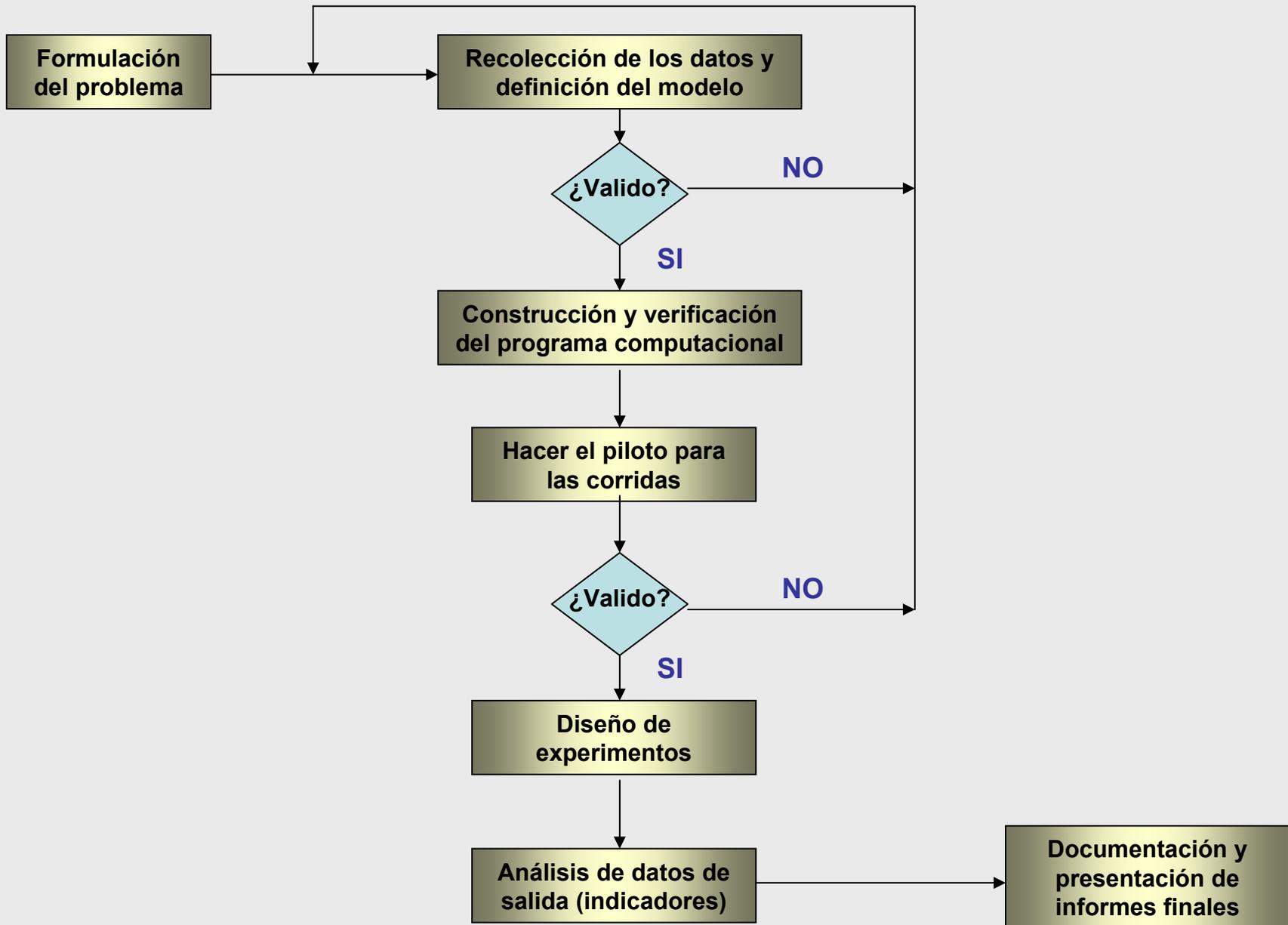
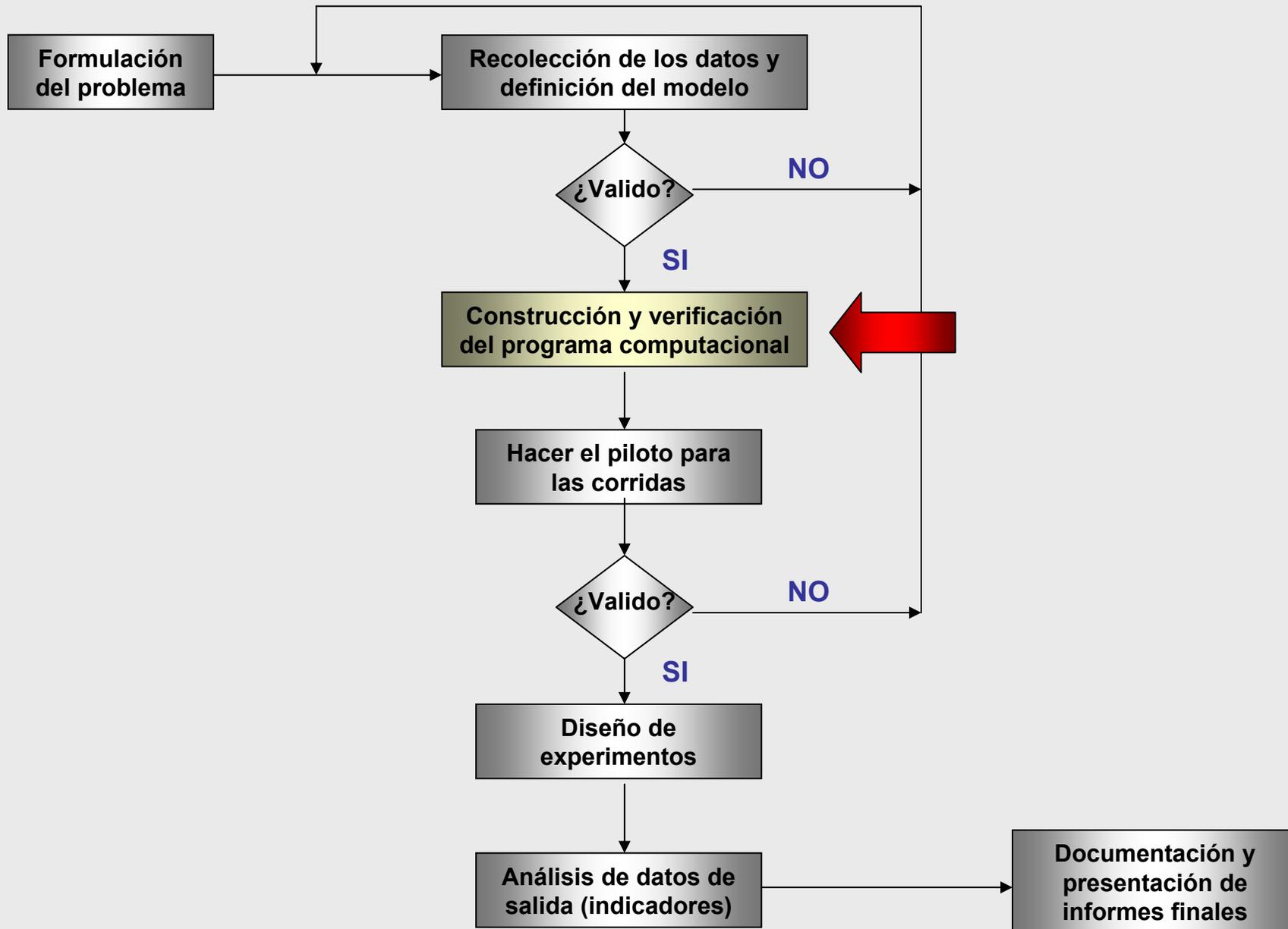


METODOLOGÍA EN EL ESTUDIO DE UN PROBLEMA DE SIMULACION

PASOS DE UN ESTUDIO DE SIMULACION



PASOS DE UN ESTUDIO DE SIMULACION



UN EJEMPLO PRACTICO

SITUACION (Descripción del problema)

- Nombre de la empresa: MENU EXPRESS
- Negocio: Reparto de comida y souvenir variados
- Característica distintiva: Rapidez (50 min. o gratis)
- Productos
 - Menús de más de 40 restaurantes de Santiago.
 - Regalos variados.
 - Entradas a eventos.
- Situación actual de operarios
 - Dos turnos de trabajo (9:00-15:00 y 16:00-24:00).
 - 7 y 25 chóferes el los turnos respectivamente.
 - Una telefonista por turno.
 - Un asignador de pedidos a chóferes.
- Ubicación:
 - Av. Fco. Bilbao 6407, Las Condes (10 comunas de cobertura).



¿Qué se necesita para modelar la asignación de pedidos?

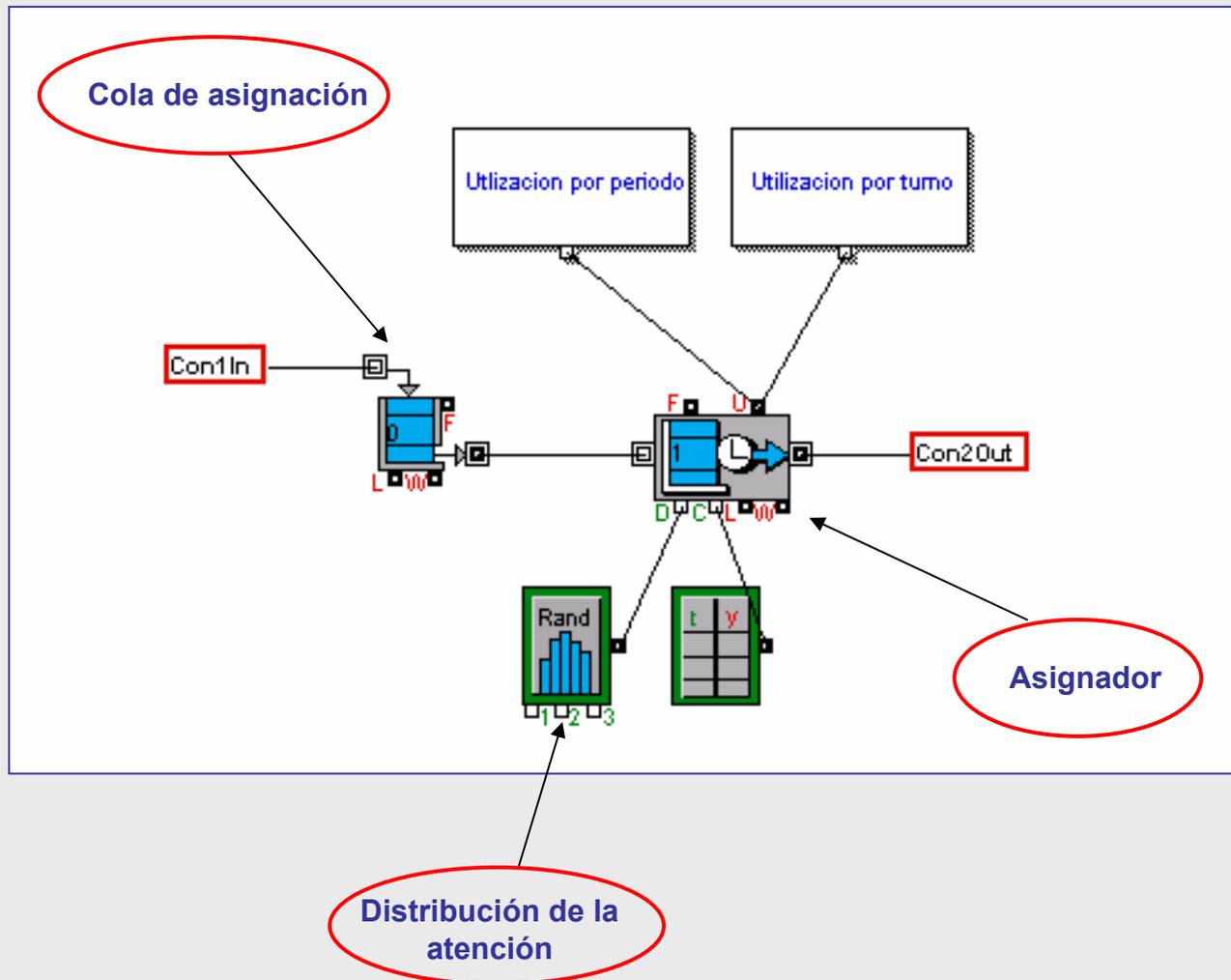
- Tiempos de asignación de pedidos a chóferes desocupados.
- Número de asignadores en cada periodo.
- Modelación cola de asignación.
 - ¿FIFO o con prioridad?

En Menu Express existen:

CARACTERIZACION ASIGNADORES			
	MINIMO	MAXIMO	MAS PROBABLE
TIEMPO DE ASIGNACION	1	6	2

NUMERO DE ASIGNADORES	1
-----------------------	---

SISTEMA DE ASIGNACION EN EXTEND



¿Qué se necesita para modelar los restaurantes?

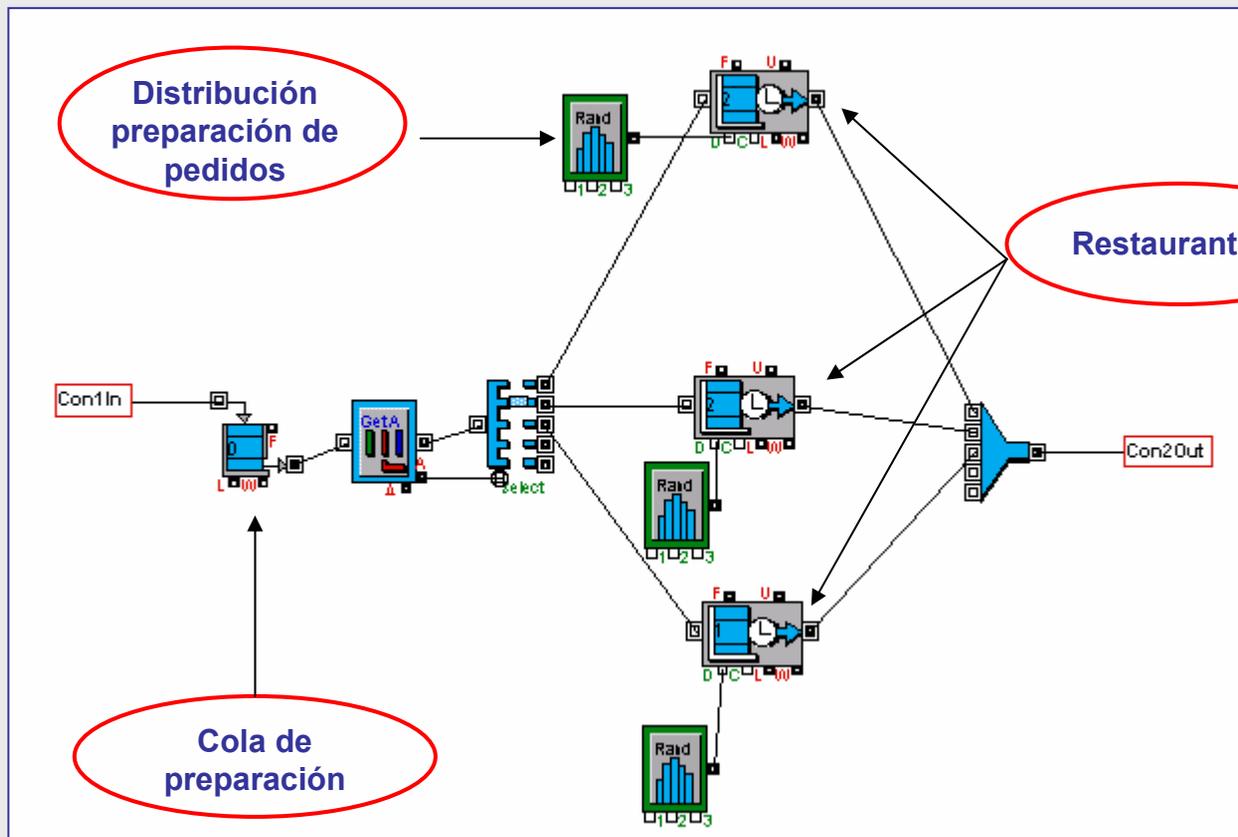
- Tiempos de preparación de los pedidos.
- Ubicación geográfica de los restaurantes.
- Modelamiento de las colas de pedidos.
- Número de restaurantes y tipos de comida ofrecida.

Supuestos

- Solo tres tipos de restaurantes
 - Por tiempo de preparación de pedido.
- Por grupos todos los restaurantes son iguales
- Agrupación arbitraria - levantable!



MODELACION RESTAURANTES EN EXTEND

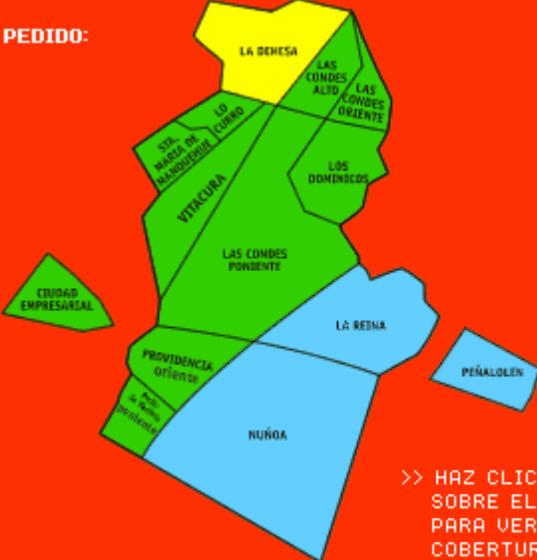


¿Qué se necesita para modelar los tiempos de viaje de los chóferes?

- Distancia promedio
 - Chofer-Restaurante
 - Restaurante-Cliente
- Relaciones para el cálculo de tiempos de viaje
- Incorporación de efectos de congestión vehicular de perímetro de circulación.

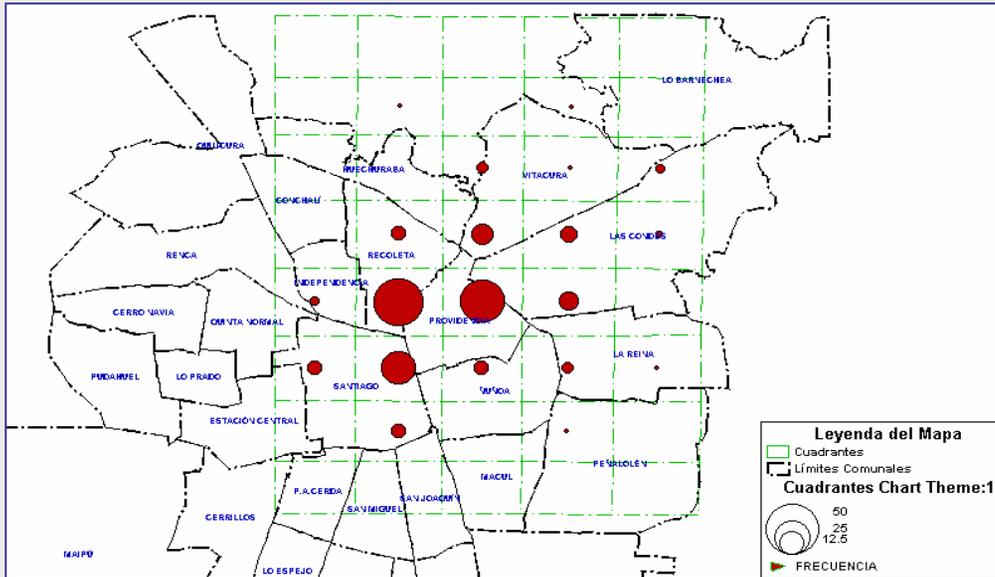
HAGA AQUÍ SU PEDIDO
ELIJA LA ZONA DONDE QUIERE RECIBIR SU PEDIDO:

- LAS CONDES ALTO
- LAS CONDES PONIENTE
- LAS CONDES ORIENTE
- LOS DOMINICOS
- LO CURRO
- VITACURA
- SANTA MARÍA DE MANQUEHUE
- PROVIDENCIA ORIENTE
- PROVIDENCIA PONIENTE
- CIUDAD EMPRESARIAL
- LA DEHESA
- LA REINA
- ÑUÑO A
- PEÑALOLEN

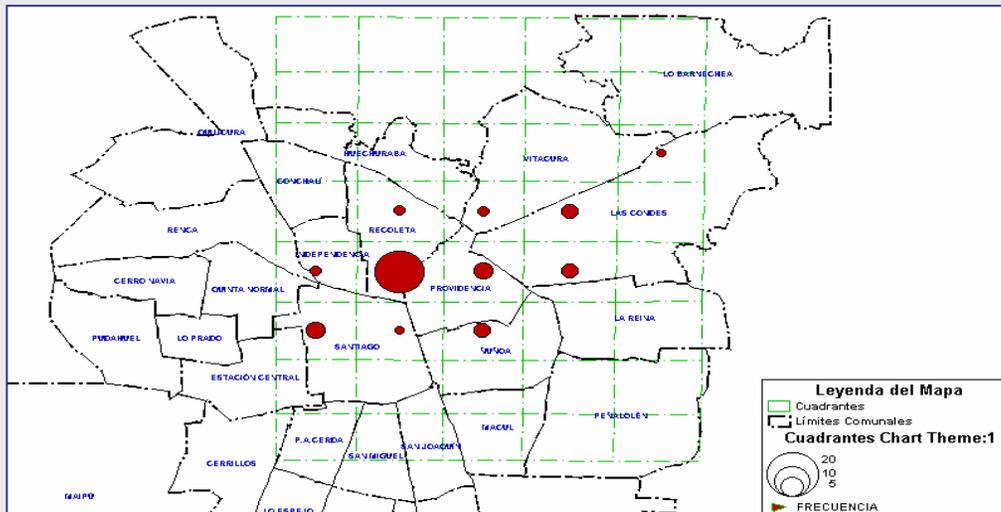


>> HAZ CLICK
SOBRE EL MAPA
PARA VER LA
COBERTURA

DISTRIBUCION GEOGRAFICA CLIENTES - RESTAURANTES



Distribución Geográfica Clientes



Distribución Geográfica Restaurantes

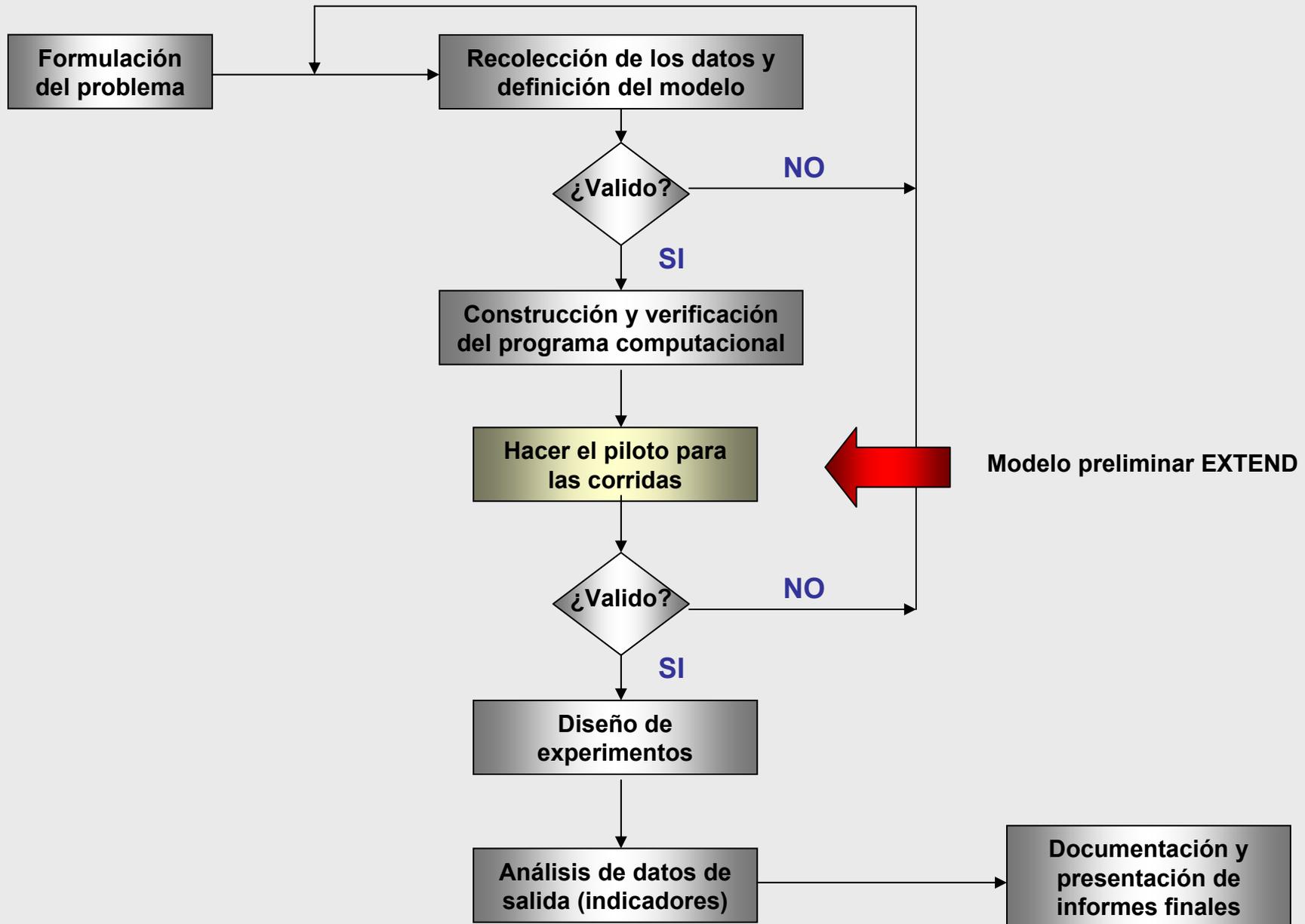
¿Cómo se introduce el efecto de la congestión vehicular?

- Introducción de varias velocidades por periodo (5), disminución (sesgo de elección).
- Incorporación de efectos de congestión vehicular de perímetro de circulación.
- Generación de 4 periodos de congestión.
- Juicio experto (chóferes)

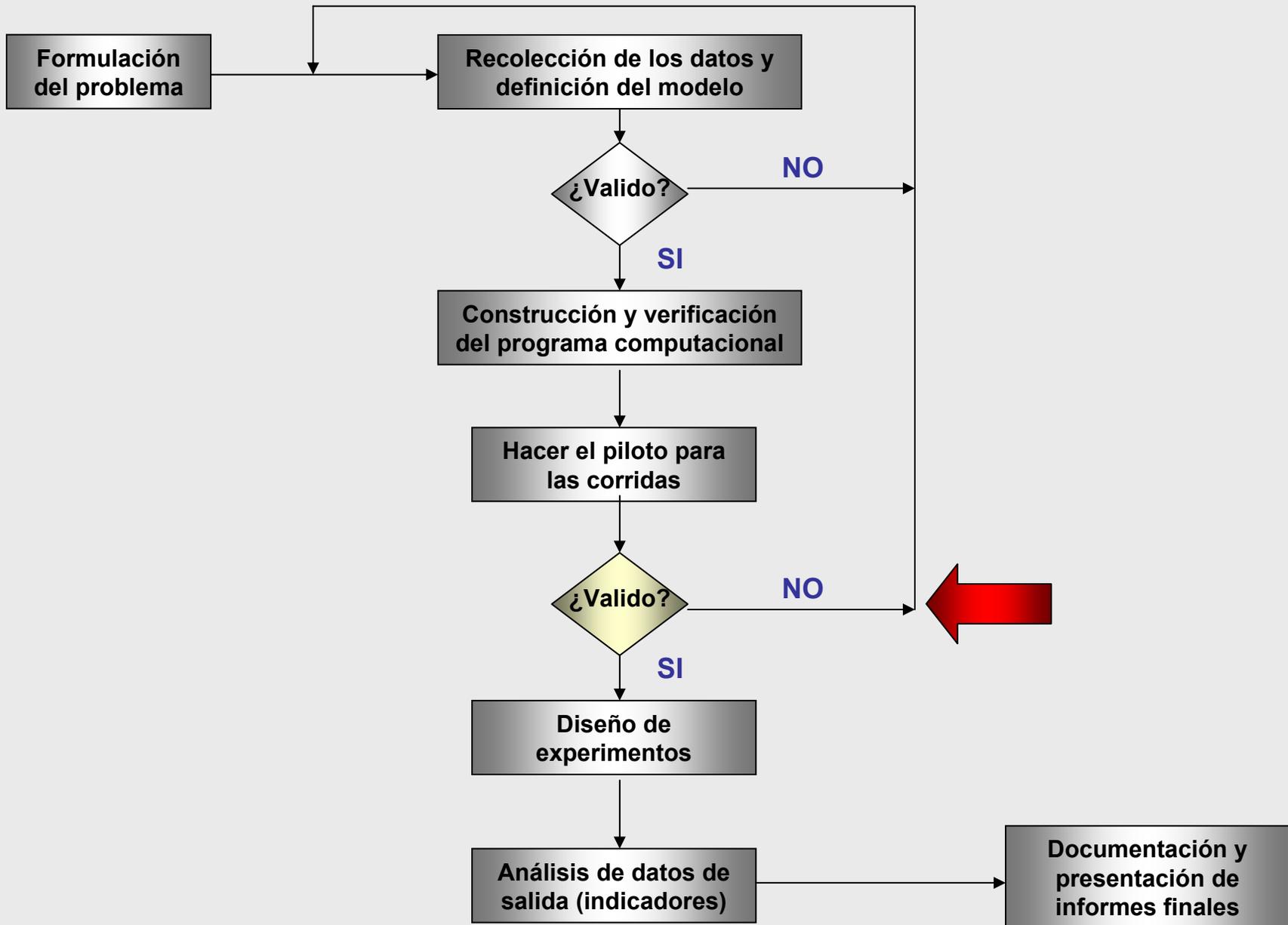
CATEGORIZACION DE CONGESTION VEHICULAR	
Periodo 1	12:00 a 14:00, congestión media baja.
Periodo 2	14:00 a 18:00, congestión media
Periodo 3	18:00 a 21:00, congestión alta.
Periodo 4	21:00 a 02:00, congestión baja.

PARÁMETROS			
Vel. 1 (Km/Hr)	Vel. 2 (Km/Hr)	Vel. 3 (Km/Hr)	Vel. 4 (Km/Hr)
25	30	40	20
31.25	37.5	50	25
33.75	40.5	54	27
37.5	43.75	45	25
40	43.75	45	25

PASOS DE UN ESTUDIO DE SIMULACION



PASOS DE UN ESTUDIO DE SIMULACION



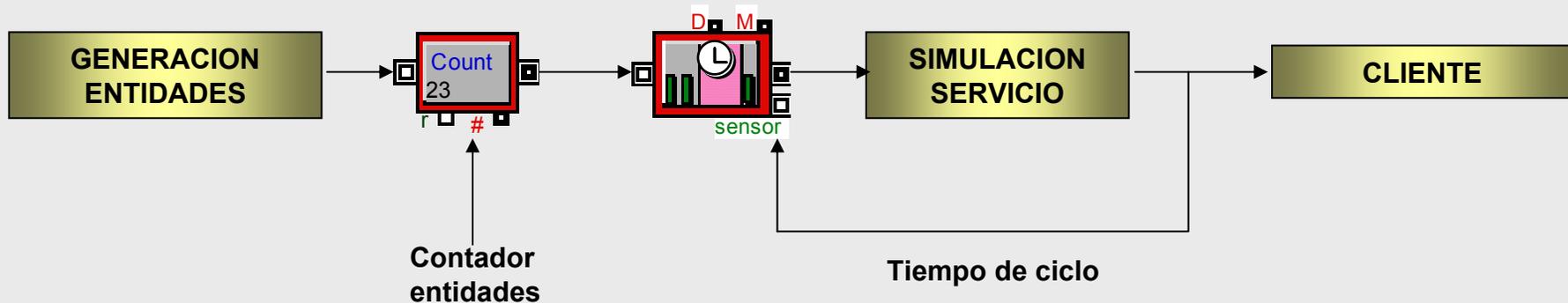
¿El modelo computacional hace lo que realmente pensamos?

- Ver que el modelo de simulación este bien construido respecto a las situaciones simuladas.
- Algunas cosas a observar:
 - Entidades generadas
 - Tiempos de ejecución de actividades
 - Trayectorias y flujos de entidades
- Algunas técnicas usadas son:
 - Verificación por módulos (niveles jerárquicos).
 - Incorporación de elementos de testeo al modelo computacional (count)
 - Corrida de un modelo simplificado.
 - Animación de la simulación.

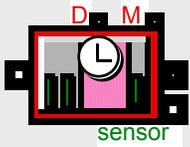


En Menú Express:

- Verificar los tiempos de ciclo
 - ¿Se cumple la cualidad distintiva en el modelo? (menos de 45 minutos).
- Verificar flujos y trayectorias de pedidos
 - Filtros de entrada
 - Pedidos-Chóferes
- Verificar las entidades generadas
 - Contadores- distribuciones experimentales

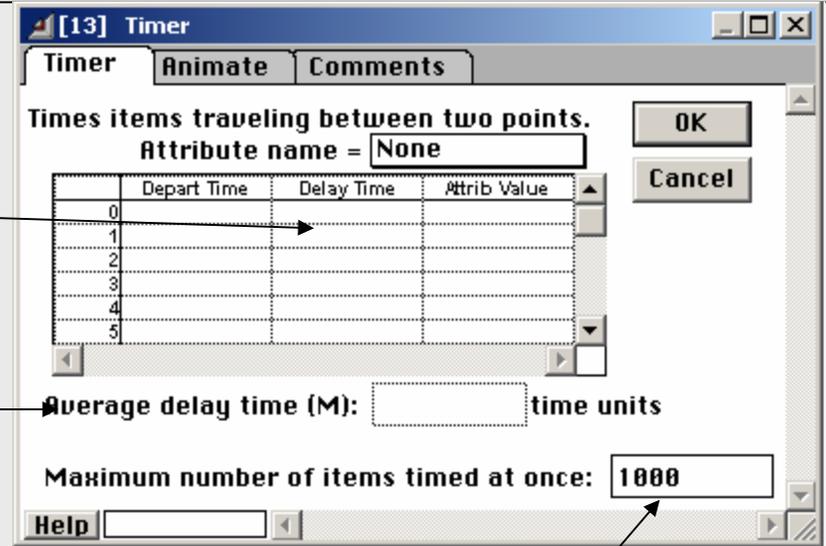


INFORMACION DE LA SIMULACION

ITEMS	NOMBRE/LIBRERIA	DESCRIPCION
	TIMER Librería DE	Mide tiempos del paso de una entidad por dos partes del sistema. Sirve también para medir tiempos promedios de ciclo del sistema.
	INFORMATION Librería DE	Nos da una completa información de las entidades que pasan por él. Entre la información está: Tiempo de arribo-Atributos-Prioridades.
	COUNT ITEMS Librería DE	Nos da el número de entidades. Sirve para verificar distribuciones y diagramas de flujo.

BLOQUES DE MODELAMIENTO (2)

TIMER



Tiempo de arribo

Tiempo promedio de ciclo

Tiempo usado por entidad

número máximo de entidades

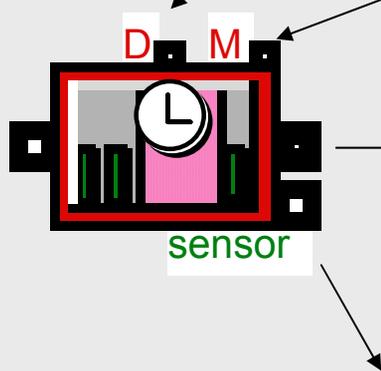
Entrada entidades

Promedio de ciclo

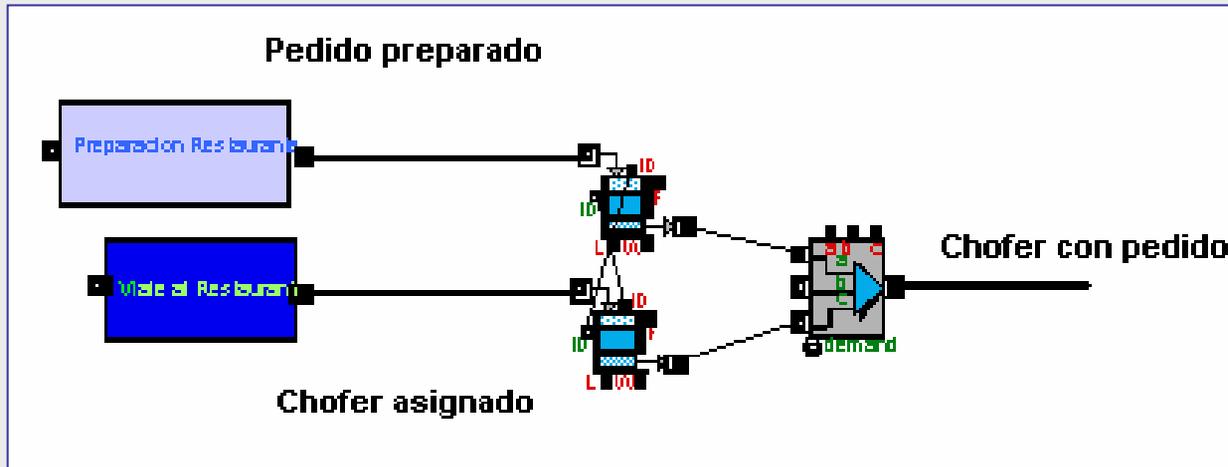
Salida entidades

sensor

Entrada de sistema a medir



EJEMPLO VERIFICACION



PROBLEMA: Asignar el pedido preparado por el restaurante al chofer que tiene asignada dicho pedido

¿El modelo de simulación representa la realidad del sistema?

- Trade-off: Complejidad vs. similitud a realidad
 - Consideraciones difíciles de implementar
 - Tiempos designados (recurso limitado)
 - Trivialidad de la solución

→ SOLUCION

- Generación de indicadores de desempeño.
- Calibraciones del modelo.

→ USOS DE INDICADORES

- Control del comportamiento del sistema.
- Estimación de métricas importantes del estudio
 - % de utilización
 - Largos y tiempos promedios en cola.
 - Tiempos promedio de ciclo.

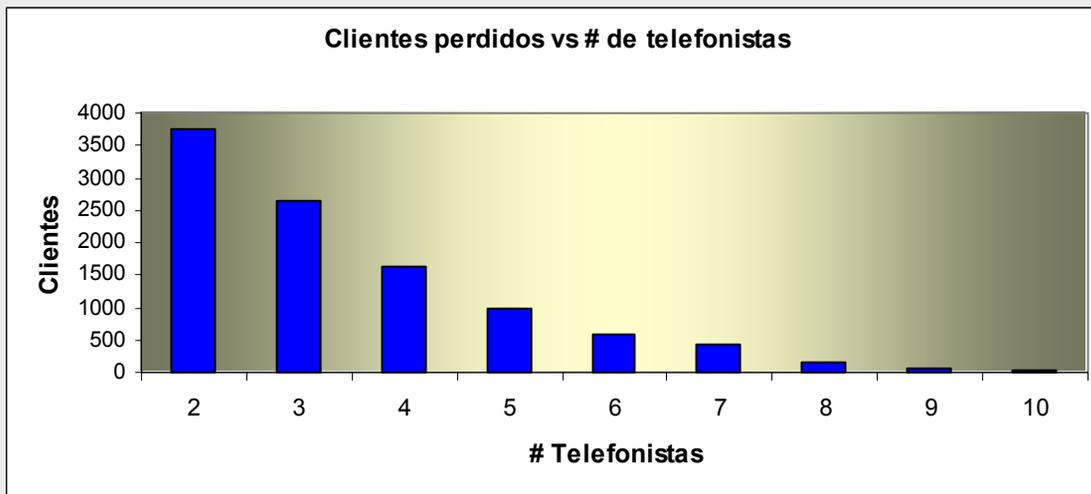
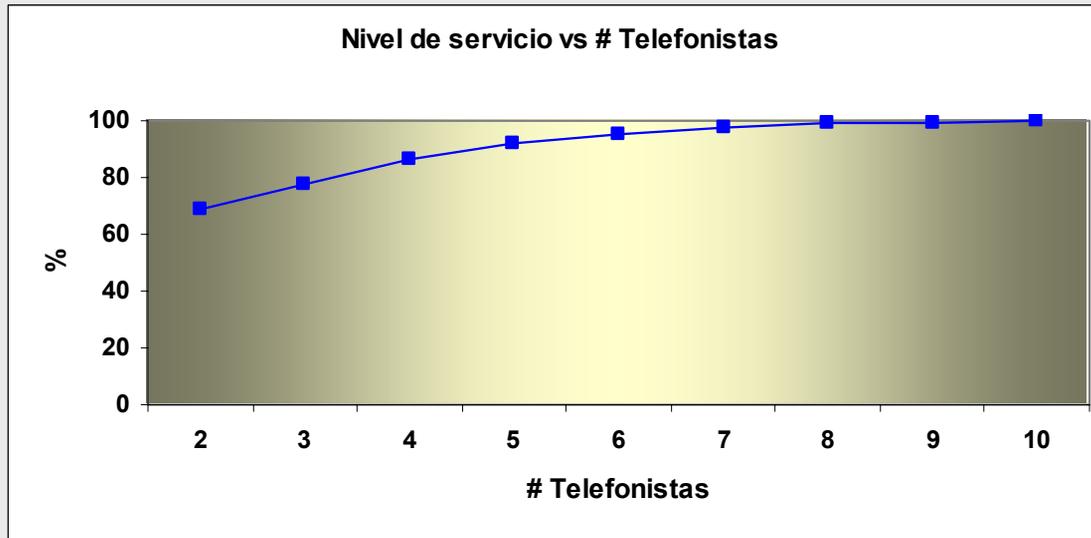


Algunos indicadores de Menú Express

INDICADORES USADOS	
NOMBRE	DESCRIPCION
Número de entidades atendidas	Cantidad de clientes atendidos por las telefonistas
Número de entidades "Renegadas"	Clientes que abandonan por no ser atendidos
Tiempos de ciclo	Tiempo promedio de ejecución de una tarea
Número de atrasos	Pedidos que sobrepasan los 50 min. De entrega
Utilizaciones	Utilización de los recursos del sistema

**Se realizaron ajustes a través de la velocidad de los chóferes
y la congestión vehicular**

VARIACION DEL # DE TELEFONISTAS



PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS

- Compara los datos de salida de los modelos vs. Datos reales
- Técnicas usadas:
 - **Inspección. Uso de métodos estadísticos “No formales”**
 - Frecuencias-Histogramas.
 - Medias y varianzas muestrales
 - **Inspección correlacionada:**
 - Busca reemplazar las distribuciones experimentales con las llegas reales de las entidades al sistema
 - Analizar las diferencias entre ambos.
 - **Intervalos de confianza**
 - Mas confiable-Necesita mucha información (datos).
 - Se comparan las medias de cada medición (real-simulada).
 - Si el valor 0 se encuentra dentro del intervalo construido la diferencia no es estadísticamente significativa.
 - En caso contrario la diferencia si es significativa estadísticamente, por lo que no representa al sistema real.

PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS

→ Técnicas usadas:

→ **Series de tiempo (regresiones)**

→ Estudios supervisados.

→ Se busca encontrar una función que describa el comportamiento de algún indicador (p.ej. % de renegados en del sistema).

→ Se determinar relaciones entre el conjunto de variables del sistema.

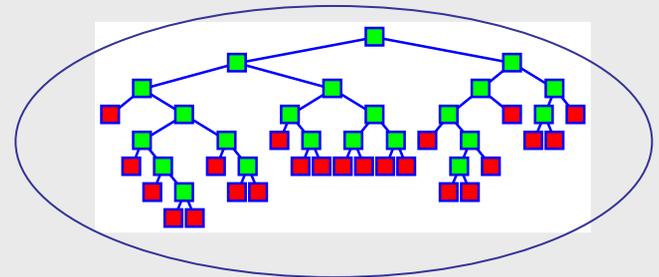
$$Y = f(x)$$

→ **Métodos de solución**

→ Modelos ARIMA (Box & Jenkins)

→ Árboles de decisión.

→ Redes neuronales artificiales.

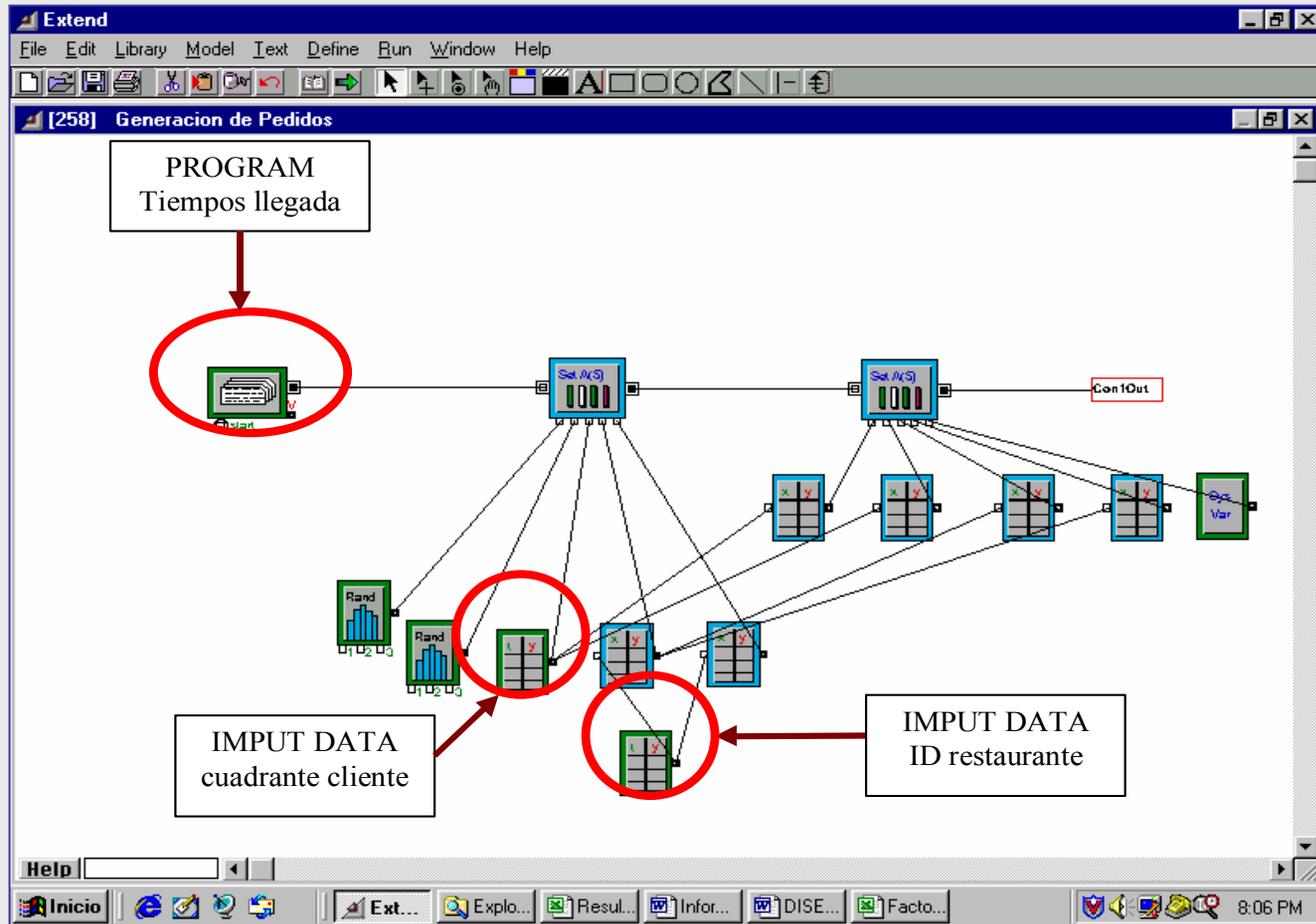


TECNICA USADA: INSPECCION CORRELACIONADA

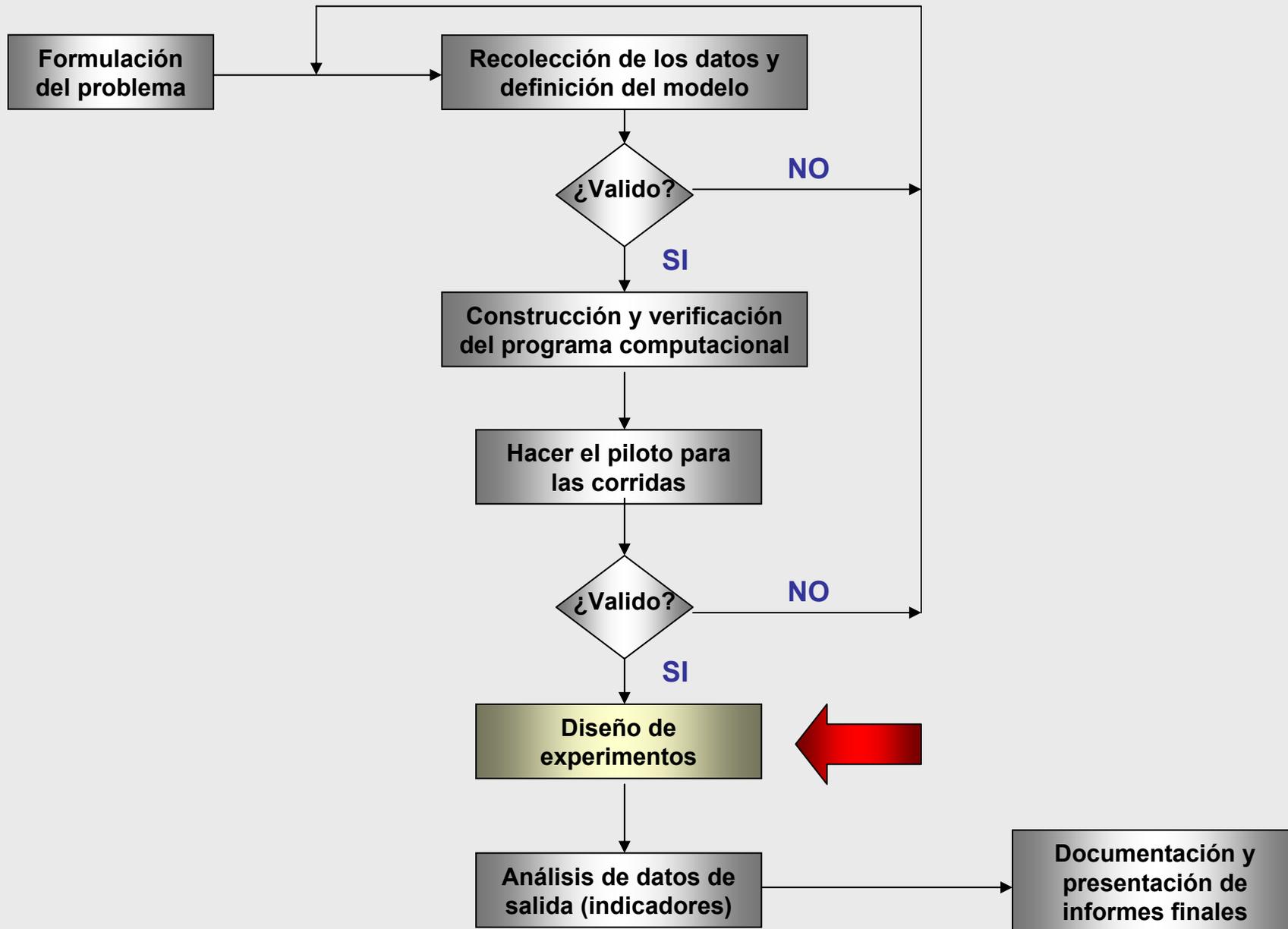
- Comparación entre los indicadores construidos
 - Modelos con llegadas de pedidos reales.
 - Modelo generado con distribuciones experimentales calculadas.
- Efectos en la modelación EXTEND
 - Cambio bloque: GENERATOR vs. PROGRAM

Se busca analizar si el modelo de simulación se comporta como en la realidad basándose en los indicadores de desempeño

INSPECCION CORRELACIONADA EN EXTEND



PASOS DE UN ESTUDIO DE SIMULACION



OBJETIVOS:

- Acotar el número de configuraciones a ser analizadas.
- Identificar factores y efectos de estos en los resultados del modelo.

FACTORES

Nº Factor	Nombre Factor	Nivel Bajo	Nivel Alto	Nivel Actual
1	Nº Telefonistas T1	1	3	2
2	Nº Telefonistas T2	4	8	6
3	Nº Chóferes T1	7	13	10
4	Nº Chóferes T2	20	30	25
5	Asignación	T(1,2,6)	T(0.85,5.1,1.7)	T(1,2,6)
6	Tiempo Atención Telefónica (V)	T(1,5,10)	T(0.85,4.25,8.5)	T(1,5,10)
	Tiempo Atención Telefónica (N)	T(5,11,15)	T(4.25,9.35,12.75)	T(5,11,15)

Numero de configuraciones distintas: $2^6 = 64$

Número de corridas por configuración: 100

Se calcularon efectos de 1er, 2do y 3er orden

Los efectos de 2do y 3er orden son despreciables frente a los de 1er orden.

Los indicadores con mayor variación en cada caso son:

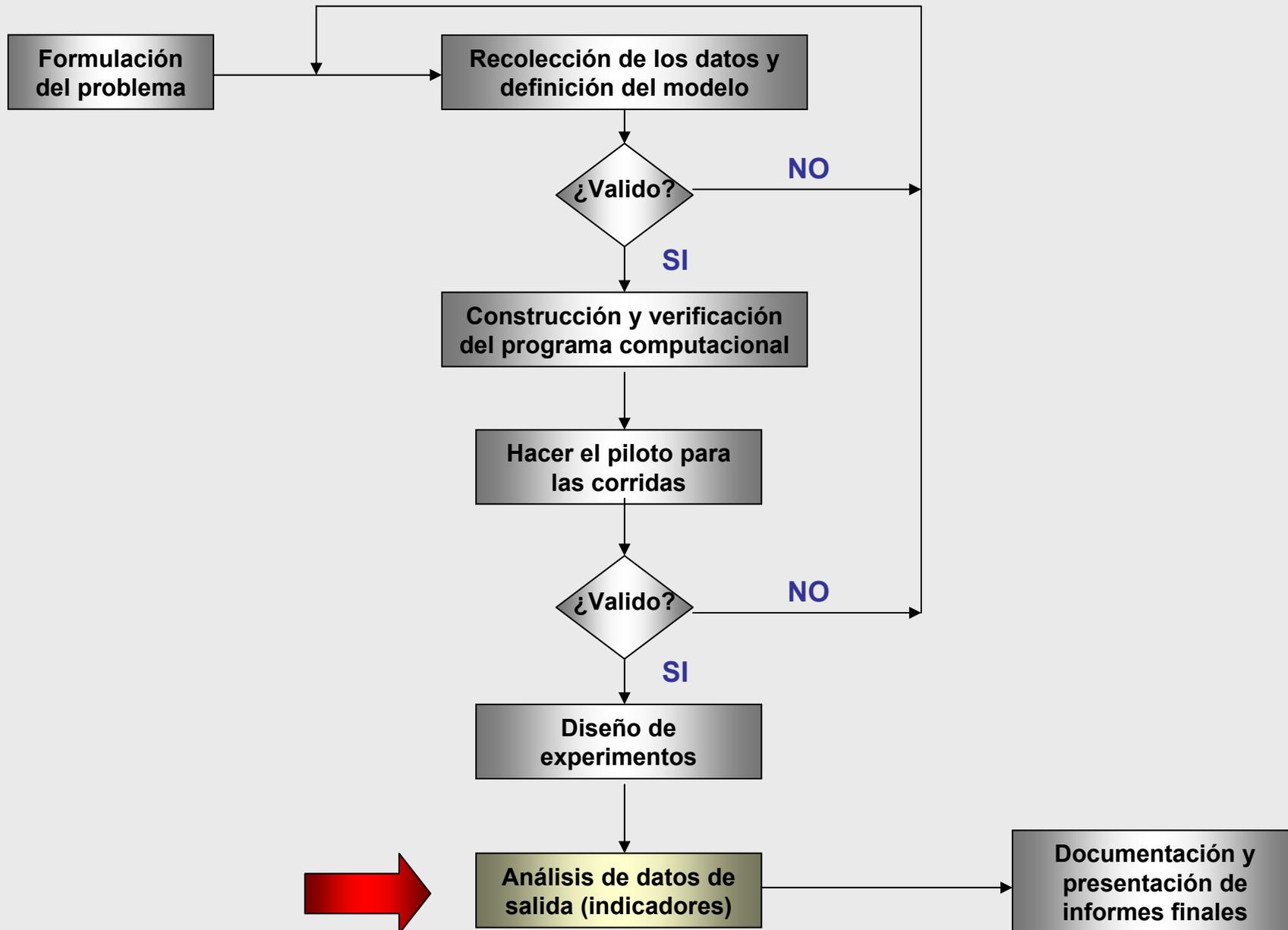
Nº Factor	Nombre Factor	Ciclo	Atrasos	No Atrasos	Renegados	Util. Tel.	Util. Asig.	Util. Chof.
1	Nº Telefonistas T1	x	x	x	x	x	x	x
2	Nº Telefonistas T2	x		x	x	x	x	x
3	Nº Choferes T1	x		X				x
4	Nº Choferes T2	x		X				x
5	Asignación	x					x	
6	Tiempo Atención Telefonica (V) Tiempo Atención Telefonica (N)	x	x	x	x			

Factores de Mayor Relevancia: 1, 2 y 6.

Factores 3 y 4 importantes dada la cantidad de recursos involucrados.

Se descarta del análisis el Factor 5.

PASOS DE UN ESTUDIO DE SIMULACION



CONFIGURACIONES ALTERNATIVAS

ESCENARIOS ESCOGIDOS

Nº Factor	Nombre Factor	NIVELES						ACTUAL
		1	3	4	---	---	---	
1	Nº Telefonistas T1	1	3	4	---	---	---	2
2	Nº Telefonistas T2	4	5	7	8	---	---	6
3	Nº Choferes T1	3	4	5	6	---	---	7
4	Nº Choferes T2	10	13	16	19	22	---	25
6	Tiempo Atención Telefonica (V)	-10%	-15%	---	---	---	---	0%
	Tiempo Atención Telefonica (N)							

RESULTADOS FACTOR 4 (Cho. T2):

# Choferes T2	Ciclo Total	Ciclo P3	% Util. T2	% Util. P3	Atrasados P2	Atrasados P3
10	47,161	50,565	94,9	99,6	0,851	69,168
13	38,337	39,084	90,2	93,7	0,881	15,139
16	36,713	36,959	77,3	80,9	0,844	7,365
19	36,330	36,533	66,9	69,0	0,542	6,740
22	36,601	36,832	59,1	60,4	0,656	7,563
25	36,567	36,788	52,2	52,9	0,729	7,448

Aumentan Ciclo, % Util y No. Atrasados.

Nivel aceptable en 16.

CONFIGURACIONES ALTERNATIVAS (2)

INTERVALOS DE CONFIANZA (95%):

Indicador	ACTUAL			
	Promedio	Desv Est	Inf 95%	Sup 95%
Ciclo Medio	36.42	0.47	36.33	36.51
Ciclo P1	35.47	1.16	35.24	35.70
Ciclo P2	35.79	1.53	35.49	36.10
Ciclo P3	36.68	0.56	36.57	36.79
Atrasados P1	0.36	0.61	0.24	0.48
Atrasados P2	0.58	0.83	0.42	0.75
Atrasados P3	6.89	2.55	6.38	7.40
U. Chofer P1	0.83	0.09	0.81	0.85
U. Chofer P2	0.38	0.06	0.37	0.39
U. Chofer P3	0.52	0.04	0.52	0.53
U. Chofer T1	0.55	0.06	0.54	0.56
U. Chofer T2	0.52	0.04	0.51	0.53

Indicador	PROPUESTA			
	Promedio	Desv Est	Inf 95%	Sup 95%
Ciclo Medio	36.84	0.91	36.66	37.02
Ciclo P1	35.46	1.36	35.19	35.73
Ciclo P2	36.30	1.69	35.96	36.63
Ciclo P3	37.16	1.17	36.93	37.40
Atrasados P1	0.26	0.61	0.14	0.38
Atrasados P2	0.74	0.87	0.57	0.91
Atrasados P3	8.07	4.58	7.16	8.98
U. Chofer P1	0.84	0.09	0.82	0.86
U. Chofer P2	0.37	0.06	0.36	0.38
U. Chofer P3	0.81	0.04	0.80	0.82
U. Chofer T1	0.55	0.07	0.53	0.56
U. Chofer T2	0.79	0.04	0.78	0.80

- Beneficios v/s costos:
- Aumento de Tiempo de Ciclo Promedio Global en 1,2 min. y P3 en 28,8 segundos.
- Aumento en 0,57% del número de pedidos atrasados diarios.
- Aumento de un 50% a un 80% de utilización de la Flota en T2 y P3 (aprox.).
- Ahorro de \$2.000.000 mensuales (sueldo fijo 9 choferes).

- Demanda observada v/s Demanda real.
- Parámetro de aburrimiento constante.
- Demanda constante en el tiempo.

- **Modelos de Simulación vs. Modelos Analíticos.**
 - **Analíticos:** permiten estudiar las relaciones entre las variables y su comportamiento en el límite.
 - **Simulación:** estudio de sistemas complejos
- **Facilidad de Comprensión por parte del Cliente.**
- **Proceso de Recolección de Información complicado.**
- **Importante acotar el detalle del modelo.**