

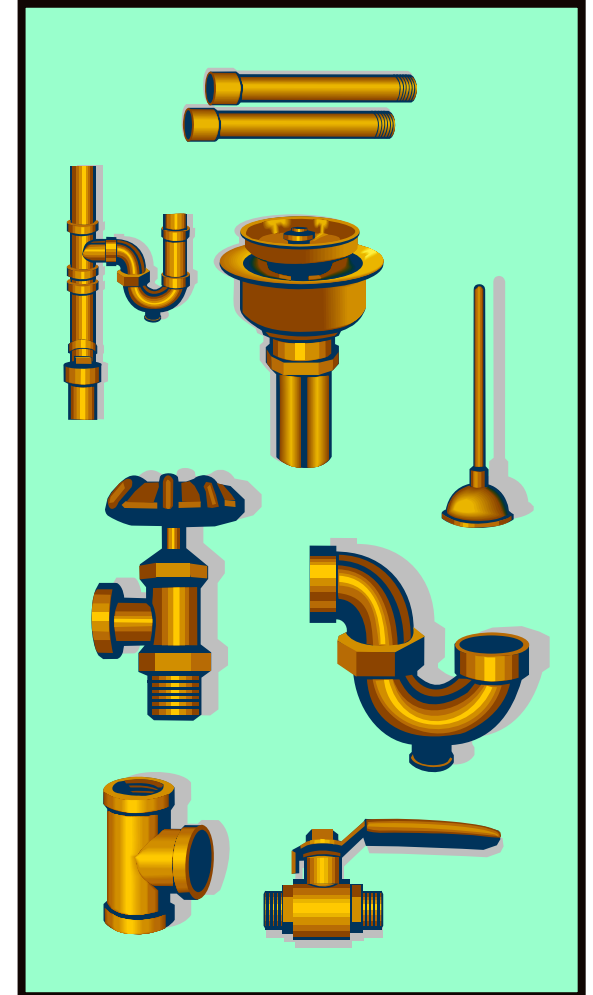
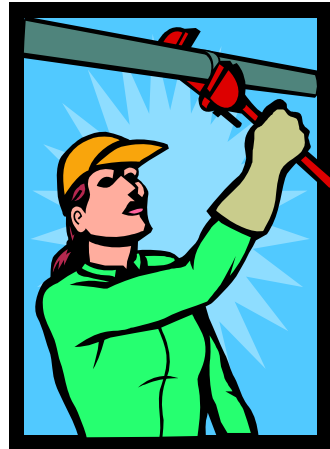
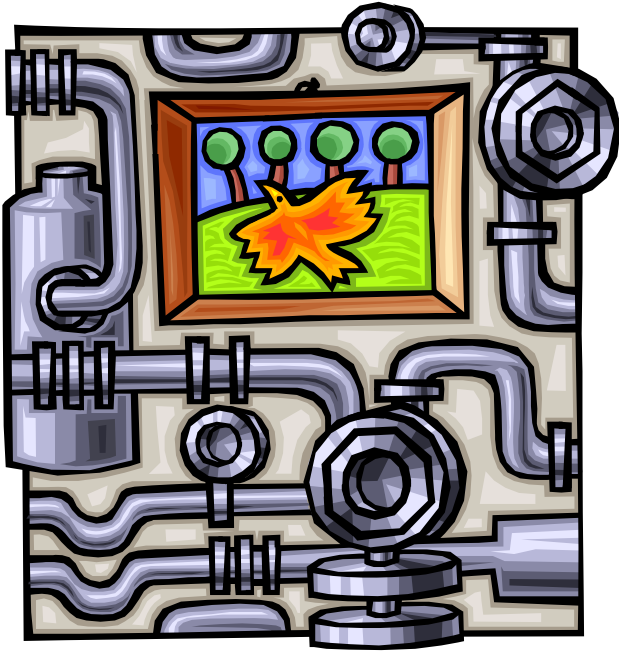
# Utilizando SAS para la Optimización del Back Office

José Angel Alvarez  
Gabriel Lores Arnaiz

# Visión General del Proyecto

Gabriel Lores Arnaiz

# La Naturaleza del Back Office



Mantener la provisión que demande el área de front office, en forma continua y oportuna, al más bajo costo de operación y mantenimiento

# La Naturaleza del Back Office

## Flujo de entrada

Alta de pedidos...  
Alta de trámites...  
Alta de reclamos...

**A PROCESAR**

## Flujo de salida

Pedidos...  
Trámites...  
Reclamos...

**PROCESADOS**



## Stock acumulado

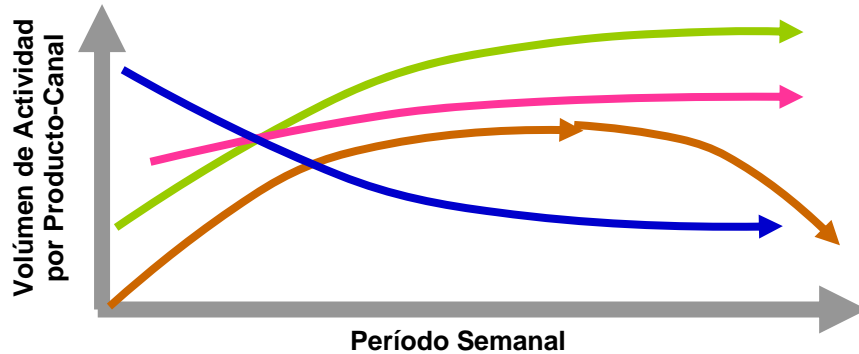
Stock de pedidos...  
Stock de trámites...  
Stock de reclamos...

**PENDIENTES O EN PROCESO**

## Las Claves de la Eficiencia del Back Office

- Entendimiento del rol del back office dentro de la cadena de valor
- Un adecuado diseño de los circuitos operativos
- Una positiva gestión de los recursos humanos
- Un proceso de mejora continua constante apuntando a eficiencia y calidad
- Medición detallada del nivel de actividad
- **Un correcto dimensionamiento de su capacidad en función de las cargas de trabajo esperadas**

# Entendimiento de la Necesidad



Demanda de Trabajo



Service Level Agreement

Dotación Óptima

- Carga de trabajo determinada por el volumen de venta

- Recursos de back office limitados para hacer frente a dicha carga de trabajo

# Los Objetivos y Consideraciones del Proyecto

- **Objetivos:**

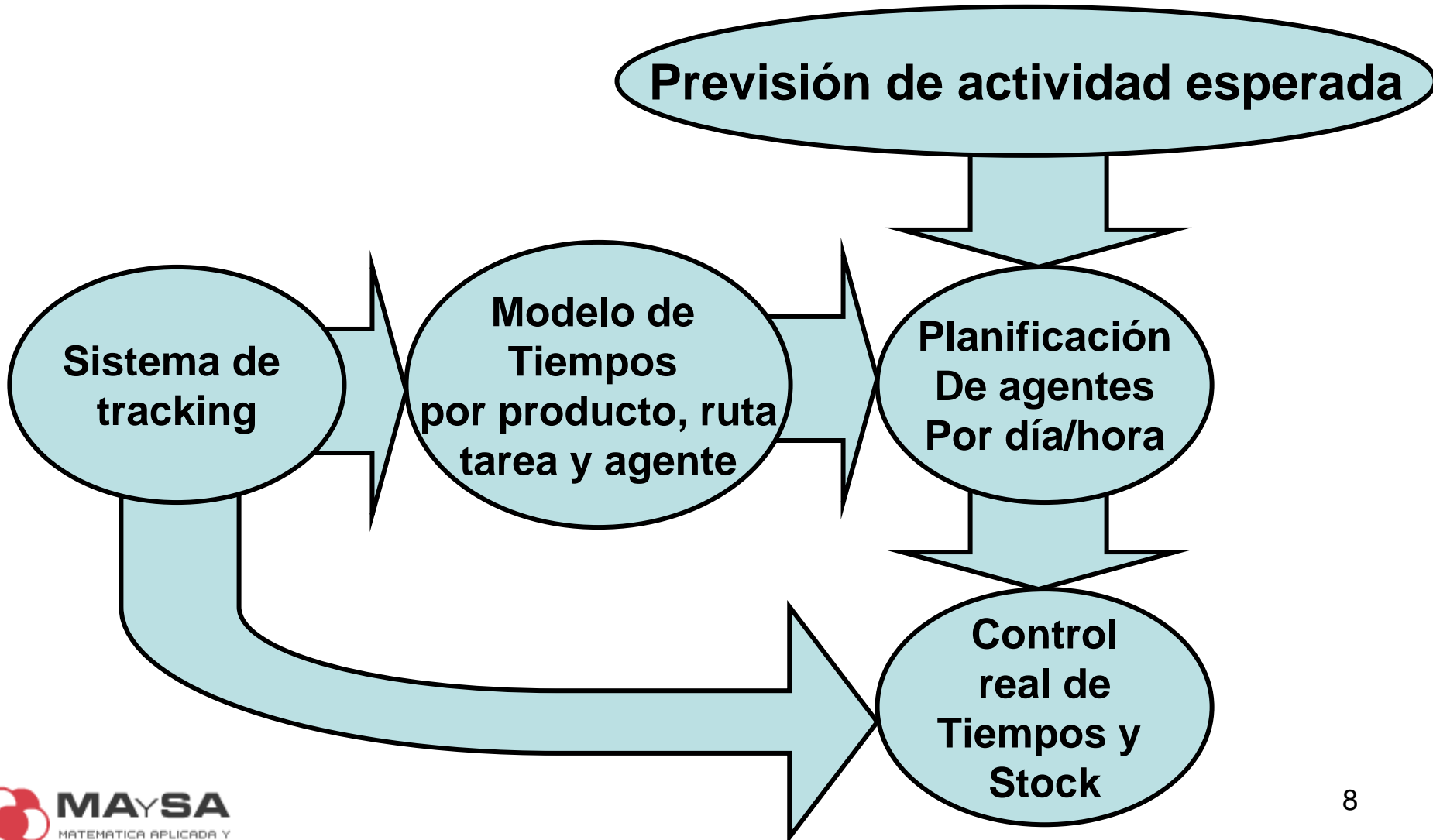
- Mejorar la capacidad de previsión de la carga de trabajo
- Lograr una mayor eficiencia en la asignación de recursos.

- **Consideraciones:**

- Diferentes productos, canales de venta y modalidades comerciales
- Diferentes rutas o procedimientos de trabajo
- Diferentes estaciones de trabajo dentro del área de back office
- Cada ruta de trabajo consume recursos de las estaciones de trabajo en forma diferente
- Restricciones de tiempo dadas por los Niveles de Servicio acordados.

# La Solución de Negocios

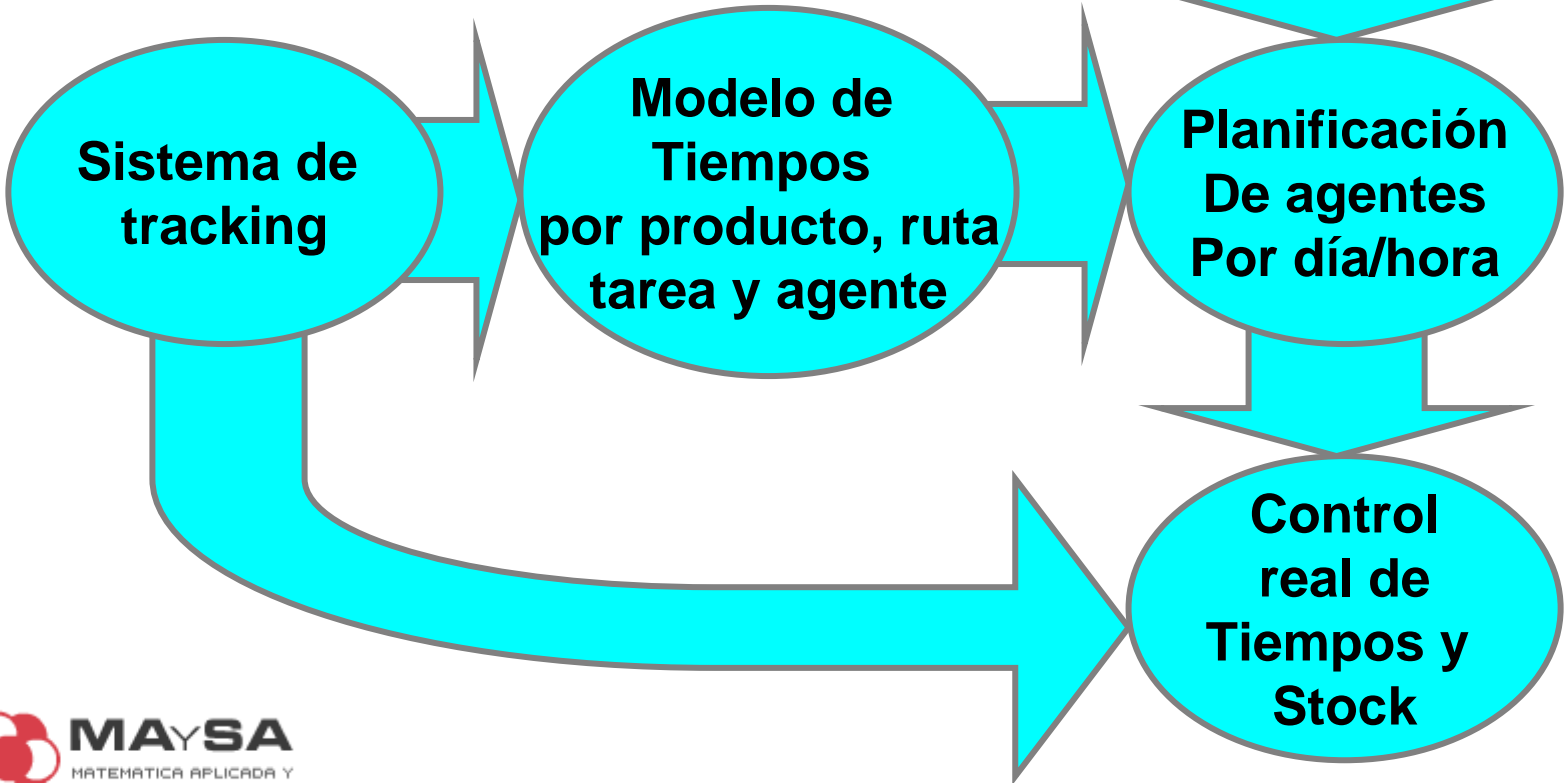
## Capacity Planning Dinámico



# La Solución de Negocios Capacity Planning Dinámico

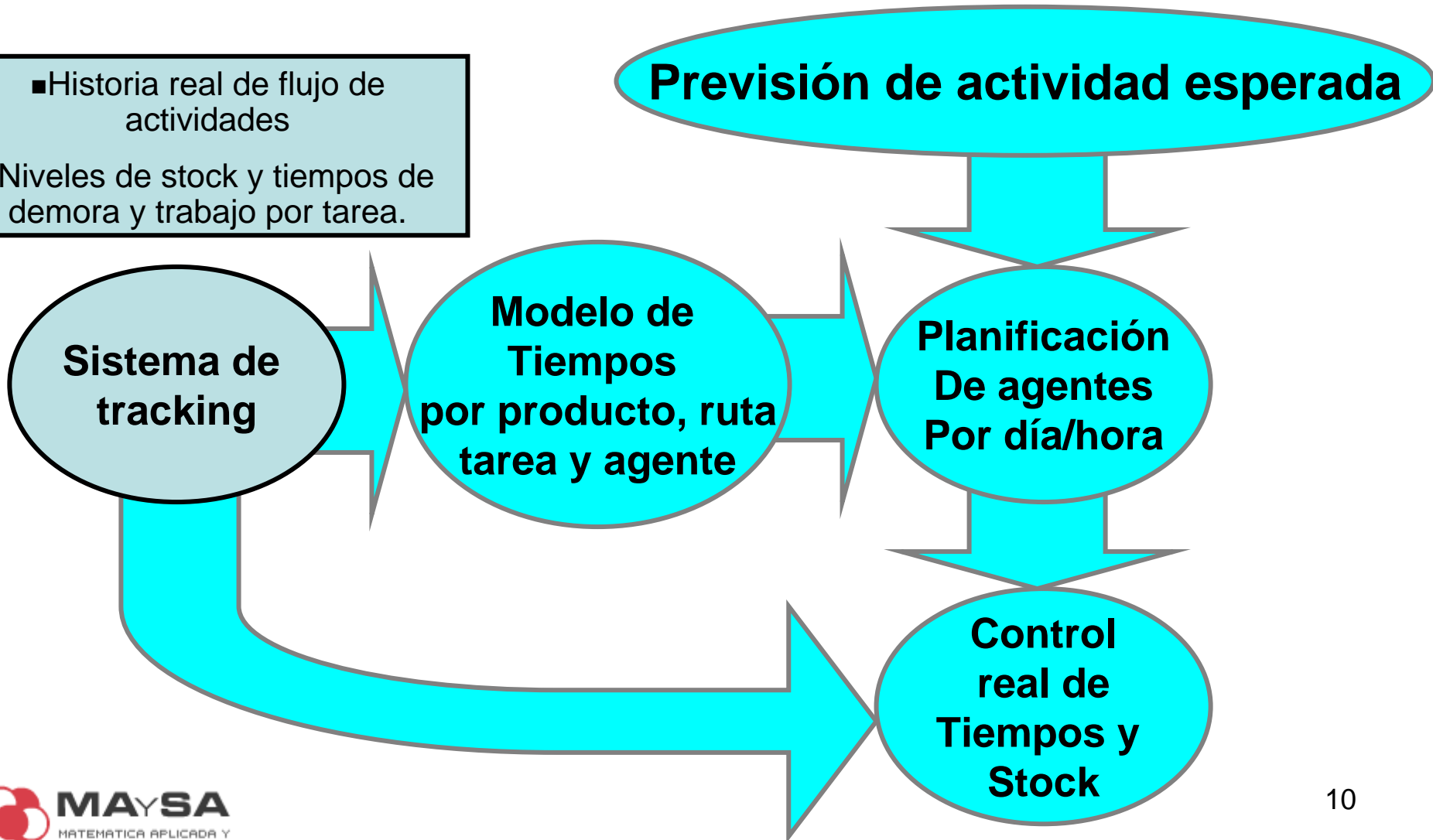
- Número de eventos por cada producto y ruta
- Por unidad de tiempo: hora, día, semana.

Previsión de actividad esperada



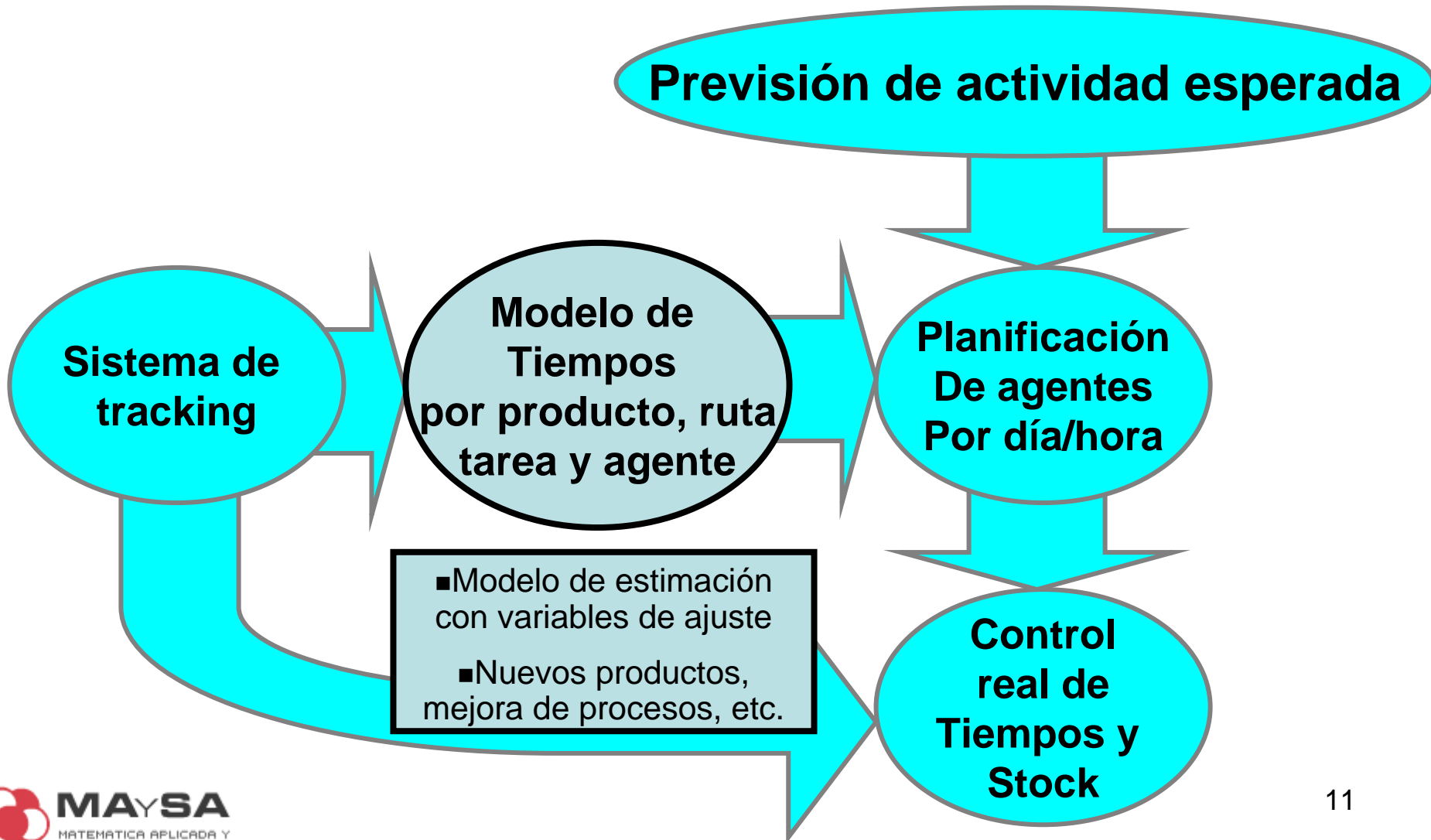
# La Solución de Negocios Capacity Planning Dinámico

- Historia real de flujo de actividades
- Niveles de stock y tiempos de demora y trabajo por tarea.



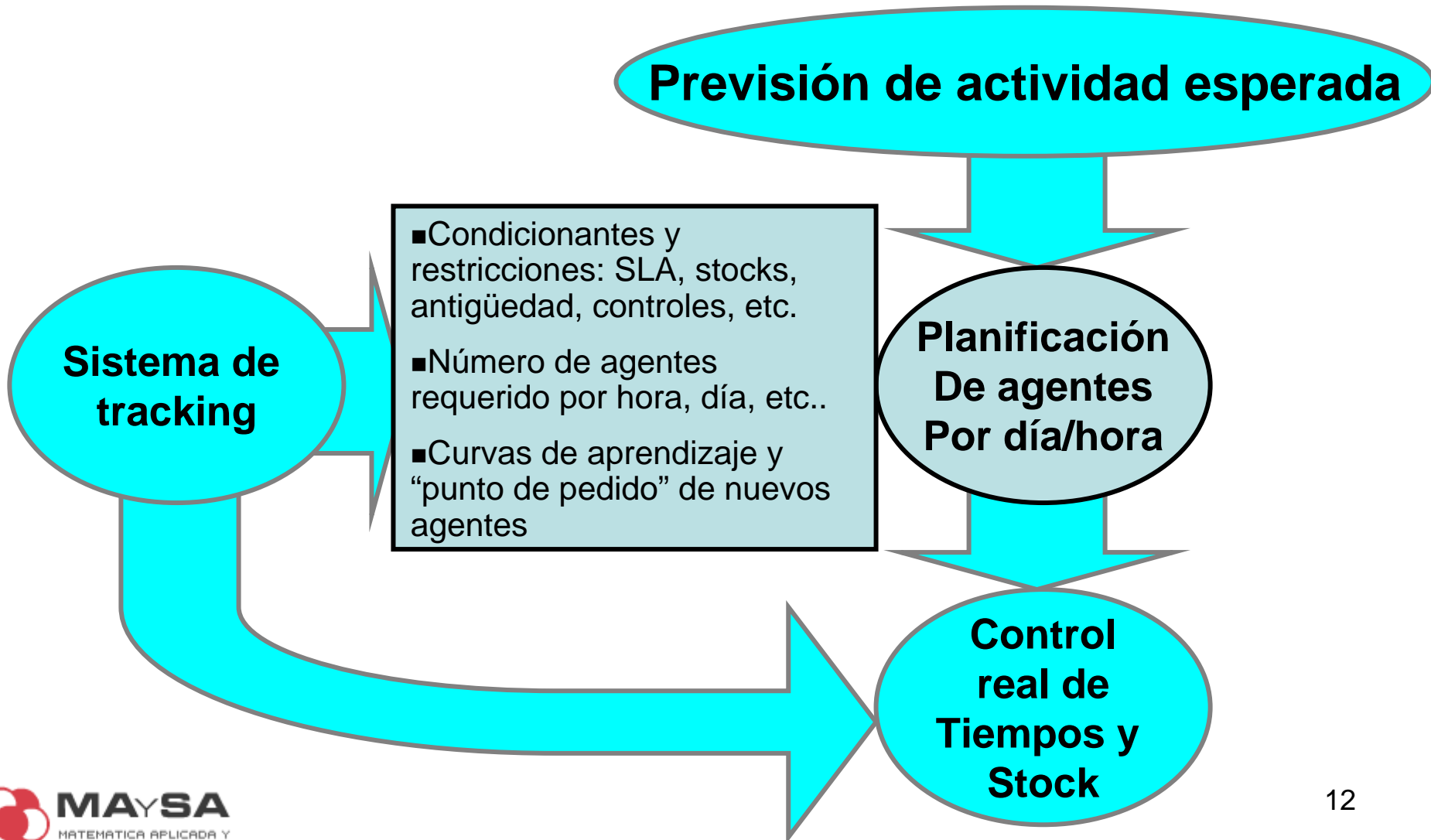
# La Solución de Negocios

## Capacity Planning Dinámico



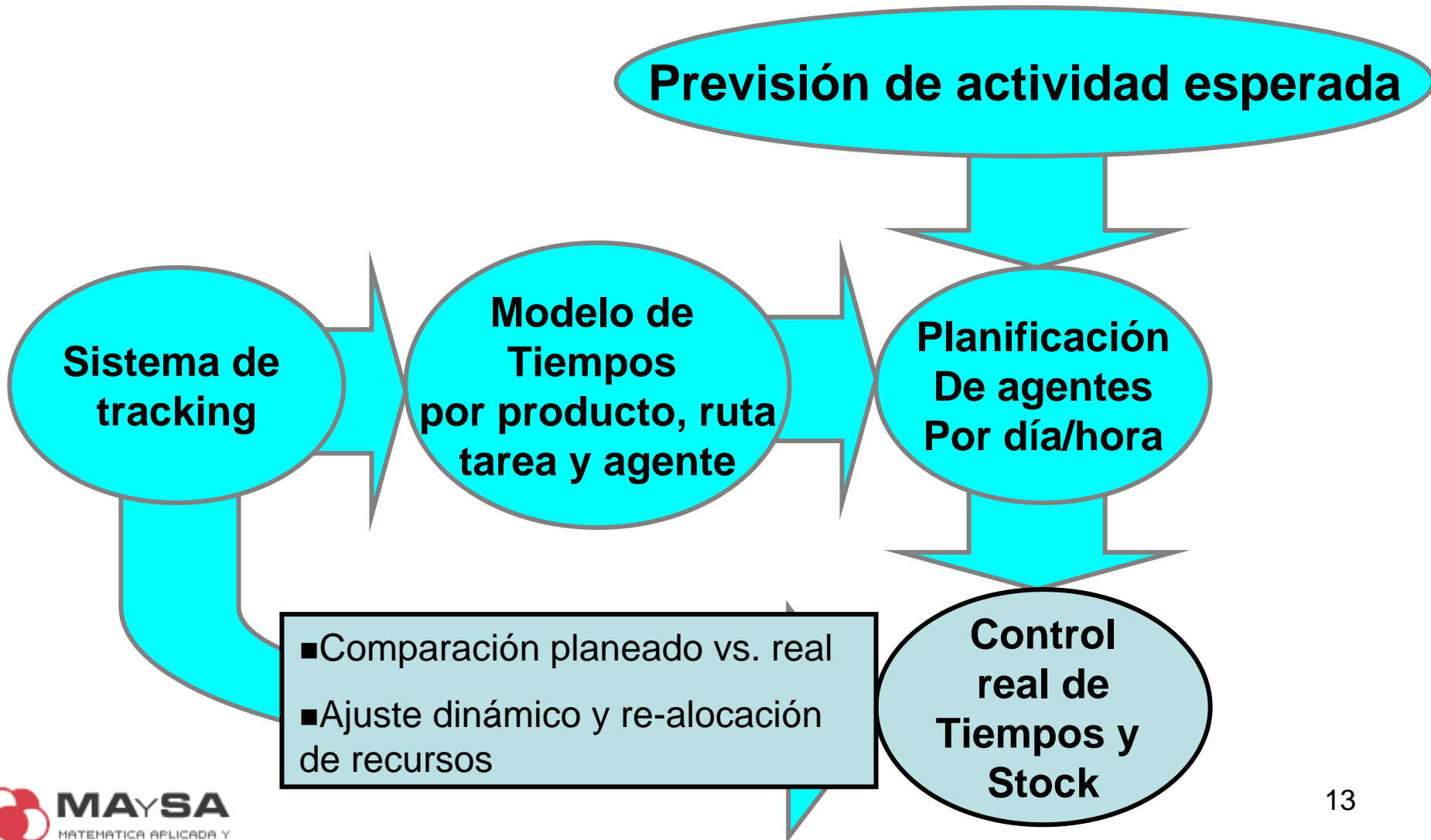
# La Solución de Negocios

## Capacity Planning Dinámico



# La Solución de Negocios

## Capacity Planning Dinámico



# La Solución en SAS

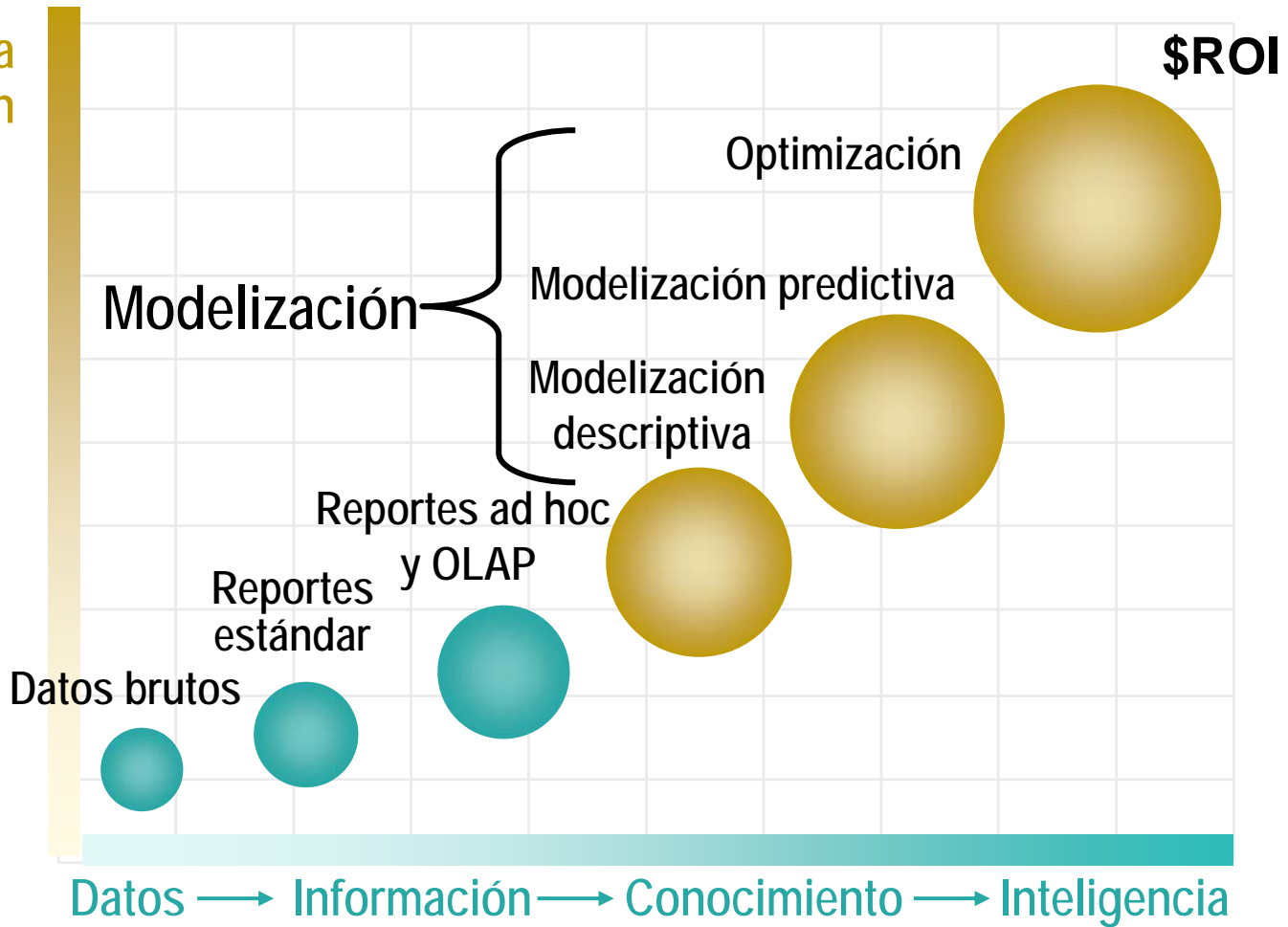
- Desarrollo de un conjunto de modelos sobre herramientas SAS que, con base estadística, permiten:
  - Pronosticar la carga de trabajo del área de Back Office para cada combinación de producto, canal y tipo de campaña, para un período futuro de duración variable, en intervalos diarios o semanales, según el caso, a partir de series históricas importadas desde un sistema de tracking de trámites
  - Estimar la cantidad de recursos necesarios para cada estación de trabajo a efectos de procesar la carga de trabajo resultante del Forecasting mencionado en el punto anterior, considerando las diferentes rutas de trabajo existentes, en el marco de los SLA definidos por el Banco.

## Los Desafíos

- Falta de series históricas confiables y prolongadas para hacer forecasting
- Limitaciones en la información sobre productividad de cada estación de Back Office para cada ruta de trabajo
- Entorno altamente dinámico: cambios permanentes en productos, canales y rutas de trabajo
- Necesidad de crear una cultura de forecasting y optimización

# Los Resultados Esperados

Poder de la información



# Visión Técnica del Proyecto

José Alvarez

# Características Técnicas

- Características principales del problema
- Herramientas conceptuales
- Herramientas de software
- Sistema de F&O

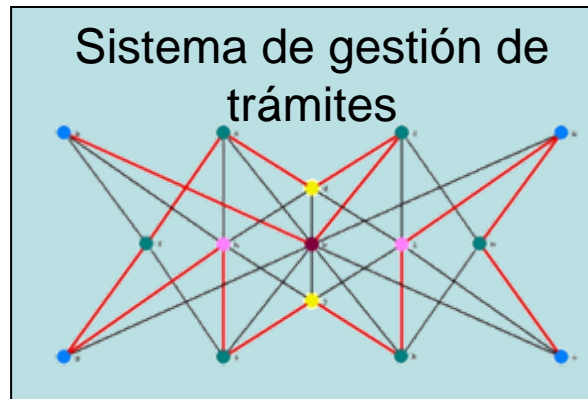
# Características Principales del Problema

Entrada

Proceso

Salida

Productos x  
Canales



Aprobaciones  
Rechazos



Reprocesos

# Entrada

- La entrada al sistema define la carga de trabajo
- Existen más de 200 entradas distintas resultantes de combinaciones de productos (paquetes o productos individuales) y canales de comercialización
- La cantidad y características de las entradas pueden variar en función de aspectos de comercialización, nuevos productos, etc.
- Cada una de las entradas define una serie histórica
- El intervalo temporal de análisis apropiado para algunas series históricas es diario, para el resto es semanal

# Proceso

- Existen dos sistemas de procesos: uno en funcionamiento y otro nuevo que eventualmente reemplazará al primero
- Los dos sistemas convivirán durante unos seis meses en una progresiva transición hacia el sistema nuevo
- Los datos existentes de proceso corresponden al sistema actual, pero el sistema de F&O debe aplicarse al sistema nuevo
- Ambos sistemas de procesos puede pensarse como un conjunto de rutas o más abstractamente como un grafo orientado
- Cada nodo del grafo corresponde a un proceso (estación de trabajo)
- Los arcos del grafo corresponden al pasaje del trámite de un rol a otro dentro de una ruta determinada
- Cada proceso involucra recursos humanos y materiales, sin embargo, en este momento el recurso crítico es la cantidad de personal asignado a cada rol por día o por semana

# Proceso

- Una misma combinación de producto-canal puede tener más de una ruta alternativa en función de distintos parámetros vinculados con el control de calidad del proceso y otras cuestiones (en el sistema nuevo)
- Un rol puede realizar simultáneamente más de un proceso (encontrarse en más de una ruta)
- Un rol es desempeñado por una o más personas simultáneamente
- Una persona puede desempeñar (simultáneamente) uno o más roles
- El tiempo total de tramitación (sujeto a un SLA) se compone de dos partes: tiempo total de proceso efectivo y tiempo total de espera (en “bandejas virtuales”)
- El tiempo de proceso es variable para distintos procesos (de minutos a semanas), pero en su mayoría, los tiempos de espera superan en varios órdenes de magnitud a los tiempos de proceso

# Proceso

- Las diferencias fundamentales entre el sistema actual y el nuevo son a nivel de la composición de las rutas. Los roles sufren algunas variaciones pero menores
- Existen dos formas principales de trabajo de un rol: procesar un trámite por vez o procesar un conjunto de trámites simultáneamente (entran y salen del rol de a uno o de a muchos)

# Salida

- Los trámites son aprobados, rechazados o reprocesados (en algún punto del sistema, no necesariamente en la salida)
- Se considera como salida el punto final del proceso que se utiliza para el SLA. Luego existen algunos otros procesos, como archivo, que no son relevantes

# Herramientas Conceptuales

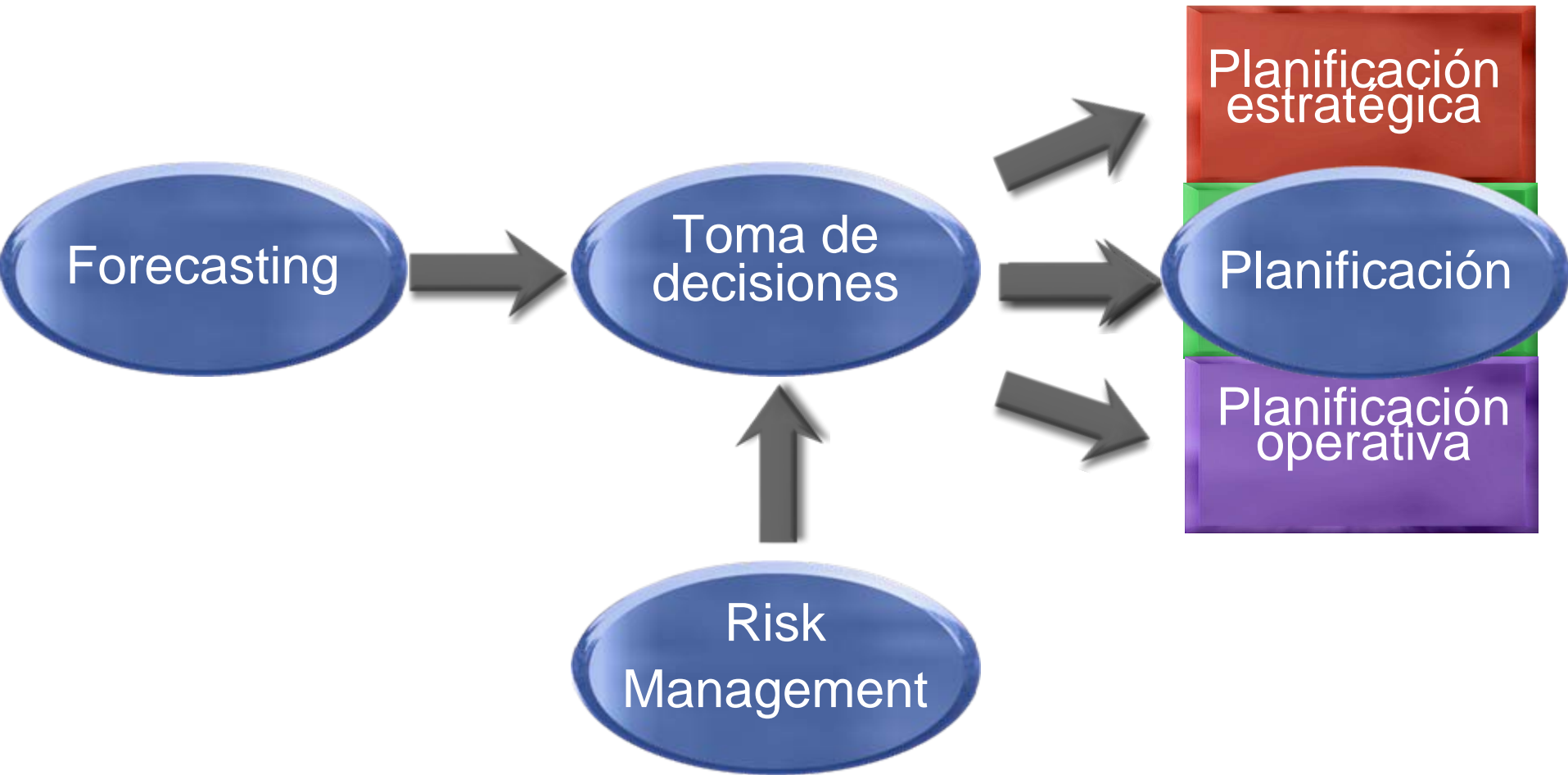
- Forecasting
- Optimización



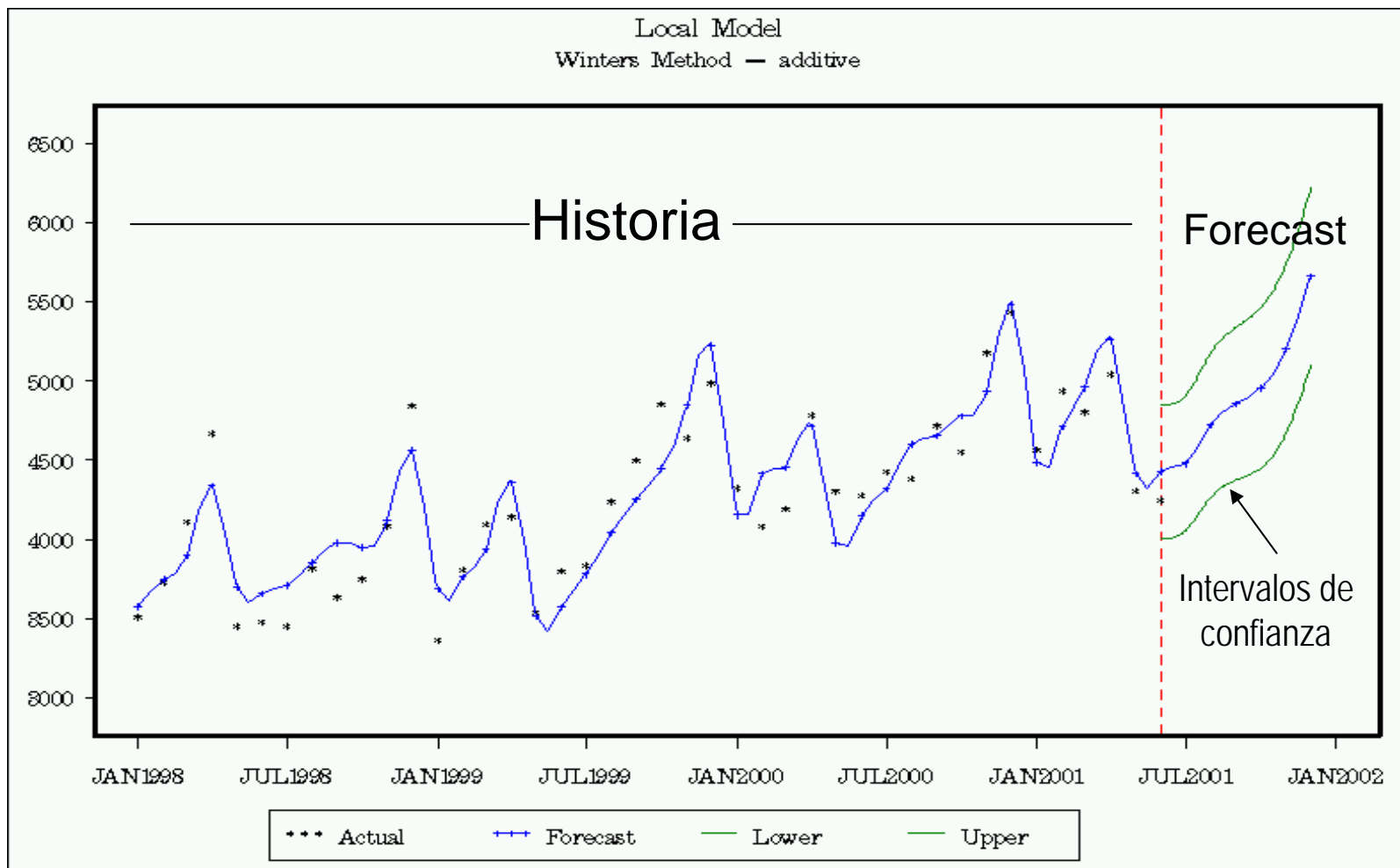
# Definición de Forecasting

- Proceso de calcular y predecir sucesos futuros, usualmente en base a una extrapolación de experiencias pasadas y con un grado variable de incertidumbre
- El Forecasting es crucial para la mayoría de las actividades de planificación que involucran incertidumbre

# Administración del Futuro



# Forecasting Estadístico



# Enfoques de Forecasting

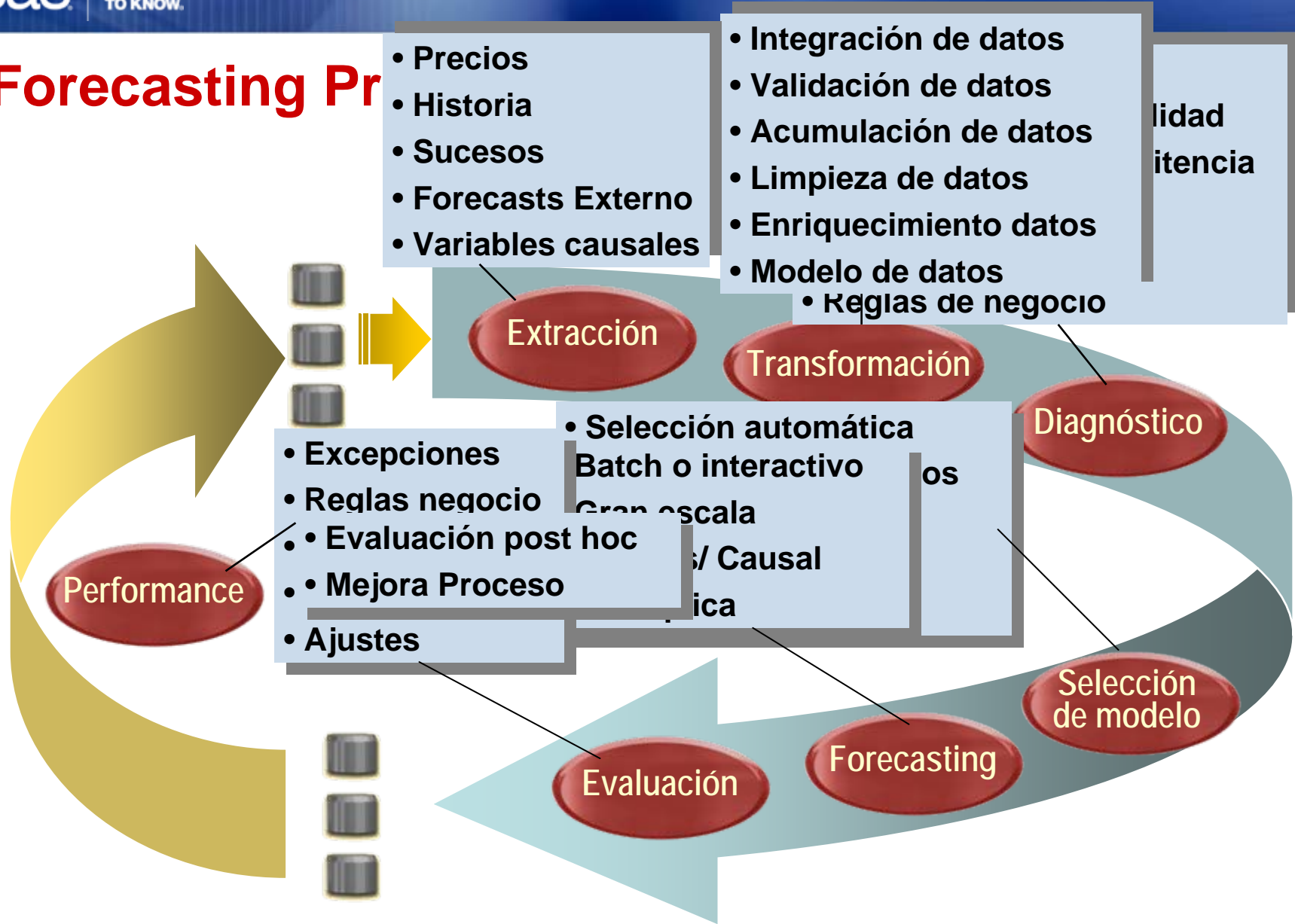
- Subjetivo
  - Se basan en la intuición
  - Los gerentes usan sus opiniones personales y juicios para tomar decisiones
- Objetivo
  - Univariado vs. Multivariado



# Modelos / Métodos Populares de Forecasting

- Extrapolación de tendencia
- Suavizamiento exponencial
- Método de Winters
- ARIMA (Box-Jenkins)
- Regresión
- Modelos de componentes no observados (UCM)
- Modelos dinámicos o de función de transferencia
- VARMAX ([multivariado](#))
- Modelos generales de Espacio de Estados ([multivariado](#))

# Forecasting Pr



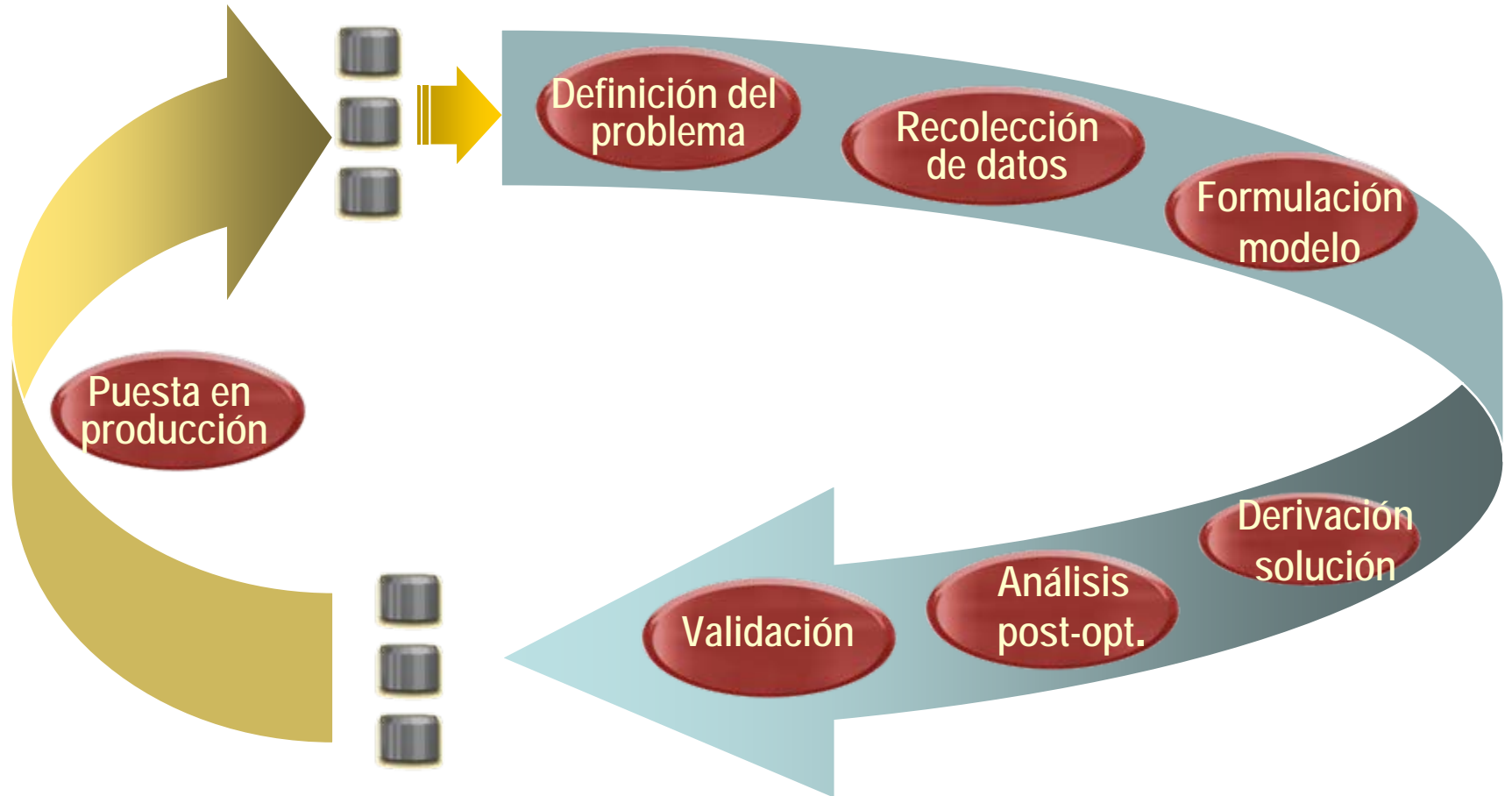
# Características de las Series Históricas disponibles

- No todas las series tienen la misma longitud, aunque en general son cortas
- No existe información estacional
- Tendencia marcada
- No hay disponible (por el momento) información sobre variables independientes relevantes (macroeconómicas, campañas, canibalización entre productos, etc.)

# Optimización

- Los problemas de optimización suelen resolverse dentro de la disciplina aplicada denominada Investigación Operativa
- Su principal objetivo es la resolución de problemas sobre la conducción y coordinación de las operaciones en organizaciones
- Clases de problemas
- Métodos de resolución

# Etapas de un Estudio de OR



## Formulación de un Modelo matemático

- Reformulación del problema de un modo que sea conveniente para el análisis
- Modelo matemático: representación idealizada expresada en términos de símbolos y expresiones matemáticas de la estructura de un objeto físico o conceptual, o un proceso en un sistema u organización
- Estos modelos suelen denominarse en IO “programas matemáticos” y su resolución “programación matemática”

# Componentes de un Modelo Matemático

- **Variables de decisión** ( $x_1, \dots, x_n$ ): variables cuyos valores deben determinarse
- **Función objetivo**: medida de performance expresada como una función matemática de las variables de decisión
- **Restricciones**: sobre los valores que pueden asignarse a las variables de decisión, típicamente representadas como inecuaciones
- **Parámetros**: constantes en las restricciones y función objetivo
- **Solución**: conjunto de valores para las variables de decisión que permitan maximizar (minimizar) la función objetivo sujeto a las restricciones especificadas
- **Resolución**: Proceso de encontrar una o más soluciones

# Programación Lineal (LP)

- Una aplicación general de la programación lineal es el proceso de asignar recursos limitados a actividades competidoras de un modo óptimo
- Se puede minimizar o maximizar el valor de una función, sujeta a restricciones sobre las variables en la función
- *Lineal* implica que todas las funciones en el problema son funciones lineales
- *Programación* se refiere a una secuencia de pasos que lleva al descubrimiento del mejor valor para la función (planificación)
- El método simplex se usa mucho para resolver problemas LP

# Problema LP General

max | min

**Función objetivo**

$$Z = c_1x_1 + \dots + c_nx_n$$

sujeto a

**Variables de decisión**

$$Ax \geq, =, \leq b$$

$$l_j \leq x_j \leq u_j \quad j = 1, \dots, n$$

**Restricciones**

## Supuestos en LP

- Proporcionalidad: Todos los retornos y usos de recursos cambian proporcionalmente con las variables sin economías de escala
- Aditividad: El efecto total de cualesquiera dos variables es la suma de sus efectos individuales sin sinergia o interacción (es decir, no hay términos de productos cruzados)
- Divisibilidad: Las variables pueden adoptar valores fraccionales. Si las variables son enteras, se usa programación entera
- Certeza: Todos los parámetros en el modelo son constantes conocidas, no variables aleatorias

# Optimización en Grafos

- Los grafos son una representación natural de muchos problemas de optimización
- Muchos de estos modelos son tipos especiales de programación lineal
- Algunos problemas típicos: problema de camino más corto, problema de flujo máximo o mínimo, problema de camino crítico, etc.

# Derivación de Soluciones

- Desarrollar un procedimiento (usualmente computacional) para producir soluciones del problema a partir del modelo
- A veces esta etapa es relativamente simple: cuando existe un algoritmo estándar aplicable

# Tipos de Soluciones

- Optima
  - Una solución es óptima cuando no existe una solución mejor que ella
  - Una solución óptima lo es respecto del modelo, no necesariamente respecto del problema
  - Para encontrar una solución óptima se utilizan métodos algorítmicos que garantizan que la solución obtenida es realmente óptima
  - Existen problemas (y modelos) para los cuales no puede garantizarse obtener una solución óptima
- Aproximada
  - Solución a una cierta distancia estadísticamente controlable de la solución óptima
- Satisfactoria
  - Una solución es satisfactoria cuando es lo suficientemente buena como para ser implementada, aunque pueda no ser una solución óptima
  - Suelen utilizarse métodos heurísticos, que obtienen una solución satisfactoria, pero no garantizan su optimalidad

# Modelización Predictiva

- Proceso por el cual se crea o selecciona un modelo para predecir un suceso o su probabilidad
- En general, un modelo se elige sobre la base de una teoría de decisiones
- Suele ser parte de un análisis secundario de datos (oportunista)
- Variedad de técnicas predictivas: regresión, árboles de decisiones, redes neuronales, etc.
- Un modelo predictivo busca una solución satisfactoria de un problema (no necesariamente una optimización)

## Técnicas clásicas vs. modelización predictiva

	<b>Técnicas “clásicas” de optimización</b>	<b>Técnicas de modelización predictiva</b>
<b>Objetivo</b>	Maximizar una función	Maximizar una función
<b>Modelo matemático</b>	Sistema de ecuaciones	Funciones aleatorias parametrizadas
<b>Parámetros</b>	Constantes conocidas	VARIABLES aleatorias
<b>Flexibilidad</b>	Rígido	Flexible
<b>Análisis de datos</b>	Primario	Secundario

# Herramientas de Software

- Interfase
- Back-end
  - Preprocesamiento
  - Forecasting
  - Optimización



## Interfase

- Display Manager
- SAS AF (clases y SCL)
- Enterprise Guide



# SAS Forecasting Software Landscape



**SAS/ETS  
Procedures**

- Heavy User Involvement
- Great Breadth and Depth
- Multivariate and Univariate
- Batch



**Time Series  
Forecasting  
System**

- Automatic + Modeling
- Univariate
- User Interface
- Not Batch



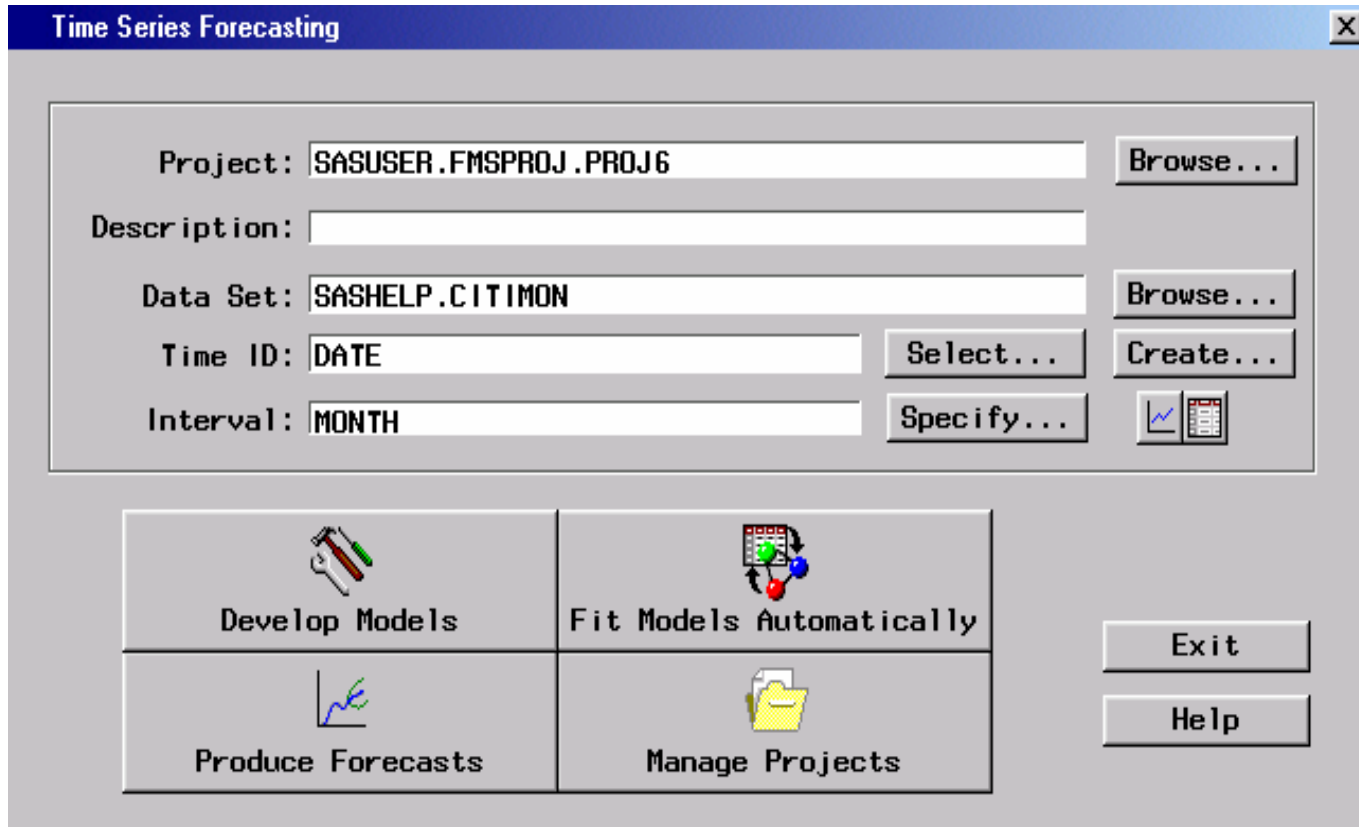
**SAS High-  
Performance  
Forecasting**

- Fully Automatic
- High-Volume
- Univariate
- Batch

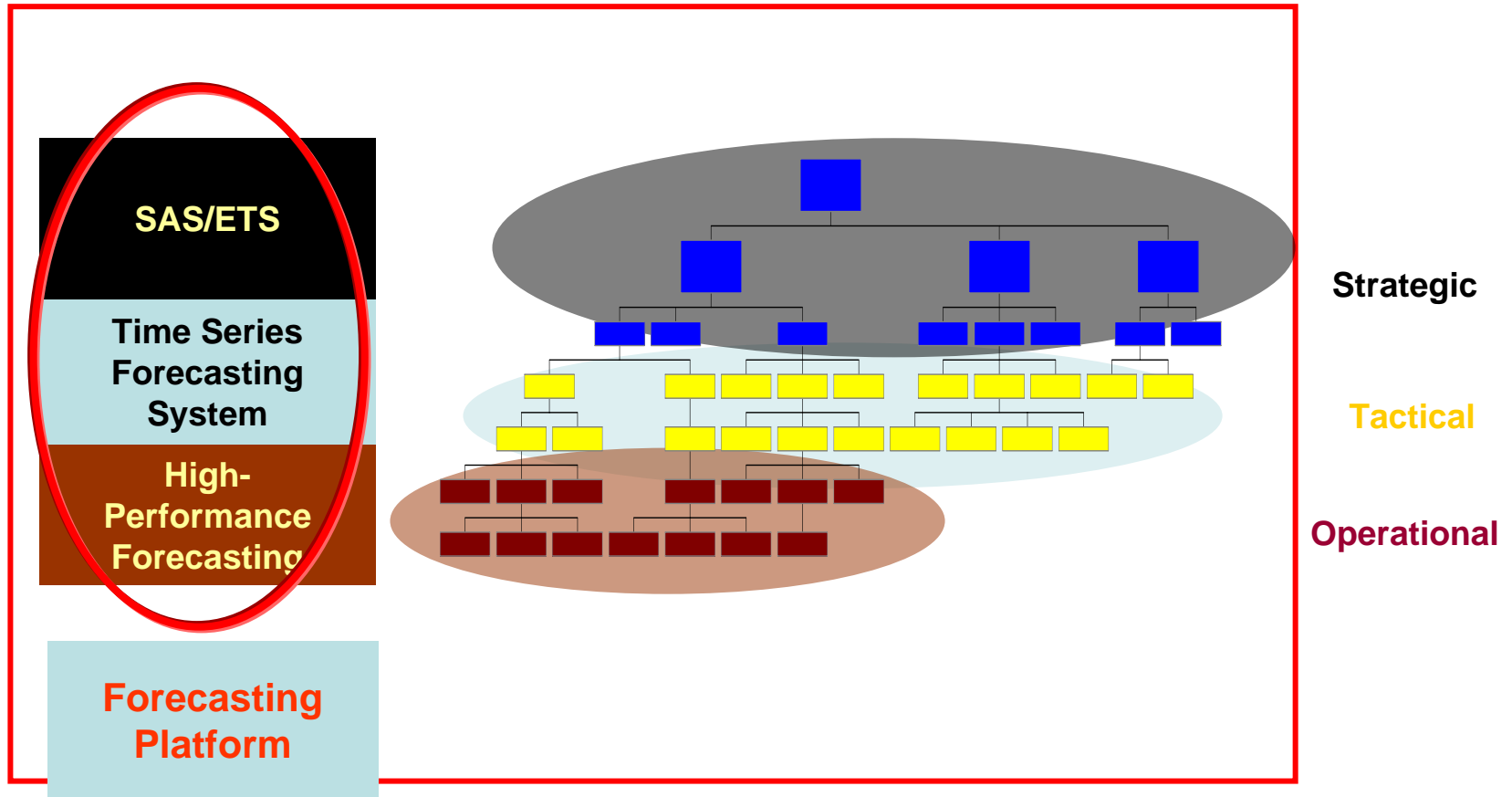
Fact Sheet: <http://www.sas.com/technologies/analytics/forecasting/ets/factsheet.pdf>

# Time Series Forecasting System

Solutions → Analysis → Time Series Forecasting System



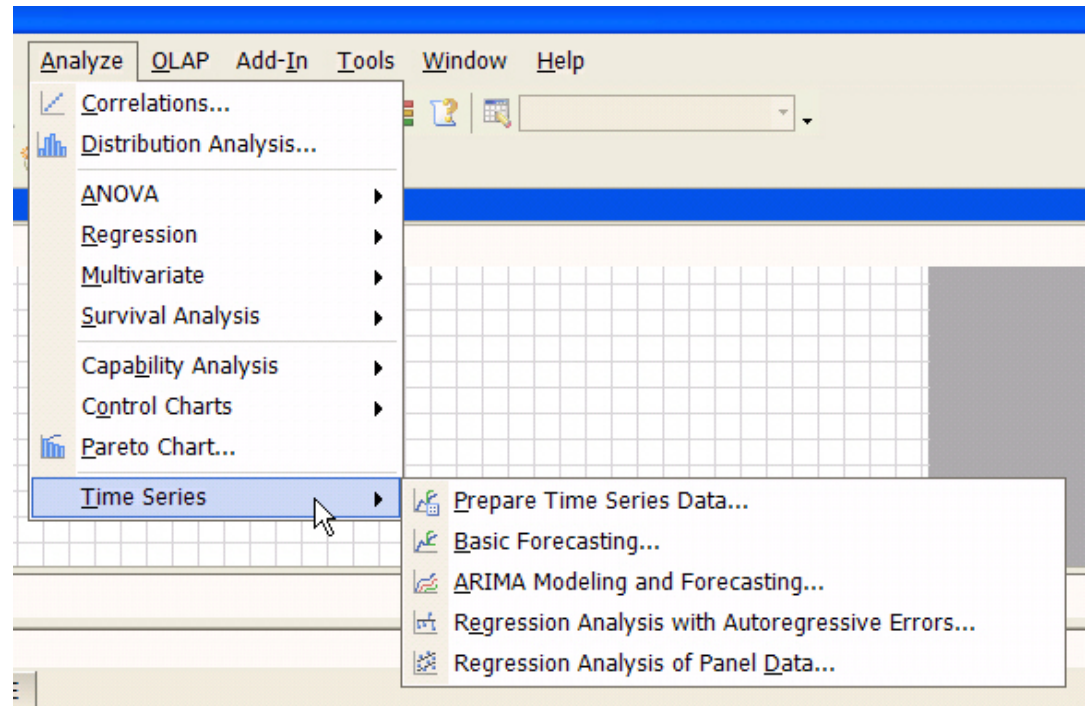
# SAS Forecasting Software Landscape



# Forecasting en Enterprise Guide

Incluye 5 procedimientos

- PROC EXPAND
- PROC FORECAST
- PROC ARIMA
- PROC AUTOREG
- PROC TSCSREG



# SAS/OR

- Conjunto de soluciones para construir y explorar modelos, y resolver problemas frecuentes en organizaciones, usando herramientas de Investigación Operativa
- Integrado con el resto de las soluciones de SAS, lo que permite diversas complementaciones (preprocesamiento, graficación, estadística, forecasting, etc.)

# Soluciones

- Optimización
  - Programación lineal, entera y mixta
  - Programación no lineal
  - Optimización de flujos en redes
- Scheduling de proyectos y recursos
  - Scheduling de actividades y recursos (CPM)
  - Scheduling interactivo
  - Gráficos de Gantt y grafos
- Análisis de decisiones
- Simulación de sucesos discretos
- Bills of material

## Construcción de Modelos

- Datasets SAS
- Proc Optmodel

## Herramientas de Resolución

- Proc OPTMODEL
- PROC NETFLOW
- PROC CPM
- Etc.

# Sistema de Forecasting y Optimización

## Requerimientos

- El sistema debe
  - Utilizar los datos del sistema actual pero extrapolar al sistema nuevo y predecir asignaciones de recursos en este último
  - Ajustarse lo más automatizadamente posible a la historia y condiciones del nuevo sistema
  - Permitir la experimentación según diferentes escenarios
  - Abierto y flexible para permitir modificaciones de parámetros y estructura
  - Producir una salida “customizable” en formatos de fácil manejo (p. ej. planillas Excel, gráficos ActiveX, etc.)
  - Poseer una interfase única de fácil aprendizaje

## Restricciones

- La escasa disponibilidad de información de series históricas no hacen aconsejable un trabajo inicial elaborado de selección y ajuste de modelos de forecasting. Más bien se requiere un modelo genérico razonablemente adaptable que pueda mejorar con la obtención de mayor información y experimentación
- Las características del nuevo sistema de procesos y la escasa información disponible no hacen aconsejable utilizar una técnica clásica de optimización sino una modelización predictiva en la etapa inicial

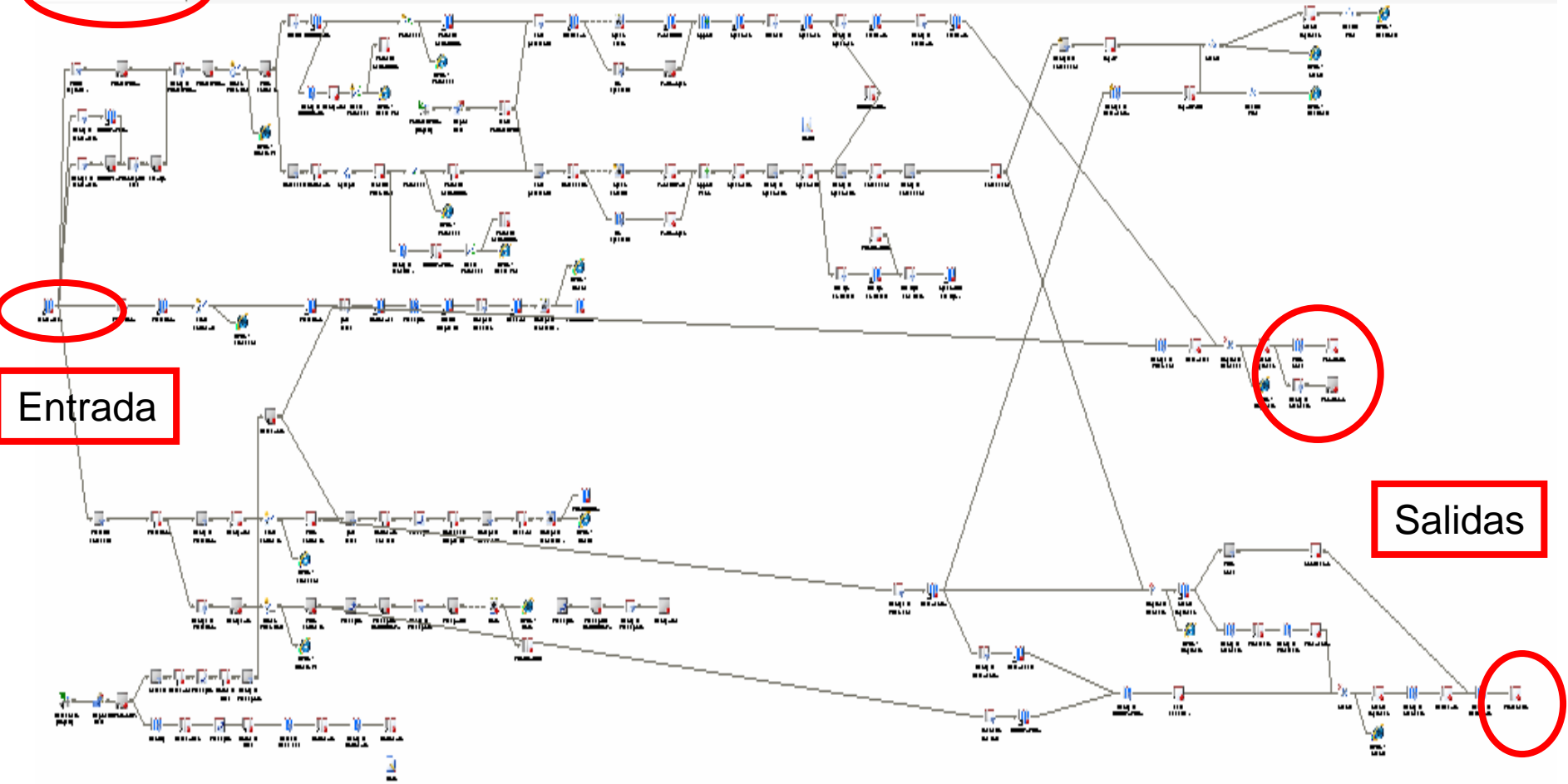
## Solución

- Interfase vía Enterprise Guide
- Preprocesamiento: acumulación periódica de nueva información histórica y generación de series
- Forecasting en dos etapas:
  - Forecasting de carga inicial del sistema
  - Forecasting de carga para cada rol
- Modelización
  - Modelización predictiva de la relación entre carga de trabajo, tiempo de proceso y cantidad de personas asignadas a cada rol
- Asignación de recursos sobre la base de la modelización predictiva

Project Designer

Forecasting

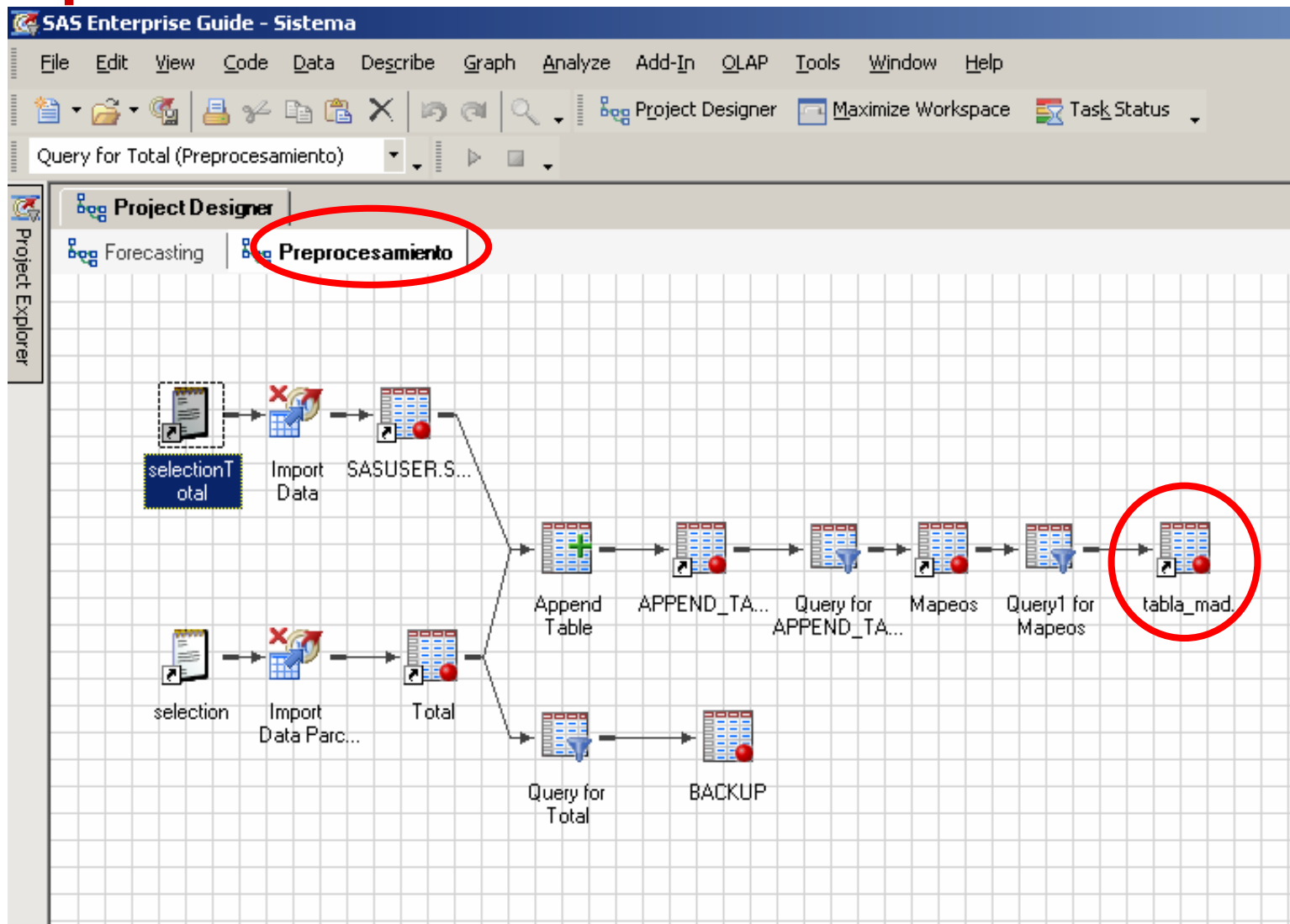
Preprocesamiento



Entrada

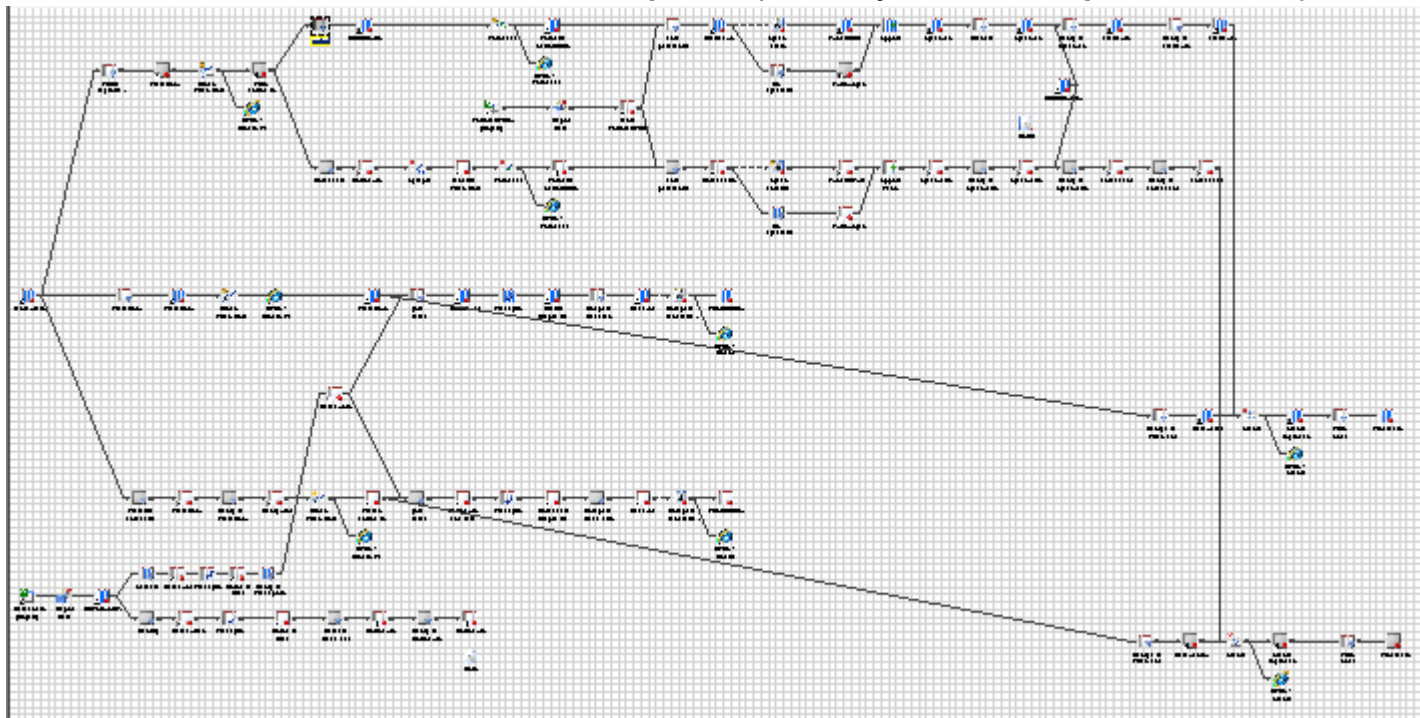
Salidas

# Preprocesamiento



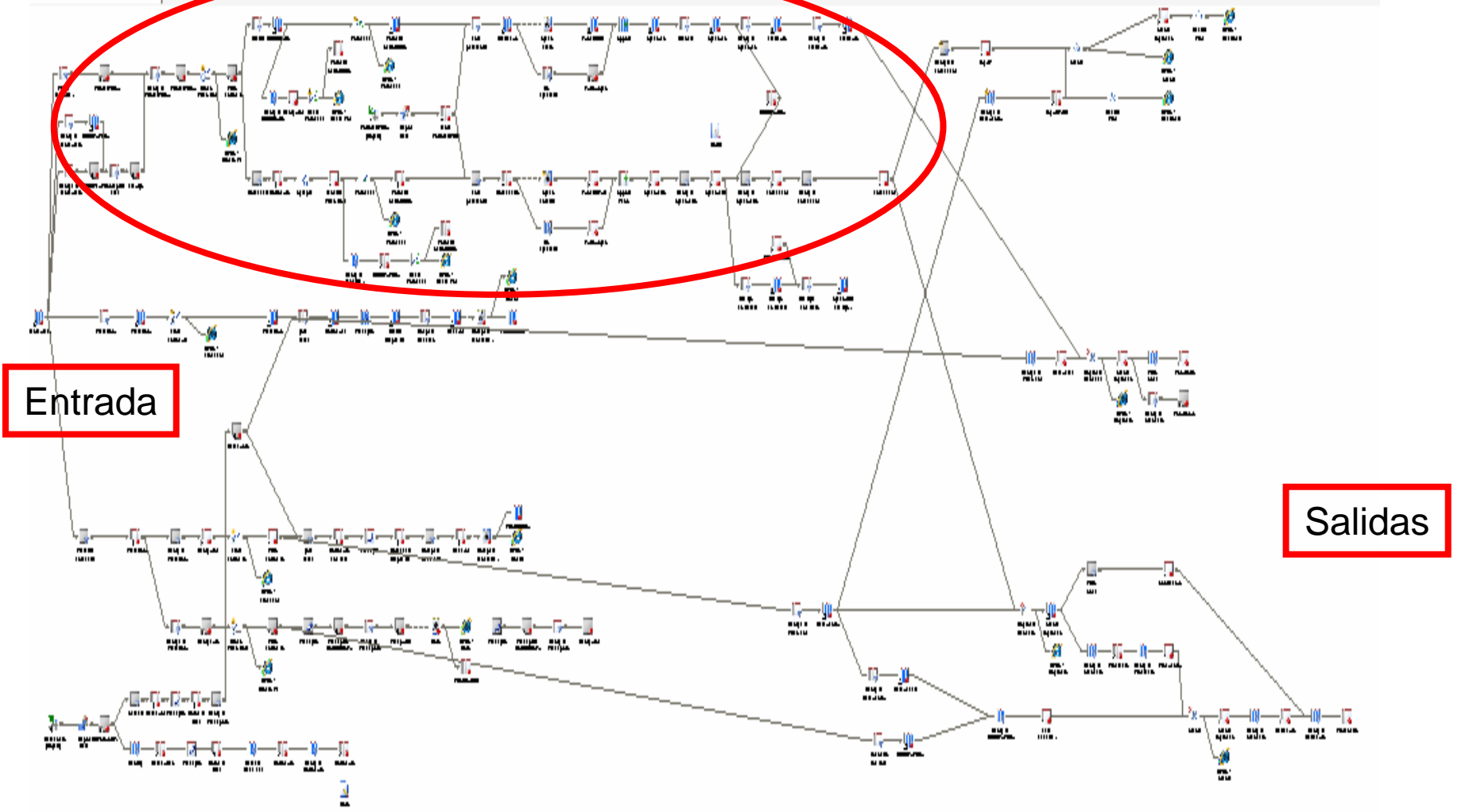
# Forecasting

- Forecasting de ingresos de trámites al sistema
- Forecasting de trámites para cada rol, en base a
  - Ingresos al sistema (incluyendo reprocesos)
  - Transiciones entre las etapas (incluyendo reprocesos)



# Forecasting de ingresos de trámites al sistema

Forecasting Preprocesamiento



Entrada

Salidas

# Forecasting de Ingresos de Trámites al Sistema

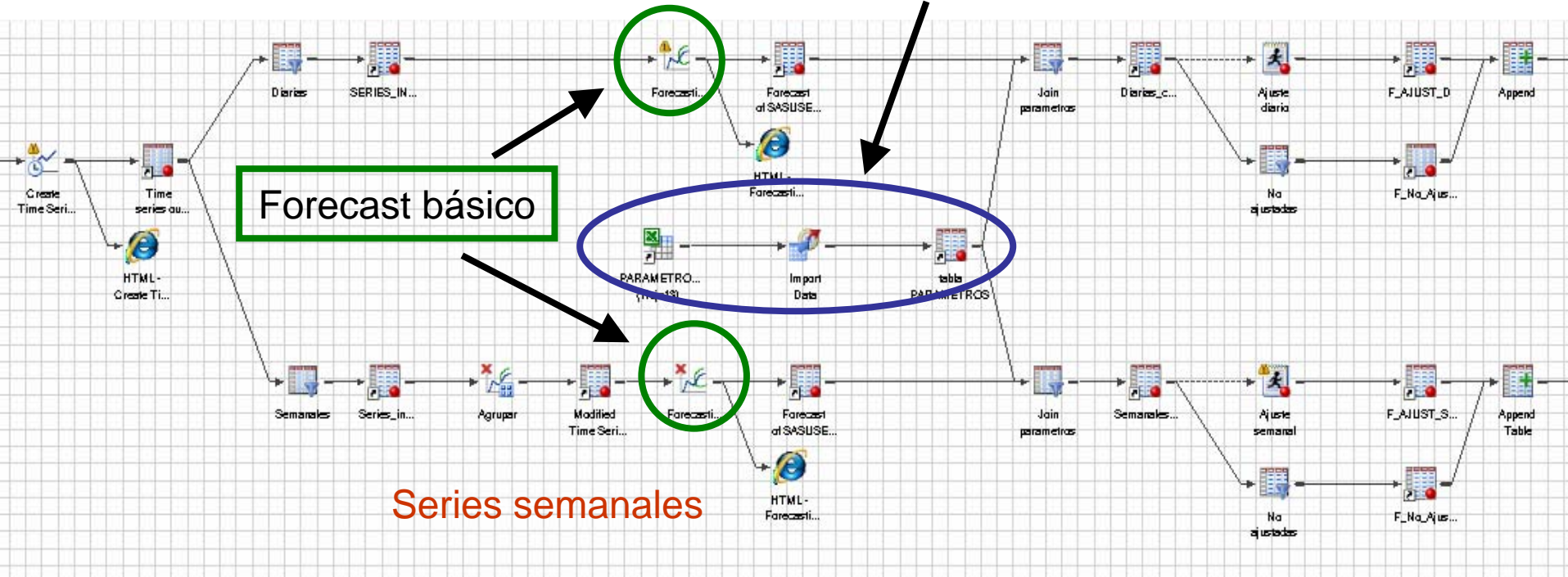
- Pasos
  - Crear las series temporales de los trámites ingresados por clase de trámite (producto madre, campaña y canal) y visualización de las series generadas
  - Separar las series diarias de las series semanales y agrupación de las series semanales (intervalo semana)
  - Forecasting básico (stepwise autorregresivo para las series diarias y suavizamiento exponencial para las semanales) y visualización
  - Ajuste de forecasting según valores en tabla de parámetros (Verde, Amarillo, CM, etc.)

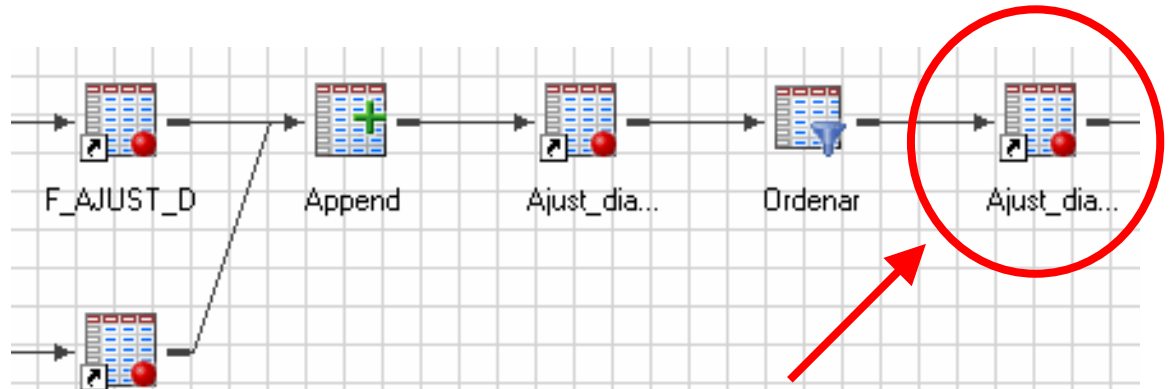
Series diarias

Tablas de parámetros de ajuste (Verde, amarillo, etc)

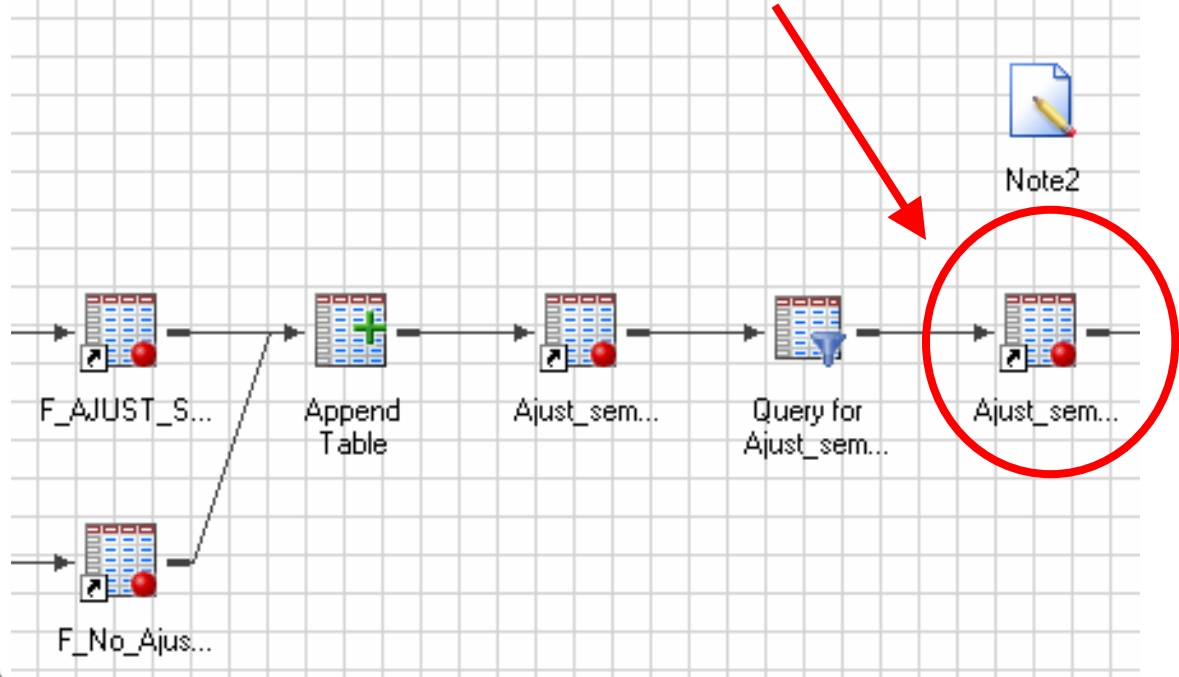
Forecast básico

Series semanales





Forecasts ajustados para modificar

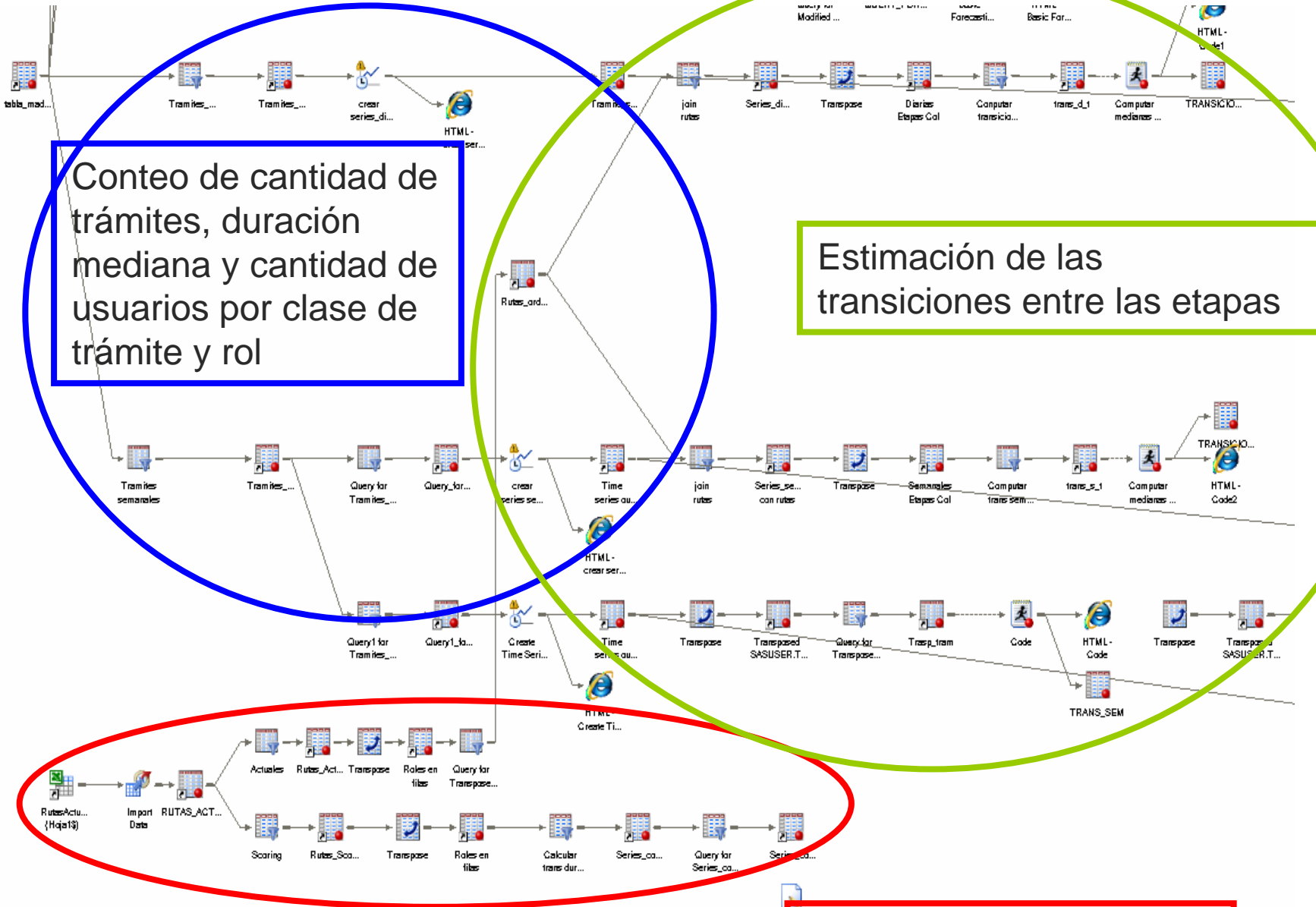


# Forecasting de Trámites para Cada Rol

- Surge de:
  - Ingresos al sistema (incluyendo reprocesos)
  - Transiciones entre las etapas (incluyendo reprocesos)
  - Pronóstico de cantidad de trámites para cada rol en función de los dos pasos anteriores

# Transiciones entre las Etapas

- Pasos
  - Construcción de las rutas
  - Conteo de cantidad de trámites, duración mediana y cantidad de usuarios por clase de trámite y rol (datos de entrada del modelo predictivo)
  - Estimación de las transiciones entre las etapas (datos de entrada del forecasting de cantidad de trámites por rol) y determinación del SLA correspondiente



Conteo de cantidad de trámites, duración mediana y cantidad de usuarios por clase de trámite y rol

Estimación de las transiciones entre las etapas

Construcción de las rutas

## Construcción de las Rutas

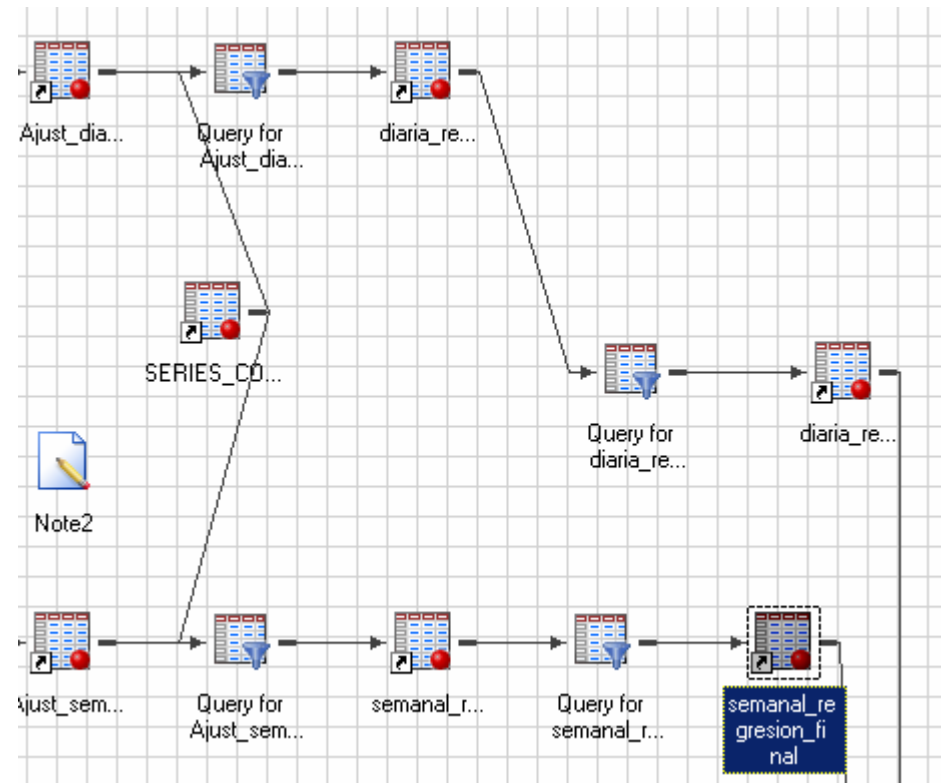
- Se construyen dos conjuntos de rutas
  - Sistema actual: son necesarias para el cálculo de las transiciones, porque solamente para estas rutas hay datos
  - Sistema nuevo: son necesarias para el cálculo de la carga de trabajo para cada rol, porque estos roles están sobre las rutas del sistema nuevo

## Conteo de Cantidad de Trámites, Duración Mediana y Cantidad de Usuarios por Clase de Trámite y Rol

- Para cada rol de cada clase de trámite se genera una tabla que contiene los datos semanales de cantidad de trámites procesados, duración mediana de su procesamiento y cantidad de personas que trabajaron en ese rol
- Cada fila de la tabla es una observación (un caso) que define una relación entre dos variables predictivas (cantidad de trámites a procesar y mediana de tiempo de procesamiento) y una variable predicha (cantidad de usuarios)
- Cada tabla se usará para construir un modelo de regresión (modelo predictivo)

# Pronóstico de cantidad de Trámites para cada Rol en Función de los dos Pasos Anteriores y Determinación del SLA Correspondiente

- Pasos:
  - Se calcula la cantidad de trámites usando los datos de los dos pasos anteriores
  - Se determina para cada clase de trámite el SLA respectivo o se usa por defecto 72 horas (para los trámites que no tienen SLA)

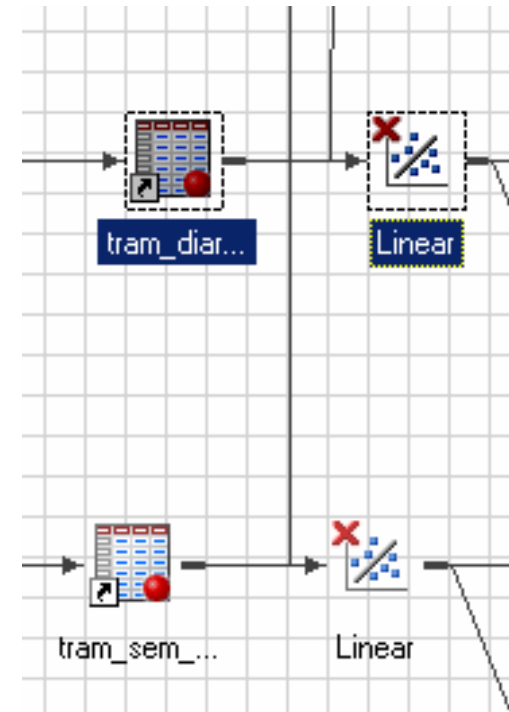


# Asignación de recursos

- Modelización de la relación entre cantidad de trámites, duración y cantidad de usuarios en cada rol
- Aplicación del modelo para la asignación de recursos

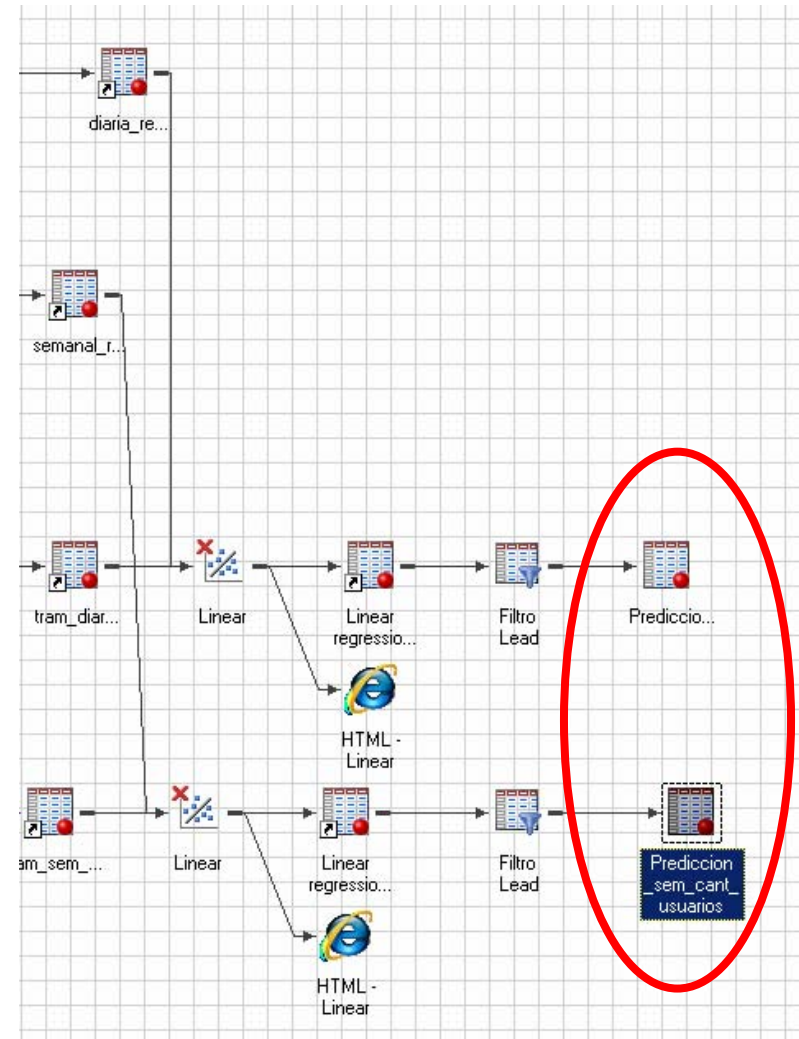
# Modelización de la Relación entre Cantidad de Trámites, Duración y Cantidad de Usuarios en cada Rol

- Pasos:
  - En las tablas generadas por el conteo de cantidad de trámites, duración mediana y cantidad de usuarios por clase de trámite y rol (en base a las rutas viejas) se sustituyen los roles viejos por los nuevos
  - Las tablas recodificadas son usadas como entradas del modelo de regresión

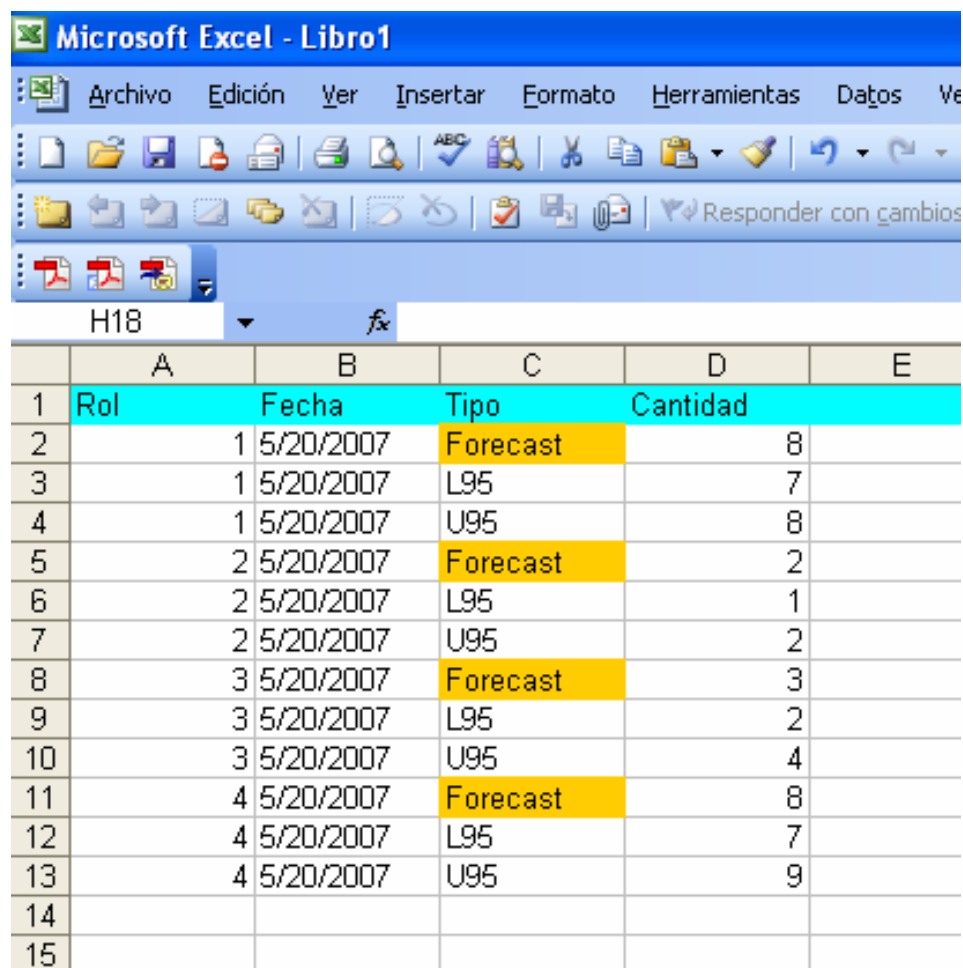


# Aplicación del Modelo para la Asignación de Recursos

- Pasos:
  - Se aplica el modelo de regresión a la tabla de carga de trabajo pronosticada por ruta y rol
  - Se exportan los resultados en la forma de una planilla Excel



# Salida en Excel



Microsoft Excel - Libro1

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ve

H18

	A	B	C	D	E
1	Rol	Fecha	Tipo	Cantidad	
2		1 5/20/2007	Forecast	8	
3		1 5/20/2007	L95	7	
4		1 5/20/2007	U95	8	
5		2 5/20/2007	Forecast	2	
6		2 5/20/2007	L95	1	
7		2 5/20/2007	U95	2	
8		3 5/20/2007	Forecast	3	
9		3 5/20/2007	L95	2	
10		3 5/20/2007	U95	4	
11		4 5/20/2007	Forecast	8	
12		4 5/20/2007	L95	7	
13		4 5/20/2007	U95	9	
14					
15					