



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Diseño y Construcción de  
Almacenes de datos  
Almería 2006

## Diseño dimensional



Manuel Torres Gil  
mtorres@ual.es

Departamento de Lenguajes y Computación  
Universidad de Almería



UNIVERSIDAD DE ALMERÍA

Diseño y Construcción de  
Almacenes de Datos  
Almería 2006

## Diseño dimensional



### Contenidos

- 1. Diseño dimensional en cuatro pasos
- 2. Casos de estudio
- 3. Errores a evitar en un diseño dimensional



## Descripción de la metodología

### 1. Seleccionar el proceso a modelar

Ejemplo: Venta de productos, Pedidos, Envíos, Inventario, ...

### 2. Establecer la granularidad del proceso

¿Qué representa exactamente cada fila de la tabla de hechos?

Ejemplo: Venta diaria de productos, Venta diaria de productos por ticket, ...

Tratar de elegir siempre el máximo nivel de detalle posible

### 3. Elegir las dimensiones de análisis aplicables a cada hecho

Ejemplo: Día, Producto, Cliente, Tipo de transacción, ...

### 4. Identificar medidas numéricas de la tabla de hechos

Ejemplo: Cantidad o coste de productos vendidos



## Diseño dimensional



## Contenidos

1. Diseño dimensional en cuatro pasos
- 2. Casos de estudio
3. Errores a evitar en un diseño dimensional



### Análisis del ventas. Contenidos

**Dimensiones habituales**

**Tablas de hechos *factless***

**Dimensiones degeneradas**

**Claves generadas**



### Análisis de ventas. Problema

Cadena de 100 supermercados repartidos en 5 países

Supermercados organizados en departamentos: limpieza, bebidas, ...

Supermercados con 60000 productos en sus estanterías

Productos codificados mediante SKU (*Stock Keeping Unit*)

55000 productos codificados con código barras fabricante (UPC)

5000 productos codificados localmente (carne, pescado, fruta, ....)

En las cajas se leen los SKUs y se generan los tickets de venta

Periódicamente se definen promociones para aumentar los beneficios



### Análisis de ventas. Metodología 4 pasos

#### Paso 1. Proceso a modelar

Ventas. Analizar qué productos se venden en función del supermercado, fecha, y condiciones promocionales

#### Paso 2. Granularidad del proceso

Elegir lo más detallado posible. Líneas de producto de cada ticket

#### Paso 3. Elección de las dimensiones

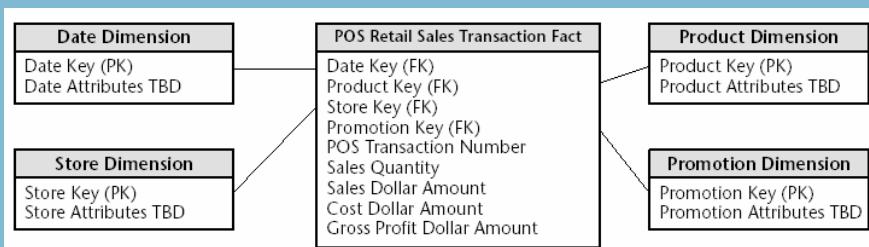
Fecha, Producto, Supermercado, Promoción  
Número de Ticket (*Dimensión degenerada*)

#### Paso 4. Identificar hechos

Unidades vendidas, Importe unidades vendidas, Coste unidades vendidas, Beneficio (calculado para evitar errores)

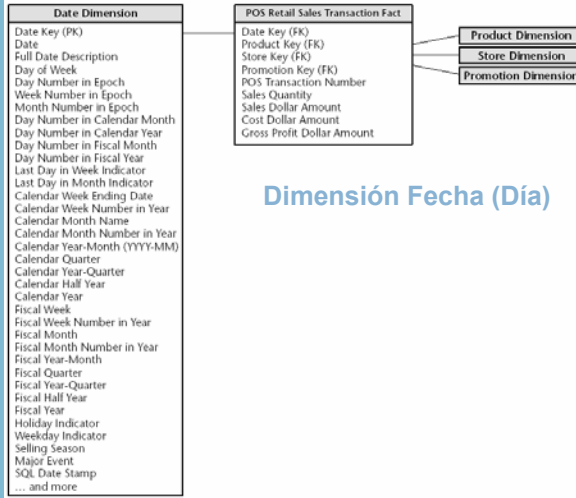


### Análisis de ventas. Esquema preliminar





## Análisis de ventas. Dimensiones habituales



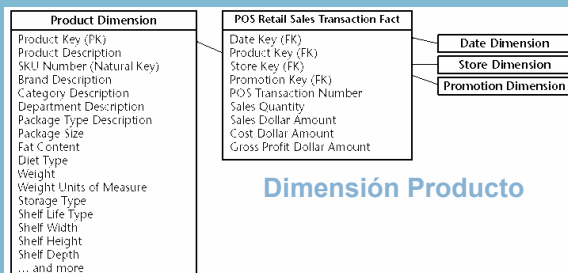
10 años = 3650 filas  
 Necesaria porque SQL no permite realizar operaciones extendidas con fechas (p.e. Ventas en Semana Santa)

Almacenar la clave como un valor numérico (4 bytes = 32 bits = 2<sup>32</sup> días)

### Dimensión Fecha (Día)



## Análisis de ventas. Dimensiones habituales (2)



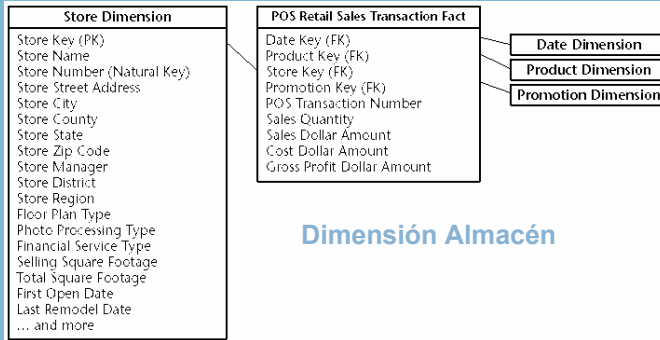
### Dimensión Producto

Product Key	Product Description	Brand Description	Category Description	Department Description	Department Description	Fat Content
1	Baked Well Light Sourdough Fresh Bread	Baked Well	Bread	Bakery		Reduced Fat
2	Huffy Sliced Whole Wheat	Huffy	Bread	Bakery		Regular Fat
3	Huffy Light Sliced Whole Wheat	Huffy	Bread	Bakery		Reduced Fat
4	Fat Free Mini Cinnamon Rolls	Light	Sweeten Bread	Bakery		Non-Fat
5	Diet Lovers Vanilla 2 Gallon	Coldpack	Frozen Desserts	Frozen Foods		Non-Fat
6	Light and Creamy Butter Pecan 1 Pint	Freshlike	Frozen Desserts	Frozen Foods		Reduced Fat
7	Chocolate Lovers 1/2 Gallon	Frigid	Frozen Desserts	Frozen Foods		Regular Fat
8	Strawberry Ice Creamy 1 Pint	Icy	Frozen Desserts	Frozen Foods		Regular Fat
9	Icy Ice Cream Sandwiches	Icy	Frozen Desserts	Frozen Foods		Regular Fat

No normalizar  
 Ahorro despreciable y penalización en consultas



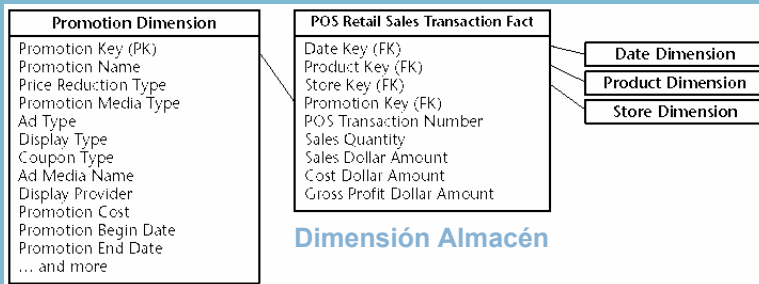
## Análisis de ventas. Dimensiones habituales (3)



**Ejemplo de varias jerarquías en la misma tabla**  
 Ciudad-Condado-Estado  
 Distrito-Región



## Análisis de ventas. Dimensiones habituales (4)



**Permite ver si**

- Hay aumento de ventas en periodo promocional
- Hay caída de ventas después anulando el aumento promocional
- Se ha producido un aumento a costa de otros productos
- Ya había un aumento previo a la promoción
- La promoción ha sido rentable



### Análisis de ventas. Tablas *factless*

#### Situación

Queremos saber qué productos en promoción no se vendieron

Con el esquema anterior sólo almacenamos lo que se ha vendido

Si añadimos a la tabla de hechos lo que no se ha vendido su tamaño se dispara

#### Solución

Crear otra tabla de hechos que indique

- \* Qué producto está en promoción
- \* En qué fecha
- \* En qué supermercado



### Análisis de ventas. Tablas *factless* (2)

#### Características tabla *factless* EnPromocion

Comparte dimensiones con Ventas  
(fecha, producto, supermercado)

Granularidad diferente

Fila por cada producto en promoción en un almacén en un día  
(semana/mes...)

No hay hechos (sólo relación de dimensiones involucradas)

Productos  
Vendidos  
(Ventas)

—

Productos en  
promoción  
(Factless)

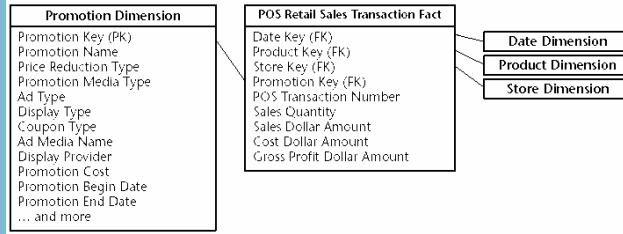
=

Productos en  
promoción  
no vendidos



## Análisis de ventas. Dimensiones degeneradas

### Dimensiones sin atributos



Atributos ticket: Número, Fecha, Supermercado, ...

Estos atributos se han distribuido en otras dimensiones

Mantenemos el número para poder realizar análisis de la cesta

Los números de control operacionales suelen dan lugar a dimensiones degeneradas



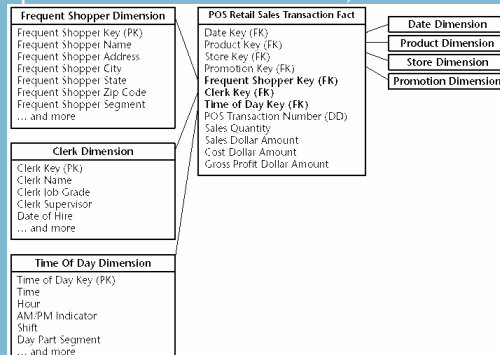
## Análisis de ventas. Mejora del esquema

### Situación

Queremos implantar un programa de comprador frecuente

Permite además análisis geográficos, demográficos

Dejar filas para "Cliente sin identificar", "Anterior a la fidelización", ...





### Análisis de ventas. Evolución del esquema

#### Posibles cambios

Nuevos atributos de dimensión

Añadir nuevas columnas a la tabla de dimensión

Si dependen del tiempo, para los anteriores poner "No disp."

Nuevas dimensiones

Añadir columna a la tabla de hechos para clave externa

Dejar filas en la dimensión para hechos anteriores

Nuevas medidas

Añadirlos a la tabla de hechos

Dejar valores nulos para hechos anteriores

Aumento de la granularidad

Añadir atributos a las tablas de dimensión

Volver a calcular la tabla de hechos



### Análisis de ventas. Claves generadas

Se desaconseja el uso de claves operacionales como claves del DW

Solución:

Generar nuevas claves secuenciales

Sólo se usan para *joins*

Son más eficaces por su menor tamaño

(4 bytes =  $2^{32}$  combinaciones)

Aíslan al DW de cambios de clave en los sist. Operacionales

(cambiar sólo en la tabla de dimensión)

Permiten manejar cambios en las dimensiones

Es necesario una tabla de correspondencia en la *staging area*



## Análisis del inventario. Contenidos

### Tipos de snapshot

#### Snapshot periódico

Medir cada día los niveles de inventario y pasarlos a la tabla de hechos

#### Registro de transacciones

Guardar cada operación que afecta a los niveles de inventario

#### Snapshot acumulativo

Representar la evolución del producto en una organización

### Uso de varias granularidades

### Hechos semiaditivos

### Dimensiones conformadas. Data Warehouse Bus Architecture



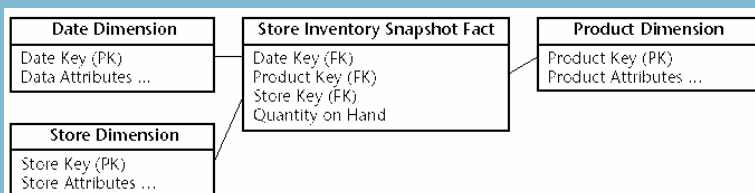
## Análisis del inventario. El snapshot periódico

Tomar una instantánea de la actividad al final de un periodo (p.e. día)

La tabla de hechos guarda cada una de estas instantáneas

### Método de los 4 pasos

1. Proceso: Inventario de los supermercados
2. Granularidad: Niveles diarios de cada producto en cada almacén
3. Dimensiones: Producto, Almacén y Fecha
4. Medidas: Cantidad





## Análisis del inventario. El snapshot periódico (2)

### Uso de varias granularidades con problemas de espacio

La tabla de hechos es dispersa

60000 productos \* 100 almacenes = 6 millones de registros diarios

6 millones de registros \* 14 bytes = 84MB diarios -> 30GB anuales

### Solución

Reducir la frecuencia del snapshot usando varias granularidades

Inventario diario para últimos 60 días

Inventarios semanales para fechas anteriores

60 diarios + 44 (resto año) + 104 (dos años atrás) = 208 frente a

365 diarios + 3 años = 1095



## Análisis del inventario. El snapshot periódico (3)

### Hechos semiaditivos

El nivel de inventario tiene sentido sumarlo en las dimensiones Producto y Almacén

No tiene sentido sumar en el tiempo

Nivel de producto Xx 10 abril = 100 unidades

+ Nivel de producto Xx 11 abril = 100 unidades



????????????????????

Nivel de producto Xx 200 unidades

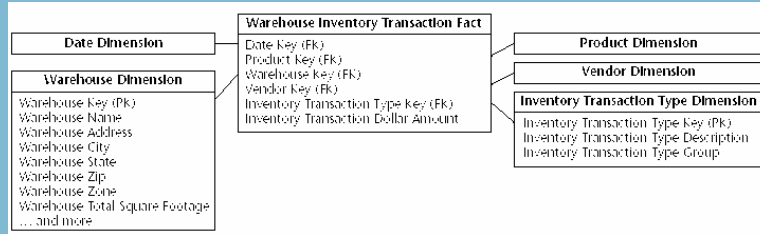
Para determinar si el inventario está *vivo* o *muerto*

Incluir número de unidades vendidas cada periodo



## Análisis del inventario. Hechos para transacciones

Incluir en la tabla de hechos una fila cada vez que se produzca una transacción



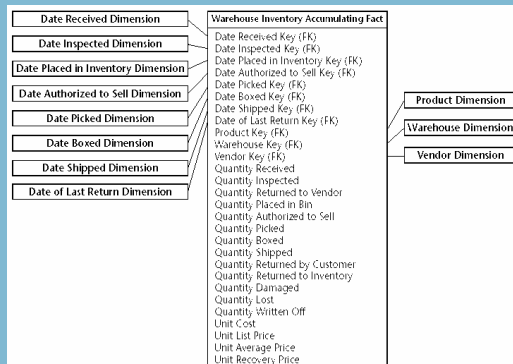
### Transacciones

- Recibir el producto
- Devolver el producto si está defectuoso
- Colocar/Retirar el producto en el almacén
- Enviar el producto al cliente
- Recibir el producto devuelto por el cliente
- ...



## Análisis del inventario. Snapshot acumulativo

Existen varias fechas para indicar distintas etapas de un proceso  
En lugar de añadir filas, se van modificando en función de los eventos



Exige distinguir los productos a nivel de ocurrencia



### Análisis del inventario. Dimensiones conformadas

Permiten integrar almacenes de datos con dimensiones comunes

Permiten realizar operaciones Drill-across

Combinar DW Ventas con Inventario (p.e. las ventas cayeron porque no había un nivel de inventario adecuado)



#### **Dimensiones conformadas**

Dimensiones idénticas o con relación subconjunto

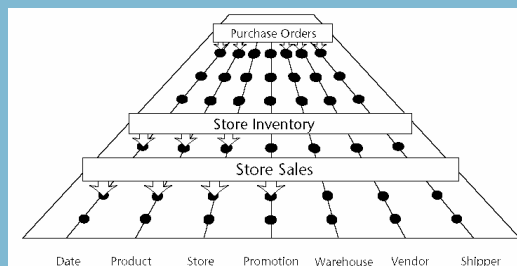
Si una dimensión es más detallada, basta con agregar



### Análisis del inventario. Data Warehouse Bus Architecture

Permite construir el almacén de datos de forma incremental

Es la base para el drill-across (exige conformación de dimensiones)



Nos permite priorizar qué dimensiones hay que desarrollar primero



## Análisis del inventario. Data Warehouse Bus Architecture (2)

Representable también como una matriz

BUSINESS PROCESSES	COMMON DIMENSIONS							
	Date	Product	Store	Promotion	Warehouse	Vendor	Contract	Shipper
Retail Sales	X	X	X	X				
Retail Inventory	X	X	X					
Retail Deliveries	X	X	X					
Warehouse Inventory	X	X			X	X		
Warehouse Deliveries	X	X			X	X		
Purchase Orders	X	X			X	X	X	X

Desarrollo paulatino de Data Marts

- \* Primero, los obtenidos de una sola fuente de datos
  - \* Después, los que tienen varias fuentes
- Suelen comprender varios procesos de negocio

Si no comenzamos desde cero establecer plan de migración a DWBA



## Análisis del aprovisionamiento. Contenidos

Uso de varias tablas de hechos

Dimensiones poco cambiantes



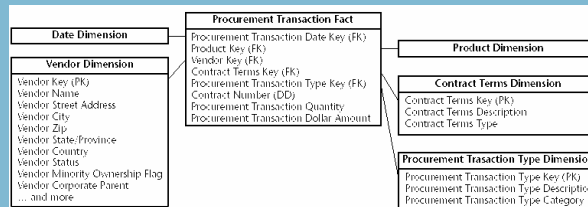
## Análisis del aprovisionamiento. Contenidos

### Uso de varias tablas de hechos

### Dimensiones poco cambiantes

### Método de 4 pasos

1. Proceso: Aprovisionamiento (Petitionen, Pedidos, Notificaciones de compra, Facturación y Pagos)
2. Granularidad: Una fila para cada transacción
3. Dimensiones: Producto, Fecha, Vendedor, Transacción, Condiciones
4. Medidas: Unidades, Importe de la transacción (exige DD)



## Análisis del aprovisionamiento. Uso de varias tablas de hechos

### Dimensionalidad diferente

(p.e. Descuentos aplicables a pagos, Empleado que recibe un pedido, ...)

### Alternativas

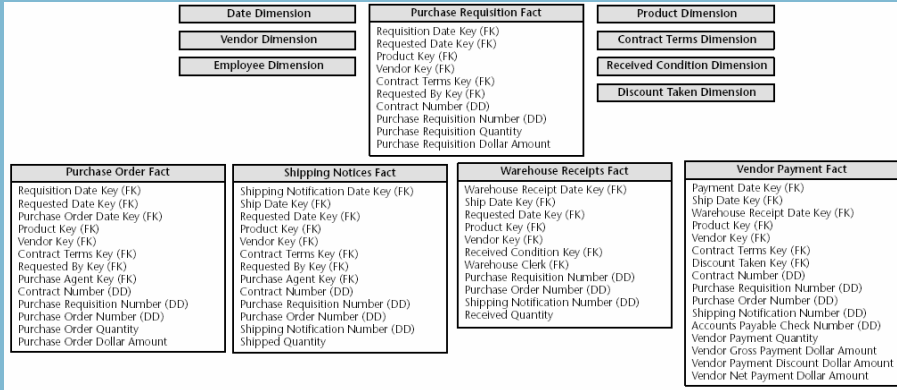
- \* Tener una sola tabla de hechos para todas las transacciones
- \* Tener una tabla de hechos para cada tipo de transacción

### Situaciones para el uso de varias tablas de hechos

- El análisis se hace atendiendo a un tipo de transacción
- Los procesos de negocio son diferentes
- Existen varias fuentes
- Dimensionalidad diferente



## Análisis del aprovisionamiento. Esquema



## Análisis del aprovisionamiento. Dimensiones poco cambiantes

**Técnicas (SCD)**

- \* Sobrescribir el valor
- \* Añadir una fila
- \* Añadir una columna
- \* Método mixto



## Análisis del aprovisionamiento. SCD Tipo 1

**Tipo 1. Sobrescribir el valor**

Guarda la asignación más reciente

Product Key	Product Description	Department	SKU Number (Natural Key)
12345	IntelliKidz 1.0	Education	ABC922-Z

Product Key	Product Description	Department	SKU Number (Natural Key)
12345	IntelliKidz 1.0	Strategy	ABC922-Z

15/1/2005

Ventajas:

Rapidez, facilidad

Inconvenientes:

Se pierde la historia previa

Util para correcciones



## Análisis del aprovisionamiento. SCD Tipo 2

**Tipo 2. Añadir una fila a la dimensión**

Guarda la historia anterior al cambio

Product Key	Product Description	Department	SKU Number (Natural Key)
12345	IntelliKidz 1.0	Education	ABC922-Z

Product Key	Product Description	Department	SKU Number (Natural Key)
12345	IntelliKidz 1.0	Education	ABC922-Z
25984	IntelliKidz 1.0	Strategy	ABC922-Z

15/1/2005

Necesidad de claves generadas para soportar el cambio

Número de productos con COUNT (DISTINCT SKU)

Mejora: Añadir una columna que indique la asignación vigente

Si surge otra nueva versión del juego, se añade otra fila a la dimensión para el nuevo producto, pero no es un cambio SCD Tipo 2,



## Análisis del aprovisionamiento. SCD Tipo 3

**Tipo 3. Añadir una columna a la dimensión**

Permite ver los hechos como antes del cambio

Product Key	Product Description	Department	SKU Number (Natural Key)
12345	IntelliKidz 1.0	Education	ABC922-Z

Product Key	Product Description	Department	Prior Department	SKU Number (Natural Key)
12345	IntelliKidz 1.0	Strategy	Education	ABC922-Z

15/1/2005

Util en reorganizaciones forzosas con usuarios reacios al cambio  
Ejemplo: Absorción de municipios por parte de un ayuntamiento  
No es demasiado frecuente



## Análisis del aprovisionamiento. SCD Tipo 6 (2 + 3 + 1)

**Tipo 6. Combina los tipos 2, 3 y 1**

Product Key	Product Description	Current Department	Historical Department	SKU Number (Natural Key)
12345	IntelliKidz 1.0	Education	Education	ABC922-Z

Product Key	Product Description	Current Department	Historical Department	SKU Number (Natural Key)
12345	IntelliKidz 1.0	Strategy	Education	ABC922-Z
25984	IntelliKidz 1.0	Strategy	Strategy	ABC922-Z

Product Key	Product Description	Current Department	Historical Department	SKU Number (Natural Key)
12345	IntelliKidz 1.0	Critical Thinking	Education	ABC922-Z
25984	IntelliKidz 1.0	Critical Thinking	Strategy	ABC922-Z
31726	IntelliKidz 1.0	Critical Thinking	Critical Thinking	ABC922-Z



## Análisis de pedidos. Contenidos

## Uso de varias monedas y unidades de medida

## Roles o vistas de dimensión

## Método de 4 pasos

1. Proceso: Pedidos (Pedidos, Envíos y Facturación)
2. Granularidad: Una fila para cada línea de pedido
3. Dimensiones: Producto, Fecha Solicitud, Fecha Pedido, Cliente, Vendedor, Promoción
4. Medidas: Cantidad, Total bruto por producto, Descuento por producto, Total neto por producto



## Análisis de pedidos. Esquema



Dimensión Trato similar a Promoción (p.e. Subvenciones e Incentivos aplicables a una línea de pedido)

Uso de dimensiones degeneradas



## Análisis de pedidos. Roles o vistas de dimensión

Necesitamos tratar con varias fechas (solicitud, expedición, llegada, ...)



Definir varias claves externas en la tabla de hechos

Problema al hacer *join* de varias claves externas con la misma tabla de dimensión (SQL piensa que es la misma fecha)

### Solución: Vistas

Crear la ilusión de que existen diferentes tablas de dimensión Fecha

Renombrar atributos para evitar ambigüedades en uso y en informes

```
CREATE VIEW ORDER_DATE (ORDER_DATE_KEY, ORDER_DAY_OF_WEEK,
ORDER_MONTH...)
AS SELECT DATE_KEY, DAY_OF_WEEK, MONTH, ... FROM DATE

CREATE VIEW REQ_SHIP_DATE (REQ_SHIP_DATE_KEY, REQ_SHIP_DAY_OF_WEEK,
REQ_SHIP_MONTH...)
AS SELECT DATE_KEY, DAY_OF_WEEK, MONTH, ... FROM DATE
```

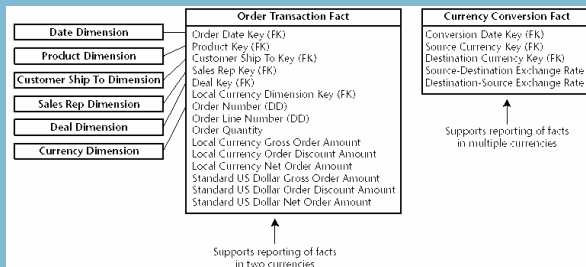


## Análisis de pedidos. Uso de varias monedas

Añadir columnas a la tabla de hechos no es lo mejor porque el número de monedas aceptadas puede ser algo abierto

### Solución

- Guardar en la moneda local y en una estándar (EUR o USD)
- Añadir una nueva dimensión para la moneda
- Añadir una nueva tabla de hechos para el cambio diario de divisa





## Análisis de pedidos. Uso de varias unidades de medida

Ejemplo para productos:

Tratados en pallets o cajas en almacén

Tratados en unidades o packs en ventas

### Solución

Colocar en la tabla de hechos un factor de conversión para cada dpto.

La interfaz de usuario obtiene la vista adecuada usando la conversión

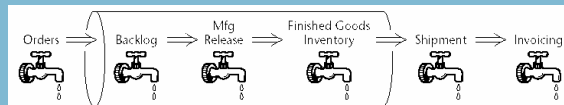
Order Fulfillment Fact
Date Keys (FKs)
Product Key (FK)
More Foreign Keys ...
Degenerate Dimensions ...
Order Quantity
Release to Manufacturing Quantity
Manufacturing Pass Inspection Quantity
Manufacturing Fail Inspection Quantity
Finished Goods Inventory Quantity
Authorized to Sell Quantity
Shipment Quantity
Shipment Damage Quantity
Customer Return Quantity
Invoice Quantity
Retail Case Factor
Shipping Case Factor
Pallet Factor
Car Load Factor

The factors are physically packaged on each fact row. In the user interface, a view multiplies out the combinations.



## Análisis de pedidos. La cadena de fabricación

Interés en ver lo rápido que se mueven los productos en la cadena  
(Análisis conjunto -> Snapshot acumulativo)



Cada fecha representa un hito

Para cada fecha creamos una vista de dimensión

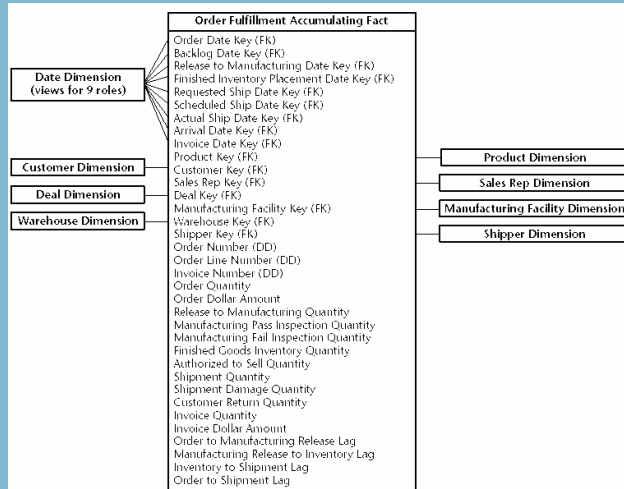
Valor de fechas de etapas no cubiertas: "Por determinar"

Las diferencias de fechas nos da el periodo transcurrido

Así podremos calcular retrasos cometidos



## Análisis de pedidos. La cadena de fabricación (2)



## CRM. Contenidos

Basado en la idea en que cuanto mejor conozcamos a nuestros clientes, mejor y más duradera será la relación

Objetivos:

- No dejar que se vayan los buenos clientes
- Convertir clientes poco rentables en rentables

**La dimensión Cliente**

**Anexos (*outriggers*) de una dimensión**

**Uso de minidimensiones**

**Dimensiones con número de atributos variable**



## CRM. La dimensión Cliente

En grandes organizaciones millones de filas y cientos de atributos  
Hay que tener en cuenta la frecuencia de los cambios

DIMENSION ATTRIBUTE	EXAMPLE VALUES
Name	Ms. R. Jane Smith, Atty
Address-1	123 Main Rd, North West, Ste 100A
Address-2	P.O. Box 2348
City	Kensington
State	Ark.
ZIP Code	88887-2348
Phone Number	888-555-3333 x776 main, 555-4444 fax

Dimensión Cliente mejorable

No hay mecanismo para obtener saludos, nombre de pila, ...



## CRM. La dimensión Cliente (2)

DIMENSION ATTRIBUTE	EXAMPLE VALUES	DIMENSION ATTRIBUTE	EXAMPLE VALUES
Salutation	Ms.	Continent	North America
Informal Greeting Name	Jane	Primary Postal ZIP Code	88887
Formal Greeting Name	Ms. Smith	Secondary Postal ZIP Code	2348
First and Middle Names	R. Jane	Postal Code Type	United States
Surname	Smith	Office Telephone Country Code	1
Suffix	Jr.	Office Telephone Area Code	888
Ethnicity	English	Office Telephone Number	5553333
Title	Attorney	Office Extension	776
Street Number	123	FAX Telephone Country Code	1
Street Name	Main	FAX Telephone Area Code	888
Street Type	Road	FAX Telephone Number	5554444
Street Direction	North West	E-mail address	RJSmith@ABCGenIntl.com
Post Box	2348	Web Site	www.ABCGenIntl.com
Suite	100A	Unique Customer ID	7346531
City	Kensington		
District	Cornwall		
Second District	Berkeleyshire		
State	Arkansas		
Region	South		
Country	United States		

Dimensión Cliente mejorada

También podemos tener elementos combinados para cartas



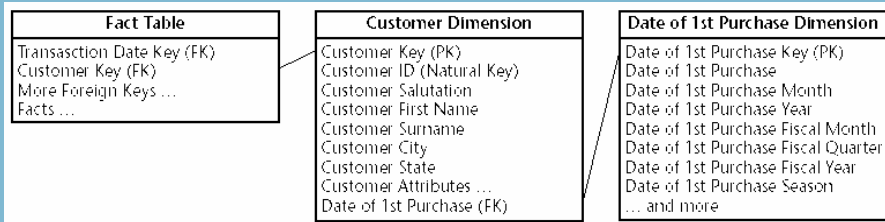
## CRM. La dimensión Cliente (3)

**Uso de fechas en tablas de dimensión**

Ejemplo: Fecha de primera y última compra, fecha de nacimiento, ...

**Solución:**

Crear una tabla de dimensión nueva con atributos que permitan realizar operaciones de fecha no convencionales



## CRM. La dimensión Cliente (4)

**Atributos clasificatorios**

Establecen tramos o bandas

Ejemplo: Etiquetas generadas con los datos de la tabla de hechos para la frecuencia, intensidad de compra, modo de pago, preferencias de productos, ...

**Hechos agregados como atributos de dimensión**

Permiten filtrar por la actividad del DW

Ejemplo: Gastos realizados en el año o desde el principio

También se pueden utilizar etiquetas clasificatorias

Inconveniente: Exigen una actualización



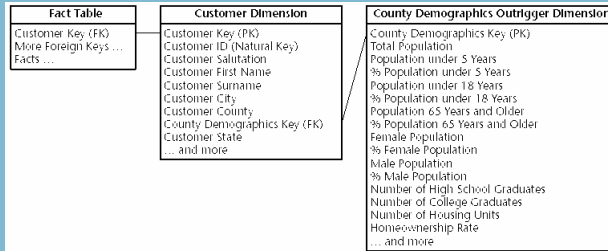
## CRM. Anexos (*Outriggers*) de una dimensión

La normalización de dimensiones es algo no recomendado

Sin embargo, existen situaciones en las que es conveniente separar un grupo de atributos de la dimensión

Los datos se administran de forma diferente

El ahorro de espacio es notable



Más de 150 atributos



Si no está permitido copo de nieve, crear una vista con el *join*



## CRM. Uso de mindimensiones

Uso en dimensiones cambiantes

En dimensiones muy grandes, utilizar SCD Tipo 2 (añadir un registro) puede ser prohibitivo

### Solución:

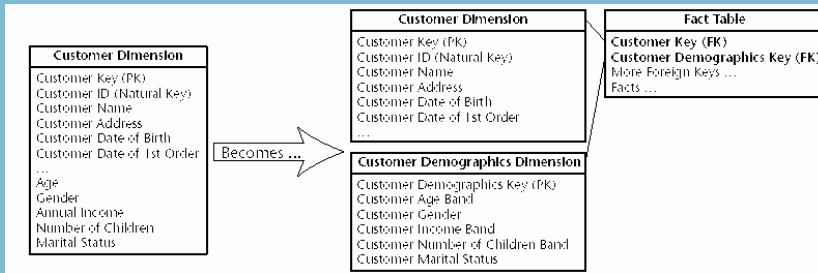
Separar en una dimensión nueva (mindimensión) los atributos que cambian frecuentemente

DEMOGRAPHIC KEY	AGE	GENDER	INCOME LEVEL
1	20-24	Male	<\$20,000
2	20-24	Male	\$20,000-\$24,999
3	20-24	Male	\$25,000-\$29,999
18	25-29	Male	\$20,000-\$24,999
19	25-29	Male	\$25,000-\$29,999

Una fila para cada combinación de valores, no una para cada cliente



## CRM. Uso de minidimensiones (2)



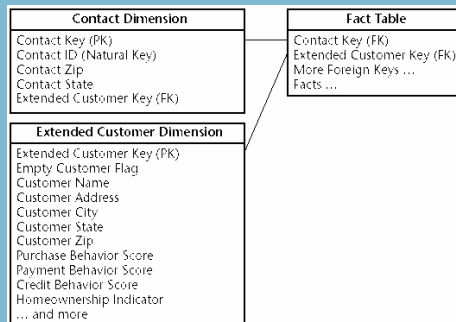
Se añade una dimensión más. No es un copo de nieve  
 Si hay muchos atributos cambiantes con muchos valores la minidimensión se vuelve muy grande

**Solución:** Dividir en varias minidimensiones



## CRM. Dimensiones con número variables de atributos

Aplicar la técnica de las minidimensiones:  
 Crear una dimensión aparte para los atributos extendidos



Tener un valor para nulos en la minidimensión para evitar nulos en la tabla de hechos



## Diseño dimensional



### Contenidos

1. Diseño dimensional en cuatro pasos
2. Casos de estudio
- 3. Errores a evitar en un diseño dimensional



## Errores a evitar en un diseño dimensional

### Errores frecuentes

- Colocar en la tabla de hechos atributos para filtrar / agrupar
- Reducir atributos para ahorrar espacio
- Dividir jerarquías y niveles en varias dimensiones
- Ignorar la necesidad de los cambios en las dimensiones
- Ante un problema de rendimiento añadir más hardware en lugar de revisar diseño de cubos, índices, o crear nuevos
- Utilizar claves operacionales para el *join* con la tabla de hechos
- Negarse a comprender la granularidad de la tabla de hechos
- Crear el modelo dimensional para un informe concreto
- Esperar que los usuarios consulten los datos en la *staging area*
- Fallar al conformar las dimensiones



## Errores a evitar en un diseño dimensional

### Tareas a revisar

Granularidad adecuada

Reducir o evitar la normalización de dimensiones

Presencia de la dimensión temporal

Las dimensiones degeneradas no han sido tratadas como dimensiones

Las dimensiones tiene todas sus descripciones y el número de atributos es adecuado

Insistir en la eficiencia de las claves generadas

Comprobar el número de dimensiones (ni pocas ni demasiadas)



## Diseño dimensional



Manuel Torres Gil  
mtorres@ual.es

Departamento de Lenguajes y Computación  
Universidad de Almería