



# Inteligencia de negocio en Nefrología del Complejo Hospitalario Universitario Insular- Materno Infantil de Gran Canaria

**Diego García García**  
Grado de Ingeniería Informática  
Business Intelligence

**Xavier Martínez Fontes**  
**Atanasi Daradoumis Haralabus**

16 de Enero de 2017



Esta obra está sujeta a una licencia de  
Reconocimiento-NoComercial-  
SinObraDerivada [3.0 España de Creative  
Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/)

### FICHA DEL TRABAJO FINAL

<b>Título del Trabajo:</b>	<i>Inteligencia de negocio en Nefrología del Complejo Hospitalario Universitario Insular-Materno Infantil de Gran Canaria</i>
<b>Nombre del autor:</b>	<i>Diego García García</i>
<b>Nombre del consultor/a:</b>	<i>Xavier Martínez Fontes</i>
<b>Nombre del PRA:</b>	<i>Atanasi Daradoumis Haralabus</i>
<b>Fecha de entrega (mm/aaaa):</b>	<i>01/2017</i>
<b>Titulación:</b>	<i>Grado en Ingeniería Informática</i>
<b>Área del Trabajo Final:</b>	<i>Business Intelligence</i>
<b>Idioma del trabajo:</b>	<i>Castellano</i>
<b>Palabras clave:</b>	<i>ETL, Inteligencia Negocio, Nefrología</i>
<b>Resumen del Trabajo:</b>	
<p>El siguiente proyecto persigue un objetivo principal y otro secundario que son:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Principal: diseño e implementación de un sistema de inteligencia de negocio, para el Servicio de Nefrología del Complejo Hospitalario Universitario Insular Materno-Infantil, que permita mediante un cuadro de mandos el control y seguimiento de la eficacia de las sesiones de hemodiálisis de los pacientes.</li> <li>• Secundario: enriquecer el sistema de información Cantonera, del Servicio Canario de Salud, mediante la exportación de la información de la actividad asistencial de las sesiones de hemodiálisis en ficheros planos.</li> </ul>	

Con esto se pretenden cubrir, tanto las necesidades de proveer de información asistencial a los nefrólogos mediante un cuadro de mandos, de actividad de sesiones de hemodiálisis, para el apoyo en la toma de decisiones, como de obtener la información necesaria para el proyecto Cantonera en relación a los costes asociados al Servicio.

**Abstract:**

The following project pursues a main objective and a secondary one that are:

- Principal: design and implementation of a business intelligence system for the Nephrology Service of the Insular University Hospital Maternal and Child Hospital, which allows the control and monitoring of the effectiveness of the hemodialysis sessions of the patients through a control panel.
- Secondary: to enrich the information system Cantonera, of the Canario Health Service, by exporting the information of the healthcare activity of the hemodialysis sessions in flat files.

This is intended to cover the needs of providing care information to nephrologists through a scorecard, activity of sessions of hemodialysis, to support decision making as well as to obtain the information needed for the project "Cantonera" in relation to the costs associated with the Service.

## Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	7
1.1	Contexto y justificación .....	7
1.2	Objetivos del trabajo .....	9
1.3	Metodología seguida .....	10
1.4	Diseño de la solución.....	13
1.5	Herramientas utilizadas.....	15
1.6	Planificación del trabajo .....	17
2	DESARROLLO DEL PROYECTO.....	18
2.1	Arquitectura de trabajo.....	18
2.2	Origen de datos: modelo conceptual.....	19
2.3	Transformar la información: ETL .....	23
2.4	Modelado multidimensional.....	33
2.5	Almacenamiento: estructura física.....	40
2.6	Explotación: interfaz de visualización.....	45
3	CONCLUSIONES .....	62
3.1	Consecución de los objetivos.....	62
3.2	Líneas futuras.....	63
3.3	Cumplimiento objetivos.....	63
3.4	Valoración personal.....	64
4	ANEXOS.....	66
5	GLOSARIO.....	67
6	BIBLIOGRAFÍA.....	69

## Índice de ilustraciones

Ilustración 1: Diagrama conceptual.....	10
Ilustración 2: Ciclo de vida.....	14
Ilustración 3: Herramientas.....	16
Ilustración 4: Diagrama de Gantt.....	17
Ilustración 5: Arquitectura de trabajo.....	19
Ilustración 6: Diagrama entidad relación.....	20
Ilustración 7: Kettle: Integración de datos.....	24
Ilustración 8: ETL Transformación.....	28
Ilustración 9: Kettle: Exportar a fichero.....	33
Ilustración 10: Fichero de exportación.....	33
Ilustración 11: Esquema Dimensiones,.....	40
Ilustración 12: Esquema estrella.....	42
Ilustración 13: Esquema copo de nieve.....	43
Ilustración 14: Esquema físico-copo de nieve.....	44
Ilustración 15: MarketPlace.....	45
Ilustración 16: Componente Saiku.....	46
Ilustración 17: Saiku - Cuadro de mandos.....	47
Ilustración 18: Creación cuadro de mandos.....	60
Ilustración 19: Fin: Cuadro de mandos.....	61

## **1 INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Contexto y justificación**

Desde varios semestres atrás tenía la idea muy clara de realizar un trabajo de fin de grado que estuviera focalizado en desarrollar un prototipo puramente práctico para el entorno en el que trabajo, aprovechando de esta manera la posibilidad de poner en marcha un sistema estable y real del cual se pudieran aprovechar los distintos profesionales médicos.

En base a lo anterior y teniendo en cuenta que los centros hospitalarios, están estructurados a nivel funcional, en Departamentos o Servicios encargados de satisfacer las necesidades médicas de la población, siendo habitual encontrarse con diversos sistemas de información, que gestionan las actividades de cada uno de dichos Servicios de salud, de forma que no existe comunicación entre ellos, encuentro la motivación para el desarrollo de éste proyecto final de Grado.

En el Servicio de Nefrología del Complejo Hospitalario Universitario Insular Materno-Infantil, los distintos sistemas de información se gestionan de manera independiente, motivo por el cual conseguir acceso a la información de distintos Servicios, en ocasiones, se vuelve una tarea extremadamente complicada.

Por un lado, es común encontrarse en situaciones en las que las aplicaciones responsables de la gestión de la actividad de cualquier Servicio, no están integradas con la aplicación que maneja la HCE de los pacientes, provocando diversas situaciones no deseadas como:

1. Gestión demográfica de pacientes de forma diversificada:

Distintas aplicaciones gestionan la información de los pacientes de forma independiente provocando diferencias en las características demográficas de los pacientes.

2. Imposibilidad de acceso desde la aplicación de HCE a la actividad

departamental generada por un paciente:

No es muy extraño encontrarse con casos en los que recopilar toda la actividad sanitaria de un paciente es una tarea imposible, debido a que la información está diseminada en varios sistemas de información departamentales. Esto produce que la gestión de la Historia Clínica Electrónica no esté unificada ni integrada.

3. Toma de decisiones con escasa información:

La recopilación de la información asistencial y económica mostrada en informes o cuadros de mando no es total, por lo que la ayuda en la toma de decisiones es incompleta.

Por un lado, cuando se necesita explotar los datos a nivel directivo con el fin del apoyo en la toma de decisiones a nivel estratégico, es de vital importancia tener unificada toda la información así como que ésta sea de calidad.

Por otro lado, en la orden del 23 de Septiembre de 2005 publicada en el Boletín Oficial de Canarias, la Dirección del Servicio Canario de Salud toma la iniciativa de poner en marcha un proyecto llamado Cantonera cuyos objetivos principales son:

- Disponer de un sistema de costes en cada uno de los Hospitales así como en las Gerencias de Servicios Sanitarios y Gerencias de Atención Primaria del SCS.
- Disponer de un sistema de información con el fin de evaluar la eficiencia de los recursos en base tanto a la actividad asistencial como económica generada en los diversos sistemas de información de titularidad del SCS.

Actualmente, en el Complejo Hospitalario Universitario Insular Materno-Infantil, se provee a Cantonera de una gran cantidad de información económica de los distintos Servicios del centro a excepción de ciertos casos puntuales como es el caso del Servicio de Nefrología. Dicho servicio, se mantiene al margen de la visión global del centro, realizando su gestión con un sistema de información independientemente del cual no se ha podido

extraer la información para fines analíticos.

En consecuencia a lo anteriormente citado, el siguiente trabajo profundiza tanto en el estudio de los distintos indicadores de información de las sesiones de hemodiálisis de los pacientes, como en la extracción de la información del sistema departamental de Nefrología para su explotación analítica de costes en el sistema de inteligencia de negocio del proyecto Cantonera.

## 1.2 Objetivos del trabajo

A causa de la situación expuesta en el apartado anterior se presentan dos objetivos que abordar a lo largo de este proyecto que son:

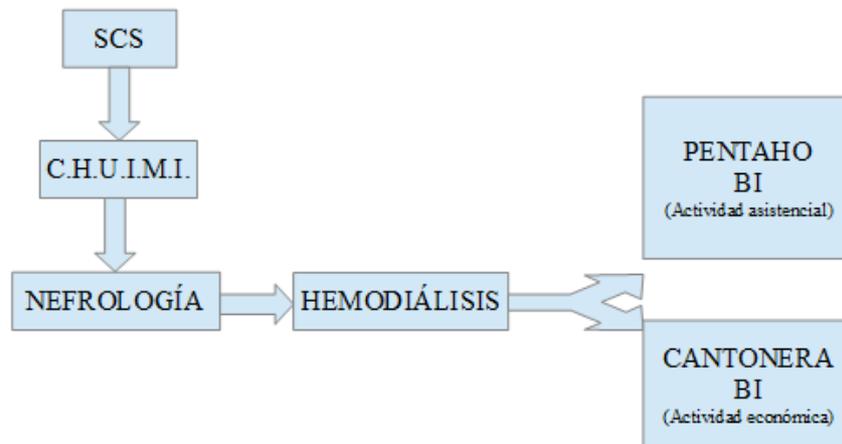
- Implantación de un sistema de información analítico:

Ofrecer al Complejo Hospitalario Universitario Insular Materno-Infantil un sistema de información, de software libre, para el análisis de datos que permita el apoyo en la toma de decisiones tanto estratégicas como operacionales. Con la implantación de un cuadro de mandos, los médicos y el personal directivo, serán capaces de tener una visión global del funcionamiento del Servicio de Nefrología en lo referente a las diversas sesiones de hemodiálisis.

- Integración entre sistemas de información:

Extraer la información del actual sistema de gestión de Nefrología para enriquecer la aplicación analítica del Complejo Hospitalario Universitario Insular Materno-Infantil. Mediante la obtención de los datos asistenciales del sistema actual de Nefrología con herramientas *ETL*, seremos capaces de traspasar la información entre sistemas, con lo que se conseguirá la unificación de la información de todos los Servicios del centro en la misma herramienta de análisis para el estudio de los costes de cada uno.

En la siguiente imagen se muestran los dos objetivos del proyecto actual.



SCS: Servicio Canario de Salud

C.H.U.I.M.I : Complejo Hospitalario Universitario Insular Materno-Infantil

*Ilustración 1: Diagrama conceptual*

### 1.3 Metodología seguida

Para la correcta realización del proyecto, se necesita una metodología que sea capaz de identificar los distintos procedimientos con el fin de coordinar personas y actividades en un marco claramente definido.

PRINCE2 representa una metodología ampliamente reconocida a nivel mundial con origen británico cuyos principios son:

1. Justificación comercial: Es necesaria la justificación económica del proyecto desde el inicio hasta la finalización del mismo. El objetivo analítico asistencial y de coste, tienen como objetivo evaluar la eficiencia en la utilización de los recursos, y es por ello, por lo que se busca la integración de la información asistencial del Servicio de Nefrología tanto en el proyecto Cantonera, como en un sistema de inteligencia de negocio destinado al personal sanitario.

2. Definición de puestos y funciones: Se requiere que tanto las funciones como puestos estén claramente delimitados en la estructura organizativa del equipo que conforma el proyecto a realizar. Dentro del marco del actual proyecto, el responsable de la máxima carga de trabajo será el redactor del estudio, que junto con el apoyo del personal de gestión económica del centro como del personal sanitario del Servicio de Nefrología, conformarán el equipo de trabajo. A continuación se detallan las funciones de los distintos actores:
  - Estudiante: Estudio, planificación, implantación y finalización del proyecto.
  - Consultor UOC: Responsable de la supervisión y control del proyecto.
  - Personal de gestión económica: Parte funcional y de apoyo al proyecto en relación al ámbito de costes.
  - Personal sanitario: Parte funcional y de apoyo al proyecto en relación al ámbito asistencial.
3. Orientación a productos: Orientar el proyecto hacia un producto entregable y funcional. En el actual proyecto lo representan tanto el cuadro de mandos del sistema de inteligencia de negocio a implementar, como los ficheros de extracción para el traspaso de información.
4. Gestión por fases: Es necesario supervisar y controlar las distintas fases que contiene el proyecto. Uno de los elementos principales de control serán las diferentes entregas parciales que se hacen al consultor a lo largo del semestre. Las diferentes fases que conforman el proyecto de manera cronológica serán:
  - ✓ Identificación del problema: Se reconoce la situación actual del Servicio de Nefrología en el centro hospitalario.
  - ✓ Búsqueda de información detallada: Por medio de diferentes reuniones con el equipo funcional y búsquedas informativas en la red se recaba la información necesaria.

- ✓ Planificación de los distintos procesos a realizar: Se realiza un plan de proyecto mediante diagrama de Gantt.
  - ✓ Diseño de la solución real: Será necesaria la creación de un nuevo modelo de datos multidimensional que sea capaz de reflejar la información final que contienen los datos extraídos del sistema de información origen.
  - ✓ Realización y puesta en marcha: Se usarán durante las distintas fases las siguientes herramientas *SGBD* para la consulta de datos, *ETL* para la extracción-transformación-carga desde un sistema origen hasta un sistema destino *data warehouse* como almacén de datos específico junto con la extracción de los datos en ficheros planos para Cantonera. Finalmente herramientas de visualización como informe o *CMI*.
  - ✓ Entrega del producto final.
5. Gestión por excepción: Se delegarán las responsabilidades a cada actor del proyecto para que pueda ejercer su autoridad bajo unos umbrales definidos y en caso de sobrepasar la tolerancia es necesario consultar a un superior.
  6. Adaptación: La metodología no es estricta si no adaptable a las necesidades de cada proyecto.
  7. Aprender de la experiencia: Es fundamental aprender con la experiencia de cada fase del proyecto para poder aplicarla en ocasiones futuras.

Así mismo se definen los 7 procesos que conforman la gestión de proyectos:

1. Puesta en marcha del proyecto.
2. Dirección del proyecto.
3. Inicio del proyecto.

4. Control de fases.
5. Gestión de la entrega de productos.
6. Gestión de los límites de fase.
7. Cierre del proyecto.

#### 1.4 **Diseño de la solución**

Atendiendo a los apartados anteriores, se ha definido tanto la problemática existente como la metodología, por lo que el siguiente paso es definir un prototipo para dar respuestas a las necesidades. La solución propuesta pasa por:

- Origen de datos: Partiendo de uno o varios orígenes de datos, se obtendrá toda la información asistencial de las sesiones de hemodiálisis de los pacientes, esto es, o bien mediante cualquier aplicativo que gestione la actividad, ficheros de descarga con la información contenida, o cualquier otra fuente. Actualmente se obtendrán los datos de un único sistema de información que gestiona la actividad del Servicio.
- Transformar la información: Los datos estarán adecuados al entorno origen y será necesario realizar una modificación tanto en la estructura como, según el caso, en los valores. Para ello se usará un proceso denominado *ETL*, por medio del cual se obtendrán, transformarán y guardarán los datos entre distintos sistemas de información.
- Modelado: Es necesario definir una estructura conceptual que sea capaz de representar la información según las necesidades. Este modelo de datos representará las distintas tablas y sus relaciones.
- Almacenamiento: Una vez realizado un modelo conceptual para representar la información, será necesario crear el almacenamiento en base de datos desde donde se pueda alimentar el cuadro de mandos.

- Explotación: La fase final consta de mostrar la información tratada en las fases anteriores para su interpretación y resultados.

?

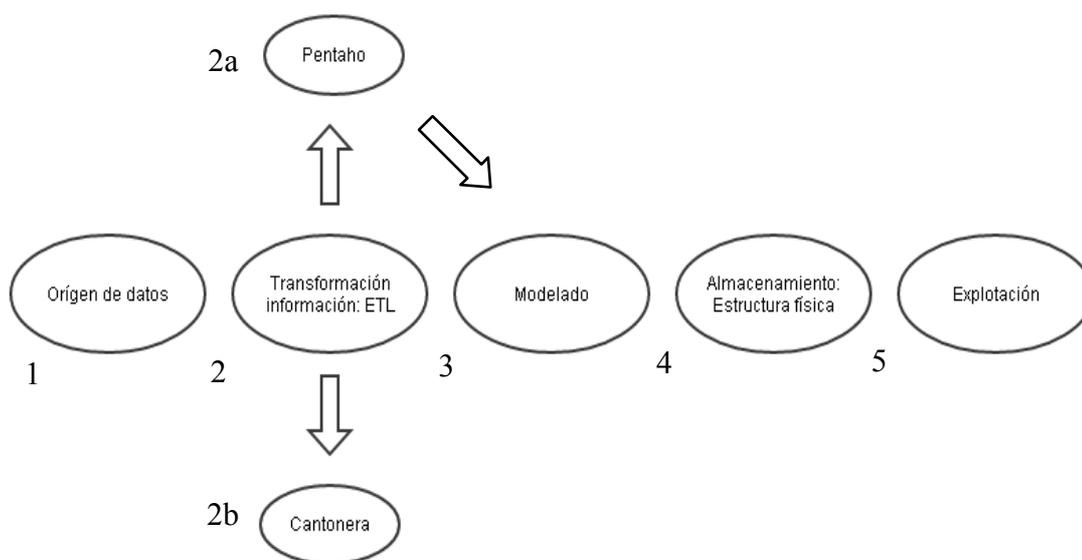


Ilustración 2: Ciclo de vida

## 1.5 Herramientas utilizadas

Para llevar a cabo los objetivos planteados, será necesario hacer uso de un conjunto de herramientas que nos permitan abarcar todas las fases del ciclo de vida de cualquier proyecto de inteligencia de negocio que son:

- Planificación: Para llevar tanto la planificación como el control y seguimiento del proyecto, se hará uso de las herramientas de *Google Docs* que junto con *GanttProject* serán la combinación perfecta.
- Estudio previo datos: *DBeaver* es un cliente universal que permite conectarse a múltiples base de datos, navegar por los metadatos, editar las consultas *SQL* así como muchas otras características con las que será posible el estudio, tanto del esquema, como de los datos de las aplicaciones donde reside inicialmente la información.
- Integración de datos: *Kettle CE(Spoon)* es un diseñador gráfico para la realización de transformaciones y trabajos de modo *ETL*, es decir, extraer, transformar y cargar datos entre distintos sistemas de información. Por medio de esta aplicación, se realizará la extracción de la actividad asistencial de hemodiálisis, la transformación y su carga en el modelo final.
- Diseño del esquema del modelo final: *Schema Workbench CE* de *Pentaho* permite la creación de estructuras dimensionales en formato *XML* que conformarán el esqueleto del análisis final de la información. En dichos ficheros se describen las relaciones entre las dimensiones, medidas y tabla de hechos del modelo multidimensional.
- Visualización de la información: *Business Analytics Platform CE* es la aplicación final que se usará para visualizar la información tratada mediante informes y cuadros de mando. A la plataforma se le añadirá un complemento ,para la generación de consultas de informes, de la empresa *meteorite* en su versión *community*.

Para una visión más clara se muestra una imagen que relaciona las fases con las herramientas a usar:

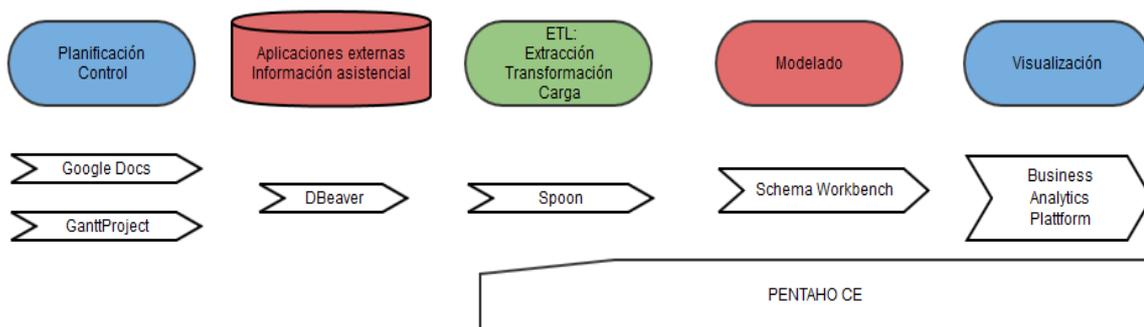


Ilustración 3: Herramientas

## 1.6 Planificación del trabajo

El proyecto requiere de una minuciosa planificación ya que contendrá elementos claves como hitos o entregas parciales que deben de cumplirse en tiempo y forma. Por tanto, como apoyo en esta fase se hace uso del diagrama de *Gantt* del proyecto para una visión global y completa:

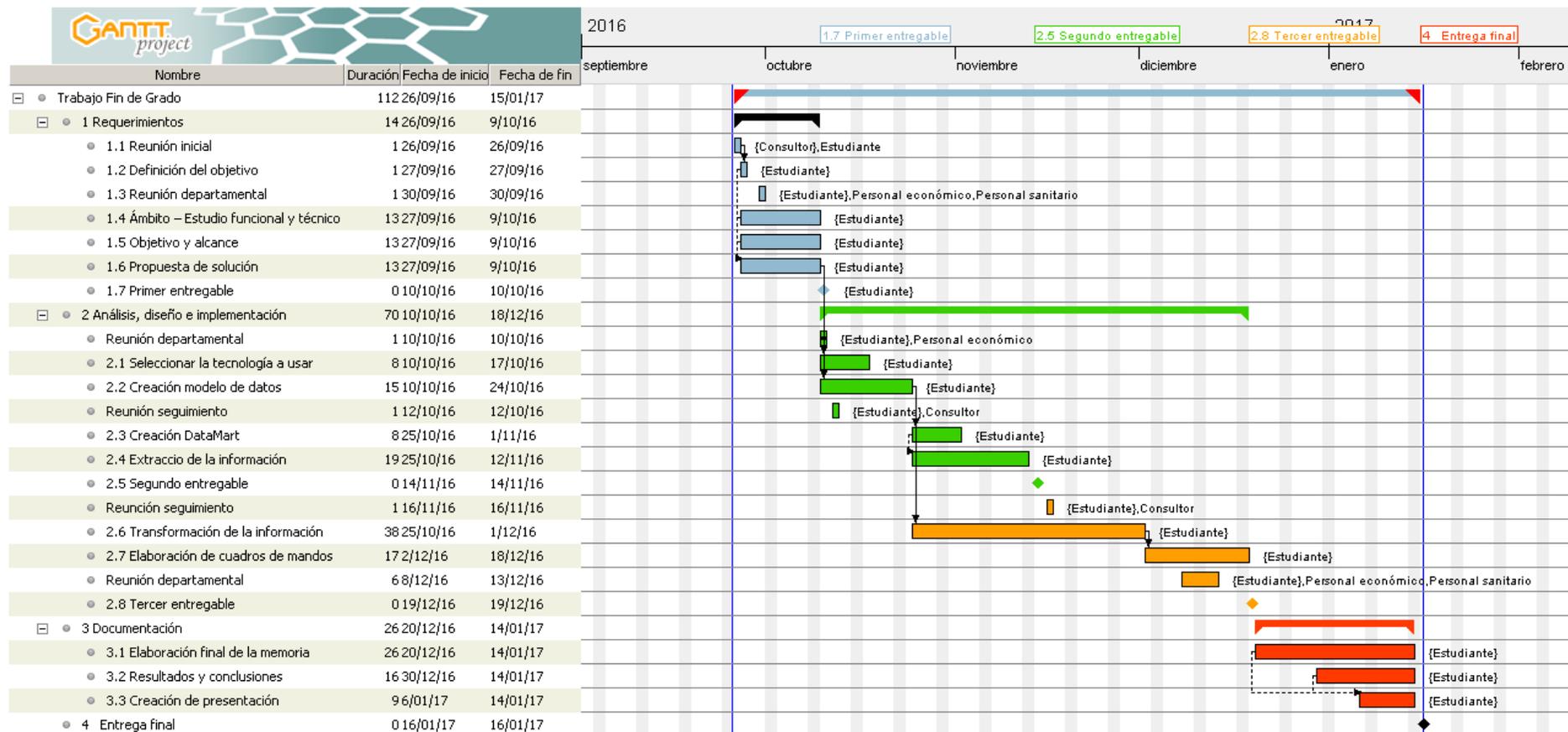


Ilustración 4: Diagrama de Gantt

## 2 DESARROLLO DEL PROYECTO

### 2.1 Arquitectura de trabajo

Con el fin de acercar al máximo el proyecto a un escenario final totalmente operacional y estable se realizan todas las tareas de infraestructura sobre entornos virtualizados ya que son capaces, mediante software, de simular a la perfección distintos sistemas operativos y por consiguiente instalar, configurar y usar las herramientas necesarias en este proyecto.

En la siguiente tabla se describen, tanto a nivel de *hardware* como de *software*, los distintos entornos virtuales y sus características:

Nombre	Características	Servicios
SRVORIGEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesador: 1 a 1,7 Ghz</li> <li>• RAM: 1024 MB</li> <li>• Disco Duro: 40 GB espacio en disco</li> <li>• Sistema operativo: Ubuntu Mate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Almacén de datos origen.</li> </ul>
SRVDESTINO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesador: 1 a 2,3 Ghz</li> <li>• RAM: 2048 MB</li> <li>• Disco Duro: 80 GB espacio en disco</li> <li>• Sistema operativo: Windows 7</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herramientas de Pentaho (Kettle, Schema Workbench, BI server)</li> <li>• Debaver</li> <li>• GanttProject</li> </ul>
SRVALMACEN	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesador: 1 a 2,3 Ghz</li> <li>• RAM: 2048 MB</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Servidor de base de datos Mysql</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Disco Duro: 80 GB espacio en disco</li><li>• Sistema operativo: Windows 7</li></ul>	
--	---	--

En la siguiente imagen se ilustra la arquitectura del entorno de trabajo a usar durante el proyecto:

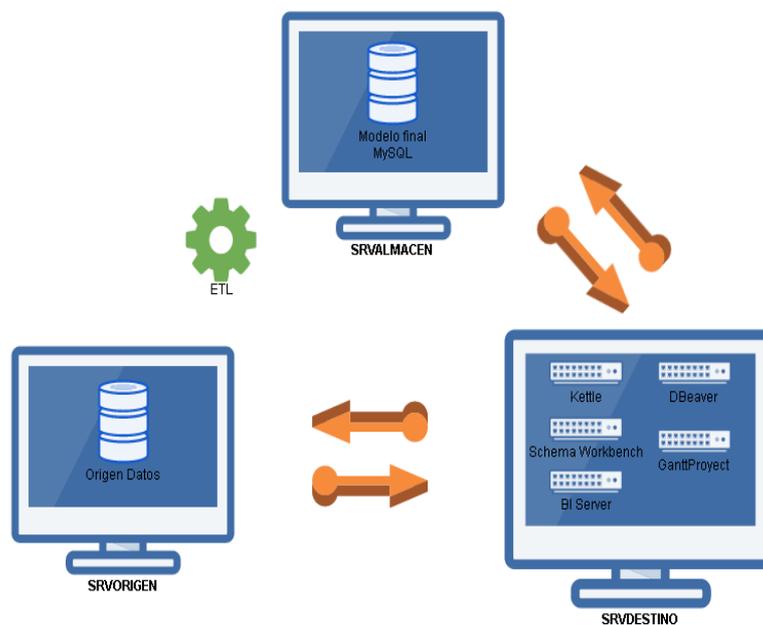


Ilustración 5: Arquitectura de trabajo

## 2.2 Origen de datos: modelo conceptual

Definida la arquitectura necesaria, el siguiente paso es concretar la información que se va a analizar y la manera en la que ésta se representa. Tomando como punto de partida se tiene un almacenamiento en base de datos relacional donde los datos están estructurados mediante tablas. Dicho modelo es un conjunto de varias tablas que almacenan filas y

columnas unidas o vinculadas entre sí que garantizan que los datos no se repitan, aumentan su integridad y mejoran los tiempos de acceso a la información.

En la siguiente ilustración se representa un supuesto ficticio de la manera en la que la información podría estar estructurada:

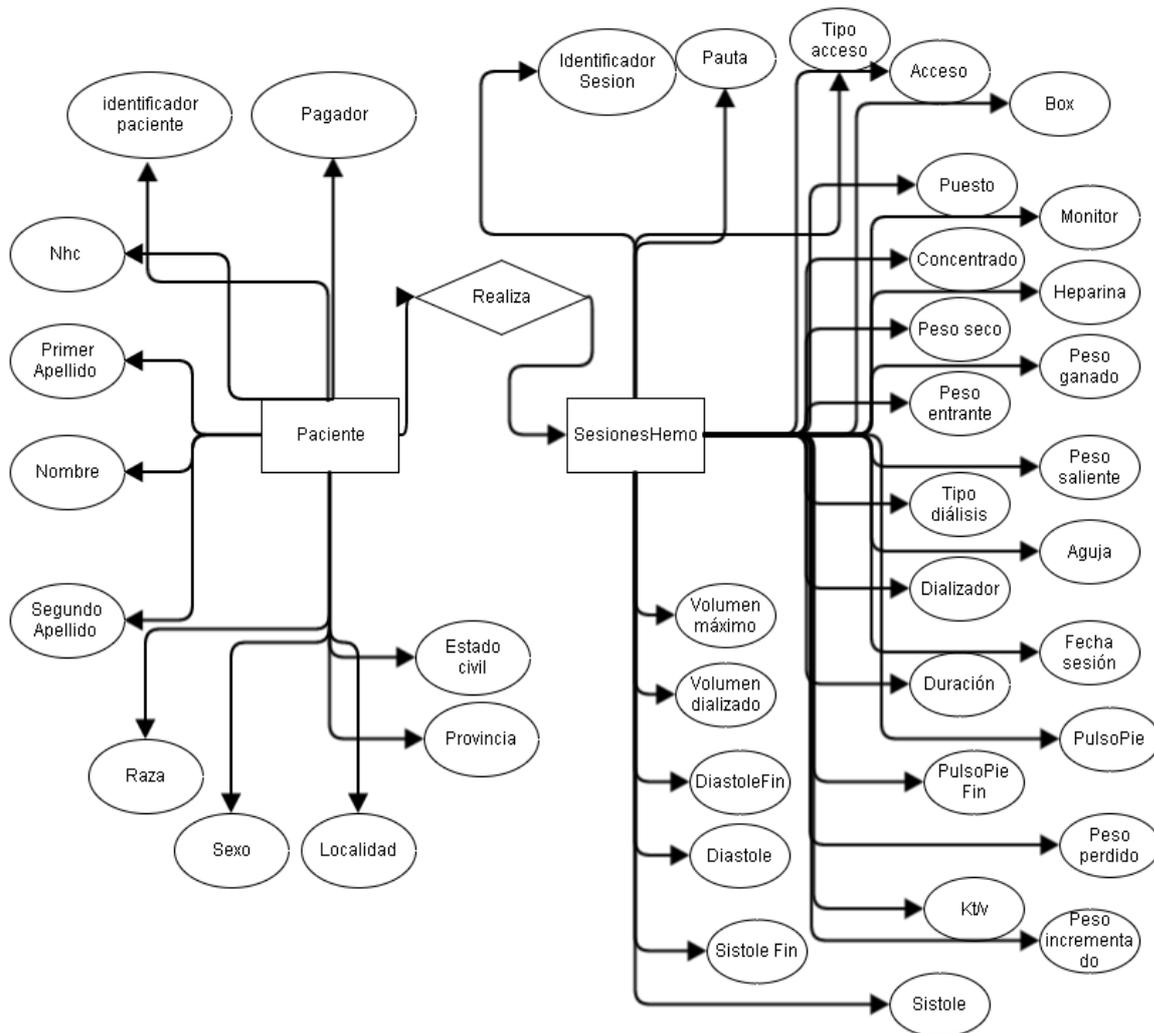


Ilustración 6: Diagrama entidad relación

En la estructura mostrada en el diagrama, se identifican 18 entidades que se relacionan mediante un atributo que representa una clave o valor único y por medio de éstos

se podrá obtener la información de las distintas entidades relacionadas.

- Por un lado, los datos de toda la actividad principal de las distintas sesiones de los pacientes se concentran en base a una entidad principal llamada SesionesHemo compuesta de sus características o atributos.

A continuación se describen los atributos:

Atributo	Descripción
Identificador sesión	Número único que identifica la sesión realizada por el paciente
Pauta	Pauta a seguir de sesiones de hemodiálisis definida por el médico
Tipo acceso	Mecanismo por el que se extrae la sangre al paciente (fistula, injerto, catéter)
Acceso	Lugar del cuerpo del paciente donde se coloca el acceso vascular
Box	Lugar físico donde se realiza la sesión de hemodiálisis a los pacientes
Puesto	Acomodamiento dentro del box donde se realiza la sesión de hemodiálisis a los pacientes
Monitor	Monitores que controlan los distintos parámetros durante la sesión de hemodiálisis
Concentrado	Conjunto de componentes químicos necesarios durante la sesión de hemodiálisis.
Heparina	Sustancia anticoagulante usada para evitar colapsos de sangre en los mecanismos de extracción de sangre.
Peso seco	Peso del paciente al terminar la sesión de hemodiálisis.
Peso ganado	Peso ganado por el paciente durante la sesión de hemodiálisis. Durante la sesión se alimenta al paciente debido a la larga duración de la misma.
Peso entrante	Peso del paciente con el que llega a una sesión de hemodiálisis.
Peso	Peso incrementado del paciente entre distintas sesiones de hemodiálisis

incrementado	
Tipo diálisis	Tipo de diálisis que se realiza al paciente (flujo alto, flujo bajo )
Aguja	Tipo de aguja con la que se realiza la sesión de hemodiálisis
Dializador	Tipo de dializador con el que se realiza la sesión de hemodiálisis
Fecha sesión	Fecha en la que tiene lugar la sesión de hemodiálisis
Duración	Duración en minutos de la sesión de hemodiálisis
Pulso Pie	Pulso en el pie del paciente antes de la sesión de hemodiálisis
Pulso Pie Fin	Pulso en el pie del paciente después de la sesión de hemodiálisis
KT/v	Indicador de la calidad de las sesiones de hemodiálisis
Sístole	Cantidad de movimiento de contracciones del corazón para mover la sangre antes de la sesión de hemodiálisis
Sístole Fin	Cantidad de movimiento de contracciones del corazón para mover la sangre al finalizar la sesión de hemodiálisis
Diástole	Cantidad de movimiento de relajación del corazón para mover la sangre antes de la sesión de hemodiálisis
Diástole Fin	Cantidad de movimiento de relajación del corazón para mover la sangre al finalizar la sesión de hemodiálisis
Volumen dializado	Cantidad total de sangre dializada durante la sesión de hemodiálisis
Volumen máximo	Cantidad máxima que se le debe dializar al paciente durante la sesión de hemodiálisis

- Por otro lado, las distintas características de los pacientes están representadas por medio de la entidad Pacientes que contiene 9 atributos y una relación con la entidad SesionesHemo.

En relación a la información que contiene, se aprecia que son datos referentes a los valores demográficos y a los estadísticos como son la raza, estado civil, pagadores o sexo.

A continuación se describen sus atributos:

Atributo	Descripción
Identificador paciente	Número único que identifica al paciente
Nhc	Identificador que representa el número de historia clínica electrónica del paciente
Nombre	Nombre del paciente
Primer apellido	Primer apellido del paciente
Segundo apellido	Segundo apellido del paciente
Raza	Raza del paciente
Sexo	Sexo del paciente
Localidad	Localidad de residencia del paciente
Provincia	Provincia de residencia del paciente
Estado civil	Estado civil del paciente
Pagador	Entidad responsable de abonar la cuantía del gasto de la sesión de hemodiálisis del paciente

A partir de tener identificada y definida la estructura de la información en el origen de datos, el siguiente paso es modelar la información para que se adapte a la realidad que se quiere presentar, es decir, transformar los datos en base a un modelo multidimensional final que represente la información a estudiar.

### 2.3 Transformar la información: ETL

Obedeciendo a buenas prácticas marcadas por el Servicio Canario de Salud en las que se aconseja el uso de las herramientas de *Pentaho CE*, se acude a las distintas soluciones que

da la compañía. Como se puede observar en su página web, existe un amplio abanico de herramientas que ofrece de forma gratuita en su versión de comunidad, de entre las cuales usaré la que está destinada al *Data Integration* llamada *Kettle* para esta fase del proyecto.

*Kettle* es una herramienta multiplataforma para la manipulación de datos entre sistemas de información, con el que de manera totalmente visual es posible realizar migraciones, extracciones o cargas de datos. La interfaz de la aplicación es mostrada a continuación:

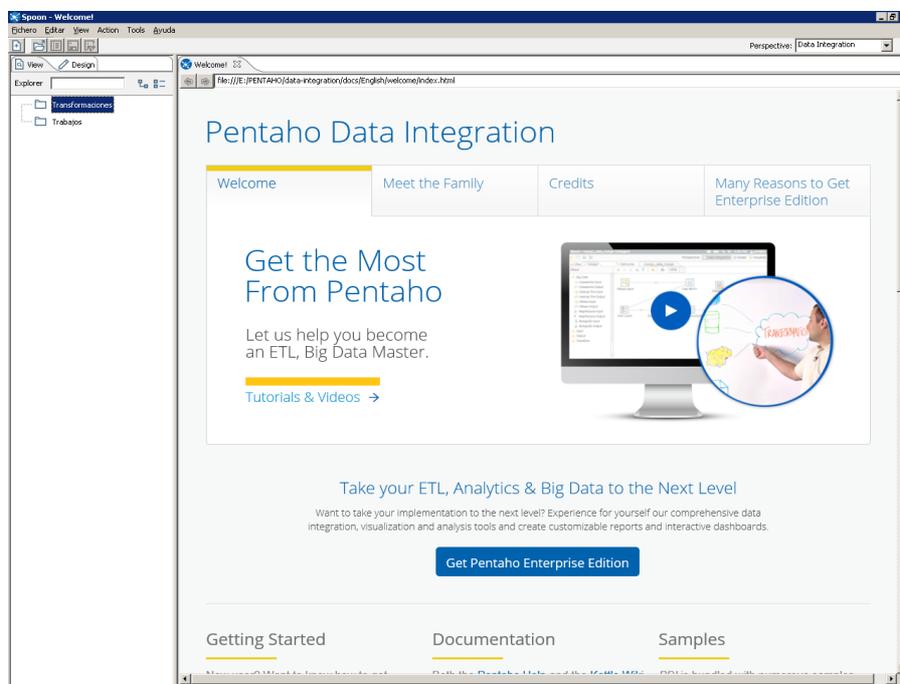


Ilustración 7: Kettle: Integración de datos

Una vez ejecutada la aplicación, será necesario establecer las metas que se quieren conseguir, para adaptar la información que se obtiene del almacén de datos de la aplicación de actividad asistencial de Nefrología. Según el modelo conceptual y físico definido en el punto 2.2 será necesario realizar las siguientes tareas:

- Es muy habitual que los datos esperados no correspondan con los datos que se almacenan en la realidad. Un caso muy común es la existencia de valores vacíos o nulos que no informan de valor alguno, y es por ello, por lo que se

necesita transformar estos datos a otros con una definición común y entendible por los usuarios. Por tanto, es necesario comprobar los valores nulos y establecerlos a una definición común para aquellos campos que sean de tipo texto, o establecerlos a cero para aquellos que sean de tipo numérico. Un ejemplo claro de este caso, es el segundo apellido de los pacientes extranjeros, ya que en ocasiones no se suele recoger este dato o directamente no tienen.

- En las distintas sesiones de diálisis que pauta cualquier médico, se establecen los turnos que debe seguir el paciente para llevarlas a cabo. En nuestro caso ficticio, los facultativos trabajan con cuatro grupos principales de turnos que son:
  - Lunes-Miércoles-Viernes por la mañana.
  - Lunes-Miércoles-Viernes por la tarde.
  - Martes-Jueves-Sábado por la mañana
  - Martes-Jueves-Sábado por la tarde.

Esto no es exclusivo de cualquier otro tipo de turnos que se puedan dar a los pacientes, como por ejemplo para aquellas personas cuyo estado esté cerca al terminal y necesiten sesiones de diálisis casi todos los días, que en estos casos el turno sería desde lunes a Sábado o aquellos que se den sesiones puntuales un día o dos. En el origen de datos, esta información de turnos se almacena en siete campos que representan los días de la semana por lo que habrá que realizar una transformación para que al final nos quede representado en dos campos de los cuales uno indica los días de la semana con las abreviaturas de los días unidas (LMX, MJS, LMXJVS) y otro campo que indica si es por la mañana tarde o noche.

- Debido a la variedad en la tecnología actual del mercado en bases de datos, se da que para el tipo de dato que representan las fechas, es necesario realizar transformaciones debido a que no todos lo representan de la misma manera.

Por lo que es necesario transformar los campos de fecha según el formato de la base de datos final, que en este caso el elegido para el modelo multidimensional es *MySQL*. Esta última tecnología almacena los datos con el formato dd/mm/yyyy hh:mm:ss por lo que habrá que convertir este formato al formato de *MySQL* que es yyyyymmdd hh:mm:ss. Este paso puede hacerse por dos componentes de *Kettle* que, o bien puede ser realizando la conversión en el objeto que consulta mediante *SQL* a la hora de extraer la información, o bien desde otro componente que realiza cálculos sobre los datos obtenidos. Para disminuir la carga de la herramienta *ETL* y minimizar el número de componentes a usar en la transformación, se realizará en el componente de consulta *SQL* penalizando levemente al origen de datos.

- Normalmente los datos de provincia y localidad de las personas son dependientes, es decir, que la localidad depende de la provincia. Por tanto será necesario que al extraer la información del origen de datos se separen las provincias y localidades manteniendo la relación entre ambas, ya que en el modelo final tanto la provincia como la localidad están almacenadas de forma individual en dos tablas de dimensiones distintas. Por otro lado, se controlará también la existencia de información duplicada, ya que en las tablas de dimensiones del modelo final se insertarán aquellos datos no duplicados que si se extraerán en la consulta *SQL*.
- De la misma manera que el paso anterior, está organizada la información con los datos del acceso vascular del paciente y el tipo de acceso. En el origen supuesto de datos existen dos tablas una para el acceso vascular, que representa el tipo de acceso vascular implantado al paciente para extraer o introducir la sangre en las distintas sesiones de diálisis, y otra tabla para mostrar el tipo de acceso que se realiza al paciente. Por tanto habrá que consultar en una única consulta *SQL*, extraer los datos para separarlos e insertarlos en dos tablas distintas en el modelo final. Por otro lado se controlará también la existencia de información duplicada.

Debido a que el objeto principal del proyecto es la implantación de un sistema de inteligencia de negocio para el Servicio de Nefrología, se han descrito todas las posibles acciones a tener en cuenta en el tratamiento de los datos, *ETL*, y se realizará la carga de cada uno de los indicadores supuesto tanto de las sesiones de hemodiálisis como de los pacientes con el fin de abarcar un mayor campo de posibilidades. En un apartado posterior, se focalizará el interés en aquellos indicadores que formen parte del cuadro de mando que se expone como ejemplo. Esto quiere decir, que en un apartado posterior donde se expliquen las múltiples posibilidades con las que se puede cumplimentar el sistema de inteligencia implantado, se expondrán varios casos con otros indicadores que deben estar definidos en estos apartados.

En cuanto a la periodicidad de extracción de los datos, se realizará un paso previo de carga de histórico en la que de forma masiva se traspasarán de un sistema a otro. Por otro lado, para las cargas de la información actualizada y con el fin de reducir la carga durante el proceso de extracción de datos, siempre se consultará la información en base a los datos del mes anterior al que se ejecute el proceso *ETL*, es decir, se requiere que la extracción de datos se ejecute de forma mensual, por lo que a principios de cada mes se extraerá la información del mes pasado. Con esto se consigue minimizar el impacto sobre la base de datos origen. Por tanto:

- Para la extracción de los datos de las sesiones de hemodiálisis, se filtrará la información por meses según el mes que se quiera analizar.
- Para la extracción de la información de las distintas dimensiones del modelo final, como por ejemplo las provincias, localidades tipos de accesos vasculares, etc, se extraerán los datos en base a los distintos valores que existan en las tablas de origen.

Seguidamente se muestra una ilustración donde se representa el trabajo realizado con la herramienta *Kettle*.

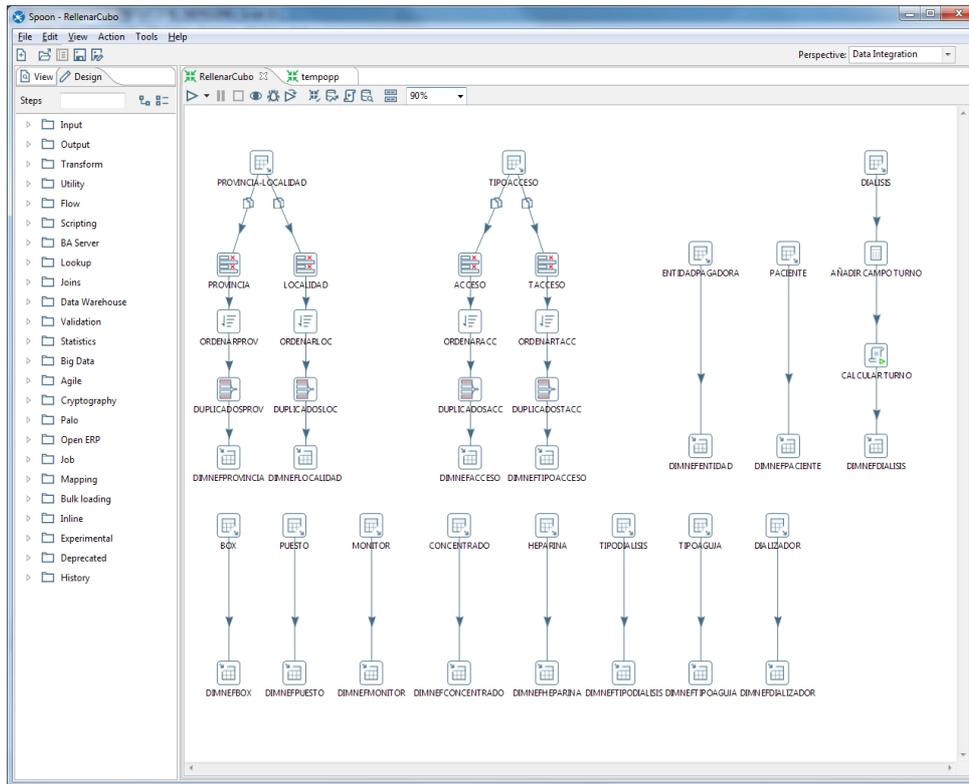


Ilustración 8: ETL Transformación

En un sistema OLAP, es bastante común encontrarse con la posibilidad de que la dimensión Tiempo esté presente, ya que por medio de ella se realizan las agrupaciones temporales de los hechos que se quieren representar, es decir, en el caso de este proyecto representa el poder mostrar la información de las sesiones de hemodiálisis agrupadas por meses, años, trimestre, etc permitiendo establecer, por ejemplo, comparativas temporales.

Es necesario prestar especial atención a esta dimensión, ya que existen varias posibilidades de implementación y no todas son las más idóneas. Partiendo de la base de que la dimensión Tiempo debe estar relacionada con la tabla de hechos mediante un campo clave con el mismo formato, no es buena práctica usar para tal caso cualquier campo fecha que exista tanto en la dimensión Tiempo como en la tabla de hechos. Es por ello, que para los sistemas de base de datos, esta manera es muy costosa en la ejecución de las consultas ralentizando su tiempo de ejecución y provocando que los informes o cuadros de mando tarden en mostrar la información. Por esto, un buen mecanismo para relacionar la tabla de hechos con la dimensión tiempo, es mediante un campo entero generalmente denominado

*idfeha*. Desde el punto de vista de la rapidez de consulta, es mejor relacionar campos numéricos que no campos con formatos de fecha. Para llevar a cabo la relación de esta manera serán necesarios los siguientes pasos:

- Rellenar la dimensión Tiempo mediante un *script* de base de datos que completará los campos de forma secuencial, generando un identificador único de registro con el valor secuencial acompañado de varios campos que representen la fecha en distintos formatos como el mes, año, trimestre, quincena, día de la semana, etc. Para el ámbito de este proyecto se eligen las agrupaciones de año, mes y día de la semana.
- El campo denominado *idfecha*, de la dimensión Tiempo, que contiene el valor secuencial, será el que se relacione con el campo de la tabla de hechos denominado igualmente *idfecha* para conseguir la relación por medio de valores enteros.
- Una vez cargados los datos, es necesario actualizar los índices de tiempo de la tabla de hechos *idfecha*, para que coincidan con los índices de la dimensión tiempo y así afianzar la relación entre tablas, mediante una consulta *SQL* sencilla:

```
update hecnefhemodialisis h set h.idfecha=(select t.idfecha from dimneftiempo t where t.fecha = h.fechainiciosesion);
```

Al crear la dimensión Tiempo de esta manera nacen nuevas posibilidades de agrupación de fechas como son por semanas, quincenas, trimestres, etc.

El segundo objetivo del proyecto abarca la posibilidad de, en lugar de depositar la información tratada en el apartado anterior, extraer los datos para exportarlos a ficheros planos con los requisitos necesarios del proyecto Cantonera, para su carga posterior en el entorno *BI* y su análisis de costes. Por lo que en primer lugar se definen los requisitos que debe cumplir el fichero de carga:

Condición	Descripción
Campos mínimos	<p>Año: Año en el que se ha realizado la actividad.</p> <p>Mes: Mes en el que se ha realizado la actividad.</p> <p>Sesión: Identificador único de la actividad.</p> <p>Nhc: Número de historia clínica del paciente.</p>
Campos complementarios	<p>Apellido01: Primer apellido del paciente.</p> <p>Apellido02: Segundo apellido del paciente.</p> <p>Fecha sesión: Fecha en la que se realiza la sesión.</p> <p>Duración: Duración en minutos de la sesión.</p> <p>Duración estimada: Duración estimada en minutos de la sesión.</p> <p>Box: Lugar donde se realiza la sesión.</p> <p>Puesto: Puesto donde se realiza.</p> <p>Monitor: Monitor que supervisa la sesión.</p> <p>Concentrado: concentrado usado en la sesión.</p> <p>Dializador: dializador usado en la sesión.</p> <p>Heparina: heparina usada en la sesión.</p> <p>Tipo hemodiálisis: Tipo de hemodiálisis realizada.</p> <p>Acceso vascular: Acceso vascular del paciente.</p> <p>Tipo de acceso: Lugar corporal donde se sitúa el acceso vascular.</p> <p>Aguja: Tipo de aguja con la que se realiza la sesión.</p> <p>Peso seco: Peso del paciente al terminar la sesión de hemodiálisis.</p> <p>Peso ganado: Peso ganado por el paciente durante la sesión de hemodiálisis.</p>

	<p>Peso entrante: Peso del paciente con el que llega a una sesión de hemodiálisis.</p> <p>Peso saliente: Peso del paciente con el que sale de la sesión.</p> <p>Peso perdido estimado: Peso que estima el médico que pierda durante la sesión.</p> <p>Peso aportado: peso que ha ganado durante la sesión.</p> <p>Peso incrementado: Peso añadido desde la última sesión y antes de la nueva sesión.</p> <p>Sisto Pie: Medida en el pie de la sístole antes de la sesión.</p> <p>Sisto Pie Fin: Medida en el pie de la sístole al terminar la sesión.</p> <p>Diasto Pie: Medida en el pie diastólica antes de la sesión.</p> <p>Diasto Pie Fin: Medida en el pie d diastólica al terminar la sesión.</p> <p>Glucemia Capilar: Medida de la glucemia capilar antes de la sesión.</p> <p>Glucemia Capilar Fin: Medida de la glucemia capilar al terminar la sesión.</p> <p>Pulso pie: Pulso en el pie antes de la sesión.</p> <p>Pulso pie Fin: Pulso en el pie al terminar la sesión.</p> <p>Balanceador: Diferencia de peso del paciente entre las sesiones.</p> <p>Talla: Talla del paciente.</p> <p>Flujo Sanguíneo: Flujo del paciente antes de la sesión.</p> <p>Volumen pautado: Volumen de sangre pautado de extracción para la sesión.</p>
--	---

	<p>KTV: medida del ktv de la sesión.</p> <p>Volcializado: Volumen dializado en la sesión.</p> <p>Volmaximo: Volumen máximo que se puede extraer en la sesión.</p> <p>Volumen Míni plasmático: Volumen mínimo plasmático de la sesión.</p>
Carácter separación	Tubería ( )

El detalle de los campos se encuentra en el fichero anexo llamado “*Proyecto\_ExportarDatos\_v40.ktr*”.

Para llevar a cabo la transformación se han usado los siguientes componentes:

Componente	Descripción
Table input	Permite realizar consultas a base de datos y se usa para obtener los datos de la actividad asistencial.
Calculator	Necesario para crear un nuevo campo de turno calculado.
Script Values / Mod	Se usa para según los datos de origen cumplimentar la información de turnos según el formato especificado.
Text file output	Se usa para exportar la información tratada a un fichero plano.

En la siguiente ilustración se muestra el trabajo realizado:

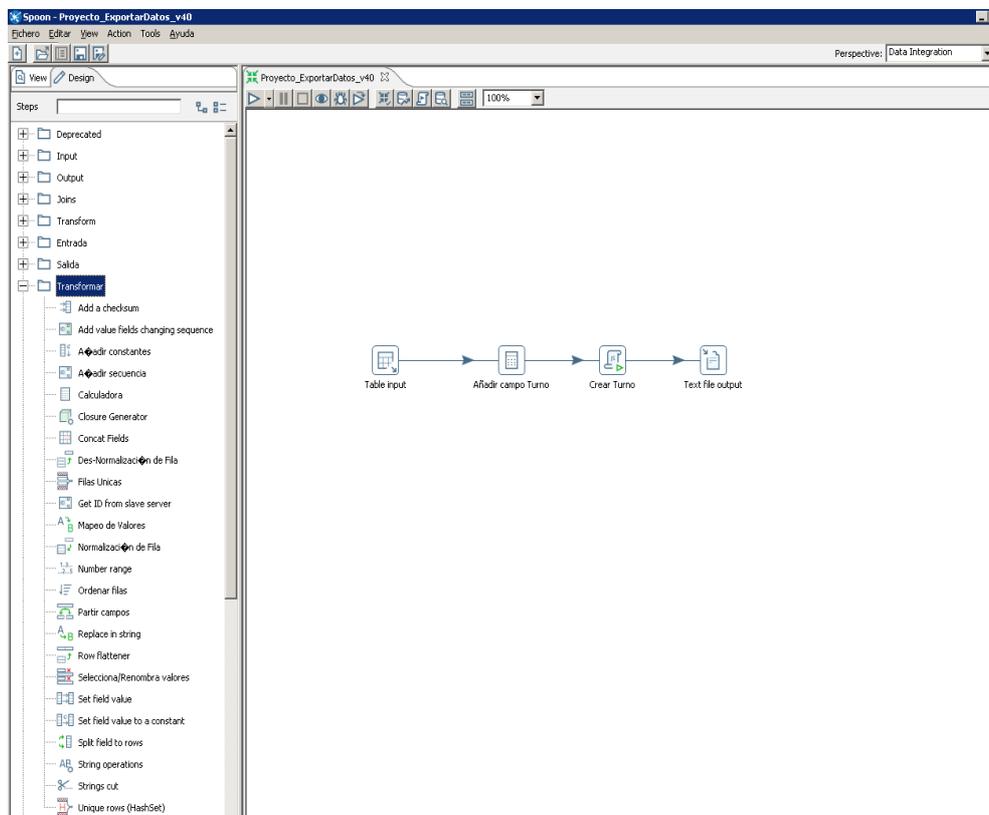


Ilustración 9: Kettle: Exportar a fichero

En la siguiente ilustración se muestra el resultado del fichero obtenido:

	Año	Mes	Nhc	Nombre	PrimerApellido	SegundoApellido	Sesion	Fecha	DuracionSesion	DuracionEstimada	BOX	Puesto	Monitor	concentradoSesion	dializador	heparina	T					
1	2016	12	111111	XXXX1	YYYYYY1	ZZZZ1	121	01112004	13:00:00	205	220	GENERAL	Puesto01	GAMBRO	AK-100	Concentrado	3A4	CE/ISO 13485	flujo	Bajo/Alto	CLEXANE	Bajo
2	2016	12	222222	XXXX2	YYYYYY2	ZZZZ1	122	02112004	12:59:00	170	220	GENERAL	Puesto02	GAMBRO	AK-100	Concentrado	3A4	CE/ISO 13485	flujo	Bajo/Alto	CLEXANE	Bajo
3	2016	12	333333	XXXX3	YYYYYY3	ZZZZ1	123	03112004	13:27:00	266	220	AISLAMIENTO	Puesto03	GAMBRO	AK-100	Concentrado	3A4	CE/ISO 13485	flujo	Bajo/Alto	CLEXANE	H

Ilustración 10: Fichero de exportación

## 2.4 Modelado multidimensional

La manera de representar la estructura del modelo final multidimensional es mediante un fichero XML, que muestra las relaciones entre las dimensiones y la tabla de hechos para que la plataforma final de análisis sepa representar la información.

La misión del esquema, no es otra que replicar el modelo conceptual final para establecer las metas que se quieren conseguir y adaptar la información que se obtiene del almacén de datos de la aplicación al de la actividad asistencial a representar.

Para esta fase, se usará la herramienta llamada *Schema Workbench CE de Pentaho* que permitirá tanto la creación de esquemas, cubos, dimensiones como de medidas. Tal y como se definió en el apartado 2.3 se realiza un esquema en forma de copo de nieve, ya que mediante uno en forma de estrella no hubiera sido posible almacenar la información, tanto de las sesiones de hemodiálisis como de los pacientes sin que hubiera habido redundancia de datos.

La manera de leer esta estructura y obtener la información es mediante las llamadas consultas *MDX*, que son consultas de expresiones multidimensionales al igual que el lenguaje *SQL*, es el mecanismo para extraer la información de bases de datos relacionales.

Una vez ejecutada la aplicación, se deberá inicialmente crear una conexión con la base de datos *MySQL* donde se almacenará el modelo final para que la herramienta sea capaz de acceder a sus tablas y columnas.

En primer lugar se creará un nuevo esquema, que contendrá el modelo lógico para las consultas *MDX*, para seguidamente crear un cubo. Dicho cubo, estará compuesto de la tabla de hechos junto con las distintas dimensiones y medidas.

A continuación se detallan las características de la tabla de hechos:

Hechos	Características
Hemodialisis	Tabla: hecnefhemodialisis
	Clave: idhemodialisis

Es necesario prestar atención a la granularidad de las dimensiones, ya que ésta determinará el grado de profundidad de la misma, es decir, interesará más o menos una granularidad más fina si se quiere obtener un mayor detalle de la dimensión.

Una última característica de las dimensiones es la jerarquía, ya que gracias a ella se obtendrá más información o menos sobre las características de los hechos.

A continuación se detallan las características de las dimensiones:

<b>Dimensión</b>	<b>Características</b>
Concentrado	Tabla: dimnefconcentrado Clave: idconcentrado Jerarquía: descripcion
Puesto	Tabla: dimnefpuesto Clave: idpuesto Jerarquía: descripcion
TipoAcceso	Tabla: dimneftipoacceso Clave: idtipoacceso Jerarquía: descripcion
Monitor	Tabla: dimnefmonitor Clave: idmonitor Jerarquía: descripcion
Aguja	Tabla: dimneftipoaguja Clave: idtipoaguja Jerarquía: descripcion
TipoDialisis	Tabla: dimneftipodialisis Clave: idtipodialisis Jerarquía: descripcion
Heparina	Tabla: dimnefheparina Clave: idheparina

	Jerarquía: descripción
Dializador	Tabla: dimnefdializador Clave: iddializador Jerarquía: descripción
Box	Tabla: dimnefbox Clave: idbox Jerarquía: descripción
Acceso	Tabla: dimnefaccessos Clave: idaccessos Jerarquía: descripción
Paciente	Tabla: dimnefpaciente Clave: idpaciente Jerarquía: descripción Granularidad: NHC, Nombre
Sexo	Tabla: dimnefsexo Clave: idsexo Jerarquía: descripción Join: Paciente
EstadoCivil	Tabla: dimnefestadocivil Clave: idestadocivil Jerarquía: descripción Join: Paciente
EntidadPagadora	Tabla: dimnefentidadpagadora Clave: identidadpagadora

	Jerarquía: descripcion Join: Paciente
Localidad	Tabla: dimneflocalidad Clave: idlocalidad Jerarquía: descripcion Join: Paciente
Provincia	Tabla: dimnefprovincia Clave: idprovincia Jerarquía: descripcion Join: Paciente
Raza	Tabla: dimnefrazas Clave: idrazas Jerarquía: descripcion Join: Paciente
Tiempo	Tabla: dimneftiempo Clave: idfecha Jerarquía: Año Granularidad: Mes,DiaSemana, DiaNumero, DiaCompleto

Finalmente sólo queda definir las medidas que contendrá el cubo. Una medida representa un valor cuantificable que define al hecho en estudio, es decir, en nuestro caso es la cantidad de sesiones de hemodiálisis de un paciente.

A continuación se detallan las características de las medidas:

Hechos	Características
DuracionMedia	Agregador: Media Campo: duracionesion
DuracionMinima	Agregador: Min Campo: duracionesion
DuracionMaxima	Agregador: Max Campo: duracionesion
PesoSeco	Agregador: Media Campo: peso seco
Peso Predialisis Entrada	Agregador: Media Campo: peso entrada
Peso Salida	Agregador: Media Campo: peso salida
Peso Ganancia	Agregador: Media Campo: peso ganancia
Peso Balance	Agregador: Media Campo: balance
DiastoPie	Agregador: Media Campo: diastolicapie
DiastoPieFin	Agregador: Media Campo: diastolicapieFin
GlucemiaCapilar	Agregador: Media Campo: GlucemiaCapilarMedia
GlucemiaCapilarPost	Agregador: Media Campo: GlucemiaCapilarPostdMedia

Ktv	Agregador: Media Campo: ktv
Ktvintegrado	Agregador: Media Campo: ktvintegrado
Pesoperdidaestimanda	Agregador: Media Campo: perdidaestimada
Pulsopie	Agregador: Media Campo: pulsopie
PulsopiePost	Agregador: Media Campo: pulsopiepost
SistolePie	Agregador: Media Campo: sistolepie
SistolePiePost	Agregador: Media Campo: sistolepiepost
Sesiones	Agregador: Distinct Count Campo: idhemodialisis
Volumen Critico	Agregador: Media Campo: volumencritico
Volumendializado	Agregador: Media Campo: volumendializado
Volumen MinimoPlasmatico	Agregador: Media Campo: volumenminimoplasmatico
DuracionPrescritaMin	Agregador: Min Campo: duracionprescrita
DuracionPrescritaMax	Agregador: Max Campo: duracionprescrita

DuracionPrescrita	Agregador: Media Campo: duracionprescrita
Pacientes	Agregador: Distinct Count Campo: idpaciente

Finalmente en la siguiente ilustración queda reflejada la estructura final del modelo, donde en la parte izquierda se refleja a modo jerárquico el nuevo esquema seguido del cubo compuesto por la tabla de hechos, dimensiones y medidas.

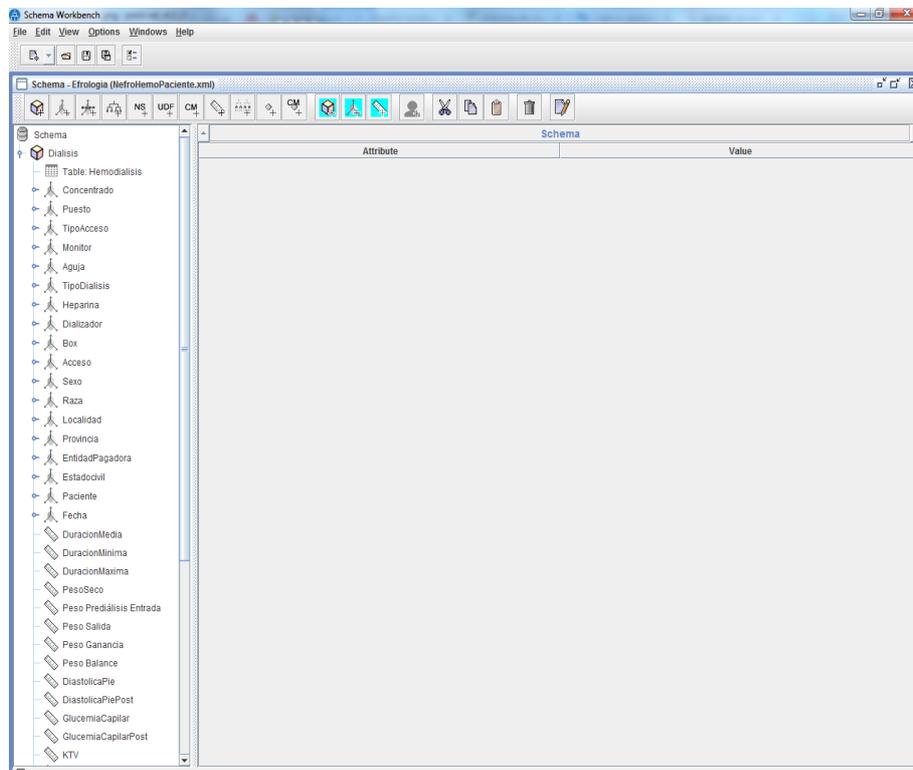


Ilustración 11: Esquema Dimensiones,

## 2.5 Almacenamiento: estructura física

Para albergar los datos que conformarán la información analítica es necesario crear un Data warehouse o almacén de datos, que no es más que una base de datos, generalmente

relacional, orientando los elementos que la componen hacia un mismo evento o hecho cuya funcionalidad es contener datos útiles para las organizaciones.

Dentro de estas bases de datos, la información puede estar contenida en forma de cubo multidimensional, es decir, cada cara del cubo contendrá una entidad o dimensión de la realidad que se quiere representar. Estos cubos multidimensionales son creados principalmente para dar soporte a aplicaciones *OLAP*, cuya misión principal es dar rapidez de respuestas a las consultas analíticas realizadas sobre grandes cantidades de datos. Dichas bases de datos están constituidas por tres elementos principales que son:

- Hechos:

Objetos que representan el centro del análisis que se quiere realizar. Generalmente están formadas por claves únicas para dar mayor rapidez a las consultas.

- Dimensiones:

Objetos que representan las características de la tabla de hecho. Están relacionadas con la tabla de hechos por sus claves únicas.

- Medidas:

Representan los datos que se quieren analizar y forman parte de la tabla de hechos, es decir, son valores cuantificables de los hechos a estudiar.

En relación a la estructura de los datos contenidos, se suelen agrupar en dos esquemas principales que son:

- Esquema en estrella: Representa el modelo más sencillo y se construye en base a una única tabla de hechos y una o varias tablas de dimensiones. La tabla de hechos estará compuesta por distintas columnas que representan las medidas, y el resto de columnas serán claves ajenas con las que se relacionarán las demás tablas de dimensiones. Es necesario destacar que este modelo alberga datos redundantes, sin normalizar, ya que lo que se prima es optimizar el

tiempo de respuesta de la base de datos para ofrecer la información al usuario lo más deprisa posible.

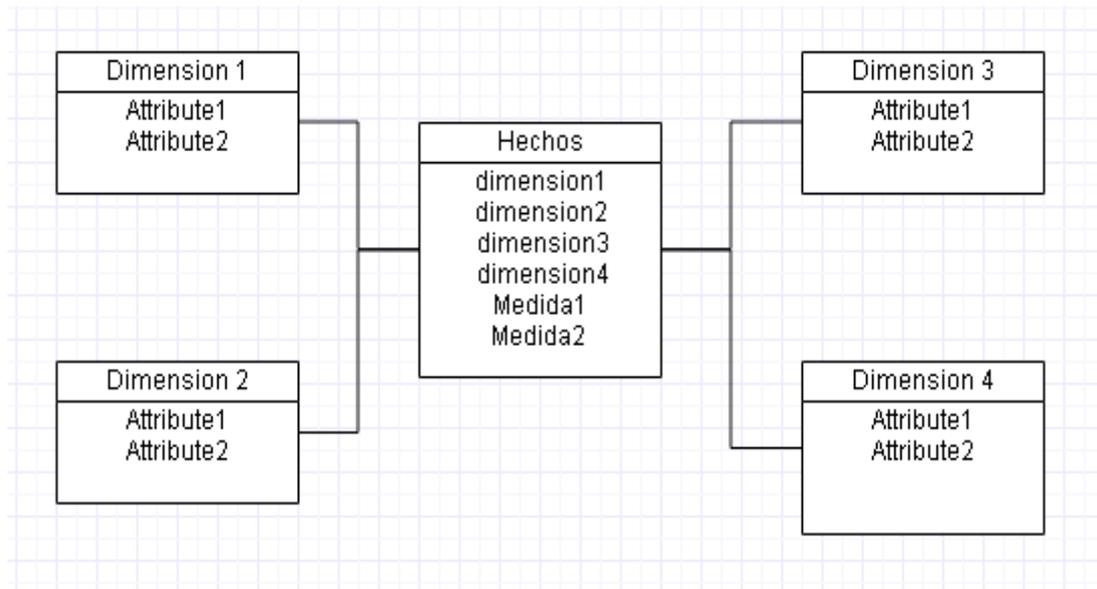


Ilustración 12: Esquema estrella

- Esquema en copo de nieve: Representa una estructura más compleja que el esquema en estrella ya que, en ocasiones, las tablas de dimensiones se relacionan entre si con el fin de normalizar la información y reducir el espacio de almacenamiento eliminando la redundancia producida por el esquema en estrella. Es necesario resaltar que tienen una peor rapidez de respuesta debido a que contienen más dimensiones y relaciones entre ellas.

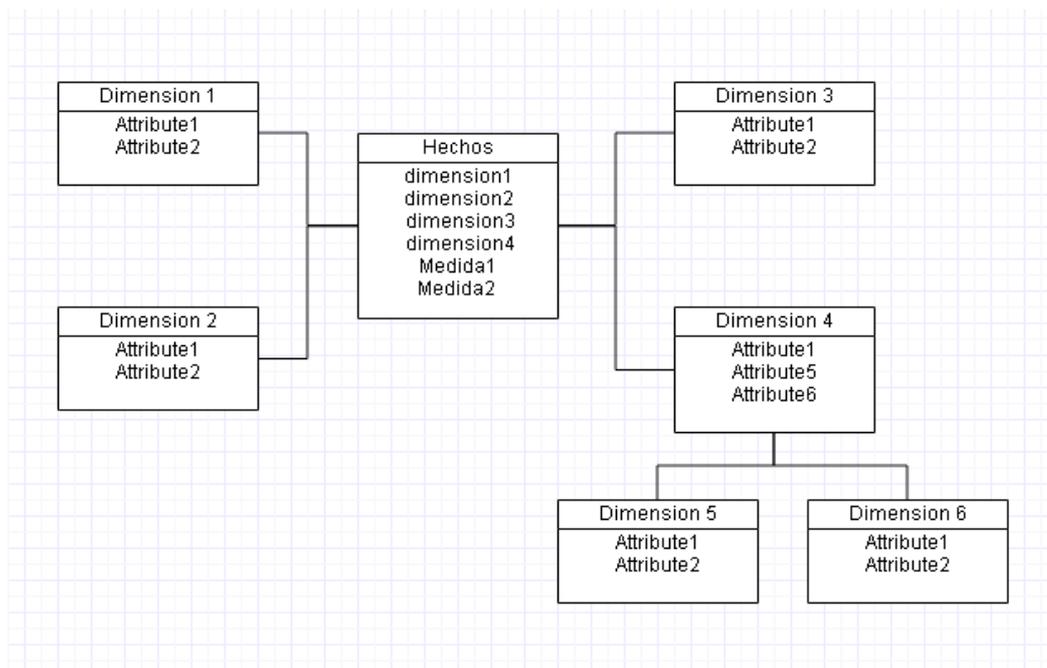


Ilustración 13: Esquema copo de nieve

Como se mostró en el apartado anterior, donde se representa el modelo conceptual, se quiere mostrar la información de los pacientes asociada a sus sesiones de hemodiálisis y no sólo los datos de éstas separados de los pacientes.

En los casos que se quiera hacer un cuadro de mando o informes donde mostrar información de pacientes y sesiones, como por ejemplo, un estudio de los pacientes dializados en un mes agrupados por zonas geográficas o por raza, será necesario acceder a los datos tanto de las sesiones como de los pacientes, por lo que será necesario un esquema en forma de copo de nieve donde los atributos de los pacientes sean accesibles desde la relación de sesiones de hemodiálisis con pacientes. Dentro del objetivo principal del proyecto está la creación de un cuadro de mandos con distintos indicadores sobre las sesiones y sobre los pacientes. Ésto se detallará en los apartados posteriores. Por tanto, el esquema a representar es el siguiente:

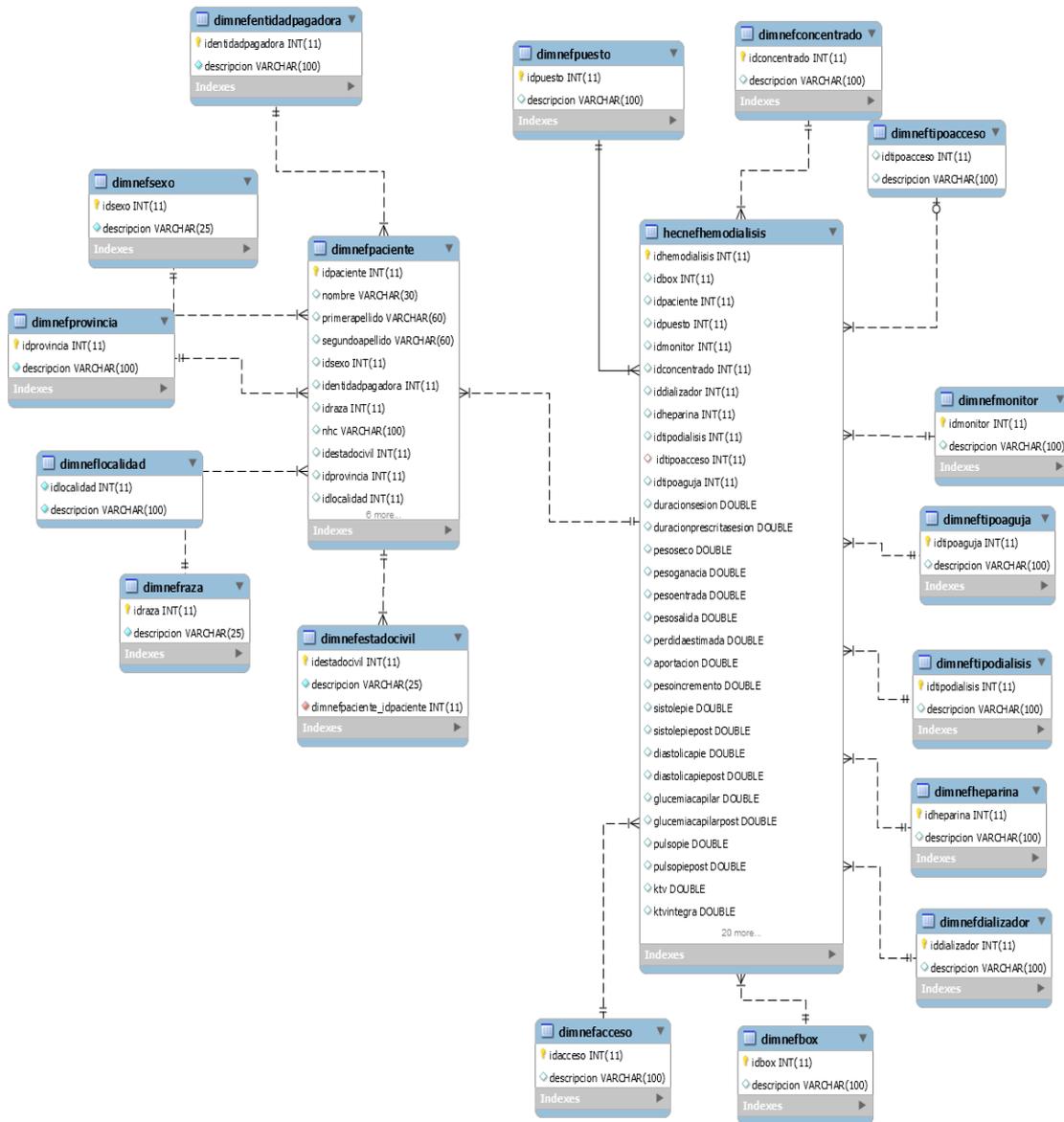


Ilustración 14: Esquema físico-copo de nieve

Como se aprecia en la imagen, la información queda contenida en la parte izquierda del esquema con los atributos de los pacientes, y en la parte derecha con los de las sesiones de hemodiálisis, y todo relacionado por medio de la tabla de hechos denominada hecnefhemodialisis con la dimensión dimnefpaciente.

## 2.6 Explotación: interfaz de visualización

Para la visualización de los datos y análisis de la información, *Pentaho* ofrece una herramienta denominada *Pentaho BI Server CE*, que es una plataforma de código abierto, que permite la creación de informes y cuadros de mando analíticos. Esta plataforma ha tenido una gran acogida entre la comunidad ya que ofrece una alta capacidad de integración con aplicaciones de terceros e incluso con componentes desarrollados especialmente para ella. A continuación, se detallan los componentes fundamentales que se usarán para el desarrollo del cuadro de mandos:

- *Marketplace*: mediante el cual es posible instalar en el entorno componentes de terceros que mejoran la usabilidad del sistema. Representa un sitio unificado desde el cual se puede acceder y gestionar todos los componentes de la plataforma de una manera visual. Simplemente a golpes de ratón se podrán añadir o eliminar las distintas funcionalidades que los componentes nos ofrecen.

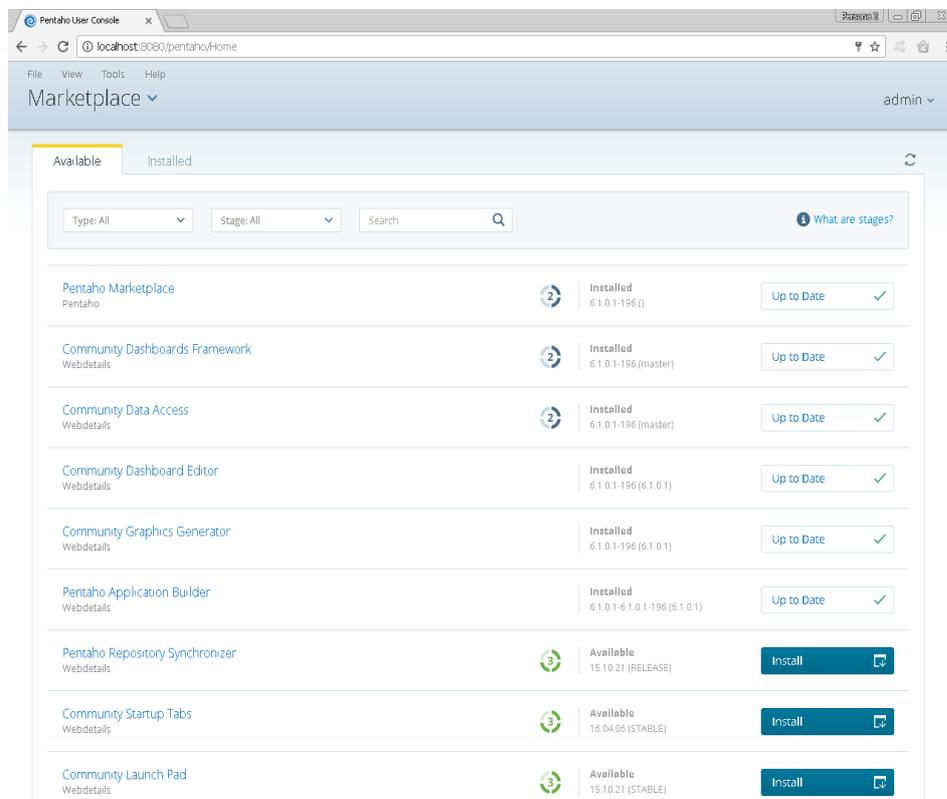


Ilustración 15: MarketPlace

- Saiku Analytics - Consultas: un componente principal es el desarrollado por la empresa Meteorite.bi denominado Saiku Analytics, que no es más que un visor OLAP realmente potente que convierte la experiencia de usuario en unos simples golpes de ratón. Saiku ofrece la posibilidad de conectarse a un esquema Mondrian, interpretar su estructura para que de una forma visual, *drag and drop*, seamos capaces de explotar los datos del esquema y convertirlos en información. De esta manera el componente realizará de forma dinámica las consultas en lenguaje MDX, capaces de extraer la información del almacén de datos sin siquiera tener idea alguna de la estructura de consultas multidimensionales.

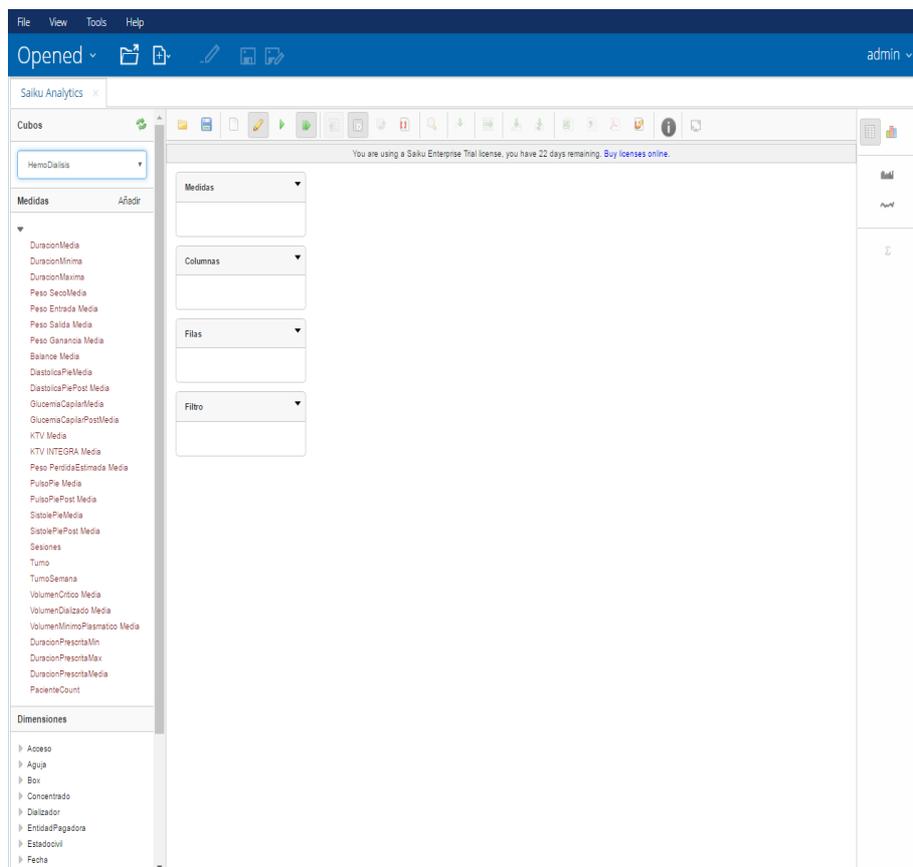


Ilustración 16: Componente Saiku

- Saiku Analytics – Cuadro de Mandos: una segunda funcionalidad de Saiku es la posibilidad de crear cuadros de mando a partir de consultas realizadas previamente. Por medio del asistente de cuadros de mando, se permite la funcionalidad de elegir los tipos de marcos que compondrán el cuadro final y asignarle a cada uno una consulta guardada. De esta manera, la creación de cuadros de mandos es apta para cualquier usuario tanto técnico como funcional, dando la total independencia al personal sanitario del técnico.

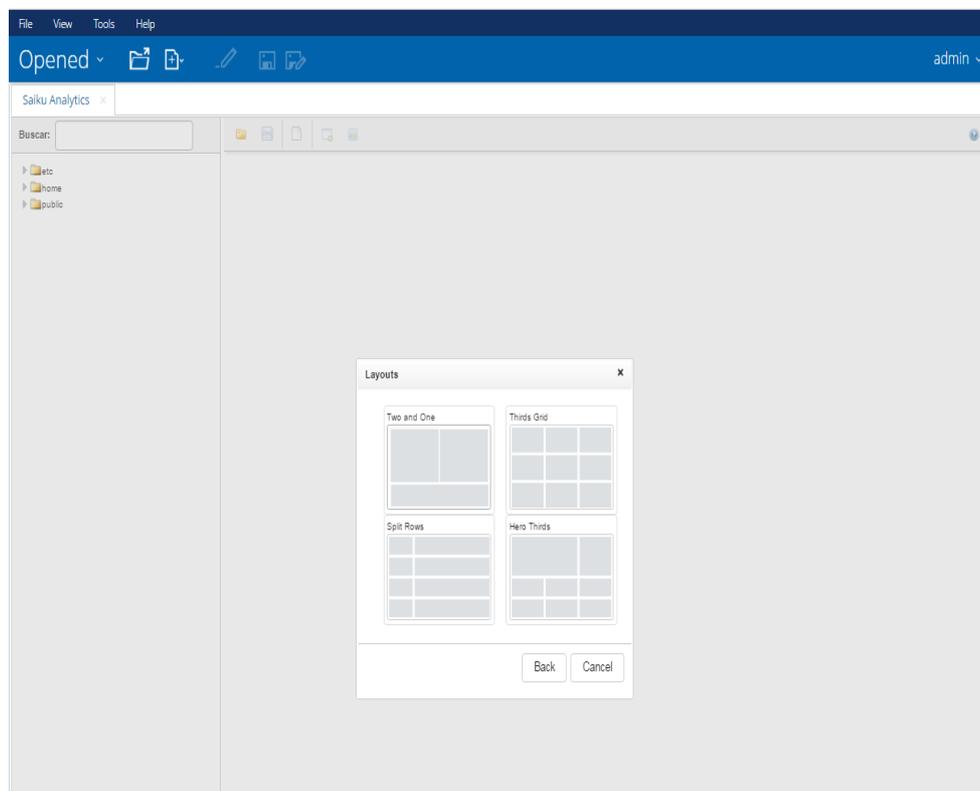


Ilustración 17: Saiku - Cuadro de mandos

Una vez definidos los componentes de Pentaho que se usarán, el siguiente paso es establecer los indicadores o *KPI's* que formarán parte del cuadro de mandos. Los indicadores representan valores cuantificables indispensables para el seguimiento y control de la marcha del negocio, es decir, mediante la continua visualización de las medidas seleccionadas se podrá identificar y definir el desarrollo de la actividad del Servicio. De igual forma, gracias a estos indicadores es posible establecer líneas temporales de actividad para compararlas y

obtener respuestas a posibles alertas estacionarias. La elección de estos valores es un paso crítico para el proyecto ya que reflejarán el resultado del trabajo realizado hasta ahora y para su decisión nos apoyaremos en ciertas características que deben cumplir y son:

- **Específicos:** deben ser lo más concreto posibles evitando generalidades que puedan inducir a diversas interpretaciones.
- **Medibles:** para poder sacar conclusiones y valorar si se cumplen o no los objetivos marcados es necesario que se puedan medir. Mediante la comparación de valores medibles se confirma la correcta o no marcha del negocio.
- **Alcanzables:** en ocasiones es habitual encontrarse con la definición de retos muy grandes y difíciles de conseguir provocando el efecto contrario al propósito inicial. Se deben conseguir los indicadores propuestos.
- **Realistas:** establecer indicadores que se alejan de la realidad del negocio es perseguir objetivos ficticios por lo que acercarse lo más posible a la realidad asegurará su cumplimiento.
- **Acotados en tiempo:** deben estar definidos entre un plazo de límite temporal.

En base a esto, los indicadores que formarán el cuadro de mando serán:

Nombre	Valor	Descripción
KTV Media	Media del valor KT/V	La finalidad de medir la cantidad de diálisis, es definir la totalidad de sesiones realizadas a los pacientes para maximizar la funcionalidad de depuración de su sangre y de esta manera alargar la vida. Con este indicador se mide la dosis de diálisis realizada, es decir, mide la depuración en cada sesión. La "K" representa la cantidad eliminada de la urea y otros desechos, la "T" indica el tiempo necesario para realizar el tratamiento y la "V" refleja el volumen de líquido que tiene el paciente en su cuerpo. Se considera adecuado pautar la consecución de

		un índice KT/V de 1,3 para que finalmente se obtenga un valor de 1,2. Por tanto reflejar este valor será clave para indicar la buena marcha de las sesiones o identificar posibles alertas.
DuraciónMínima	Valor mínimo del tiempo de duración de las sesiones	Un factor clave que influye en la calidad de las sesiones es la duración de las mismas según el tipo de diálisis a dar al paciente. Por tanto, dependiendo del tipo de paciente (crónicos ,no crónicos) la duración de las distintas sesiones de hemodiálisis variará según unas tablas estimadas. Obtener los datos de la duración mínima, máxima y media será un valor clave para identificar posibles alertas.
DuraciónMáxima	Valor máximo del tiempo de duración de las sesiones	Al igual que el valor anterior, será crítico establecer la duración máxima de las sesiones para definir el rango superior en tiempo de la duración.
DuraciónMedia	Valor medio del tiempo de duración de las sesiones	Como dato de referencia será necesario mostrar los valores medios de duración de las sesiones para poder ayudar al médico en el control de posibles desviaciones.
Sesiones	Valor total de sesiones	Por un lado es habitual que los médicos pauten sesiones de hemodiálisis a los pacientes no crónicos una media de 3 o 4 por semana por lo que al mes representan, como valor genérico, una totalidad de 13 sesiones. Por otro lado

		<p>hay que tener en cuenta que el personal que realiza las sesiones son enfermeros que sufren una alta tasa de rotación en turnos por lo que llevar el control de la totalidad de sesiones de todos los pacientes en un mes es inviable. Por tanto se vuelve en un indicador clave la cantidad de sesiones de los pacientes agrupadas por meses. De esta manera se podrán observar las posibles alertas individualizadas por paciente.</p>
Pacientes	Valor total	<p>Poder valorar el valor del peso corporal con el que los pacientes terminan las sesiones es de vital importancia, ya que indicará si se cumplen los pronósticos pautados por el médico.</p>

Como acto previo a finalizar, es necesario realizar la implementación de todos los pasos definidos hasta ahora y para ello se sigue el siguiente guión:

- Importar el esquema multidimensional, que representa el cubo, mediante la opción de publicar de la aplicación Schema Workbench con el servidor de Pentaho iniciado.
- Desde el servidor de Pentaho se crean 3 consultas con sus respectivas visualizaciones como tabla de datos y en gráfica.

<b>Consulta 1</b>	Medias de KT/v de los pacientes según el tipo de hemodiálisis y por meses.
<b>Descripción</b>	Indicadores del KT/v medio mensual de los pacientes según el tipo de hemodiálisis realizada. Mediante este indicador se evalúa la calidad de las sesiones de hemodiálisis con el fin de alargar la vida del paciente.
<b>Consulta MDX</b>	<pre> WITH SET [~COLUMNS] AS     {[TipoDialisis].[TipoDialisis].Members} SET [~ROWS] AS     {[Fecha].[Mes].Members} SELECT NON EMPTY CrossJoin([~COLUMNS], {[Measures].[KTV]}) ON COLUMNS, NON EMPTY [~ROWS] ON ROWS FROM [Dialisis]</pre>

Resultado

File View Tools Help

Opened admin

Saiku Analytics x Saiku Analytics (2) x Saiku Analytics (3) x

HemoDialisis

You are using a Saiku Enterprise Trial license, you have 18 days remaining. [Buy licenses online.](#)

Información: 10:09 / 4 x 4 / 0.01s

**Medidas** Añadir

- DuracionMedia
- DuracionMinima
- DuracionMaxima
- Peso SeoMedia
- Peso Entrada Media
- Peso Salida Media
- Peso Ganancia Media
- Balance Media
- DiastolicaPieMedia
- DiastolicaPiePost Media
- GlucemiaCapilarMedia
- GlucemiaCapilarPostMedia
- KTV Media
- KTV INTEGRAL Media
- Peso PerdidaEstimada Media
- PulsoPie Media
- PulsoPiePost Media
- SistolePieMedia
- SistolePiePost Media
- Sesiones
- Turno
- TurnoSemana
- VolumenCritico Media
- VolumenDializado Media
- VolumenMinimoPlasmatico Media
- DuracionPresortiaMin
- DuracionPresortiaMax
- DuracionPresortiaMedia
- PacienteCount

**Dimensiones**

- Acceso
- Aguja
- Box
- Concentrado
- Dializador
- EntidadPagadora
- EstadoCivil
- Fecha
  - (All)
  - Mes
  -

**Medidas**

KTV Media

	HD - Alto Flujo	HD - Bajo Flujo	HDF - En línea
Mes	KTV Media	KTV Media	KTV Media
Noviembre	1,3	1,14	1,48
Octubre	1,218	1,161	1,492

**Columnas**

TipoDialisis

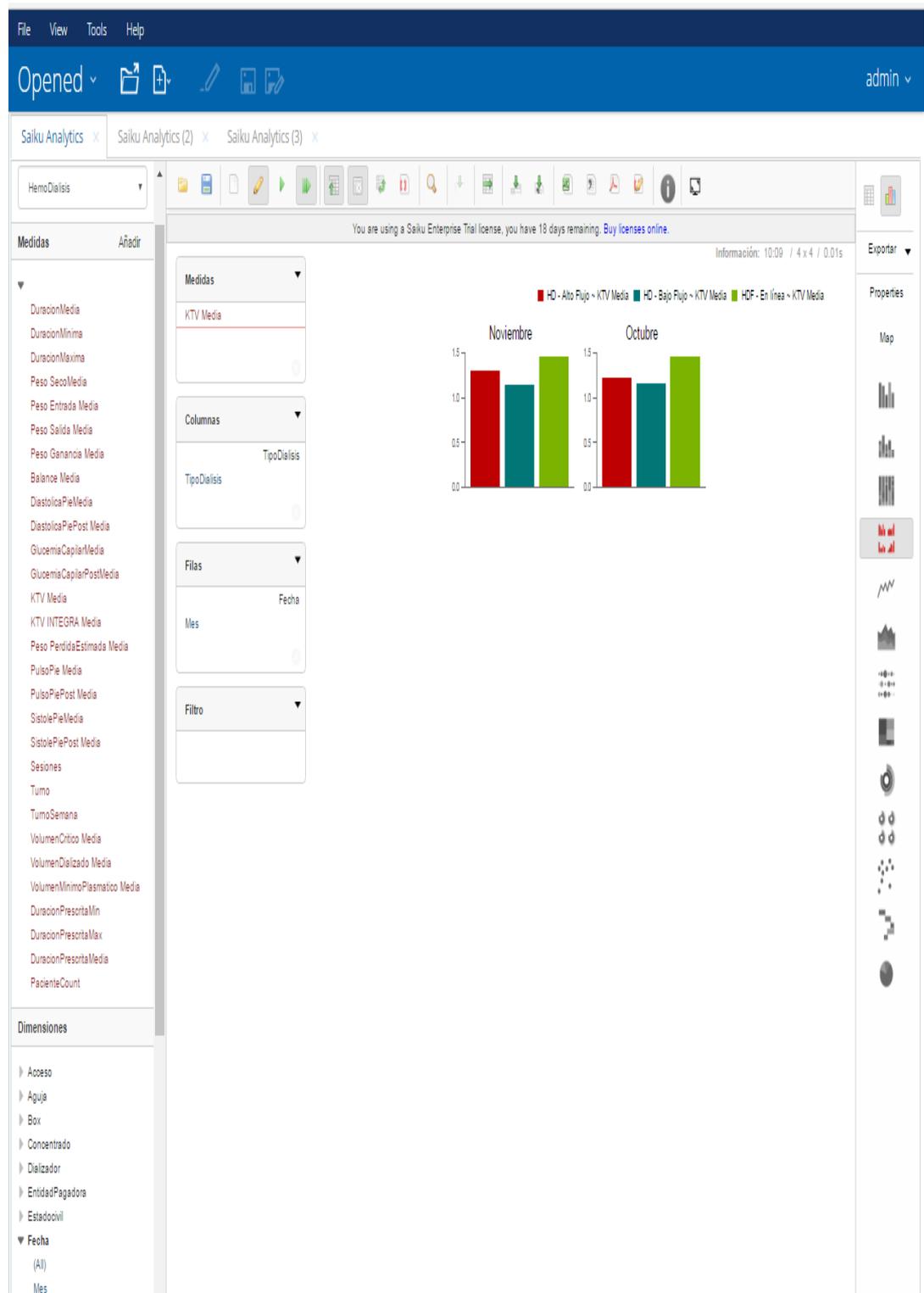
**Filas**

Fecha

Mes

**Filtro**

Resultado gráfico



<b>Consulta 2</b>	Distintos tiempos de duración de sesiones de hemodiálisis según tipo por meses.
<b>Descripción</b>	Indicadores del tiempo mínimo, medio y máximo en minutos de las distintas sesiones de hemodiálisis.
<b>Consulta MDX</b>	<pre> WITH SET [~ROWS_TipoDialisis_TipoDialisis.TipoDialisis] AS     {[TipoDialisis].[TipoDialisis].Members} SET [~ROWS_Fecha_Fecha.Fecha] AS     {[Fecha].[Mes].Members} SELECT NON EMPTY {[Measures].[DuracionMinima], [Measures].[DuracionMedia], [Measures].[DuracionMaxima]} ON COLUMNS, NON EMPTY NonEmptyCrossJoin([~ROWS_TipoDialisis_TipoDialisis.TipoDialisis], [~ROWS_Fecha_Fecha.Fecha]) ON ROWS FROM [Dialisis]                     </pre>

Resultado

File View Tools Help
admin ▾

Opened ▾
📄
✎
📄
📄
admin ▾

Saiku Analytics x
Saiku Analytics (2) x
Saiku Analytics (3) x

Cubos
You are using a Saiku Enterprise Trial license, you have 18 days remaining. [Buy licenses online.](#)
Información: 09:31 / 5 x 7 / 0.04s

HemoDialisis ▾

Medidas Añadir

- ▼
- DuracionMedia
- DuracionMinima
- DuracionMaxima
- Peso SecoMedia
- Peso Entrada Media
- Peso Salida Media
- Peso Ganancia Media
- Balanco Media
- DiastolicaPieMedia
- DiastolicaPiePost Media
- GlucemiaCapilarMedia
- GlucemiaCapilarPostMedia
- KTV Media
- KTV INTEGRAL Media
- Peso PerdidaEstimada Media
- PulsoPie Media
- PulsoPiePost Media
- SistolePieMedia
- SistolePiePost Media
- Sesiones
- Turno
- TurnoSemana
- VolumenCritico Media
- VolumenDializado Media
- VolumenMinimoPlasmatico Media
- DuracionPresortaMin
- DuracionPresortaMax
- DuracionPresortaMedia
- PacienteCount

Dimensiones

- ▶ Acceso
- ▶ Aguja
- ▶ Box
- ▶ Concentrado
- ▶ Dializador
- ▶ EntidadPagadora
- ▶ Estadooivil
- ▼ Fecha

Medidas ▾

TipoDialisis	Mes	DuracionMinima	DuracionMedia	DuracionMaxima
HD - Alto Flujo	Noviembre	40	224.894	295
	Octubre	143	224.009	295
HD - Bajo Flujo	Noviembre	0	206.238	272
	Octubre	22	207.067	282
HDF - En línea	Noviembre	45	234.379	298
	Octubre	98	235.551	297

Columnas ▾

Filas ▾

- TipoDialisis
- TipoDialisis
- Fecha
- Mes

Filtro ▾

Resultado gráfico



<b>Consulta 3</b>	Totalidad de pacientes según provincia y localidad por años y meses.
<b>Descripción</b>	Se muestran a los pacientes según su zona geográfica con la posibilidad de determinar factores que afecten en su vida cotidiana y ayuden a modificar los parámetros que conforman las sesiones.
<b>Consulta MDX</b>	<pre> WITH SET [~COLUMNS] AS     Hierarchize({{[Fecha].[Mes].Members}, {[Fecha].[Año].Members}}) SET [~ROWS_Provincia_Provincia.PROVINCIA] AS     {[Provincia.PROVINCIA].[Provincia].Members} SET [~ROWS_Localidad_Localidad.LOCALIDAD] AS     {[Localidad.LOCALIDAD].[Localidad].Members} SELECT NON EMPTY CrossJoin([~COLUMNS], {[Measures].[PacienteTotal]}) ON COLUMNS, NON EMPTY NonEmptyCrossJoin([~ROWS_Provincia_Provincia.PROVINCIA], [~ROWS_Localidad_Localidad.LOCALIDAD]) ON ROWS FROM [Dialisis]         </pre>

Resultado

File View Tools Help

Opened admin

Saiku Analytics x Saiku Analytics (2) x Saiku Analytics (3) x

Cubos

HemoDialisis

Medidas Añadir

Medidas

PacienteCount

Columnas

Fecha

Mes

Año

Filas

PROVINCIA

Provincia

LOCALIDAD

Localidad

Filtro

Información: 10:13 / 4 x 24 / 0.09s

Provincia	Localidad	Noviembre	Octubre
		2018	2018
PALMAS,LAS	TELDE	8	8
	AGUIMES	2	2
	ANTIGUA	1	-
	ARGUINEGUIN	2	1
	CARRIZAL	1	1
	CASTILLO DEL ROMERAL	1	1
	CRUCE DE ARINAGA	1	1
	DOCTORAL	1	1
	FUERTEVENTURA	1	-
	INGENIO	7	8
	JINAMAR	2	1
	LAS PALMAS DE GRAN CANARIA	8	7
	MARZAGAN	1	-
	MASPALOMAS	4	2
	MOGÁN	1	1
	PLAYA DE INGLES	1	-
	PTO. DE ROSARIO, FUERTEVENTURA,	2	-
	SAN BARTOLOME DE TIRAJANA	-	3
	SANTA BRIGIDA	1	1
	TELDE	10	10
	VECINDARIO	13	16

Dimensiones

- Acceso
- Aguja
- Box
- Concentrado
- Dializador
- EntidadPagadora
  - (All)
  - EntidadPagadora



Finalmente resta la creación del cuadro de mandos mediante la combinación de los tres indicadores definidos, y para ello con la ayuda de la opción de creación de cuadros de mando del componente Saiku simplemente se arrastran los distintos componentes como se muestra en la siguiente imagen.

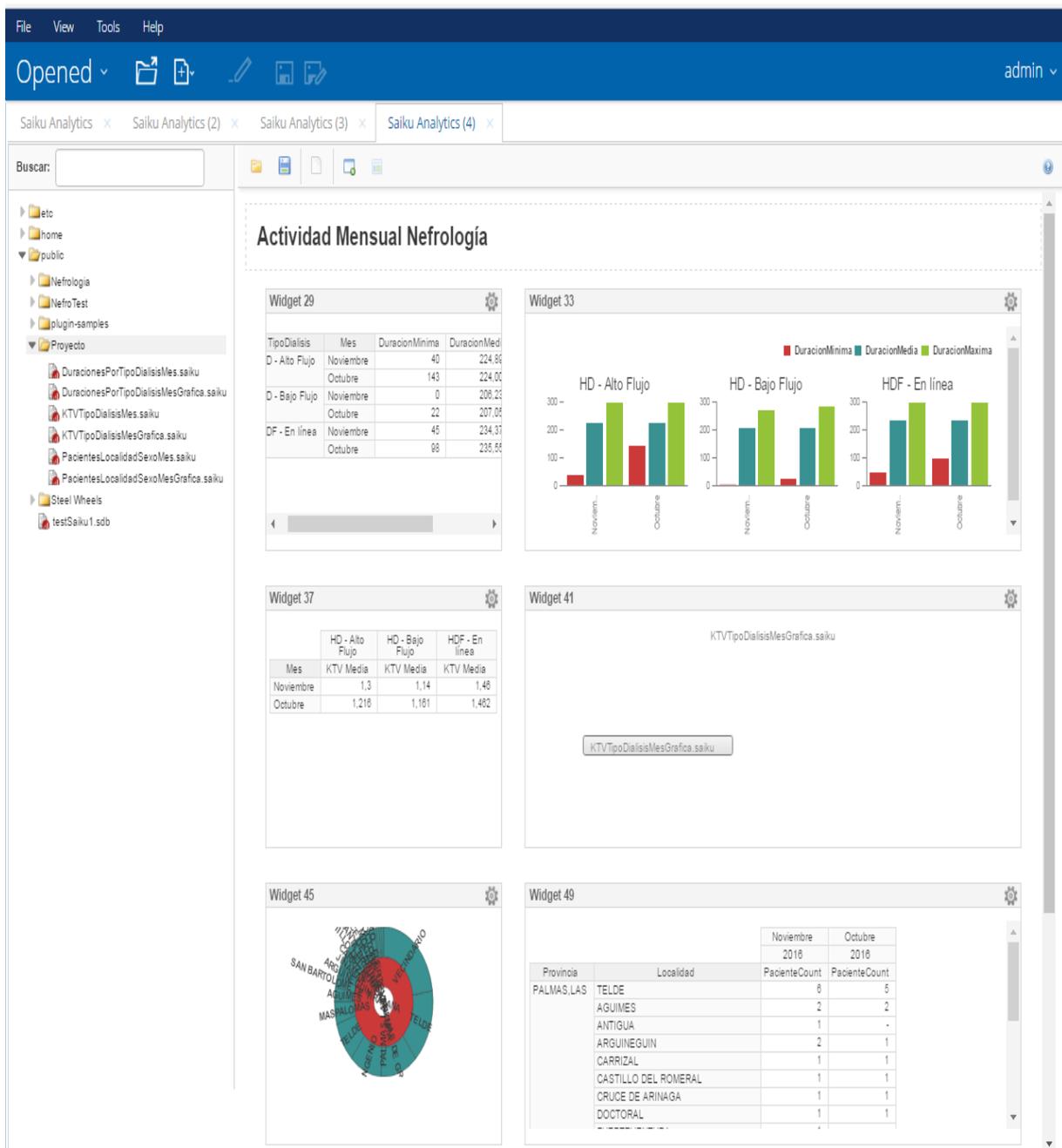


Ilustración 18: Creación cuadro de mandos

Una vez guardada la edición el resultado final queda de la siguiente manera:

Actividad Mensual Nefrología

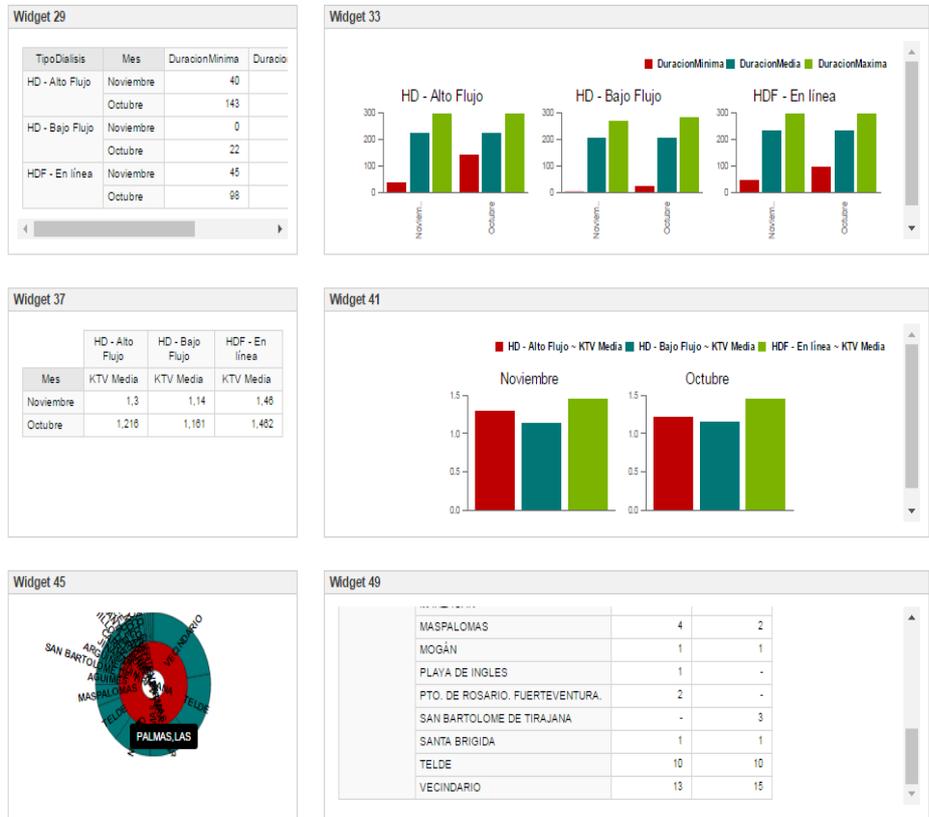


Ilustración 19: Fin: Cuadro de mandos

El acceso a la información por parte de los distintos actores será posible desde la propia plataforma *Pentaho BI Server CE* que posee la cualidad de actuar como servidor web permitiendo la visualización del cuadro de mando mediante validación por nombre de usuario y contraseña.

## 3 CONCLUSIONES

### 3.1 Consecución de los objetivos

Una vez finalizados todos los trabajos se concluye con los siguientes puntos destacables:

- Gracias a la elección de una plataforma de software libre real, se consolidan aspectos tan importantes como el retorno de la inversión a medio plazo así como la independencia y soberanía tecnológica. En instituciones públicas el reparto de los recursos económicos es fundamental y proveer de plataformas que ayuden, en momentos tan delicados como los que vivimos, al ahorro para que se repartan de forma más efectiva las inversiones se convierte en una prioridad.
- Se demuestra la viabilidad de brindar un entorno de inteligencia de negocio, al personal no técnico, para la realización de consultas analíticas y estudio de un Servicio médico. La posibilidad no sólo de ofrecer un sistema de información estable y real, sino también la sencillez de la herramienta para el usuario final que genera un gran valor para todas las partes, ya que por un lado libera de la carga de trabajo tanto técnica y funcional al personal de informática, como brinda autonomía al personal médico para la realización de sus estudios.
- El conjunto de herramientas de *Pentaho* ha demostrado ser el pilar básico para la consecución de los objetivos de una manera económica y gracias al desarrollo de la comunidad, al igual que los componentes desarrollados por terceros son totalmente viables y aconsejables. Se abre la puerta para que en un futuro y con tiempo, se de la posibilidad de crear componentes propios y personalizados para el entorno sanitario.
- Queda demostrada la viabilidad de la integración entre el posible sistema de información que gestiona la actividad de las hemodiálisis y el proyecto Cantonera.

### 3.2 Líneas futuras

- La realización de un cuadro de mandos con 3 consultas, no es más que una muestra básica cuya finalidad es enseñar las múltiples posibilidades del sistema implantado, es decir, una vez conocida la mecánica de trabajo sólo basta con diseñar nuevos esquemas multidimensionales para construir cuadros de mando que analicen diferentes índices críticos del Servicio. De la misma manera que se ha procedido para el área de Nefrología es totalmente viable escalar la plataforma para otras áreas departamentales.
- Mediante el uso de nuevos componentes para la gestión de usuarios y roles se ofrece la posibilidad de añadir seguridad a los distintos cuadros de mandos e informes. De esta manera cada usuario tendría definida la visualización de aquello a lo se le ha concedido permiso.
- Por medio de la plataforma presentada en este proyecto se obtienen distintos escenarios presentes y pasados de situaciones del Servicio de Nefrología. Se hace especialmente interesante conseguir modelos predictivos de la actividad asistencial con el fin de poder gestionar aún mejor el Servicio. La posibilidad de tener diferentes escenarios a futuro, conseguirá prevenir de situaciones no deseadas e incluso propiciar otras deseadas. Para ello, *Pentaho* en su versión *community* ofrece una aplicación llamada *Weka* que es un software de aprendizaje automático y minería de datos que contiene diferentes algoritmos para el análisis de datos y modelado predictivo.

### 3.3 Cumplimiento objetivos

A continuación se detalla la consecución de los dos objetivos planteados inicialmente en el apartado 1.2 de la memoria:

- Objetivo 1: al final del punto 2.6 queda reflejado el resultado del cuadro de mando para el análisis de los indicadores clave en las sesiones de hemodiálisis.

- Objetivo 2: a lo largo del punto 2.4 se muestra la extracción y resultado del fichero resultante para el sistema de Cantonera.

### 3.4 Valoración personal

Es cierto que al comienzo del proyecto existía un mar de dudas tanto a nivel funcional, debido al desconocimiento total del entorno sanitario de Nefrología ,como a nivel técnico por no haber nunca implantado un sistema de inteligencia de negocio que junto con la no visibilidad del alcance real del proyecto resultó una fase especialmente dura.

Mientras fueron pasando las semanas y gracias a las distintas reuniones mantenidas con los actores, al igual que en un puzzle, las piezas fueron encajando poco a poco y las tensiones desaparecían mientras el producto final iba cogiendo forma.

Gracias al apoyo del personal funcional tanto médico como de gestión económica, que mediante la supervisión de las distintas fases del trabajo y reuniones mantenida, han ayudado en gran medida para la finalización del proyecto.

Todo esto bajo la supervisión del consultor de la UOC que mediante pautas y reuniones ha sido el farol que me ha guiado desde el comienzo.

Me gustaría realzar algunos de los puntos claves que, por un lado, consiguieron la consecución de la memoria y por otro lado representaron grandes obstáculos junto con su nivel de importancia (criticidad):

<b>Puntos clave</b>	<b>Descripción</b>	<b>Criticidad</b>
<b>Mejoras</b>	Reuniones periódicas con el consultor delimitando a 3 el nivel mínimo de cumplimiento. Gracias a los distintos análisis de los períodos parciales del proyecto y entregables muchas dudas fueron resueltas y esclarecidos los siguientes puntos a abordar.	Alto
	Reuniones bimensuales con el personal médico. Se estableció una reunión inicial como toma de contacto para el establecimiento a alto nivel de los objetivos del proyecto, así como otra reunión para evaluar y modificar el trabajo realizado a mitad del proyecto.	Medio
	Reuniones mensuales con el personal de gestión. Debido a que constituye la parte funcional más experimentada se establecieron reuniones mensuales para la orientación y control del proyecto.	Alto
	Existe un amplio abanico de información sobre las distintas herramientas de <i>Pentaho</i> por lo que ha sido de gran apoyo para la ir aprendiendo sobre ellas.	Medio
<b>Obstáculos</b>	Enorme dificultad de elaboración de la documentación oficial. Reflejar la cantidad de trabajo elaborado por medio, tanto de los distintos entregables periódicos establecidos por el consultor, así como en la memoria final ha sido de gran	Alto

	dificultad en parte debido a la falta de experiencia y conocimiento que tenía.	
	Desconocimiento absoluto de la plataforma tecnológica usada. Ha sido todo un descubrimiento positivo el conocer y desarrollar los distintos entregables parciales con las herramientas de <i>Pentaho</i> .	Medio
	Desconocimiento absoluto de la parte funcional del área de Nefrología. Mis experiencias previas con el servicio no pasaban de una mera consulta en la web sobre los conceptos principales. Llegar hasta el final del proyecto teniendo una idea muy clara de la actividad que se realiza en un Servicio de Nefrología ha sido una experiencia maravillosa.	Medio

## 4 ANEXOS

A continuación se expone por medio de una tabla los distintos documentos generados para el proyecto:

Descripción	Fichero	Contenido
Esquema Multidimensional	NefroHemoPaciente.xml	Representa la estructura del model final multidimensional.
ETL Rellenar modelo	Proyecto_RellenarCubo_v70.ktr	Transformación ETL para rellenar el modelo final.
ETL exportar datos	Proyecto_ExportarDatos_v40.ktr	Exportar datos a fichero
Dimensión Tiempo	Poyecto_Dimension_Tiempo.sql	Creación de la dimensión Tiempo en explotación

## 5 GLOSARIO

Término	Descripción
HCE	Historia clínica electrónica de un paciente.
Demográficos	Colección de indicadores de población.
Cantonera	Sistema informático de gestión de datos de carácter sanitario, económico y de personal.
Atención Primaria	Asistencia sanitaria esencial basada en métodos y tecnologías prácticos.
Software libre	Conjunto de software que por elección manifiesta de su autor, puede ser copiado, estudiado, modificado, utilizado libremente con cualquier fin y redistribuido con o sin cambios o mejoras.
Hemodiálisis	Tratamiento médico que consiste en eliminar artificialmente las sustancias nocivas o tóxicas de la sangre.
Multidimensional	Que concierne varios aspectos de un asunto.
SGBD	Sistema de Gestión de Bases de Datos es un conjunto de programas que permiten el almacenamiento, modificación y extracción de la información en una base de dato.
Diagrama de Gantt	Herramienta gráfica cuyo objetivo es exponer el tiempo de dedicación previsto para diferentes tareas o actividades a lo largo de un tiempo total determinado.
ETL	Proceso que permite a las organizaciones mover datos desde múltiples fuentes, reformatearlos y limpiarlos, y cargarlos en otra base de datos.

Data warehouse	Colección de datos orientada a un determinado ámbito (empresa, organización, etc.), integrado, no volátil y variable en el tiempo.
CMI	Modelo de gestión que traduce la estrategia en objetivos relacionados entre sí, medidos a través de indicadores y ligados a unos planes de acción.
OLAP	Acrónimo en inglés de procesamiento analítico en línea.
XML	Siglas en inglés de eXtensible Markup Language, traducido como "Lenguaje de Marcado Extensible".
MDX	Lenguaje de consulta para bases de datos multidimensionales sobre cubos OLAP.
MySQL	Sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado bajo licencia dual GPL/Licencia comercial por Oracle Corporation.
drag and drop	Gesto del ratón que permite arrastrar y soltar elementos.
KPI	Medida del nivel del desempeño de un proceso.
metadatos	Datos que describen otros datos.

## 6 BIBLIOGRAFÍA

- Intelligence Project Lifecycle(2015) [en línea]. Helicaltech.com [Consulta: 12 de Octubre de 2016]  
<<http://helicaltech.com/business-intelligence-project-lifecycle/>>
- Mendoza, Xavier(2007). Business Intelligence: Competir con información. Madrid: Banesto, Fundación Cultur [i.e. Cultural]
- Rosas Gallardo, Oscar(2003). Business intelligence: técnicas de análisis para la toma de deciiones estratégicas. Madrid: Mac Gracw-Hill
- Pazos Astrar, Albert M.(2006).<<Sistema de información cantonera, una realidad.Resultados de la implantación de un cuadro de mando informatizado y de la contabilidad de costes en el servicio canario de la salud.>> Fundación Signo VIII Jornadas de Gestión y Evaluación de Costes Sanitarios. Salamanca.  
<<http://bazar.fundacionsigno.com/documentos/gestion-de-costes-y-financiacion/sistema-de-informacion-cantonera-una-realidad.-resultados-de-la-implantacion-de-un-cuadro-de-mando-informatizado-y-de-la-contabilidad-de-costes-en-el-servicio-canario-de-la-salud>>
- BOC(2005) [en línea]. ORDEN de 23 de septiembre de 2005, por la que se regula el Sistema de Información Cantonera.[Consulta: 01 de Noviembre de 2016]  
<<http://www.gobiernodecanarias.org/boc/2005/205/001.html>>
- Mathis, Bryan(2014).Prince2 for Beginners: Prince2 self study for Certification & Project Management.CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Business Intelligence Lifecycle Management (2012) [en línea]. DataSource Consulting [Consulta: 14 de Noviembre de 2016]  
<<https://datasourceconsulting.com/bi-lifecycle-management/>>
- Programa de rehabilitación de Life Options (2005, 1 de Marzo). "Información

esencial: Tener una hemodiálisis adecuada". *Claves para una larga vida*  
[artículo en línea]. [Fecha de consulta: 22/12/2016].

<[http://old.lifeoptions.org/catalog/pdfs/teaching/SP\\_HDAdequacy.pdf](http://old.lifeoptions.org/catalog/pdfs/teaching/SP_HDAdequacy.pdf)>

- PRINCE2 (2010) [en línea]. Wikipedia, la enciclopedia libre [Consulta: 10 de Noviembre de 2016]

<<https://es.wikipedia.org/wiki/PRINCE2>>