en las diferentes horas del día.

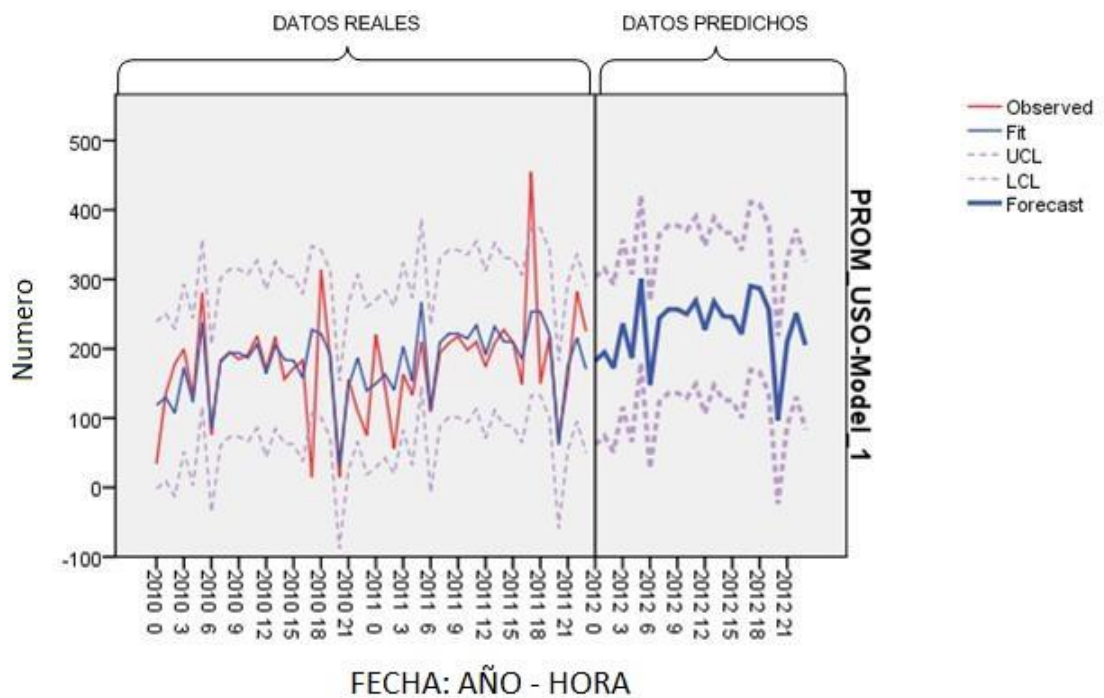


Figura 4.4: Gráfico de serie de tiempo con predicción del promedio de tiempo de uso por hora del día

Se puede concluir que este indicador presenta una tendencia de línea creciente no tan pronunciada, pero sí perceptible.

También se puede ver que en el pronóstico realizado por el software los límites de confianza están bastante alejados (en comparación con los pronósticos antes realizados) de la línea que representa los valores predichos. Esta característica se puede dar por los picos que este indicador presenta.

A continuación se expondrán los parámetros del modelo de suavizado exponencial aditivo de Winters, con sus respectivas ecuaciones.

Descripción	Estimado
PROM_USO Alpha (Suavizado)	,0138164098
Gamma (Tendencia)	,0000128784
Delta (Estacionalidad)	,0002192085

Tabla 4.3: Parámetros para suavizado exponencial aditivo de Winters

$$s_t = 0.0138164098 \left(\frac{x_t}{I_{t-24}} \right) + 0.9861835902(s_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = 0.0000128784(s_t - s_{t-1}) + 0.9999871216T_{t-1}$$

$$I_t = 0.0002192085 \left(\frac{x_t}{s_t} \right) + 0.9997807915I_{t-24}$$

$$F_{t+m} = (s_t + mT_t)I_{t-24+m}$$

Ecuaciones 4.3

4.1.4 MODELAMIENTO DE PORCENTAJE DE PLACAS NO RECONOCIDAS Y NO EXISTENTES

Este indicador nos muestra, para el caso de placas no reconocidas, que tan efectivo es el sistema de detección de placas. Y para placas no procesadas, en promedio, cuantos autos que ingresan a nuestro estacionamiento no tienen placas visibles para ser reconocidas por el sistema. Esta información permitirá reconocer si el sistema de detección y reconocimiento de placas están trabajando eficientemente.

Gracias al sistema SPSS se detectó que los modelos apropiados para cada indicador seguían la metodología del suavizado exponencial, pero de tipos diferentes. El indicador de placas no existentes sigue un modelo de suavizado exponencial aditivo de Winters. Mientras que el indicador de placas no reconocidas es modelado de forma óptima con un suavizado exponencial simple estacional. Esto quiere decir que los indicadores comparten la característica de poseer un ciclo de comportamiento específico. Adicionalmente el indicador de placas no existentes también posee un comportamiento tendencial. Como se puede distinguir en la gráfica correspondiente, las características mencionadas para cada indicador quedan en evidencia.

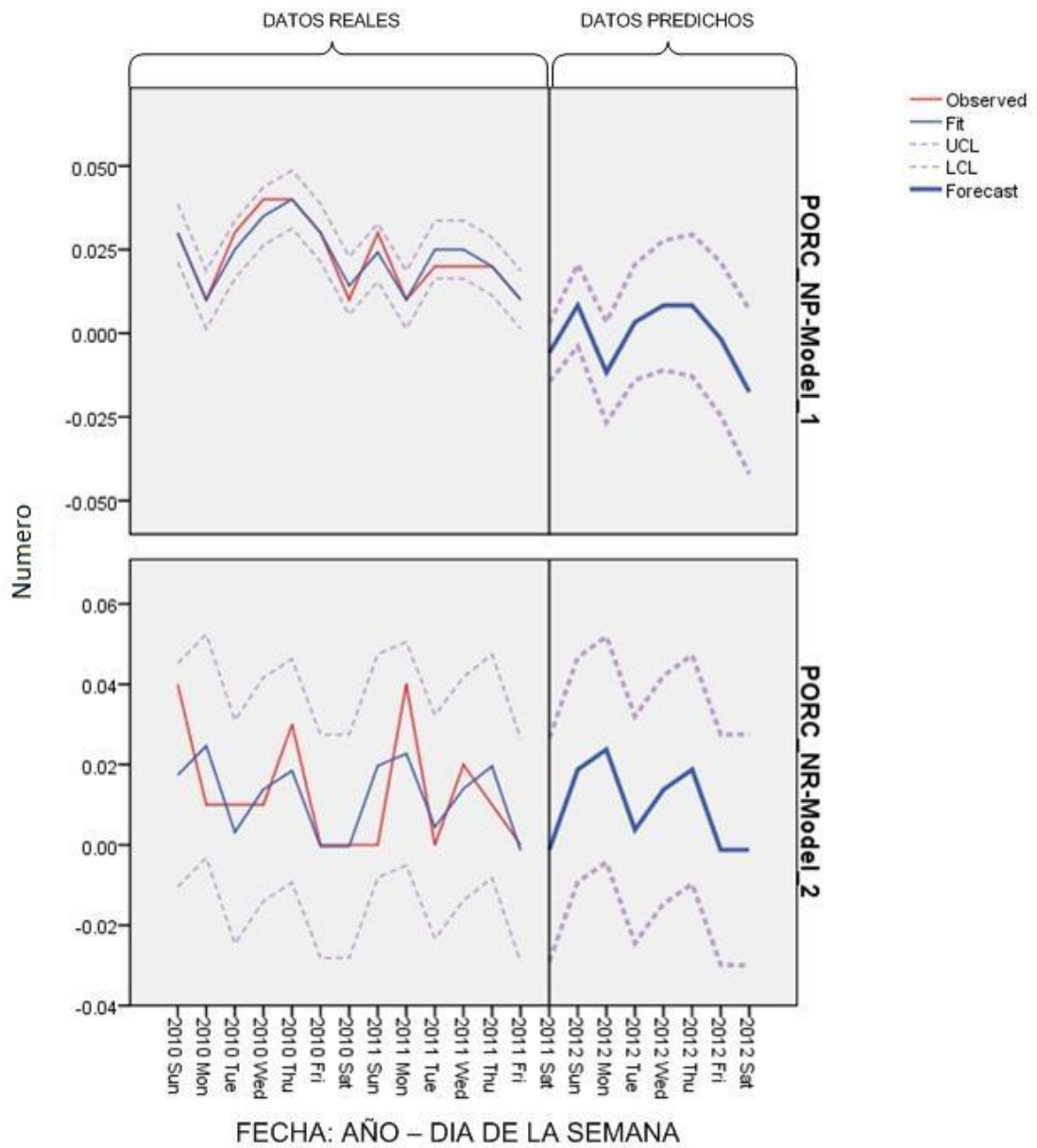


Figura 4.5 Gráfico de serie de tiempo con predicción del porcentaje de placas no reconocidas y placas no existentes por día de la semana

Se puede ver que ambos indicadores presentan comportamientos estacionales similares. Ambos presentan dos picos a la semana, pero cabe destacar que estos picos tiene un

máximo de 4% y 2% aproximadamente para el porcentaje de placas no existentes y porcentaje de placas no reconocidas respectivamente. Esto quiere decir que aunque se presentan picos en los gráficos de ambos indicadores, los valores presentados deberían generar una alarma para el administrador de este estacionamiento. Cabe destacar que el porcentaje de placas no existentes presenta una tendencia decreciente en sus valores, tanto así que el software estadístico SPSS predice que los valores de este indicador serán negativos para el año 2012, lo cual es imposible. Esto significa que los valores para estos indicadores son bajos lo cual representa que la mayoría de los vehículos poseen placas y el reconocimiento de las mismas se está dando correctamente.

A continuación se muestran los parámetros y ecuaciones correspondientes al suavizado exponencial estacional y aditivo de Winters que modela los indicadores presentados en esta sección.

Descripción	Estimado	
PORC_NP	Alpha (Suavizado)	,9984290200
	Gamma (Tendencia)	,0000734163
	Delta (Estacionalidad)	,9990000000
PORC_NR	Alpha (Suavizado)	,1000149563
	Delta (Estacionalidad)	,0000489136

Tabla 4.4: Parámetros para suavizado exponencial aditivo de Winters y estacional

Ecuaciones para el porcentaje de placas no existentes

$$s_t = 0.99842902 \left(\frac{x_t}{I_{t-7}} \right) + 0.00157098(s_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = 0.0000734163(s_t - s_{t-1}) + 0.9999265837T_{t-1}$$

$$I_t = 0.999 \left(\frac{x_t}{s_t} \right) + 0.001I_{t-7}$$

$$F_{t+m} = (s_t + mT_t)I_{t-7+m}$$

Ecuaciones para el porcentaje de placas no reconocidas

$$s_t = 0.1000149563(x_t - I_{t-7}) + 0.8999850437s_{t-1}$$

$$I_t = 0.0000489136(x_t - s_t) + 0.9999510864I_{t-7}$$

$$F_{t+m} = s_t + I_{t-7+m}$$

Ecuaciones 4.4

4.1.5 MODELAMIENTO DEL PORCENTAJE DE USUARIOS NUEVOS

Al modelar el indicador del porcentaje de usuarios nuevos se puede tener una idea de que proporción de usuarios regresan a utilizar un determinado estacionamiento administrado. Si hay un alto porcentaje de usuarios nuevos, querrá decir que la mayoría de nuestros usuarios no vuelven a utilizar las instalaciones. Este dato nos podría ayudar a tomar decisiones con respecto a la captación y fidelización de los clientes.

Con respecto a la predicción del indicador, el sistema SPSS utilizado halló que el mejor modelo de predicción es el aditivo de Winters. A continuación se puede apreciar la serie de tiempo, y como tiene una tendencia hacia la baja.

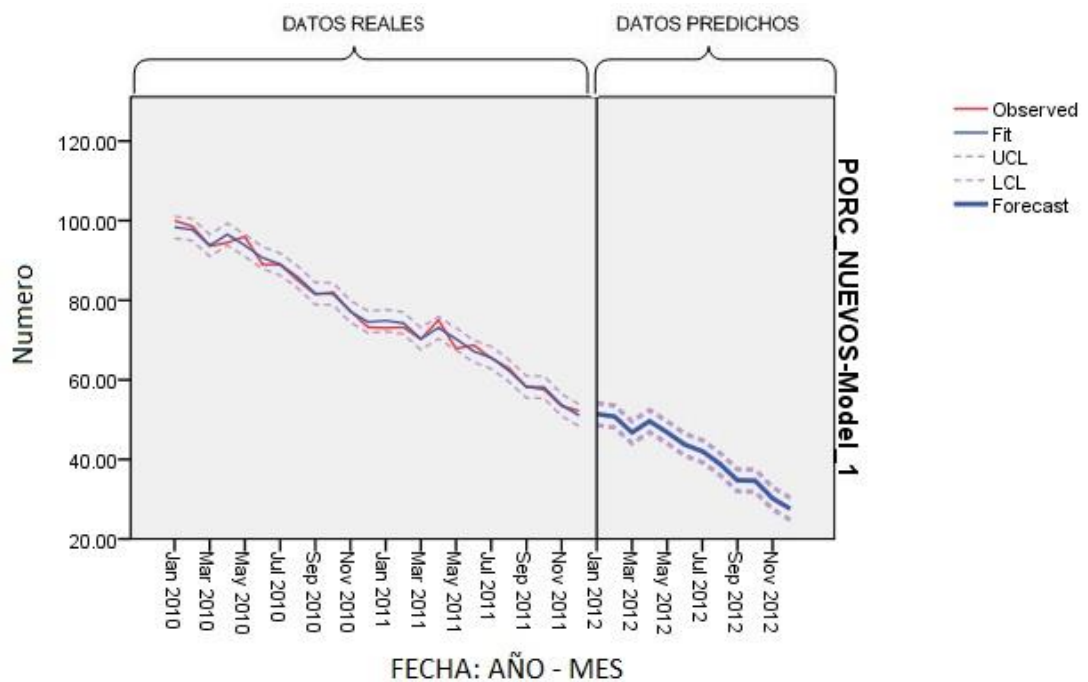


Figura 4.6: Gráfico de serie de tiempo con predicción del porcentaje de usuarios nuevos por mes del año

Como se puede ver en el gráfico, la tendencia de esta serie de tiempo, disminuye. Esto quiere decir que poco a poco se reutiliza la infraestructura del estacionamiento. A continuación presentaremos la información sobre los parámetros generados por el sistema de software y mostraremos las ecuaciones que modelan los valores predichos.

Descripción		Estimado
PORC_NUEVO	Alpha (Suavizado)	.0009623751
	Gamma (Tendencia)	.0010000000
	Delta (Estacionalidad)	.0000402081

Tabla 4.5: Parámetros de suavizado exponencial aditivo de Winters

$$s_t = 0.0009623751 \left(\frac{x_t}{I_{t-12}} \right) + 0.9990376249(s_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = 0.001(s_t - s_{t-1}) + 0.999T_{t-1}$$

$$I_t = 0.0000402081 \left(\frac{x_t}{s_t} \right) + 0.9999597919I_{t-12}$$

$$F_{t+m} = (s_t + mT_t)I_{t-12+m}$$

Ecuaciones 4.5

4.1.6 MODELAMIENTO DE MOVIMIENTOS UNICOS POR USUARIOS

El indicador de movimientos únicos por usuario nos informará cuántos movimientos vehiculares se han realizado en el estacionamiento. Lo importante es distinguir que si un usuario realiza varios movimientos en un solo día, solamente contará como válido un movimiento. De esta forma garantizamos saber cuántos usuarios únicos ingresaron y egresaron del estacionamiento. Al igual que los indicadores de flujo de entrada y salida, este indicador nos da la información de cuántos usuarios realizaron ingresos y egresos únicos durante el día.

De esta forma el paquete de software utilizado para modelar ambas series de tiempo arrojan que la mejor técnica de ajuste

es el suavizado exponencial aditivo de Winters. Por lo tanto el gráfico que se muestra a continuación mostrará una tendencia y estacionalidad definida.

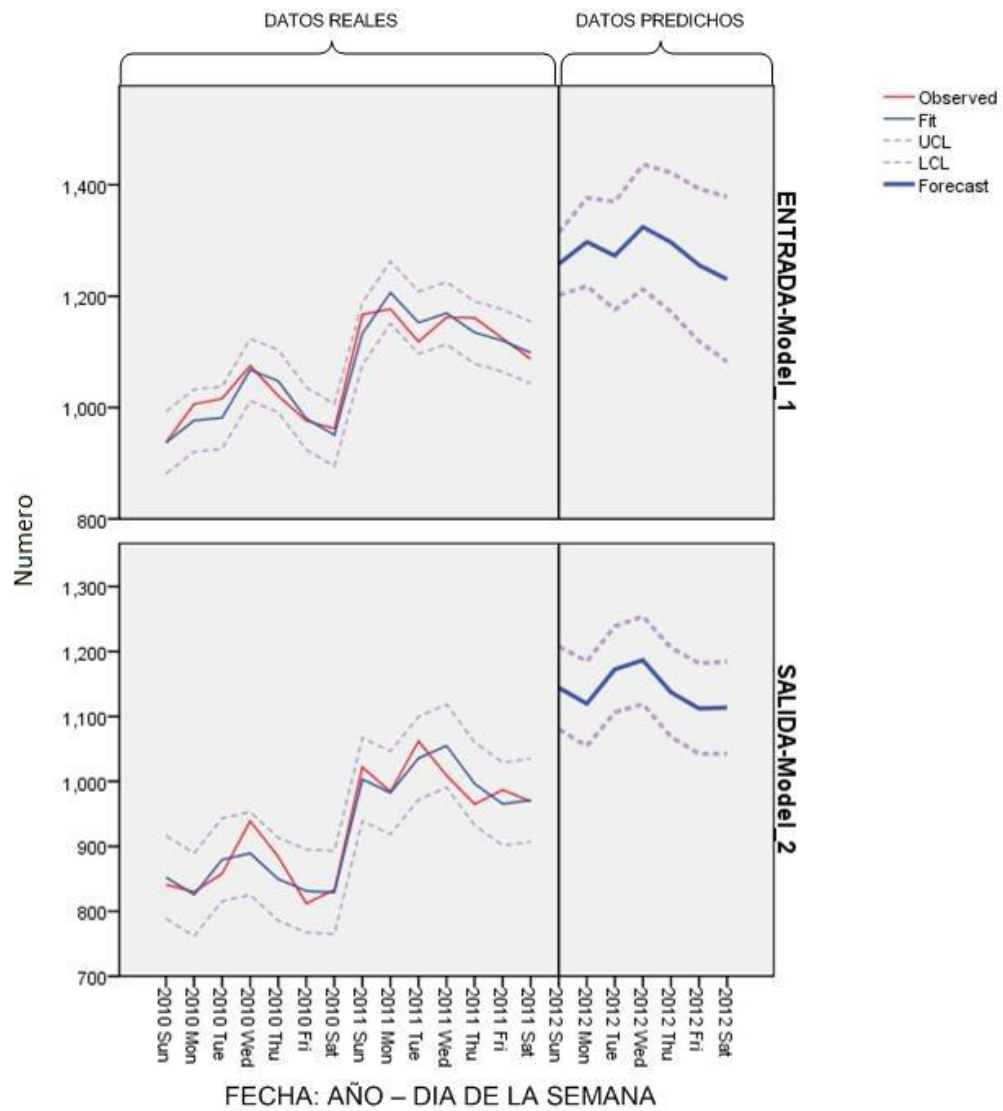


Figura 4.7: Gráfico de serie de tiempo con predicción de los movimientos únicos por usuarios por día de la semana

Como se puede ver en el gráfico, en los primeros 4 días de la semana se realizan una cantidad superior de movimientos únicos que en los últimos 3 días. También se ve que del año 2010 al año 2011 se incrementó de un promedio de 890 movimientos únicos de entrada y salida respectivamente a 1200 y 1050 movimientos únicos de entrada y salida respectivamente. Esta tendencia también se ve reflejada en la proyección realizada por el paquete de software. Después de revisar gráficamente la serie de tiempo se pasará a presentar los parámetros que conformaría el modelo matemático propiamente dicho.

Descripción		Estimado
ENTRADA	Alpha (Suavizado)	.9999961824
	Gamma (Tendencia)	.0001877435
	Delta (Estacionalidad)	.0010000000
SALIDA	Alpha (Suavizado)	.1957301448
	Gamma (Tendencia)	.0000002249
	Delta (Estacionalidad)	.0000264515

Tabla 4.6: Parámetros para suavizado exponencial aditivo de Winters

Ecuaciones para movimientos únicos de ingresos

$$s_t = 0.9999961824 \left(\frac{x_t}{I_{t-7}} \right) + 0.0000038176(s_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = 0.0001877435(s_t - s_{t-1}) + 0.9998122565T_{t-1}$$

$$I_t = .001 \left(\frac{x_t}{s_t} \right) + 0.999I_{t-7}$$

$$F_{t+m} = (s_t + mT_t)I_{t-7+m}$$

Ecuaciones para movimientos únicos de salidas

$$s_t = 0.1957301448 \left(\frac{x_t}{I_{t-7}} \right) + 0.8042698552 (s_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = 0.0000002249 (s_t - s_{t-1}) + 0.9999997751 T_{t-1}$$

$$I_t = 0.0000264515 \left(\frac{x_t}{s_t} \right) + 0.9999735485 I_{t-7}$$

$$F_{t+m} = (s_t + mT_t) I_{t-7+m}$$

Ecuaciones 4.6

4.1.7 FLUJO DE VEHÍCULOS DE UN PARQUEO A OTRO

En los casos en que se manejen más de un estacionamiento es bueno conocer si hay alguna correlación entre los movimientos de salida de un estacionamiento con los movimientos de entrada de otros estacionamientos. Esto justamente aporta el indicador de flujo de vehículos de un parqueo a otro, ya que permite conocer con exactitud cuántos vehículos salieron de un estacionamiento para ingresar en otro diferente, obviamente ambos manejados por el proyecto desarrollado en este informe.

El software SPSS analizó los datos generados y calculó que el mejor modelo para representar este el flujo vehicular entre estacionamientos es el suavizado exponencial estacional.

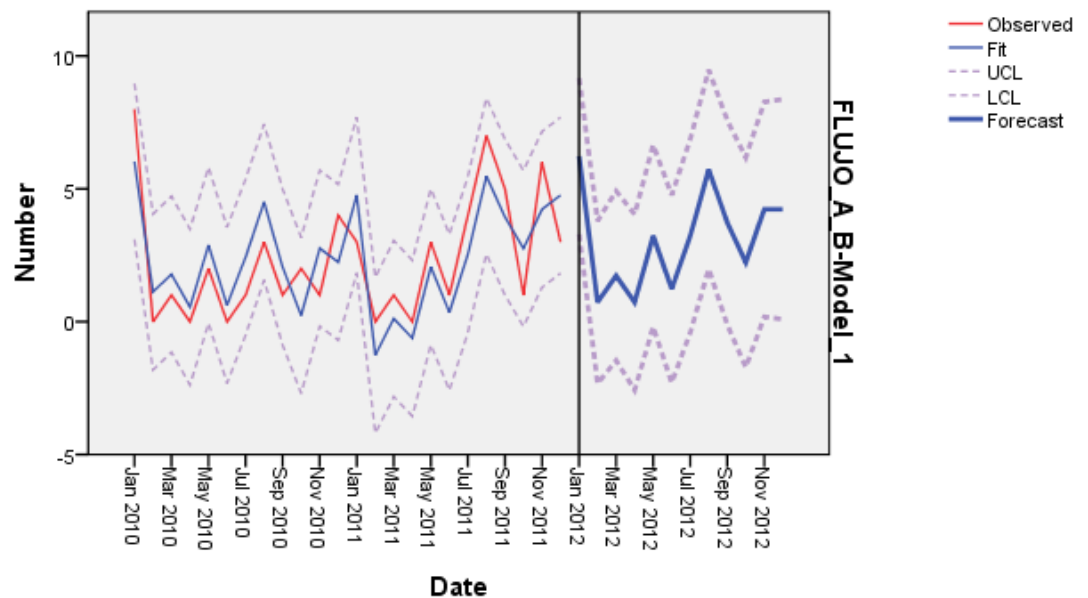


Grafico 4.8: Gráfico de serie de tiempo con predicción del flujo de vehículos de un parqueo a otro por mes del año

Se puede ver que el flujo vehicular se comporta de forma similar de un año al otro, pero no se ve con claridad una relación entre las salidas de un estacionamiento con las entradas a otro. Tampoco se ve una tendencia, por lo cual se concluye que no hay relación aparente entre los estacionamientos analizados.

A continuación se presentarán los parámetros y ecuaciones necesarias para realizar las estimaciones de los valores a futuro.

Descripción	Estimado
FLUJO_A_B Alpha (Suavizado)	,3000258355
Delta (Estacionalidad)	,0000329795

Tabla 4.7: Parámetros para suavizado exponencial estacional

$$s_t = 0.33000258355x_t + 0.6999741645(s_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = 0.0000329795(s_t - s_{t-1}) + 0.9999670205T_{t-1}$$

$$F_{t+m} = s_t + mT_t$$

Ecuaciones 4.7

4.2 ANÁLISIS DE RESULTADO DE MODELOS MATEMÁTICOS

Se ha revisado cada modelo y se ha visto que en todos los casos se presenta un componente estacional. Por lo tanto se puede inferir que el comportamiento de los usuarios se sujeta a un ciclo lógico que los hace comportarse de esta forma durante todo un año y repetir dicho comportamiento el año siguiente. También hemos visto que en algunos indicadores también hay cierto grado de tendencia, como por ejemplo en el indicador de porcentaje de uso del estacionamiento. Esto quiere decir que el estacionamiento está siendo utilizado por una mayor cantidad de usuarios y que por lo tanto se debería tomar en cuenta este crecimiento para tomar medidas preventivas en lo que la infraestructura y uso del personal se refiere.

Al realizar el análisis del indicador de flujo de entrada y salida se puede observar que hay ciertas horas especiales en las que tanto el

flujo de entrada como el de salida crecen considerablemente. El tener esta información permitirá al administrador del parqueo gestionar mejor la cantidad de recursos humanos necesarios para mejorar el tránsito en el estacionamiento en las horas en que se da un mayor flujo vehicular.

El indicador de tiempo promedio de uso permite al administrador revisar que cantidad de tiempo es normal que sus usuarios hagan uso de la infraestructura del estacionamiento. Con este dato se puede calcular precios que maximicen la utilidad del estacionamiento, en el caso de que el servicio que se preste no sea gratuito. Este indicador también permite detectar vehículos sospechosos que se mantengan dentro del estacionamiento por periodos superiores a 200 minutos, ya que después de haber realizado el análisis correspondiente se puede ver la cantidad de tiempo que los usuarios utilizan el estacionamiento generalmente.

El administrador puede saber si el sistema de reconocimiento de placas está funcionando correctamente a través de los indicadores del porcentaje de placas no reconocidas y porcentaje de placas no existentes. El análisis realizado permite afirmar que el sistema de reconocimiento está funcionando correctamente ya que los porcentajes para ambos indicadores son considerablemente bajos.

El indicador de movimientos únicos analizado arroja que este tiene un comportamiento cíclico semanal. Pero lo más interesante en este caso es la tendencia hacia el alza que tiene este indicador, ya que esto quiere decir que cada vez hay más usuarios reales utilizando nuestro estacionamiento.

En conclusión los indicadores presentados aportan de diferentes formas y complementan la información presentada al administrador del estacionamiento para que pueda realizar decisiones con un mejor criterio.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACION

En esta sección se presentan las conclusiones concebidas en este informe de materia de graduación en cuanto a la utilidad de los módulos implementados, el análisis realizado a los datos de los indicadores simulados y las proyecciones a futuro efectuadas por el software de análisis estadístico.

Por último se dan a conocer recomendaciones y trabajos a futuro que permiten mejorar la utilidad de los módulos desarrollados en este informe de materia de graduación.

CONCLUSIONES

- 1) El objetivo principal de este proyecto era desarrollar un sistema de recolección, visualización y análisis de indicadores para la gestión de estacionamientos vehiculares. Para realizar la implementación se dividió el proyecto en tres módulos distintos: 1) un módulo administrativo, 2) un

módulo de recolección de información y 3) un módulo de visualización de indicadores. Previo al desarrollo de los módulos antes mencionados se realizó una investigación bibliográfica acerca de dos herramientas distintas que aportan al desarrollo del sistema.

- 2) Previo al desarrollo de los módulos mencionados se realizó análisis bibliográfico que permitió definir cuál debería ser la librería especializada en creación de gráficos dinámicos a utilizar en este proyecto. Entre tres librerías diferentes, amCharts fue la que más ventajas ofreció ya que sus componentes enlazados a datos ofrecen un desarrollo limpio y fácil. Se entiende como limpio a un desarrollo que en el que se mantiene al mínimo la cantidad de código necesaria para su correcto funcionamiento. Una librería de fácil uso se comprende como una que es entendible e intuitiva para el desarrollador. amCharts cumple con estas dos características, ya que sus componentes .NET nos permiten generar un gráfico dinámico en el cual solo es necesario implementar código en el lado del servidor (a diferencia de las librerías basadas en Javascript) y es de fácil uso ya que estos mismo componentes se enlazan a los datos utilizando una tecnología estándar del entorno .NET.
- 3) También se realizó una investigación bibliográfica sobre la metodología del modelamiento matemático a utilizar para efectuar el análisis del

comportamiento de los usuarios del estacionamiento. Gracias a este análisis pudimos concluir que las metodologías de ARIMA y suavizado exponencial debían ser utilizadas para realizar el modelamiento de los datos, pero que su selección dependía de cuál de ellas realizaba un mejor ajuste a los valores de la serie de tiempo estudiada.

- 4) Los indicadores desarrollados en este informe serán las herramientas que permitan al administrador del estacionamiento conocer el estado del mismo y proyectar a futuro las posibles situaciones que se puedan presentar.
- 5) El indicador de porcentaje de uso apoya al administrador en reconocer que horas del día presentan un alto uso de los puestos de los estacionamientos. También permitirá conocer con tiempo si el estacionamiento está próximo a no soportar la demanda que se le exige y por ende realizar mejoras en la infraestructura como creación de nuevos puestos dentro del estacionamiento.
- 6) El flujo de entrada y salida son dos indicadores que apoyarán en administrar de mejor manera al personal que realice tareas que aporten en el mejoramiento del tránsito dentro del estacionamiento, como entrega y recolección de tickets, personal de valet parking, etc.

- 7) El indicador de tiempo promedio de uso le ayuda al administrador a distinguir que cantidad de tiempo sus usuarios dejan sus vehículos dentro del estacionamiento generalmente. Gracias a esto si sus clientes utilizan el estacionamiento durante un largo periodo de tiempo y además el porcentaje de uso está cercano al 100% el administrador podría concluir que es necesario realizar una ampliación del estacionamiento, aunque este no sea el caso para el estacionamiento estudiado aún.

- 8) Los indicadores que nos permiten reconocer la eficacia del proceso de detección y reconocimiento de placas son el porcentaje de placas no existentes y porcentaje de placas no reconocidas respectivamente. Gracias a estos indicadores el administrador puede detectar incrementos anormales en los valores de los indicadores lo cual denotaría algún inconveniente en los procesos antes mencionados. Para los datos analizados estos indicadores se encuentran sobre valores que representan un buen funcionamiento por parte de los procesos de detección y reconocimiento de placas.

- 9) El porcentaje de usuarios nuevos apoya al administrador en la tarea de reconocer si los usuarios que utilizan el estacionamiento vuelven a utilizar los servicios o por el contrario son personas que no regresan usualmente al estacionamiento. Gracias a esta información se pueden

edificar políticas que permitan fidelizar al usuario del estacionamiento. Para el caso del estacionamiento estudiado, este porcentaje desciende a lo largo del tiempo, esto quiere decir que los usuarios realmente regresan a utilizar los servicios del estacionamiento.

10) Al igual que los indicadores de flujo de entrada y salida, los indicadores de movimientos únicos de usuarios nos informan sobre la cantidad de vehículos que ingresan o egresan del estacionamiento. Pero a diferencia de los indicadores mencionados, éste solamente cuenta los usuarios que realizaron el movimiento, mas no la cantidad de veces que entró o salió del estacionamiento. Con esta cuenta el administrador puede revisar cuantos usuarios realmente utilizan el estacionamiento. Los datos analizados muestran que este indicador presenta un incremento durante los periodos examinados, lo que nos hace concluir que cada vez hay una mayor cantidad de usuarios utilizando los servicios ofrecidos.

11) También se revisó si hay una relación entre los movimientos de egreso que se realizan en un estacionamiento con los movimientos de ingreso que se realizan en otro. El indicador que permite realizar esta comparación es el flujo de vehículos de un parqueo a otro. Al realizar el análisis no se vio una relación constante en el flujo de los

estacionamientos analizados, esto quiere decir que no hay una correlación entre los movimientos de un estacionamiento con otro.

12) Por último se realizó un análisis general de los indicadores antes mencionados utilizando el software estadístico SPSS, gracias al cual se pudo ver que la mayoría de los indicadores presentaban características estacionales. Esto indica que el comportamiento de los usuarios no es aleatorio, por el contrario obedece a alguna lógica, lo cual tiene sentido ya que los indicadores calculados se basan en datos simulados en este informe de materia de graduación. También se ve claramente que el estacionamiento está siendo utilizado por una mayor cantidad de usuarios si comparamos el año 2010 con el 2011, pero aún no se ha llegado a la máxima capacidad del estacionamiento.

RECOMENDACIONES

En base a los resultados obtenidos en este informe de materia de graduación, es prometedor continuar con el desarrollo del proyecto en distintas áreas como:

1) Se recomienda continuar con un *modulo de análisis estadístico*, que permita extraer la información generada de los indicadores desarrollados y utilizar estos datos para automatizar de cierta manera las tareas que

ahora se realizan utilizando el software estadístico SPSS, como el ajuste óptimo del modelo matemático y sus parámetros estadístico y la generación de graficas de las series de tiempo con sus respectivas proyecciones a lo largo del tiempo. Se recomienda utilizar como motor de tareas estadísticas el entorno de desarrollo R, el cual es un proyecto código abierto [27]. Este entorno posee tanto funciones especializadas en ARIMA y suavizado exponencial. Como dato adicional se destaca que hoy en día se encuentran en desarrollo varios proyectos que permiten interactuar con el sistema R a través de numerosos lenguajes de programación, entre ellos la plataforma .NET.

- 2) También se recomienda que la instalación de la herramienta desarrollada se realice utilizando software de código abierto. En este caso el proyecto Mono ofrece justamente esta posibilidad [28], ya que es una implementación del ambiente de trabajo .NET independiente del sistema operativo. Gracias a esto debería ser posible instalar el proyecto desarrollado de este informe de materia de graduación sobre un servidor GNU/Linux.
- 3) También se recomienda que el análisis de los indicadores de datos vehiculares, generados por el software implementado, sea un proceso continuamente realizado por parte del encargado de la administración de los estacionamientos. La información concerniente a los indicadores se

debe contrastar continuamente con las predicciones realizadas por los modelos matemáticos. Estas revisiones se deben realizar periódicamente, puesto que por diferentes motivos, como cambios de políticas del estacionamiento u otras razones externas, los usuarios pueden modificar su comportamiento con respecto al estacionamiento y por lo tanto los modelos generados anteriormente quedarían obsoletos.

- 4) Implementar la integración de los otros procesos o módulos del sistema de reconocimiento de placas de este seminario de graduación con este proyecto. Esta integración debe tomar en cuenta el formato XML definido en este informe como base para realizar la unificación de los distintos procesos, ya que la salida de los procesos manejados por los sistemas de detección y reconocimiento de placas pasarían a ser la entrada que necesita el módulo de *recolección de datos*.

ANEXO A: MANUAL DE USO SPSS

El paquete de software SPSS es un programa que sirve para realizar tareas de análisis estadísticos avanzados. Este sistema es capaz de realizar varios procesos estadísticos que aportan en áreas como investigaciones sociales y de mercado. Algunas de las principales características estadísticas que contiene este paquete de software son las siguientes:

- Herramientas para estadísticas descriptivas.
- Herramientas de estadística bivariada.
- Predicción de resultados numéricos.
- Predicción para identificación de grupos.

En este informe de materia de graduación se uso la versión 17 del paquete de software mencionado. Además se utilizó un modulo adicional que permite realizar predicción de series temporales a través de las metodologías de modelamiento matemático ARIMA y suavizado exponencial.

El paquete de software SPSS nos ayudará en varios aspectos del análisis de los indicadores presentados en este informe de materia de graduación. 1) Como primer paso permitirá identificar que tipo de metodología es la que mejor se ajusta a los valores de la serie de tiempo analizada; 2) también se realizara la generación de los parámetros que se usarán para formar las ecuaciones que modelen las proyecciones de las series de tiempo estudiadas; y 3) por ultimo los gráficos generados por el sistema se usarán para revisar que tan perceptible son las características de tendencia y estacionalidad de las series de tiempo analizadas.

Para que el software SPSS pueda realizar las tareas antes mencionadas es

necesario importar datos que representen los valores observados de la serie de tiempo ha examinar. Esta importación se puede realizar desde un archivo separado por comas (CSV) que será generado por un “servicio de transformación de datos” (DTS) creado en la base de datos. Los servicios DTS son herramientas proporcionadas por la base de datos SQL Server 2005 que permiten entre varios otros procesos, exportar los datos de una tabla o consulta SQL a diferentes formatos, entre estos el formato CSV requerido por el sistema SPSS.

En este manual como ejemplo de muestra se utilizara un archivo CSV que contiene la información de los años 2010 y 2011 del indicador de porcentaje de uso. Cada fila de este archivo representa el valor promedio del indicador en cada hora del día durante todo el año. Una lista de valores parciales se presenta como ejemplo.

PARQUEO	ANIO	HORA	PORC_USO
1	2010	0	2.01
1	2010	1	1.97
1	2010	2	1.97
1	2010	3	2.09
1	2010	4	2.43
1	2010	5	2.33

Tabla C.1: Valores parciales de la serie de tiempo del indicador de porcentaje de uso

Para realizar la importación correcta del archivo se necesitan realizar varios pasos dentro del sistema SPSS. A continuación se presentará una guía grafica de los pasos que se deben realizar para lograr la importación correcta de los valores de las series de tiempo a estudiar.

IMPORTACIÓN

El primero de estos pasos es simplemente ordenarle al sistema SPSS que realice la apertura del archivo CSV. Al realizar este paso el sistema podrá leer la información que el archivo contiene. A continuación se presenta la pantalla que permite efectuar este primer paso.

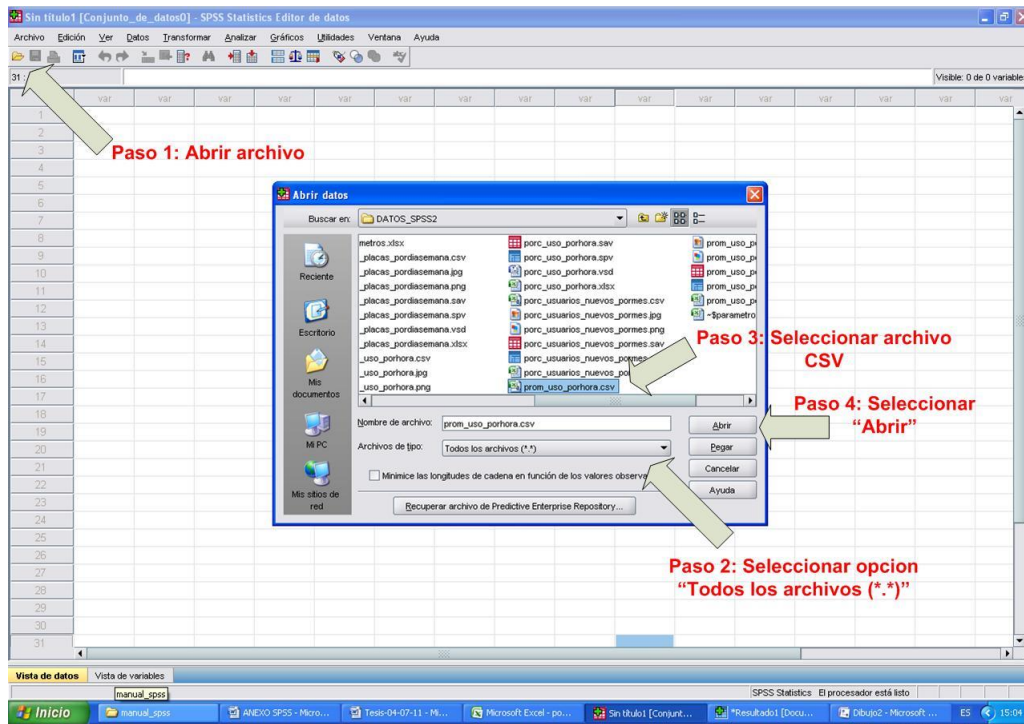


Gráfico C.1: Primera pantalla de importación, con pasos a realizar.

La primera pantalla permitirá revisar el texto que se encuentra dentro del archivo CSV. El único paso necesario es seleccionar el botón "Siguiente" del ayudante.

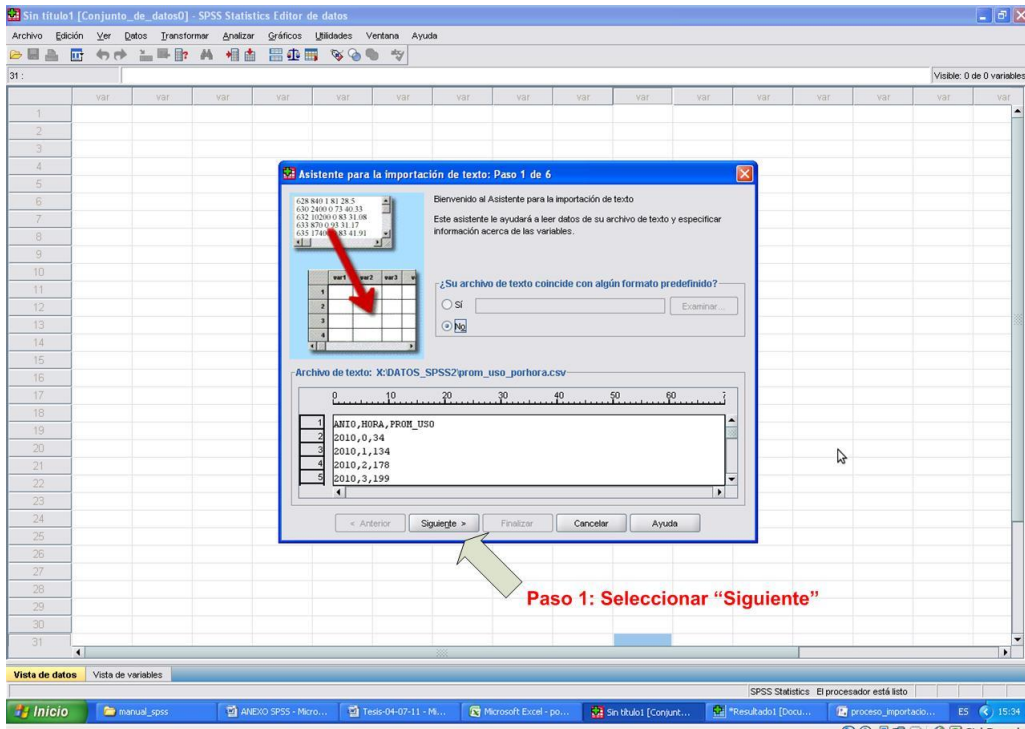


Gráfico C.2: Segunda pantalla de importación, con pasos a realizar.

El tercer paso permite definir si las columnas del archivo CSV están delimitadas por algún carácter especial o los datos ocupan un número de caracteres fijo. También permite definir si los nombres de las variables están definidos en la primera fila del archivo a procesar. Para este caso específico el CVS importado esta delimitado y sus nombres están especificados en la primera fila.

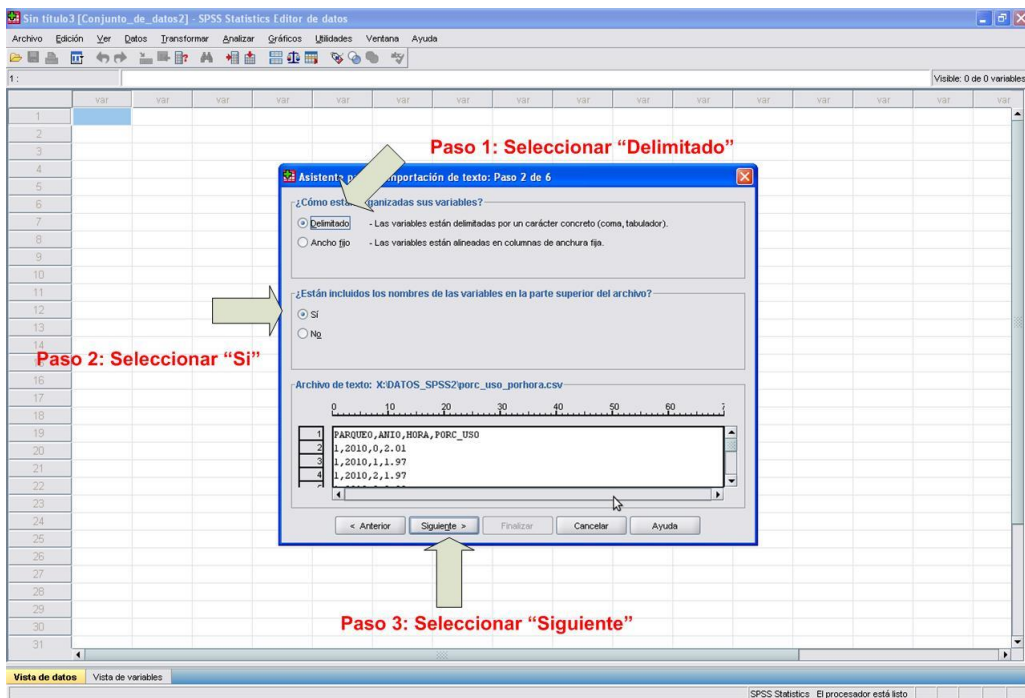


Gráfico C.3: Tercera pantalla de importación, con pasos a realizar.

La cuarta pantalla permite definir el carácter o los caracteres que delimitarán los datos del archivo CSV. Cada dato del archivo está separado por comas (,) y sin ningún calificador de texto.

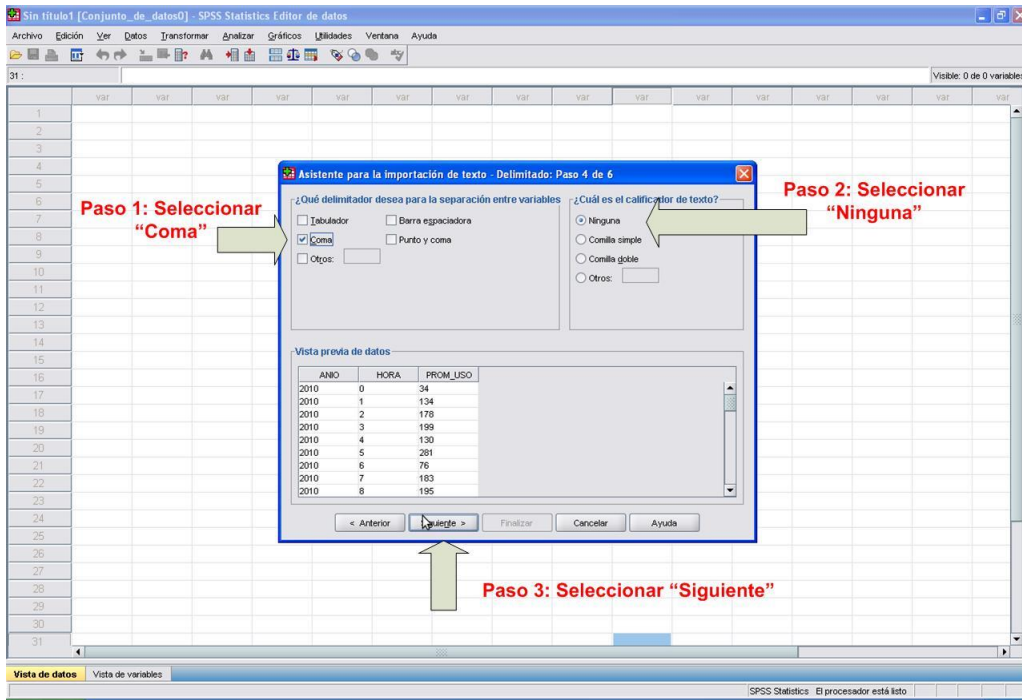


Gráfico C.4: Cuarta pantalla de importación, con pasos a realizar.

El quinto paso a realizar permite definir el nombre y formato de datos de las variables a importar. En este caso como las variables ya tienen su nombre definido por la primera fila del archivo CSV simplemente se seleccionará el botón "Siguiente".

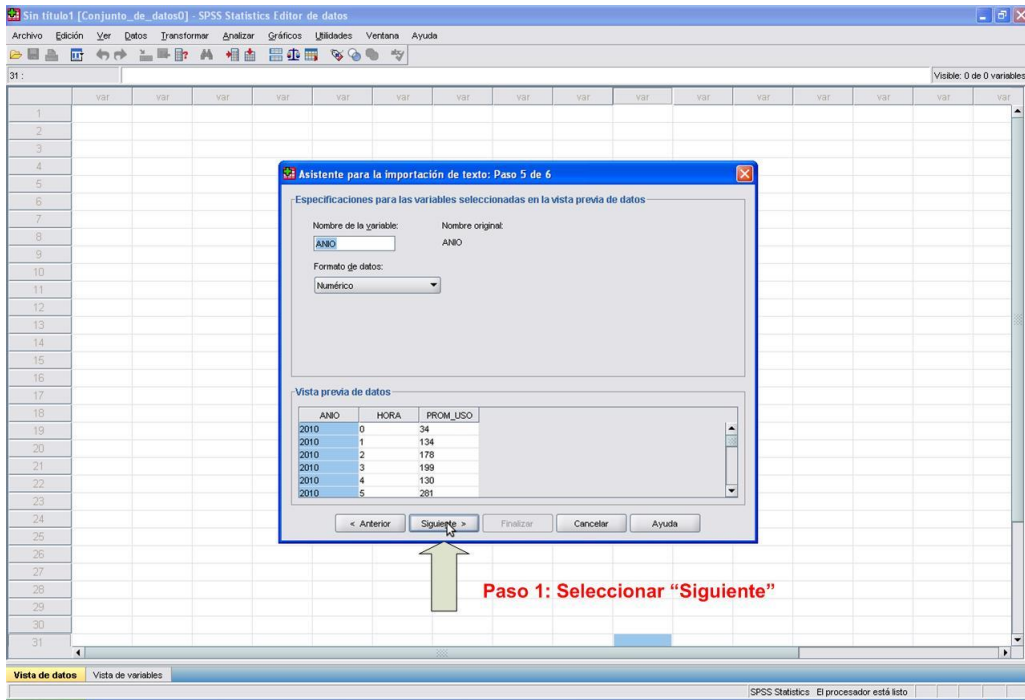


Gráfico C.5: Quinta pantalla de importación, con pasos a realizar.

El sexto y último paso es la finalización del proceso de importación de datos. Lo único que se requiere por parte del usuario es seleccionar el botón “Finalizar”.

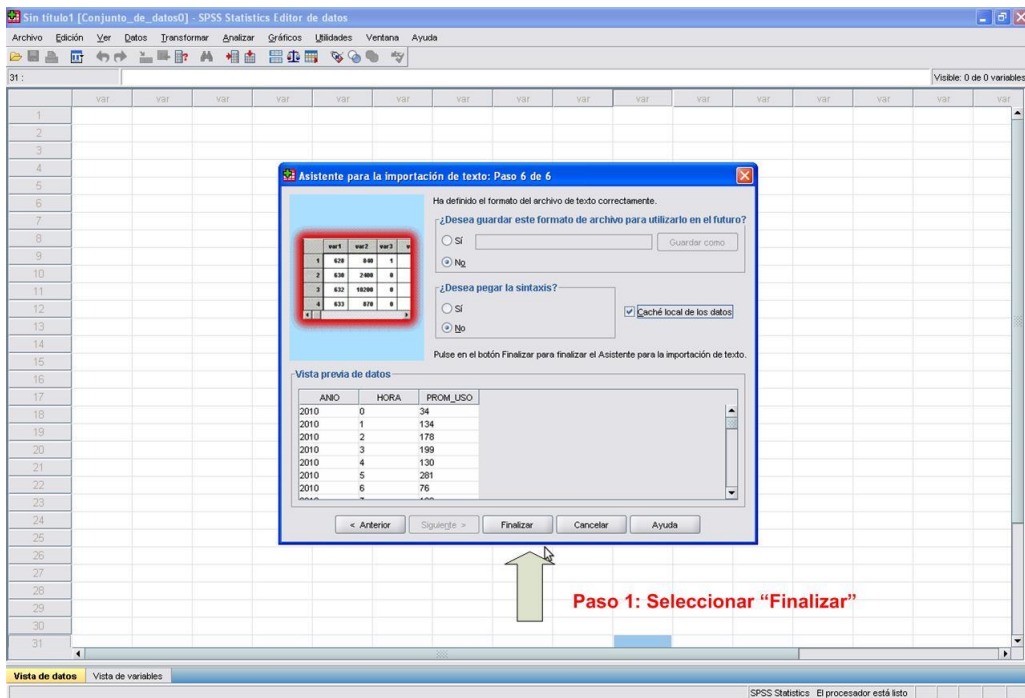
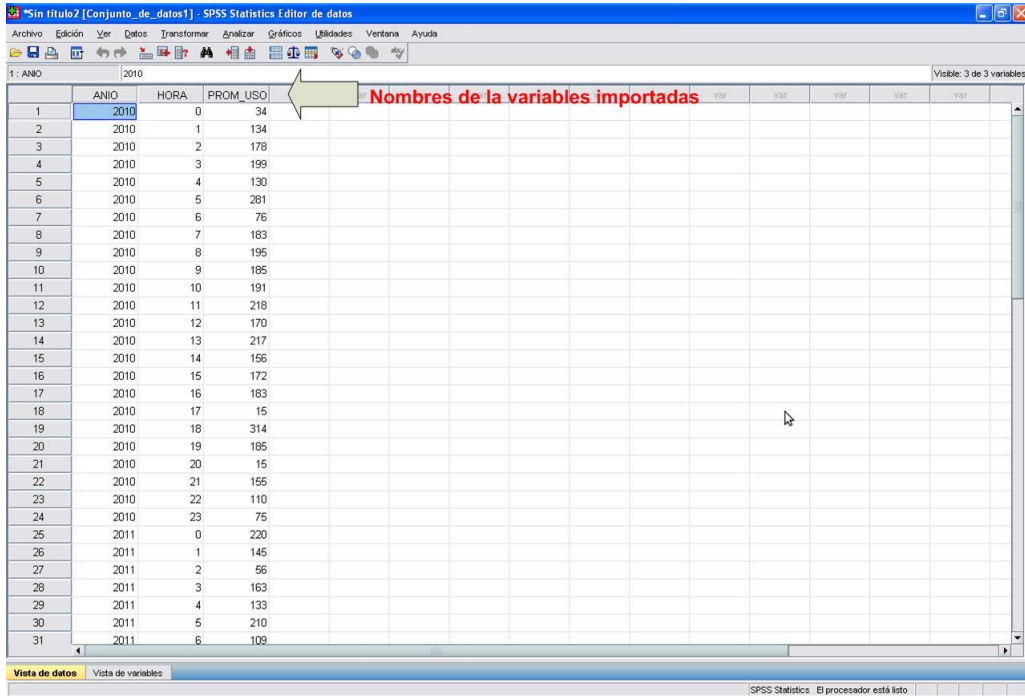


Gráfico C.6: Sexta pantalla de importación, con pasos a realizar.

Después de realizada la importaciones el sistema SPSS mostrará al usuario la pantalla en la cual se presentan los datos finalmente importados al sistema.

Estos datos deben coincidir con la información proporcionada por el archivo CSV. Cabe destacar que la primera fila del archivo pasa a ser la cabecera mostrada en la tabla de datos presentada a continuación.



The screenshot shows the SPSS Statistics Editor de datos window. The data table has the following structure:

	ANIO	HORA	PROM_USO						
1	2010	0	34						
2	2010	1	134						
3	2010	2	178						
4	2010	3	199						
5	2010	4	130						
6	2010	5	281						
7	2010	6	76						
8	2010	7	183						
9	2010	8	195						
10	2010	9	185						
11	2010	10	191						
12	2010	11	218						
13	2010	12	170						
14	2010	13	217						
15	2010	14	156						
16	2010	15	172						
17	2010	16	183						
18	2010	17	15						
19	2010	18	314						
20	2010	19	185						
21	2010	20	15						
22	2010	21	155						
23	2010	22	110						
24	2010	23	75						
25	2011	0	220						
26	2011	1	145						
27	2011	2	56						
28	2011	3	163						
29	2011	4	133						
30	2011	5	210						
31	2011	6	109						

Gráfico C.7: Lista de datos importados por el sistema.

Después de realizar el proceso de importación se tiene que realizar el análisis de los datos importados. Para esto el software SPSS cuenta herramientas que permiten predecir el comportamiento de las variables analizadas. Al ser los datos parte de una serie temporal el primer paso requerido para realizar un correcto análisis es definir los ciclos de tiempo. Para esto se selecciona la opción “Definir fechas” del menú “Datos”.

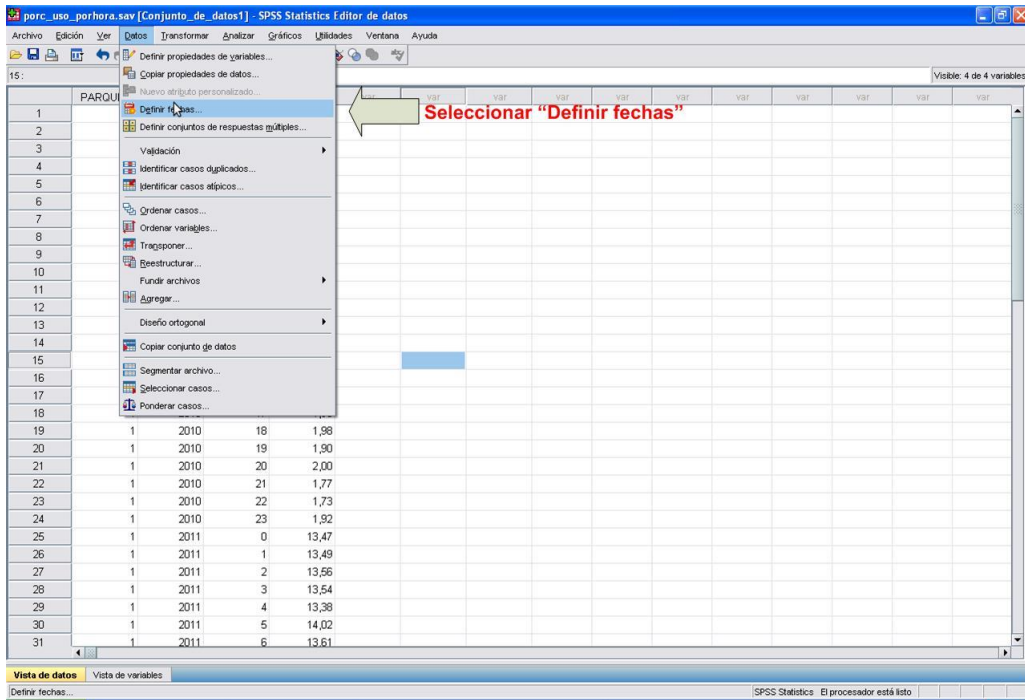


Grafico C.8: Menú “Definir fechas”

En la pantalla que presentada a continuación se deberá escoger el tipo de ciclo que tendrá esta serie de tiempo, en este caso es un ciclo “Días, horas”. También se debe definir la fecha de inicio para esta serie de tiempo, en este caso particular al ser los datos del año 2010 se determina que el análisis arrancara desde el “día” 2010.

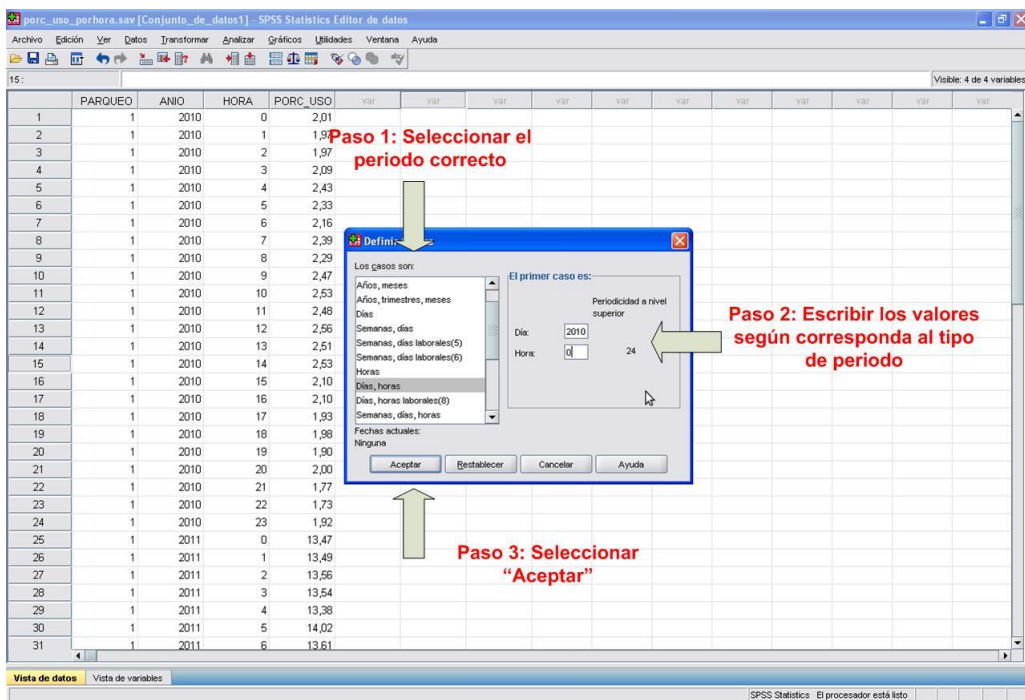


Grafico C.8: Selección de tipo de ciclo y fecha de inicio

El siguiente paso es generar el modelo matemático a través de las herramientas que proporciona es software estadístico. Para iniciar con este paso se debe seleccionar la opción “Crear modelos” del menú “Analizar > Predicciones”.

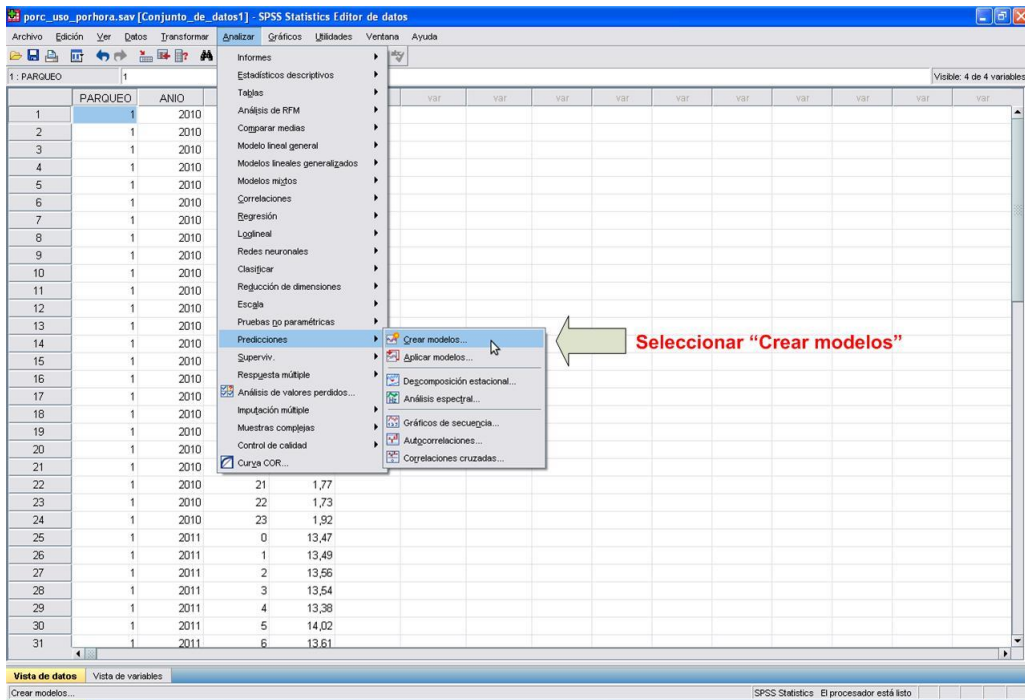


Grafico C.9: Selección del menú “Crear modelos”

La generación de modelos implica la selección de varias opciones las cuales iremos explicando en breve. La primera selección que hay que realizar es concretar cuales serán las variables que se analizaran. Para esto se seleccionan de la lista de variables presentadas por la primera pantalla del “Modelizador de series temporales”.

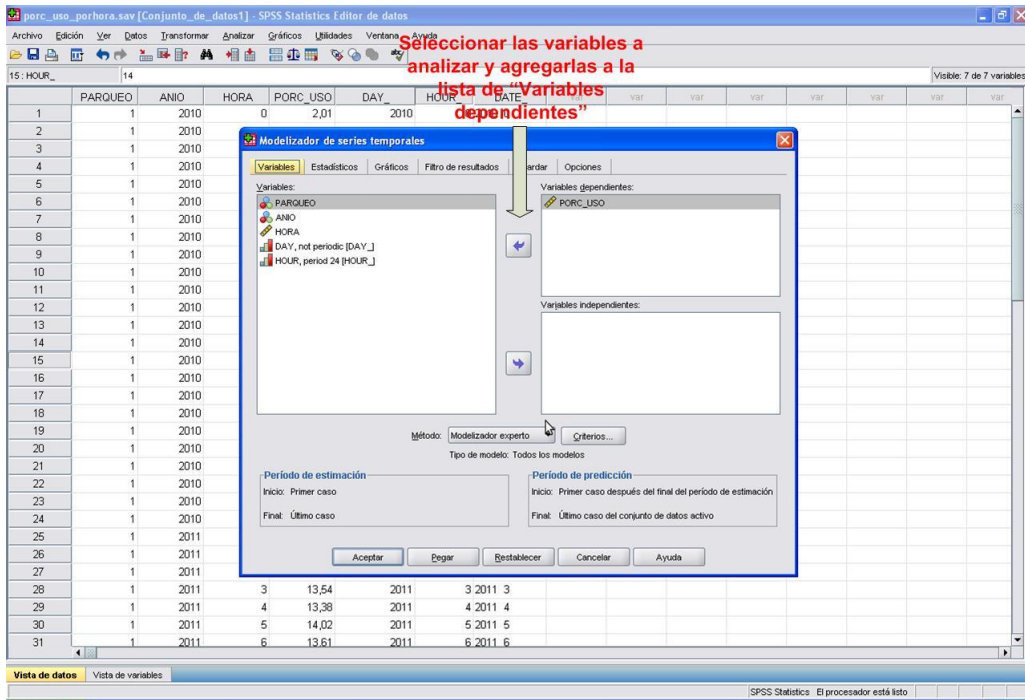


Grafico C.9: Selección de variables a analizar

Los siguientes datos a definir están relacionados con los parámetros de selección que se utilizarán escoger el mejor modelo matemático y la medida de ajuste que determina los parámetros óptimos que minimizan la diferencia entre los valores reales y los predichos.

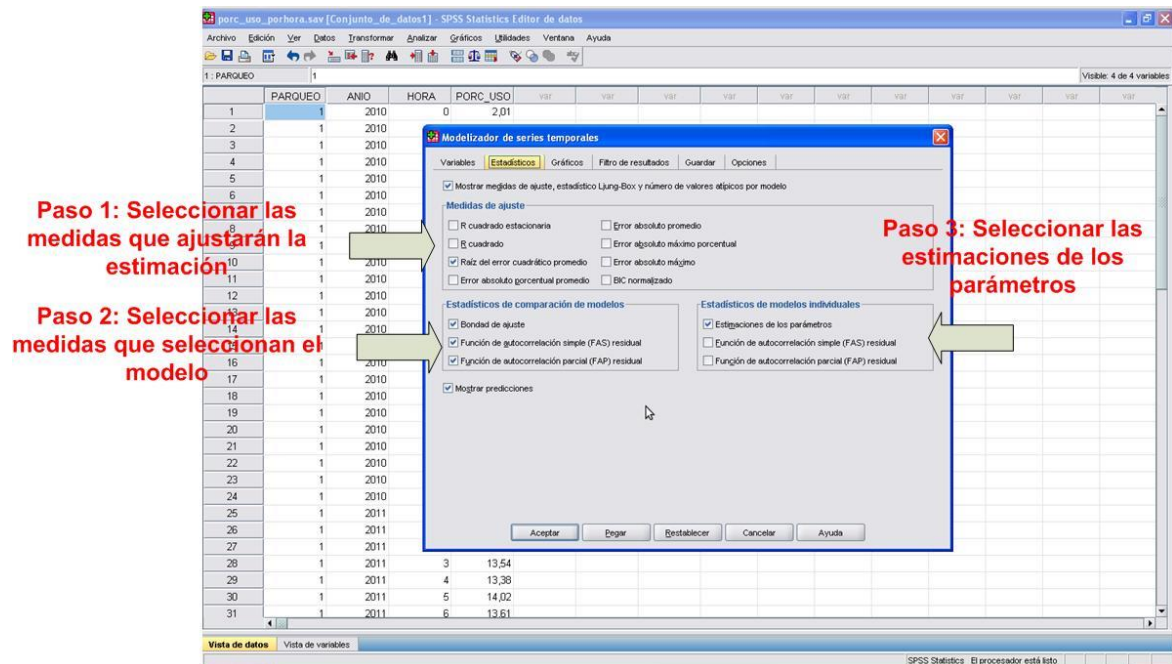


Grafico C.10: Selección de parámetros de ajuste

El tabulador “Gráficos” permite escoger las imágenes que se presentaran en la pantalla resultante. Hay varias opciones, pero para este tipo de análisis se escogieron las gráficas marcadas en la imagen siguiente.

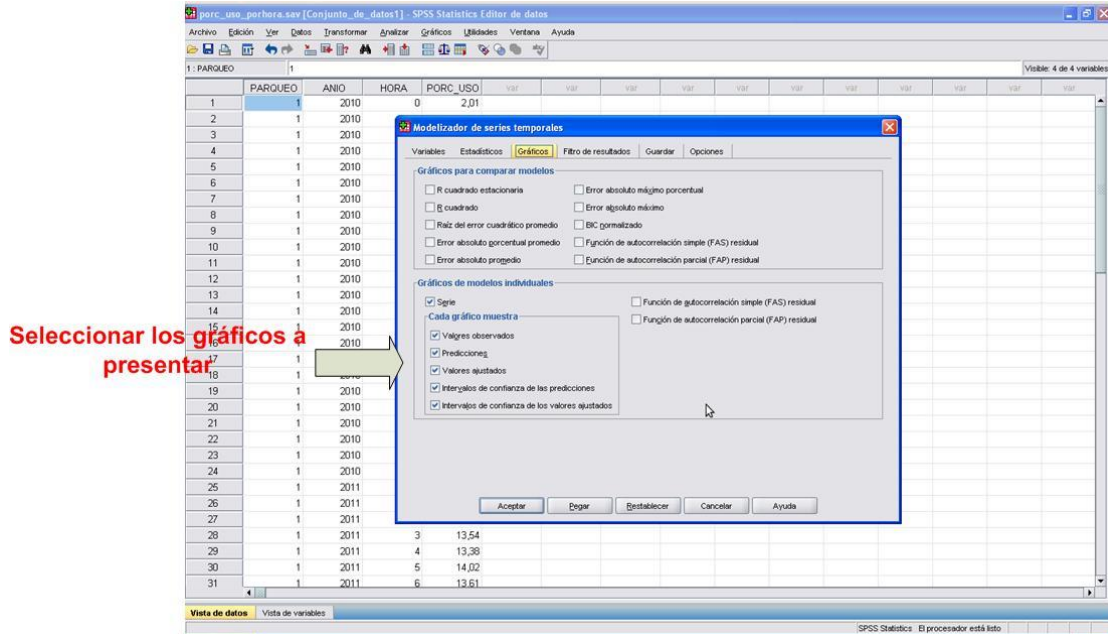


Grafico C.11: Selección de gráficos a presentar

Por ultimo se debe seleccionar cual seria la fecha limite de predicción, ósea hasta que fecha el sistema realizara el pronóstico de la serie de tiempo estudiada. Esto se realiza al seguir los pasos descritos en la siguiente imagen.

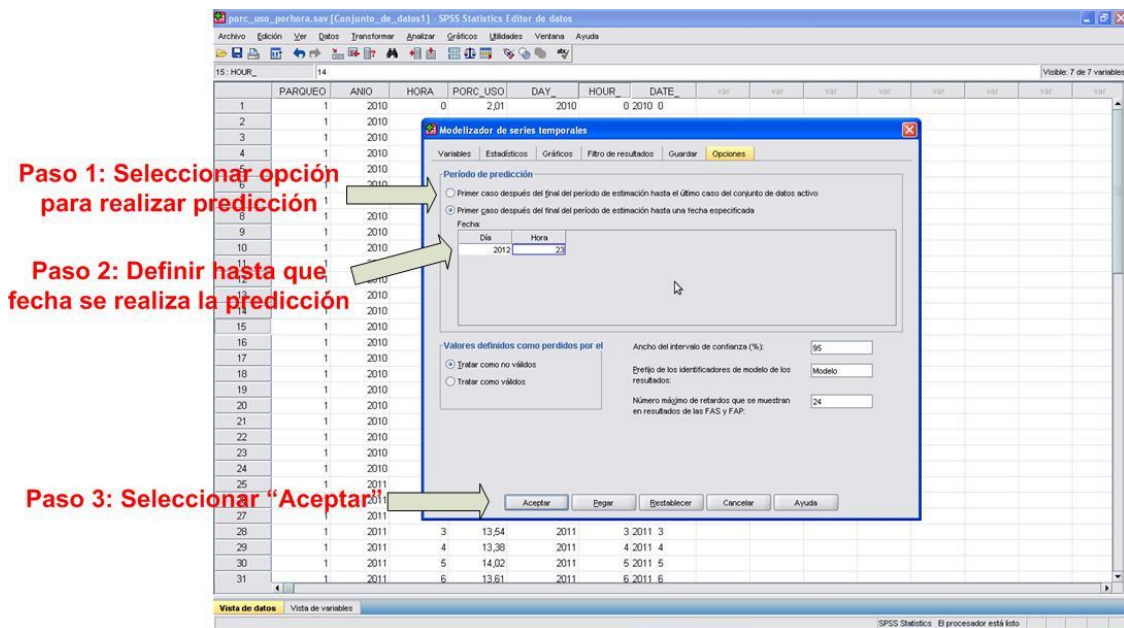


Grafico C.12: Pantalla de selección de fecha máxima de predicción.

Por ultimo tenemos la pantalla de resultados. Entre todos los resultados que se nos presentan están los principales de interés: 1) la metodología seleccionada por el sistema que realizará el mejor ajuste de los valores analizados; 2) los parámetros necesarios para generar las ecuaciones que componen el modelo matemático de la metodología seleccionada y 3) un gráfico donde se expresarán tanto los valores de las series de tiempo examinadas, como las predicciones realizadas por el sistema estadístico.

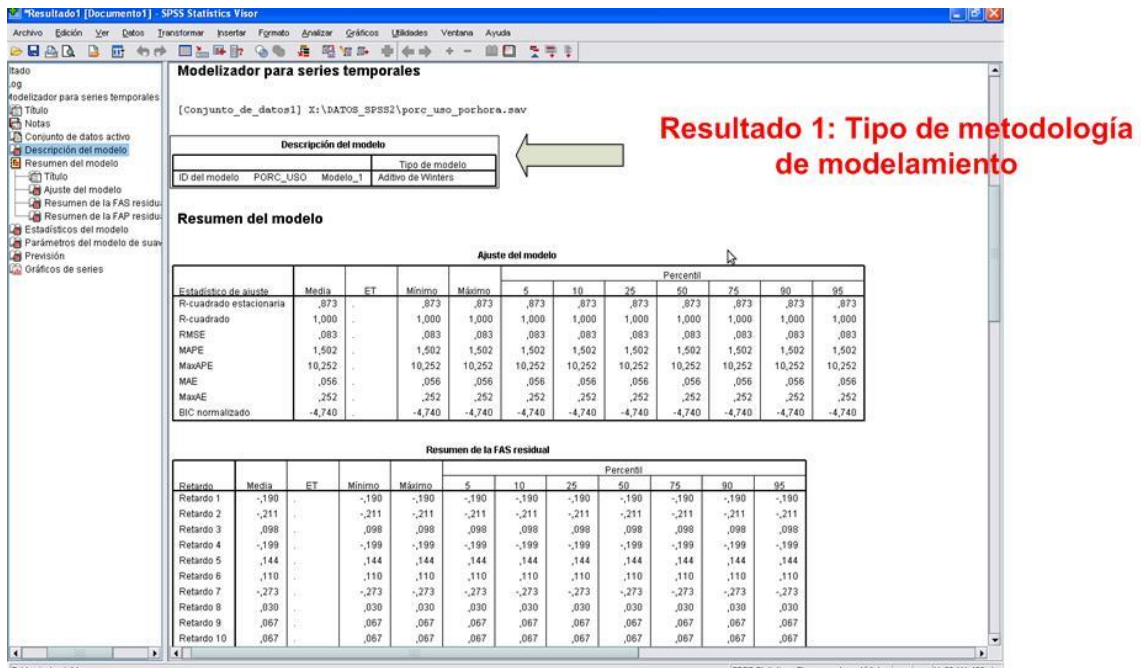


Grafico C.13: Pantalla de resultados donde se muestra la metodología seleccionada

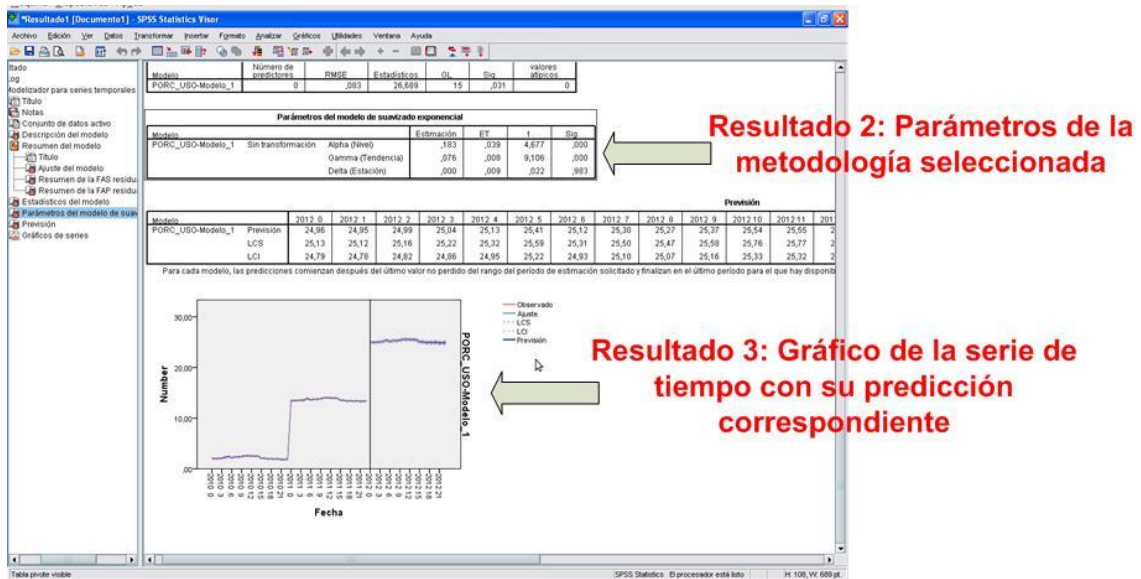


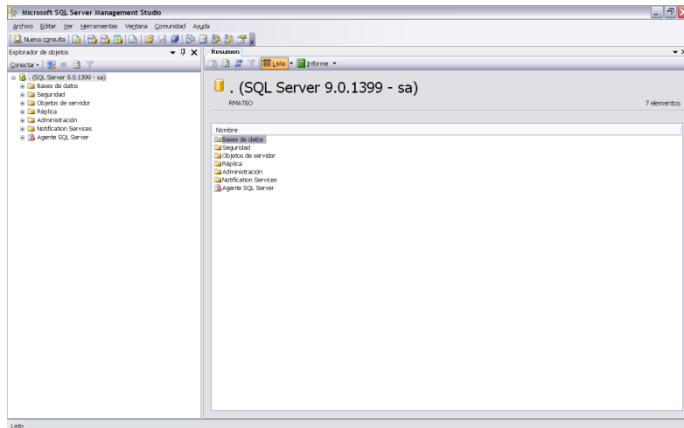
Gráfico C.14: Pantalla de resultados donde se muestra los parámetros del modelo matemático y el gráfico de la serie con su pronóstico

De esta forma se pueden realizar todos análisis de los indicadores expuestos en este informe. Puesto que el proceso es relativamente simple: realizar la importación y generar los modelos matemáticos y sus parámetros a través de las herramientas proporcionadas por el software SPSS.

ANEXO B: MANUAL DE INSTALACIÓN

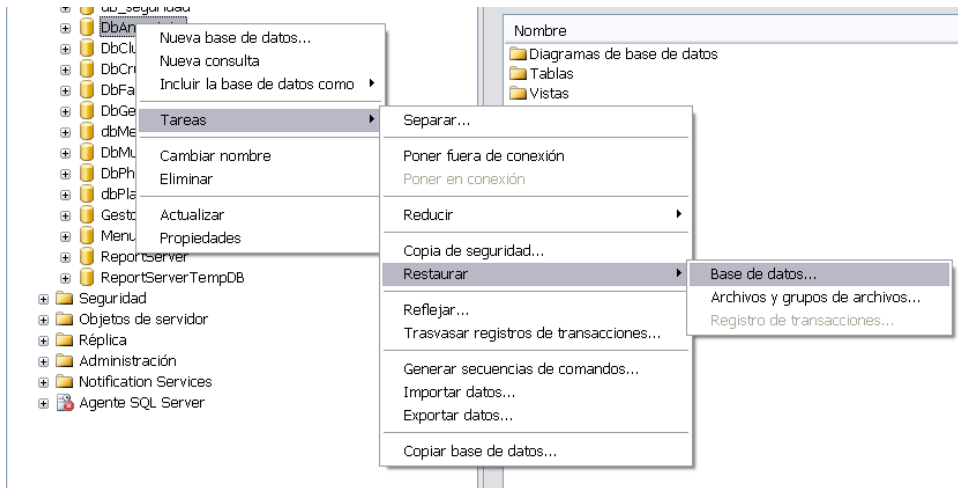
Agregar Back Up de la base de datos

La base de datos se encuentra el SQL 2005

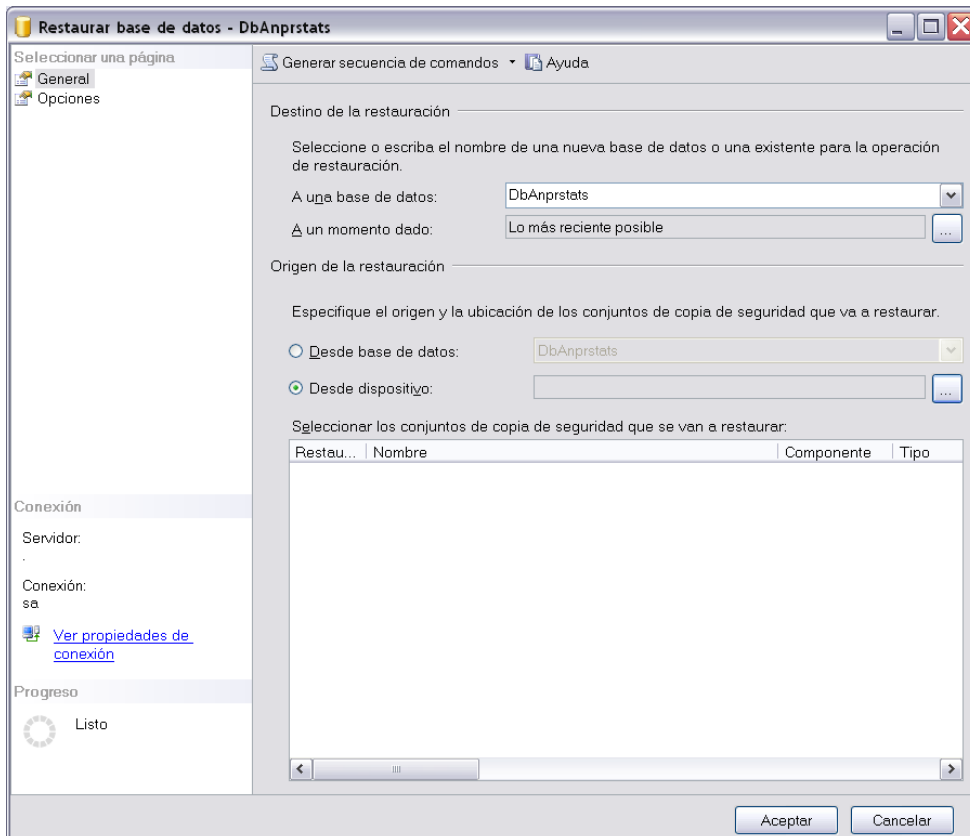


Crear una base de datos y llamarla **DbAnprstats**

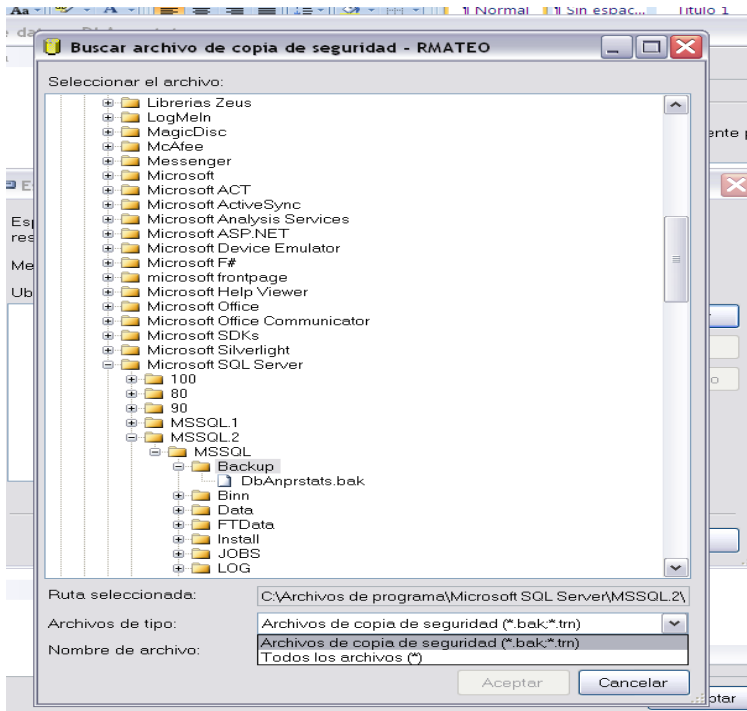




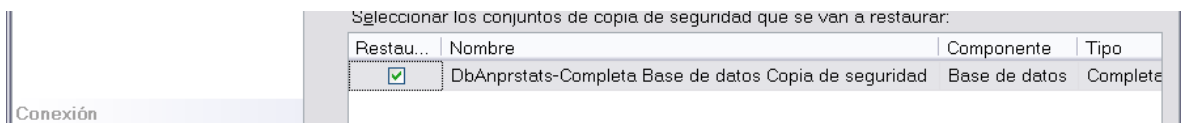
Escoger la el backup (Desde dispositivo) buscar y escoger



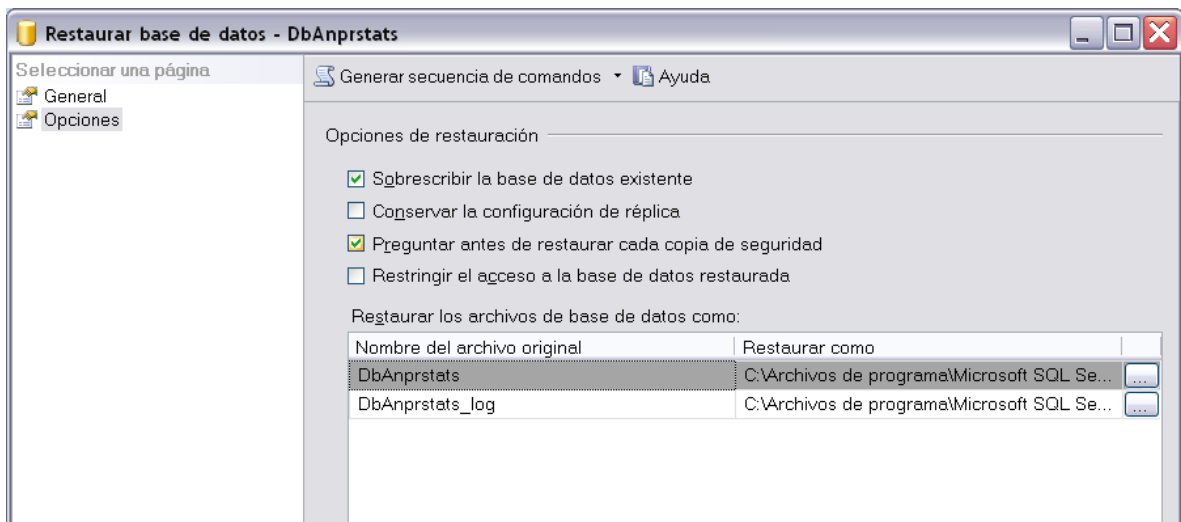
Escoger todo los archivos y buscar el back up



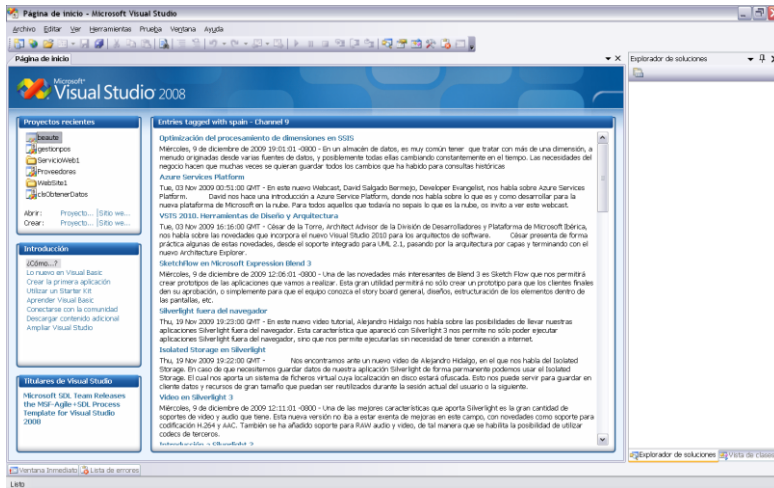
SELECCIONAR LA COPIA



Opciones y seleccionar "sobrescribir la base de datos existente"

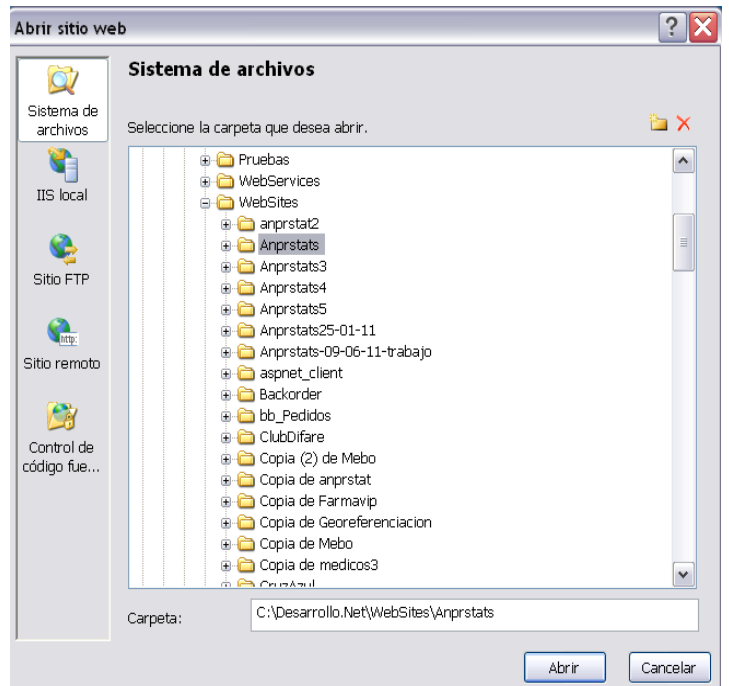
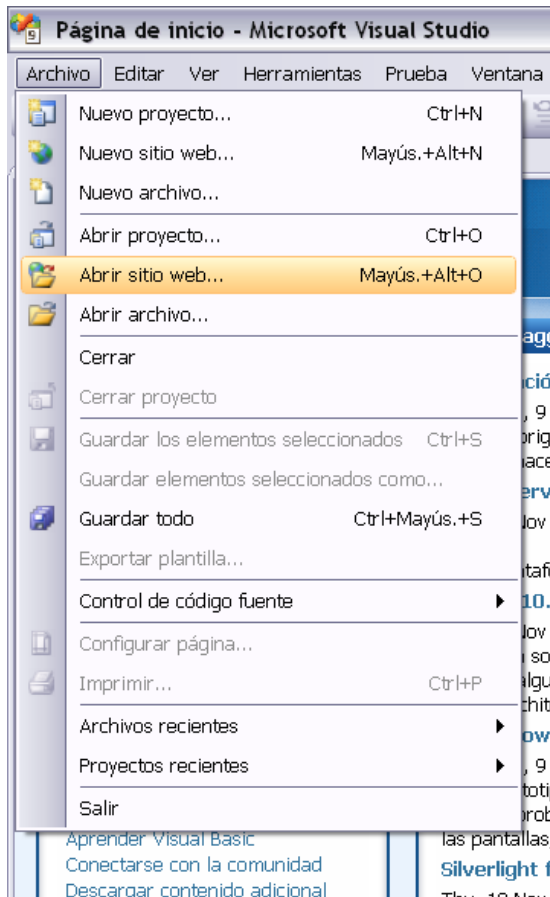


El sistema se encuentra hecho en Visual Studio 2008



Archivo -> Abrir Sitio Web

Sistemas de Archivos y se busca la carpeta donde se encuentra el sistema



Cambiar la clave de la base de datos en el archivo clsConexion


```
Try
    'strResultado = "Server=.;Database=DbAnprstats;User ID=sa;Password=sa;Connect Timeout=2000;T
    strResultado = "Server=.;Database=DbAnprstats;User ID=sa;Password=no1ose1*;Connect Timeout=2
    'strResultado = "Server=mssql1500.ixwebhosting.com;Database=C44793_anprstats;User ID=C44793_a

    Return strResultado

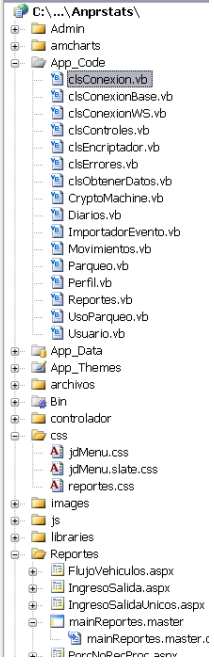
Catch ex As Exception
    Return String.Empty
End Try
End Function

'Returna usuario, clave y direccion del servidor
Public Sub fnObtener(ByVal Identificador As String, ByRef Servidor As String, ByRef Usuario As Strin
    Dim Da As New SqlDataAdapter
    Dim Param As SqlParameter
    Dim Dt As New DataTable
    Usuario = ""
    Clave = ""
    Servidor = ""

    Try

        Usuario = "sa"
        'Clave = "sa"
        Clave = "no1ose1*"
        Servidor = "."

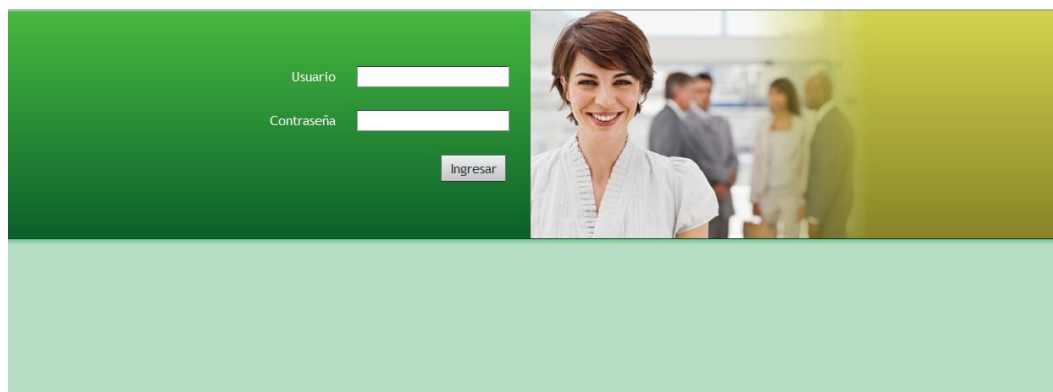
        'Usuario = "C44793_anprstats"
        'Clave = "Tesis01"
        'Servidor = "mssql1500.ixwebhosting.com"
```



ANEXO C: MANUAL DE USUARIO

Inicio

Una vez que se haya verificado el usuario y la contraseña se re direcciona a la página principal del sistema.



Página principal del sistema

En esta página podemos observar de manera general como se encuentra el parqueadero en el mes y día en curso mostrándonos un resumen de los indicadores principales:

- Porcentaje de Uso de Parqueo
- Flujo de ingreso de Vehículos
- Promedio de uso de parqueo
- Número de placas no reconocidas

- Número de placas no existentes
- Porcentaje de usuarios nuevos
- Ingresos únicos por usuario

La manera de funcionamiento de los indicadores es la siguiente:

La dirección de la flecha muestra si el indicador está al alza o a la baja

El color de la flecha indica si la dirección en que está la flecha es bueno o malo, es decir una flecha puede estar hacia abajo con color verde lo que nos dice que es bueno que ese indicador esté a la baja



El color del semáforo en cada uno de los indicadores nos muestra si estamos dentro o fuera del rango aceptado

Los rangos de los índices son administrables para cada uno de los indicadores como se muestra en la siguiente pantalla:

Indicador	Nivel1	Nivel2
Porcentaje de uso de parqueo	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Flujo de Ingreso Vehiculos	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Prom. Uso de Parqueo	<input type="text"/>	<input type="text"/>
# de Placas NO reconocidas	<input type="text"/>	<input type="text"/>
# de Placas NO existentes	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Porc. Usuarios Nuevos	<input type="text"/>	<input type="text"/>
Ingresos Unicos por Usuario	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Guardar

Para que el sistema tenga un óptimo funcionamiento debemos de cargar datos necesarios como:

Ingreso de Parqueos

En la pantalla de ingreso de Parqueos se debe ingresar el nombre que le queremos dar al parqueo y su capacidad



The screenshot shows the 'Ingreso de Parqueos' form. At the top, there is a navigation bar with 'REPORTES', 'MANTENIMIENTOS', and 'CARGA DE DATOS'. The main header is green and contains the title 'Ingreso de Parqueos' and the subtitle 'Permite Agregar nuevos parqueos al Sistema'. On the right, there is a logo for 'ANPRSTAST' featuring a green car and a parking structure. The form itself has a white background and includes a text input field for 'Nombre del Parqueo:', a text input field for 'Capacidad:', and a dropdown menu for 'Estado:' with 'Activo' selected. Below these fields are two buttons: 'Guardar' and 'Cancelar'.

Consulta y Modificación de Parqueos

En la Consulta y Modificación de parqueos nos muestra un listado de todos los parqueos activos.

Para poder modificar alguno de ellos es necesario dar click en el nombre y aparecerá la pantalla donde se modificará y guardarán los cambios



The screenshot shows the 'Modificación de Parqueos' screen. At the top, there is a navigation bar with 'REPORTES', 'MANTENIMIENTOS', and 'CARGA DE DATOS'. The main header is green and contains the title 'Modificación de Parqueos' and the subtitle 'Permite Seleccionar el parqueo a Modificar'. On the right, there is a logo for 'ANPRSTAST' featuring a green car and a parking structure. Below the header is a table with the following data:

Código	Parqueo	Capacidad	Estado
1	Parqueo1	9000	A
2	Parqueo2	9000	A

REPORTES * MANTENIMIENTOS * CARGA DE DATOS *

Modificación de Parqueos

Permite Modificar la información de los parqueos

Código: 1 Nombre: Parqueo1

Estado: Activo

Modificar Cancelar

Carga de datos Masiva

En esta pantalla se debe ingresar el numero de autos que desea simular tanto para los ingresos como para las salidas, esta pantalla creará un archivo en la raíz del sistema el cual deberá ser llamado posteriormente por la pantalla de Subir XML

REPORTES * MANTENIMIENTOS * CARGA DE DATOS *

Carga Masiva

Permite generar un archivo XML que contenga información al azar de las entradas y salidas de los vehículos del parqueo

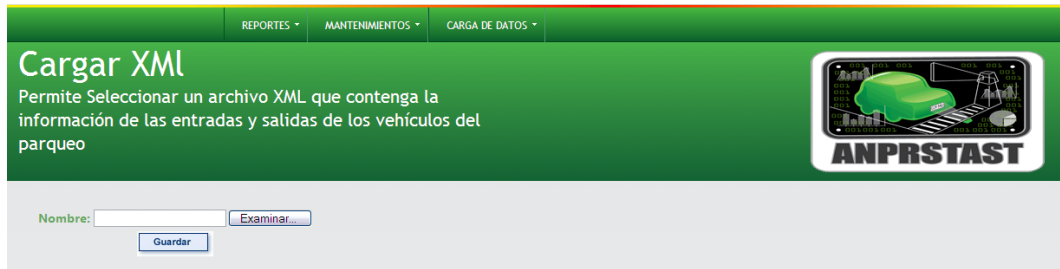
Cantidad de Ingresos : Cantidad de Salidas :

Ingresar

Subir XML

Ésta pantalla nos permite llamar el archivo XML creado por la simulación o enviado por los módulos de reconocimientos de placa y cargarlo a nuestra base de datos, el procedimiento es sencillo.

Se procede a llamar al archivo y se presiona el botón de “ingresar” para que se guarde en la base de datos.



The screenshot shows a web interface for 'Cargar XML' (Load XML) within the ANPRSTAST system. At the top, there is a navigation bar with three menu items: 'REPORTES', 'MANTENIMIENTOS', and 'CARGA DE DATOS'. The main heading is 'Cargar XML', followed by the description: 'Permite Seleccionar un archivo XML que contenga la información de las entradas y salidas de los vehículos del parqueo'. To the right of the text is a logo for ANPRSTAST featuring a green car and a camera. Below the text, there is a form with a label 'Nombre:' followed by an empty text input field. To the right of the input field is a button labeled 'Examinar...'. Below the input field is a button labeled 'Guardar'.

Porcentaje de uso de Parqueo

Filtros:

Parqueo: Existen varios parqueos, se debe seleccionar uno de ellos o todos

Fecha: Representa el día del cual se quiere mostrar el reporte

Hora Inicio: Representa la hora inicial desde donde se quiere mostrar el reporte

Hora Fin: Representa la hora fin hasta donde se quiere mostrar el reporte

Columnas de Reportes:

Fecha: Día en que se tomo el registro

Hora: hora del día de reporte

Porcentaje de Uso: Representa el porcentaje del parqueo o parqueos elegidos que está siendo utilizado

Porcentaje de uso de parqueo

Permite conocer a que horas del día y que días de la semana los parqueos estan llenos o cercanos a llenarse; esto permitira definir eficientemente el horario de los guardias y saber si se necesita o no expandir los parqueos



Filtros

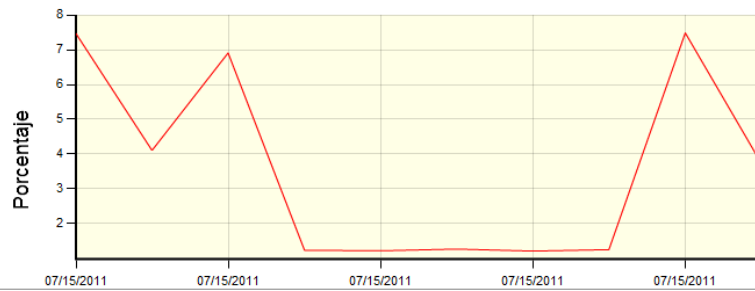
Parqueo: --Todos-- Fecha Inicio: 2011-07-15 Hora Inicio: 00 Hora Fin: 10 [Consultar](#)

Tabla de Resultados

Fecha	Hora	Porcentaje de Uso
07/15/2011	00 Horas	7,47%
07/15/2011	01 Horas	1,23%
07/15/2011	02 Horas	1,21%
07/15/2011	04 Horas	1,20%
07/15/2011	06 Horas	7,48%
07/15/2011	07 Horas	3,72%
07/15/2011	08 Horas	3,74%
07/15/2011	09 Horas	7,54%
07/15/2011	10 Horas	5,43%
07/15/2011	00 Horas	4,10%

Grafo

chart by amCharts.com



Flujo de entrada y salida de vehículos

Filtros:

Parqueo: Existen varios parqueos, se debe seleccionar uno de ellos o todos

Fecha: Representa el día del cual se quiere mostrar el reporte

Hora Inicio: Representa la hora inicial desde donde se quiere mostrar el reporte

Hora Fin: Representa la hora fin hasta donde se quiere mostrar el reporte

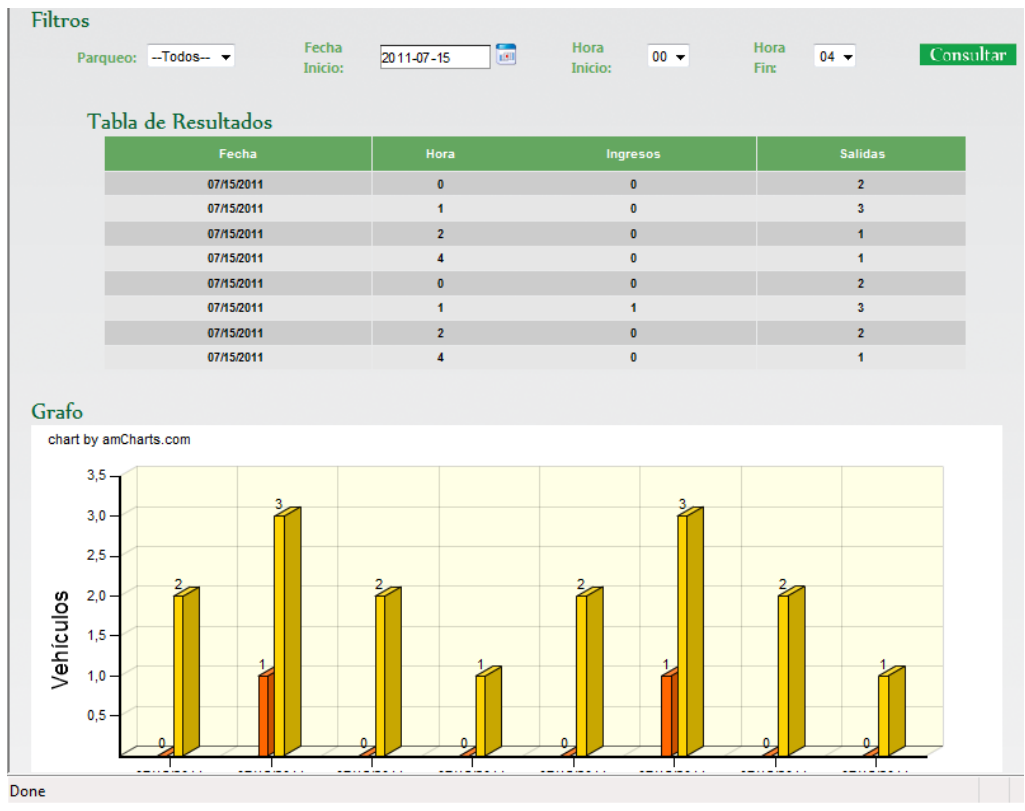
Columnas de Reportes:

Fecha: Día en que se tomo el registro

Hora: hora del día de reporte

Ingreso: Número de vehículos que han ingresado en la fecha y hora indicada

Salidas: Número de vehículos que han salido en la fecha y hora indicada



Tiempo Promedio del uso del parqueo

Filtros:

Parqueo: Existen varios parqueos, se debe seleccionar uno de ellos o todos

Fecha: Representa el día del cual se quiere mostrar el reporte

Hora Inicio: Representa la hora inicial desde donde se quiere mostrar el reporte

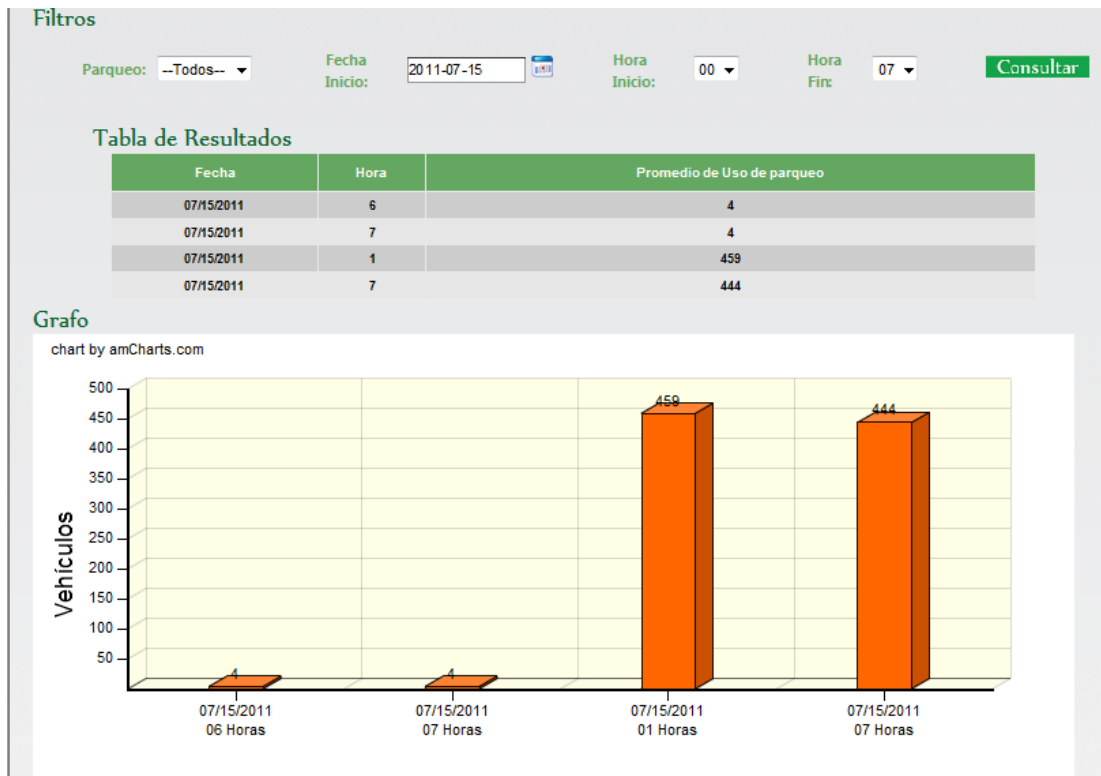
Hora Fin: Representa la hora fin hasta donde se quiere mostrar el reporte

Columnas de Reportes:

Fecha: Día en que se tomo el registro

Hora: hora del día de reporte

Vehículos: Número promedio de vehículos que ingresan al parqueo



Porcentaje de placas no detectadas y no reconocidas

Filtros:

Parqueo: Existen varios parqueos, se debe seleccionar uno de ellos o todos

Fecha Inicio: Representa el día de inicio desde donde se quiere mostrar el reporte

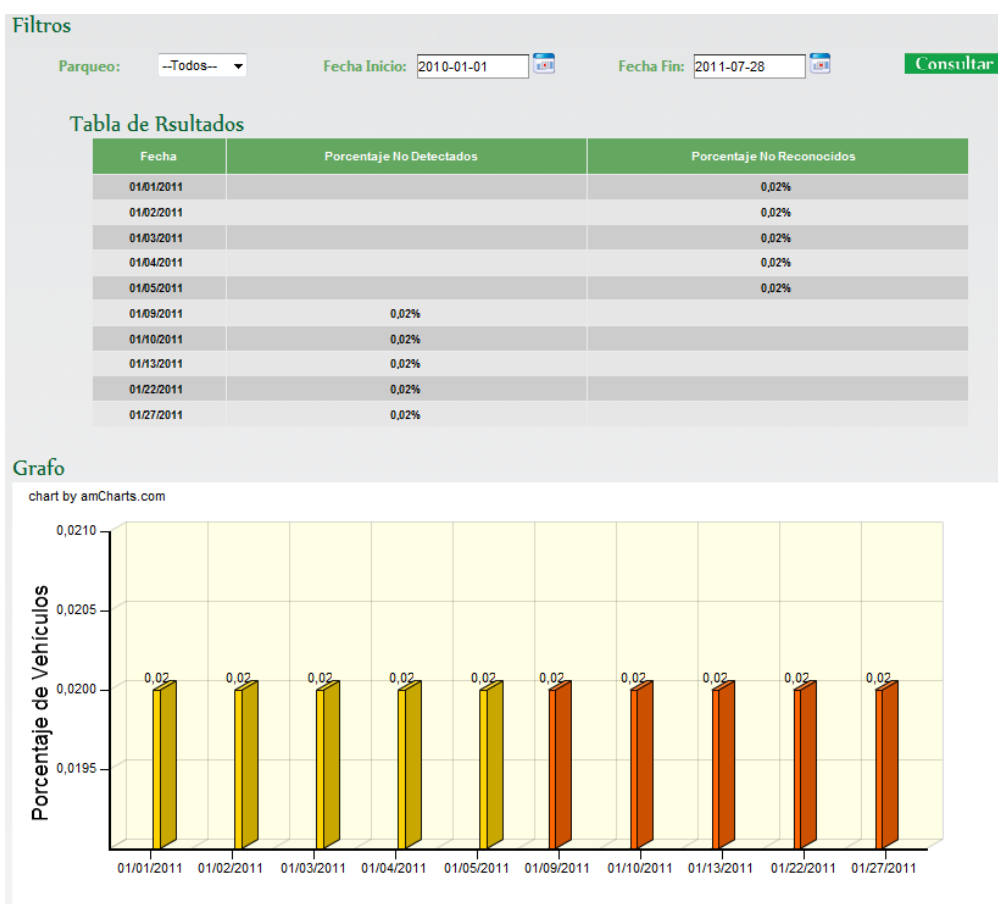
Fecha Fin: Representa el día final hasta donde se quiere mostrar el reporte

Columnas de Reportes:

Fecha: Día en que se tomo el registro

Porcentaje No Detectados: Porcentaje de placas no detectadas en ese día

Porcentaje No Reconocidos: Porcentaje de placas no reconocidas en ese día



Porcentaje de Usuarios nuevos

Filtros:

Parqueo: Existen varios parqueos, se debe seleccionar uno de ellos o todos

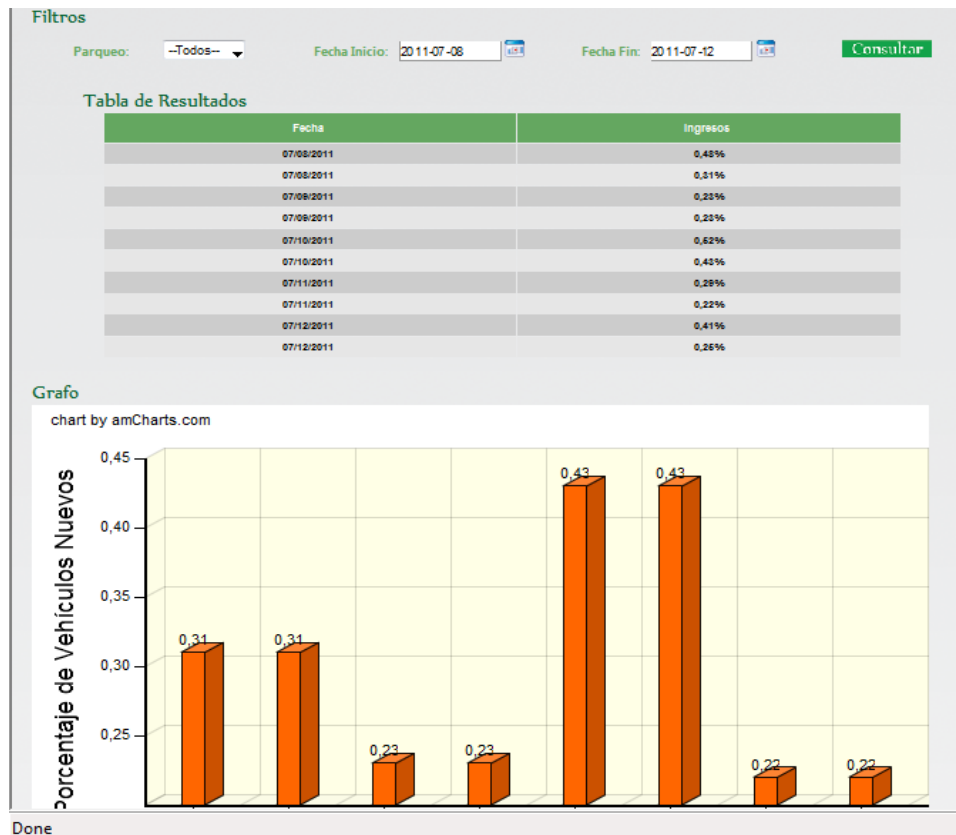
Fecha Inicio: Representa el día de inicio desde donde se quiere mostrar el reporte

Fecha Fin: Representa el día final hasta donde se quiere mostrar el reporte

Columnas de Reportes:

Fecha: Día en que se tomo el registro

Ingresos: Porcentaje de usuarios nuevos en ese día



Movimientos únicos por usuario

Filtros:

Parqueo: Existen varios parqueos, se debe seleccionar uno de ellos o todos

Fecha Inicio: Representa el día de inicio desde donde se quiere mostrar el reporte

Fecha Fin: Representa el día final hasta donde se quiere mostrar el reporte

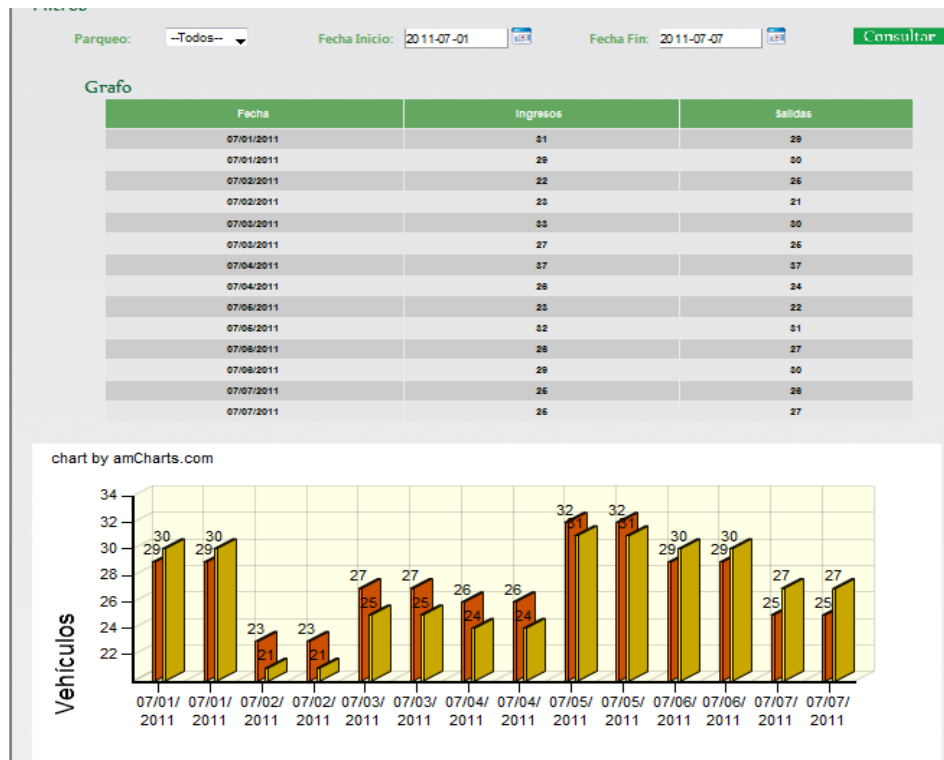
Columnas de Reportes:

Fecha: Día en que se tomo el registro

Ingresos: Número de ingresos únicos por usuario en el día registrado

Salidas: Número de salidas únicas por usuario en el día registrado

Flujo de vehículos de un parqueo a otro



Flujo de Vehículos de un parqueo a otro

Filtros:

Parqueo Salida: Parque del cual el vehículo sale para ir al siguiente parqueo

Parqueo Ingreso: Parqueo al cual el vehículo que proviene del parqueo de salida, ingresa

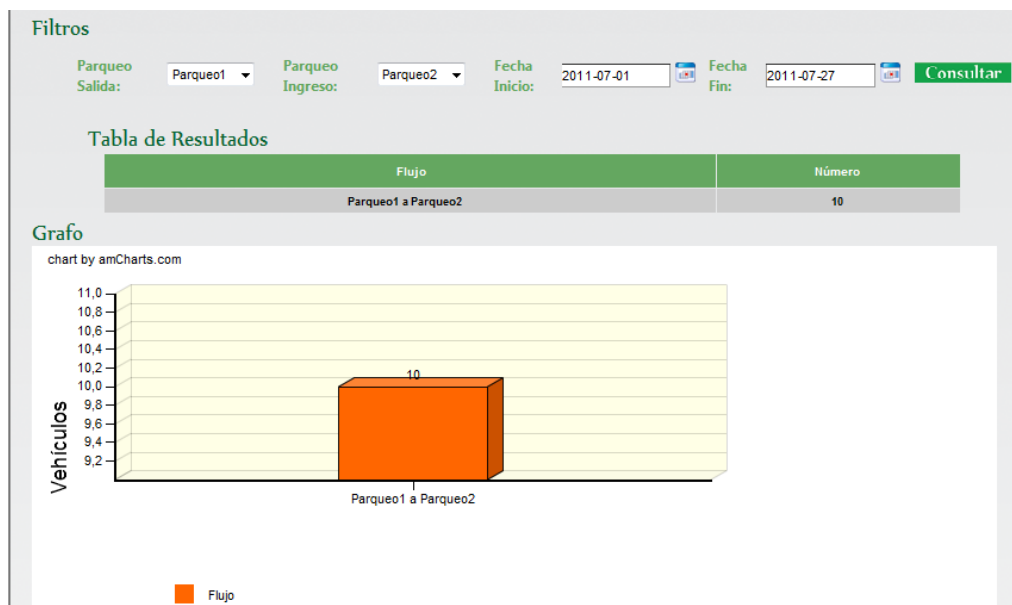
Fecha Inicio: Representa el día de inicio desde donde se quiere mostrar el reporte

Fecha Fin: Representa el día final hasta donde se quiere mostrar el reporte

Columnas de Reportes:

Flujo: Indica de donde sale y a donde ingresan los vehículos

Número: Indica el número de usuarios que siguieron este flujo determinado



Tracking de Vehículos

Filtros:

Placa: Número de placa ingresada para su revisión

Columnas de Reportes:

Tipo de Movimiento: Indica si es un ingreso o una salida

Parqueo: Indica a que parqueo ingreso o salió

REPORTES MANTENIMIENTOS CARGA DE DATOS

Tracking de Vehículos

Permite ver los parqueos en donde estuvo un vehiculo en especifico y a que hora visito cada uno.



Filtros

Placa:

Tipo de Movimiento	Parqueo	Fecha
Ingreso	Parqueo1	02/05/2010 13:48:00
Salida	Parqueo1	03/05/2010 1:16:00
Ingreso	Parqueo1	26/06/2011 12:20:00
Salida	Parqueo1	26/06/2011 19:34:00

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

[1] Open Flash Charts 2, Open Flash Charts 2 Home, <http://teethgrinder.co.uk/open-flash-chart-2/>, fecha de consulta 15 de Agosto del 2010

[2] Wikipedia, JSON, <http://es.wikipedia.org/wiki/JSON>, fecha de consulta 15 de Agosto del 2010

[3] Open Flash Charts 2, Tutorial: Other libraries, <http://teethgrinder.co.uk/open-flash-chart-2/tutorial-other-libraries.php>, fecha de consulta 15 de Agosto del 2010

[4] amCharts, amCharts: Flash and Javascript charts, stock charting software, <http://www.amcharts.com/>, fecha de consulta 15 de Agosto el 2010

[5] Akadia, Data Binding in .NET / C# Windows Forms, http://www.akadia.com/services/dotnet_databinding.html, fecha de consulta 21 de Junio del 2011

[6] amCharts, Basics, http://www.amcharts.com/docs/v.1/bundle/basics/getting_started, fecha de consulta 21 de Junio del 2011

[7] Google, Google Visualization API, <http://code.google.com/apis/chart/>, fecha de consulta 15 de Agosto del 2010

[8] Google, Implementing a Data Source, http://code.google.com/apis/chart/interactive/docs/dev/implementing_data_source_overview.html, fecha de consulta 21 de Junio del 2010

[9] Google, Data Source Java Library, http://code.google.com/apis/chart/interactive/docs/dev/dsl_about.html, fecha de consulta 21 de Junio del 2010

[10] Wikipedia, Serie temporal, http://es.wikipedia.org/wiki/Serie_temporal, fecha de consulta 15 de Agosto del 2010

[11] Perez D, Sanchez J, Aplicaciones estadísticas a la economía (Econometria), http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/498/1/TESIS_DEPLyJESR--%5B00110%5D--%28tc%29.pdf, Noviembre del 2008, pp. 22-23

[12] Perez D, Sanchez J, Aplicaciones estadísticas a la economía (Econometria), http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/498/1/TESIS_DEPLyJESR--%5B00110%5D--%28tc%29.pdf, Noviembre del 2008, pp. 24-25

[13] Perez D, Sanchez J, Aplicaciones estadísticas a la economía (Econometria), http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/498/1/TESIS_DEPLyJESR--%5B00110%5D--%28tc%29.pdf, Noviembre del 2008, pp. 26

[14] Perez D, Sanchez J, Aplicaciones estadísticas a la economía (Econometria), http://ri.biblioteca.udo.edu.ve/bitstream/123456789/498/1/TESIS_DEPLyJESR--%5B00110%5D--%28tc%29.pdf, Noviembre del 2008, pp. 28-29

[15] de Arce R, Mahía R, Modelos ARIMA, http://www.uam.es/personal_pdi/economicas/anadelsur//pdf/Box-Jenkins.PDF, fecha de consulta 15 de Agosto del 2010, pp. 2.

[16] Wikipedia, Modelo autorregresivo integrado de media móvil, http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_autorregresivo_integrado_de_media_m%C3%B3vil, fecha de consulta 15 de Agosto del 2010

[17] Universidad de Castilla, Predicción de precios, <http://www.uclm.es/area/gsee/aie/doctorado/Javier/ARIMA.pdf>, fecha de consulta 15 de Agosto del 2010, pp. 3

- [18] Universidad de Castilla, Predicción de precios,
<http://www.uclm.es/area/gsee/aie/doctorado/Javier/ARIMA.pdf>, fecha de consulta 15 de Agosto del 2010, pp. 4
- [19] National Institute of Standards and Technology, NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods,
<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section4/pmc431.htm>, 23 de Junio del 2010
- [20] Wikipedia, Exponential smoothing,
http://en.wikipedia.org/wiki/Exponential_smoothing, fecha de consulta 15 de Agosto del 2010
- [21] National Institute of Standards and Technology, NIST/SEMATECH e-Handbook of Statistical Methods,
<http://www.itl.nist.gov/div898/handbook/pmc/section4/pmc433.htm>, 23 de Junio del 2010
- [22] Wikipedia, Kalman filter, http://en.wikipedia.org/wiki/Kalman_filter, fecha de consulta 15 de Agosto del 2010
- [23] Inelmatic, El Filtro de Kalman,
<http://www.inelmatic.com/web/files/downloads/filtrodekalmán.pdf>, fecha de consulta 15 de Agosto del 2010, pp. 1
- [24] Solera A, El Filtro de Kalman, <http://www.bccr.fi.cr/ndie/Documentos/DIE-02-2003-NT-FILTRO%20DE%20KALMAN.pdf>, pp. 3, Julio del 2003
- [25] Solera A, El Filtro de Kalman, <http://www.bccr.fi.cr/ndie/Documentos/DIE-02-2003-NT-FILTRO%20DE%20KALMAN.pdf>, pp. 4, Julio del 2003
- [26] Welch G, Bishop G, An Introduction to the Kalman Filter,
http://www.cs.unc.edu/~welch/media/pdf/kalman_intro.pdf, Julio 24 del 2006, pp. 4

[27] The R Project, What is R?, <http://www.r-project.org/about.html>, fecha de consulta 17 de Julio del 2011

[28] Mono Project, What is Mono, http://mono-project.com/What_is_Mono, fecha de consulta 17 de Julio del 2011