

# Generación automática de un Data Warehouse modular para una solución de Balanced Scorecard.

Pedro Ayala [bsc7@vtr.net](mailto:bsc7@vtr.net)  
Broderick Crawford [broderick.crawford@ucv.cl](mailto:broderick.crawford@ucv.cl)  
Giovanni Giachetti [giovannig@terra.cl](mailto:giovannig@terra.cl)  
Aldo Migliario [amigliar@ingsoft.cl](mailto:amigliar@ingsoft.cl)

## Resumen

*El éxito de un negocio depende en gran medida de una correcta y oportuna toma de decisiones. El objetivo de este proyecto es desarrollar una metodología que integre herramientas de control de gestión y modelamiento de datos, en un producto de software que genere automáticamente, a partir de la elección de un conjunto de indicadores de gestión, la definición de un Data Warehouse y el diseño de interfaces de un EIS.*

*Se amplían las perspectivas del Balanced Scorecard, e implementan estructuras de información multidimensionales modulares que permitan una mejor adaptación a cambios.*

*La herramienta considerará un conjunto de indicadores predefinidos, ampliable según nuevas necesidades de seguimiento. Basado en los requerimientos de control de gestión, se seleccionará los indicadores a considerar en el modelamiento del Data Warehouse.*

**Palabras Claves:** Balanced Scorecard, BSC, Tablero de Comandos, Planificación, Estrategia, Planificación estratégica, Control de Gestión, Modelo estrella, DW, Data Warehouse, Cubos Multidimensionales, Diseño Top-Down, Repositorio de Datos, Indicadores, Key Drivers Warehouse, KDW.

## 1. Introducción.

Existe la necesidad de herramientas tecnológicas que permitan controlar la ejecución de lo formulado en el planeamiento estratégico de la empresa mostrando la información adecuada. El objetivo último de este proyecto es facilitar y mejorar el proceso de toma de decisiones de los gerentes con herramientas de información que se ajusten realmente a sus necesidades. Para esto se debe esclarecer cuales son los factores determinantes en la toma de decisiones para la alta administración que muchas veces no se encuentran de forma explícita o debidamente documentados. Además posibilitar la forma de interrelacionarlos para poder apoyar efectivamente la gestión empresarial. Esto implica encontrar los esquemas y modelos necesarios, construir interfaces de usuario que presenten la información de forma correcta y faciliten la utilización del sistema y finalmente realizar el correcto modelamiento de las fuentes de datos que utiliza el sistema de información final [17].

El conocimiento adquirido será encapsulado en una herramienta que permita modelar de forma correcta soluciones tecnológicas orientadas a la gestión, utilizando el modelo de Balanced Scorecard como entrada principal para la definición de requerimientos. Esta herramienta finalmente proporcionará el diseño de las interfaces de usuario, la estructura de las consultas y el modelamiento del repositorio destinado a alimentar estas consultas. Todo esto bajo un esquema completamente modular que permita la adaptabilidad a nuevos requerimientos o cambios que pueden afectar a la empresa. Además proveerá la capacidad de almacenar nueva información obtenida a través de los desarrollos que involucren a la herramienta, permitiendo reutilizar esta información en implementaciones posteriores.

## **2. Estrategia Vertical Top-Down.**

La estrategia de diseño planteada se formula bajo un esquema vertical que parte desde el punto jerárquico más alto de la empresa, es decir la gerencia, esto debido a que el objetivo de este proyecto es precisamente facilitar la toma de decisiones a este nivel del ámbito empresarial, brindándoles la información que necesitan, no tan solo la que se encuentra disponible, siendo esta la principal diferencia con el diseño Bottom-up, que ataca el problema en sentido opuesto, mediante un desarrollo incremental que comienza en los datos operacionales hasta llegar a una solución de apoyo gerencial. Esto llevaría por una parte a generar una estructura de soporte de información o repositorio altamente acoplado y no enfocado a la modularidad. Por otra parte, produciría una gran cantidad de indicadores innecesarios o no orientados a los objetivos buscado, aumentando la complejidad del sistema final y produciendo un consumo innecesario de recursos ya que va dirigido a obtener todos los indicadores que los sistemas OLTP soporten [9, 14, 15].

Ventajas:

- Lograr una mejor aproximación de las necesidades de información de los gestores, sin limitaciones de tipo técnico, que pudieran restringir el resultado final de una herramienta tecnológica.
- Determinar las expectativas que tienen los gerentes de un sistema de información, disminuyendo la mala interpretación de requerimientos.

Desventajas:

- Al partir desde una perspectiva gerencial nos enfrentamos al hecho que muchos de los requerimientos no podrán ser satisfechos con los datos existentes en los sistemas transaccionales de la empresa. Por ello, podría requerirse la creación de mecanismos que permitan recopilar estos datos.
- Es posible que sea necesario contar con mayores recursos para poder administrar los nuevos requerimientos de información, por lo cual es necesario evaluar correctamente cuales de estos nuevos requerimientos se justifican dentro de la implementación del sistema.

## **3. El Repositorio de Datos.**

Uno de los resultados clave en este proyecto será el modelamiento de la fuente de datos (Repositorio) que alimentará las consultas del sistema. Bajo este contexto el Data Warehouse [20] o bodega de datos es el concepto que mejor complementa a una herramienta de gestión como fuente de datos.

Existen múltiples definiciones de Data Warehouse, con pequeñas variaciones. En este proyecto se toman los conceptos básicos de estas definiciones y se orientan hacia lo que será un Data Warehouse de Indicadores clave o lo que se denominará un Key Driver Warehouse (KDW), por ser un repositorio conformado básicamente por Indicadores.

El KDW permite consolidar y administrar información, interna o externa [3], asociada a distintas perspectivas empresariales [2], con el propósito de responder preguntas de negocios y tomar decisiones. Además este repositorio estará estructurado para permitir una mejor representación de la información y una rápida adaptación a los cambios. En un sistema de apoyo a la toma de decisiones el conjunto de datos percibido por el usuario no puede ser estático. Esto tiene dos implicaciones. Por un lado el proceso de administración de la información debe ser tan ágil y flexible que pueda adaptar el Data Warehouse a los cambios en la estrategia o a los cambios organizacionales, incorporar nuevos requerimientos o suprimir algunos ya existentes. Por otro lado, el proceso para población del Data Warehouse debe mantener la información vigente.

La información contenida en un Data Warehouse no es operacional ya que en su mayoría son resúmenes y datos históricos no modificables, y solo se pueden acceder como referencia [20].

#### 4. Balanced Scorecard.

La preocupación de un ejecutivo hoy en día no puede estar concentrada solamente en la performance financiera de su negocio. Probablemente, ese foco lo alejará de sus referencias estratégicas básicas, no pudiéndose explicar frustraciones cuyo origen no está contenido en tal dimensión. Es imperioso estar constantemente evaluando el desempeño de la empresa como un todo, el desempeño de sus líneas de negocios, así como la performance de sus ejecutivos claves en la perspectiva de la tendencia de largo plazo. Se debe poder contrastar el grado de alineamiento que pudiera existir entre el desempeño integral de la empresa, sus políticas, objetivos, marcos estratégicos, roles y funciones. "Si no puedes medirlo no puedes gestionarlo" El proceso de evaluación del desempeño en una empresa afecta muchísimo el comportamiento de las personas siendo común visualizar a las empresas motivando y midiendo la actuación sólo con indicadores financieros [5].

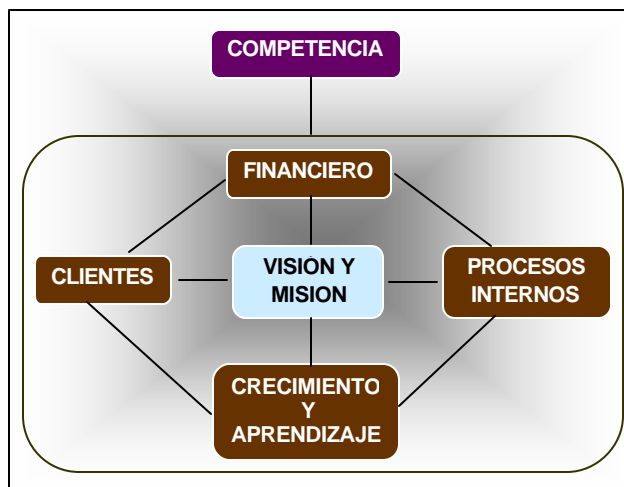
El modelo de Balanced Scorecard (Norton y Kaplan [6, 7]) rescata el proceso de evaluación del desempeño, aquel que nace de la estrategia de la compañía, que logra integrar la visión, la misión, los valores y el entorno del mercado, identifica los procesos críticos de negocios, aquellos que soportan el planteamiento estratégico, vincula a las personas para, finalmente, generar los indicadores de gestión claves que se alinean con dichos procesos. Además, permite observar síntomas y tendencias del negocio en su conjunto, gestionar adecuadamente sus procesos de negocio a partir de la lectura de los indicadores de desempeño clave y alinear el comportamiento integral de la empresa con las estrategias corporativas.

El Balanced Scorecard conserva la dimensión financiera como un resumen crítico de la actuación gerencial, pero realiza un conjunto de mediciones más generales e integradas, en un ambiente dimensional, que vincula al cliente actual, sus procesos internos y sus empleados, con el éxito financiero de largo plazo. Es una evaluación empresarial enfocada a establecer estrategias destinadas a cumplir objetivos de mediano y largo plazo, que concuerdan con la visión de la empresa. Para el cumplimiento de estos objetivos se apoya en una serie de indicadores clave, adecuados a la naturaleza de la empresa, al tipo de información de gestión estratégica que requieren sus ejecutivos y a los roles que éstos deben desempeñar, permitiendo verificar y controlar el avance en el tiempo y de esta forma tomar medidas adecuadas y oportunas para realizar correcciones o replanteamientos de la estrategia si el curso de acción se aleja del o los objetivos establecidos [19].

El Balanced Scorecard se centra en cuatro perspectivas de la organización, que integradas generan una relación causa y efecto. Estas son [19]:

- Perspectiva financiera.
- Perspectiva del cliente.
- Perspectiva de los procesos del Negocio (Procesos internos).
- Perspectiva de aprendizaje y crecimiento de la organización.

A las perspectivas antes señaladas proponemos agregar la Perspectiva de la competencia que servirá como factor de comparación y evaluación del desempeño [22].



*Figura 1. Modelo de Balanced Scorecard con competencia*

## 5. Indicadores.

Los indicadores asociados a un Balanced Scorecard se obtienen a partir de los objetivos establecidos por la empresa, es decir su proyección a mediano y largo plazo. En este contexto cabe resaltar que el Balanced Scorecard no se ha desarrollado para influenciar en decisiones de corto plazo.

Debido a que el Balanced Scorecard se obtiene a partir de la Visión, los indicadores que se generan para el control y supervisión no están asociados a un área específica de la empresa (Finanzas, Ventas, Producción), muy por el contrario la gran mayoría de los indicadores relacionan dos o más áreas, lo que se traduce en un enfoque sistémico y global, permitiendo tener una visión más cercana a la realidad registrando tendencias y resultados que de otra manera serían muy difíciles de observar o incluso imposible debido a que mientras más factores y áreas son incluidas en la evaluación más complejo es el proceso de abstracción y comprensión de la misma. Esta complejidad se puede ver enormemente aumentada cuando se consideran factores externos al quehacer de la empresa, ya que se deberán desarrollar mecanismos de recolección y medición, estructurándolos de tal forma que puedan ser comparables con los demás factores asociados a los distintos indicadores que necesitan utilizar estas externalidades [16, 19].

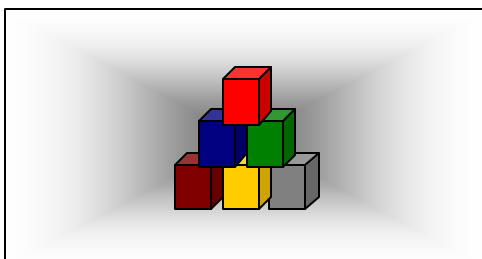
## 6. Metodología de Diseño del KDW.

Los indicadores utilizarán como fuente de información cubos multidimensionales [21], que representan los puntos de medición y las características requeridas por cada indicador. Un cubo multidimensional puede tener asociado más de un indicador.

Un cubo multidimensional que refleja las ventas mensuales de un producto por sucursal, también puede reflejar preferencias de los consumidores basado en los productos vendidos o cuáles sucursales poseen una mejor estrategia de ventas.



**Figura 2.** Cubo multidimensional que representa las ventas mensuales de un producto por sucursal



**Figura 3.** Estructura multidimensional modular

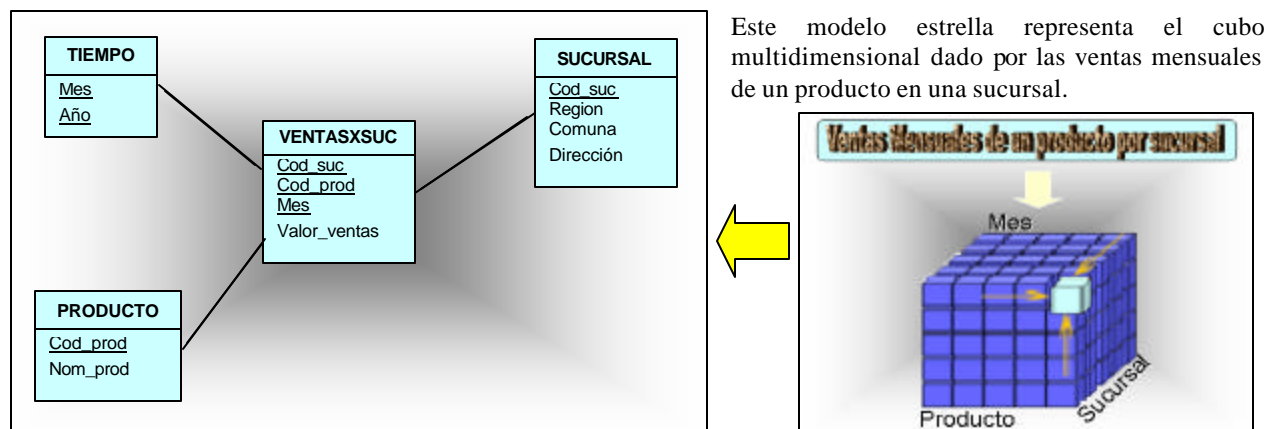
Los cubos multidimensionales son las estructuras indicadas para la generación del repositorio. Debido a la objetualización que estos poseen son de fácil integración y manipulación.

Como uno de los objetivos de este proyecto es optimizar los tiempos de desarrollo de un proyecto informático de gestión empresarial se generarán directamente las estructuras relacionales que representen los cubos multidimensionales. De esta forma, se evitará el rediseño de las estructuras por parte del personal encargado de la implementación, para adaptarlas a los sistemas de bases de datos actuales que se mueven principalmente bajo un esquema relacional o relacional objetual.

El esquema tradicional y más aceptado para la generación de los Data Warehouse, es la implementación relacional basada en el esquema estrella [8].

Será necesario hacer ciertas modificaciones al enfoque tradicional del esquema estrella. Estos cambios están orientados a objetualizar este esquema [9] para alcanzar la concepción de cubos multidimensionales interrelacionados como si fueran “legos”, que se van uniendo para construir la

estructura de información. Esto permite la utilización de una estrategia Top-down para el desarrollo del repositorio al contrario del desarrollo normal de este tipo de sistemas que utilizan un estrategia Botom-up que comienza desde las bases de datos relacionales de los sistemas OLTP. Estas bases de datos son desnormalizadas, para luego identificar las dimensiones y datos necesarios que se utilizarán en el modelo estrella.



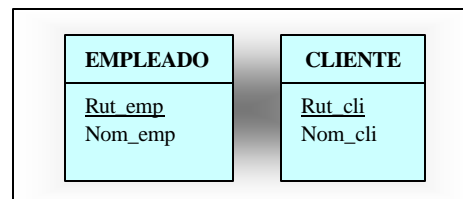
**Figura 4. Transformación del cubo multidimensional.**

## 7. Aspectos de diseño.

Existen una serie de aspectos de diseño que han sido considerados para este proyecto al momento de modelar las estructuras multidimensionales, en algunos casos por que son restricciones propias de los modelos estrella o híbridos y en otros debido a que mejoran la performance, entendimiento, simplicidad e integrabilidad entre los distintos componentes, además de facilitar la exploración y minería de datos [18] por parte de nuevas herramientas que puedan alimentarse de los datos y estructuras generadas.

**Dimensiones no relacionadas.** Esta consideración es una restricción propia de los modelos estrella o híbridos, en la cual se impide la relación directa entre dimensiones, debido a que estas pueden estar ligadas solamente a tablas de hechos. Lo que hacen las dimensiones es determinar un hecho específico y mientras más dimensiones estén ligadas a un mismo hecho mayor será el nivel de detalle asociado a este (nivel de granularidad). En ningún caso las dimensiones serán determinantes entre sí [21].

**Campos con nombre únicos.** Los campos de las diferentes tablas tendrán nombres únicos, excepto cuando representen una misma característica o valor, por ejemplo para la tabla empleado o cliente el nombre de cliente estará dado por nom\_cli, mientras que el nombre de empleado estará dado por nom\_emp, aunque ambos campos representen un nombre y tengan los mismos atributos, lo mismo ocurre con el Rut.



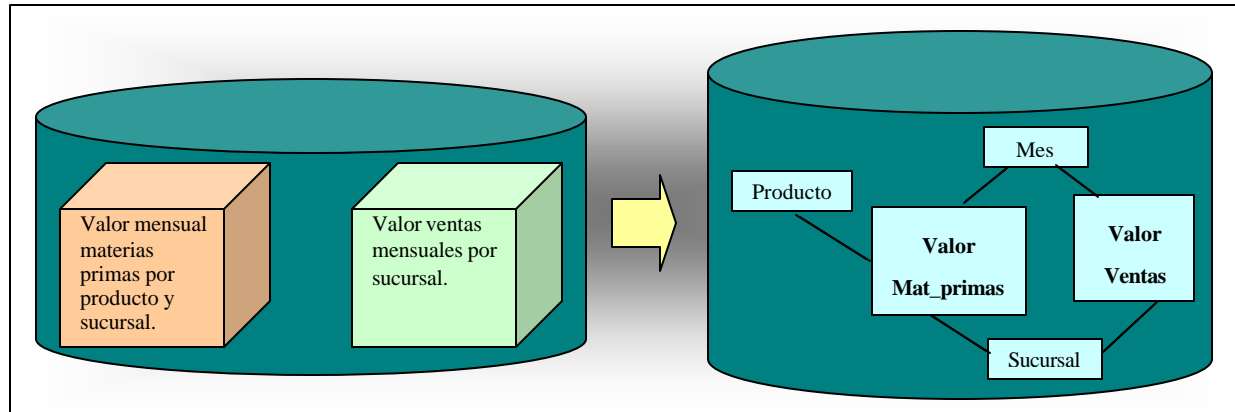
**Figura 5. Identificación única de campos.**

Esto permite identificar de forma más exacta los valores asociados a un indicador o hecho. Además potencia el uso de herramientas orientadas a la exploración o minería de datos [18] debido a que facilita el encontrar cruces funcionales, que permitan identificar nuevos patrones o tendencias.

**Dimensiones únicas y homogéneas.** Al igual que en el caso de los campos las dimensiones tendrán un formato único y homogéneo, es decir para distintos cubos multidimensionales o estrellas la representación de las dimensiones asociadas será idéntica. Por ejemplo para dos estrellas que tengan asociadas la dimensión tiempo estas dimensiones tendrán los mismos campos y atributos con el fin de facilitar la integración y la mezcla.

Posteriormente se deben integrar los cubos multidimensionales [10]. Por este motivo es importante que las dimensiones sean únicas y homogéneas, debido a que precisamente es a través de las dimensiones que los cubos se

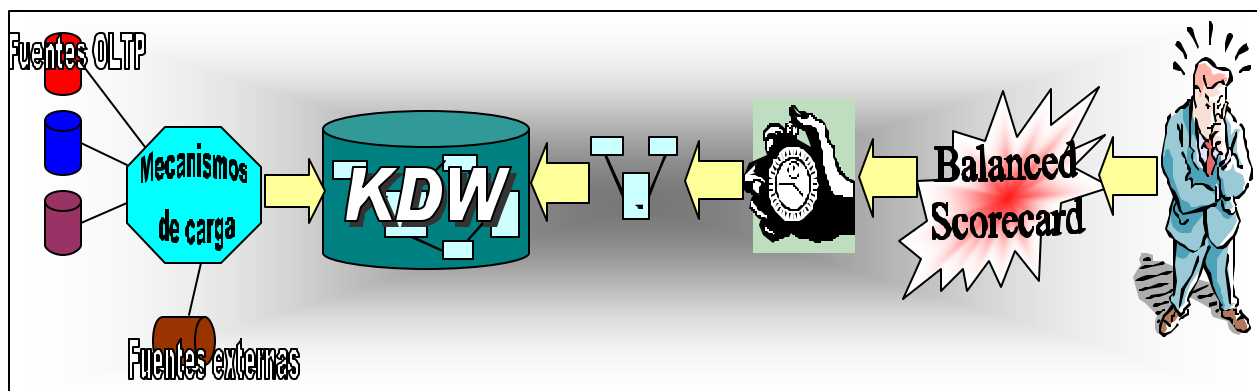
podrán relacionar unos con otros formando el repositorio global. Es decir si existen dos cubos multidimensionales que poseen las mismas dimensiones sucursal y tiempo (dada por mes como factor de división para los distintos períodos), al ser estas dimensiones idénticas para ambos cubos es posible asociarlos a través de ellas. Esto queda de manifiesto en el siguiente ejemplo que integra dos indicadores con un cubo multidimensional distinto para cada uno. Estos son: Valor mensual materias primas por producto y sucursal y Valor ventas mensuales por sucursal.



**Figura 6. KDW modular sobre un esquema relacional.**

En la integración a través de las dimensiones radica la modularidad del sistema, ya que permite integrar nuevos cubos al repositorio sin afectar los datos o estructura de los cubos ya existentes, debido a que las dimensiones por ser iguales y constantes no se modifican al agregar un nuevo cubo ligado a ellas y las tablas de hechos que son las que poseen los valores únicos no se asocian directamente unas con otras, por lo cual tampoco se ven afectadas por la inclusión de un nuevo hecho en el repositorio.

Finalmente este repositorio se debe alimentar de otras fuentes de datos que contienen los datos originales. Estas fuentes pueden ser los sistemas OLTP de las empresas así como fuentes externas en caso que los datos requeridos por los indicadores no existan en los sistemas transaccionales. Para esto se deben crear los mecanismos de carga adecuados que permitan estandarizar y garantizar la consistencia de los datos recolectados, así como proveer los recursos apropiados para extraer los datos desde fuentes no tradicionales o automatizadas.



**Figura 7. Curso de la información.**

## 8. Herramienta evolutiva.

La herramienta final que será desarrollada a través de la plataforma de Microsoft Visual Studio [13], contendrá toda la base conceptual propuesta, estará orientada a automatizar los procesos de desarrollo y diseño, proveyendo de herramientas y asistentes necesarios para facilitar su utilización. Esta herramienta, poseerá una base de datos que contenga indicadores predefinidos con sus respectivas estructuras de datos (cubos multidimensionales), además de

almacenar los nuevos indicadores que se definan con posterioridad a través de una interfaz especialmente diseñada para esta labor que permita reutilizar las dimensiones existentes así como definir nuevas dimensiones que se integren [10] con los nuevos hechos que se desean medir.

Para la generación del KDW final el analista deberá seleccionar los indicadores adecuados a partir de los cuales la herramienta entregará el diseño relacional del repositorio, así como los script de creación de las tablas y relaciones asociadas para Oracle 9i [12]. Además presentará la estructura de las consultas ligadas a los indicadores con las selecciones de registros y joins asociados y finalmente mostrará un esquema flexible de las interfaces que podrá ser adaptado según requerimientos del cliente.

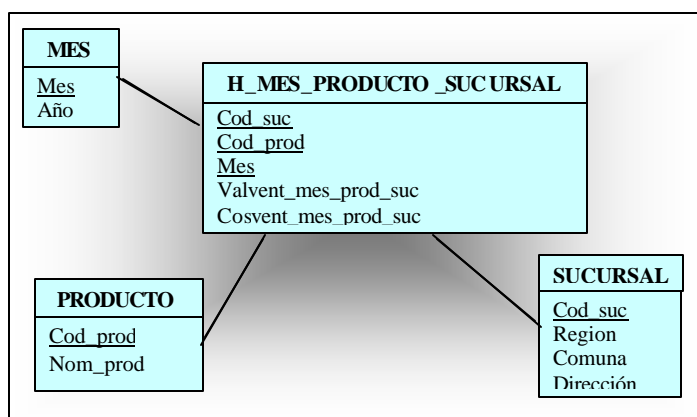
Se ha planteado un esquema incremental en la metodología, que irá evolucionando en la medida que se desarrollen nuevos sistemas que permitan crear nuevos cubos de datos e indicadores asociados, todo esto soportado a través de la flexibilidad proporcionada por la arquitectura modular. Esto finalmente incrementará la base de datos de la herramienta orientada a automatizar el proceso de diseño.

Para encontrar el indicador adecuado en una Base de datos que va creciendo constantemente no basta con la simple identificación mediante el nombre del indicador por lo cual se establecen los siguientes criterios de búsqueda a implementar en la herramienta final.

**Búsqueda basada en las dimensiones.** Por ejemplo si un cliente necesita medir características asociadas con los productos una forma de filtrar indicadores será mediante la dimensión producto, con lo cual se presentarán solamente los indicadores asociados a esta dimensión. Mientras más dimensiones asociadas se especifiquen, menor será el número de indicadores mostrados y más simple será la identificación del indicador requerido. Por supuesto el indicador se debe encontrar registrado en el sistema.

**Búsqueda basada en los hechos.** Al igual que con las dimensiones es posible encontrar indicadores basados en los hechos o valores cuantificables necesarios, por ejemplo todos los indicadores que estén ligados con montos de venta o de gastos.

**Búsqueda basada en las perspectivas.** Este tipo de filtro es bastante obvio, debido a que si se busca medir resultados financieros, bastará con buscar los indicadores que se ajusten a la perspectiva financiera, con lo cual se eliminan prácticamente tres cuartos partes del total de los indicadores, facilitando en gran medida la búsqueda. Hay que considerar que existen indicadores que se asocian a más de una perspectiva a la vez. Estos indicadores serán mostrados (en caso que se realice un filtro) en mediante cualquiera de las perspectivas que los vinculen.



**Figura 8. Cubo multidimensional bajo esquema estrella.**

Para estructurar de mejor manera las búsquedas, se utilizará un esquema formal en la definición de los nombres de los hechos y las tablas asociadas. En este sentido los hechos estarán determinados por un nombre abreviado designado durante su definición y se complementarán con las abreviaturas asociadas a las distintas dimensiones que definan en detalle (granularidad) al hecho especificado. El nombre de la tabla de hechos estará dado solamente por la unión de las abreviaturas asociadas a cada dimensión que conforme el cubo multidimensional, antepuestas por una H. Como separación entre abreviaturas se utilizará un underscore (\_).

Por ejemplo para los hechos valor venta mensual de una sucursal por productos y costos de venta mensual de una sucursal por productos, intervienen las mismas dimensiones por lo cual ambos hechos se ubican dentro de una misma tabla denominada H\_MES\_PROD\_SUC (El orden de las abreviaturas no es relevante) y los hechos se denominaran Val\_vent\_mes\_prod\_suc y Cos\_vent\_mes\_prod\_suc respectivamemnte.



## 9. Resultados.

La metodología presentada ha sido validada mediante entrevistas con diversos gerentes que han mostrado sus puntos de vista y preferencias en torno a una solución de gestión que se ajuste a sus necesidades, esto concuerda plenamente con el esquema planteado. Por otro lado está la validación hecha por las distintas empresas a nivel mundial que han implantado soluciones de Balanced Scorecard con lo cual se reafirman los conceptos expuestos.

Las observaciones permiten estimar que los tiempos de análisis se podrían reducir hasta en un 50%, principalmente por el hecho de utilizar una metodología orientada a estos efectos, que disminuye el tiempo de entendimiento, así como las futuras correcciones y modificaciones por una mala captura de requerimientos. El tiempo de diseño se podría disminuir hasta en un 30%, ya que se generan los modelos del KDW de forma automatizada y estructurada a partir del análisis, lo cual el esfuerzo se reduce al diseño de los mecanismos de carga, ya sea a partir de las fuentes OLTP, o de nuevas fuentes tanto internas como externas.

El tiempo de programación se puede ver disminuido hasta en un 40%, ya que si bien la mayor parte de la programación se ve enfocada a la generación de los mecanismos de carga, la optimización de los tiempos en esta área está dada por la buena recopilación de requerimientos y el diseño modular que disminuyen los tiempos de remodelación para la corrección de errores y cambios en el diseño e incluso en los requerimientos.

Finalmente los tiempos de mantención una vez implantado el software se pueden ver reducidos hasta en un 60% ya que por la estructura modular fácilmente adaptable a los cambios, los nuevos requerimientos, así como modificaciones y correcciones se pueden realizar de forma mucho más eficiente reduciendo el impacto en el sistema global.

Las ilustraciones siguientes muestran parte de un modelo de KDW obtenido mediante la metodología planteada y una posible interfaz de usuario asociada, este diseño fue obtenido en 1 día a partir de un Balanced Scorecard preexistente, que hasta ahora no había podido ser automatizado.

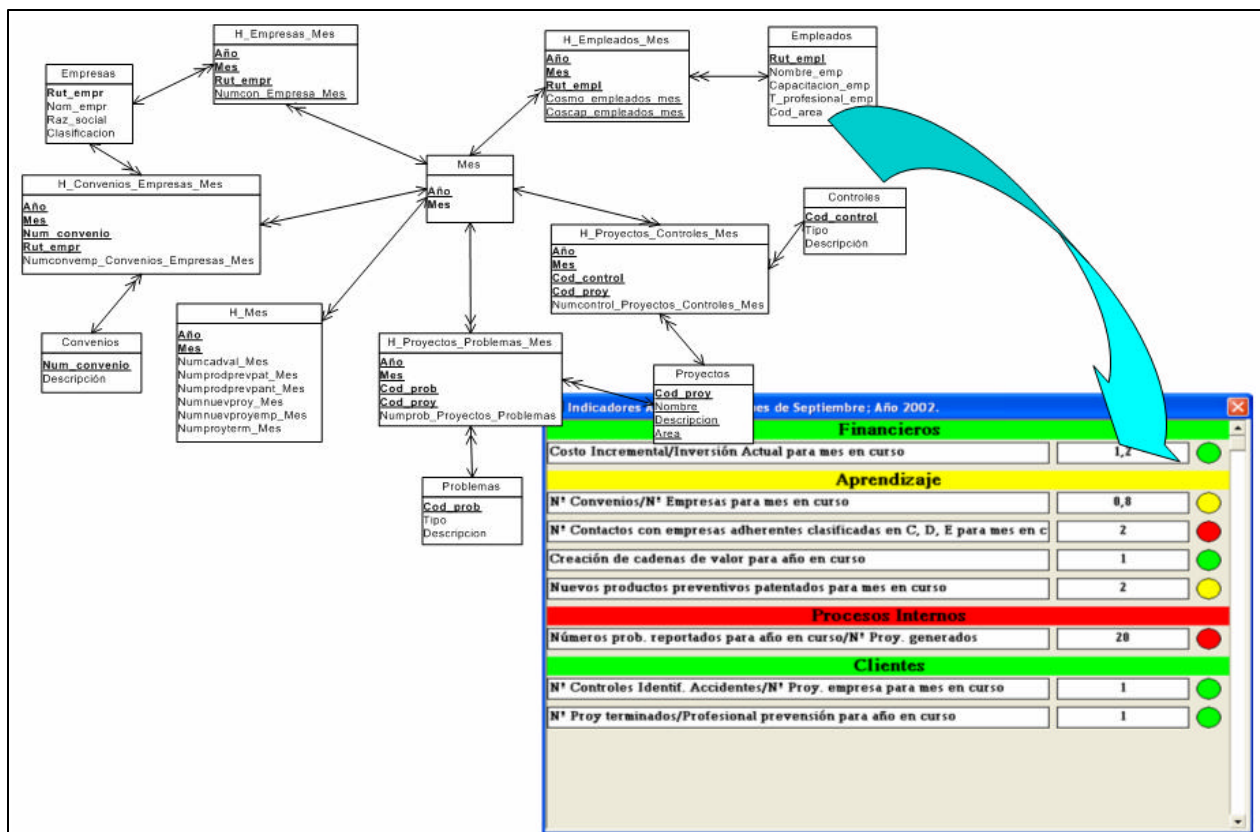


Figura 9. Sistema Diseñado con la metodología propuesta.



Las estimaciones previas se han realizado a partir de entrevistas realizadas a gerentes de distintas empresas, así como experiencias de empresas de informática y de los integrantes del proyecto.

## **10. Interfaces.**

Para el desarrollo de las interfaces finales con los usuarios se ha considerado un enfoque híbrido. Este enfoque se centra principalmente en mezclar aplicaciones Windows con las capacidades y potencialidades que presentan las aplicaciones Web, permitiendo la hipervinculación de componentes con otros componentes y formularios, la simulación de frames a través de la división de ventanas y el uso de múltiples formularios dentro de un mismo entorno de trabajo. Además se incorporan mayores elementos de navegabilidad que permiten conseguir una aplicación más flexible, intuitiva y poderosa, gracias a la perfecta integración que posee con el sistema operativo que la soporta.

## **11. Conclusiones.**

Existe un gran número de herramientas, modelos, estrategias, metodologías destinadas a apoyar la toma de decisiones [9]. Este proyecto establece una selección e integración entre distintas herramientas centradas en el concepto de Balanced Scorecard, que será el nexo de integración entre los objetivos estratégicos de la empresa. Estos objetivos nacen de una base poco estructurada y de difícil implementación bajo un esquema de desarrollo informático tradicional. El Balanced Scorecard aporta indicadores cuantificables, asociados a distintas perspectivas, que presentan un real sustento para la implementación de una herramienta informática de gestión, capaz de evolucionar constantemente, ya que el enfoque objetual planteado permite la inclusión de nuevos componentes que pueden ser integrados con los existentes.

Creemos que una metodología que integra herramientas de control de gestión y modelamiento de datos, que automatiza la obtención de un producto de software correctamente diseñado, posibilitando la utilización de indicadores de gestión ampliables, resulta un aporte tanto en el área de Gestión como en Computación, al integrar una herramienta de control de gestión validada (Balanced Scorecard) con el adecuado uso de tecnologías de información.

## **12. Referencias.**

- [1] Implementando un Data Warehouse. Carmen Wolff.  
<http://www.inf.udec.cl/revista/edicion5/cwolff.htm>
- [2] Larry Greenfield. A Definition of Data Warehouse. Datawarehousing Information Center. 2002.  
<http://www.dwinfocenter.org/defined.html>
- [3] W. H. Inmon. "Integrating internal and external data".  
<http://www.billinmon.com/library/articles/intext.asp>
- [4] W. H. Inmon. "Definition of Data Warehouse".  
<http://www.billinmon.com/library/articles/dwdef.asp>
- [5] Paul Arveson, 1998. What is the Balanced Scorecard. The Balanced Scorecard Institute.  
<http://www.balancedscorecard.org/basics/bsc1.html>
- [6] Robert Kaplan. Harvard Business School.  
[http://dor.hbs.edu/fi\\_redirect.jhtml?facInfo=bio&facEmId=rkaplan](http://dor.hbs.edu/fi_redirect.jhtml?facInfo=bio&facEmId=rkaplan)

- [7] BSCol Leadership. Balanced Scorecard Collaborative.  
<http://www.bscol.com/invoke.cfm/F090A114-A9C3-11D4-A8C000508BDC96C1>
- [8] Modelamiento multidimensional. Carmen Wolff.  
<http://www.inf.udec.cl/revista/edicion4/cwolff.htm>
- [9] Jerry Ryan. "Building and Deploying an Enterprise Data Warehouse". Techguide.com. 1999  
<http://www.itpapers.com/techguide/bldgwi.pdf>
- [10] Shaku Atre. Seleccionando herramientas de usuario final para toma de decisiones, 5 Puntos clave.  
<http://www.larural.es/cercosoft/ptos5.htm>
- [11] Chip Gliedman. "Medir el valor de negocios creado por los gastos en informática en contra de las percepciones de pocos beneficios". Giga Information Group. 2000.  
<http://www.microsoft.com/latam/business/articles/value/valgiga.asp>
- [12] Oracle 9i Database documentation. Oracle Technology Network.  
<http://otn.oracle.com/docs/products/oracle9i/content.html>
- [13] Microsoft Visual Studio.net Product documentation. MSDN (Microsoft Developer Network) Library.  
<http://msdn.microsoft.com/library/en-us/vsintro7/html/vsstartpage.asp>
- [14] "A Top-down view of Data Warehousing". Silvon Software Inc. 2000.  
<http://www.dmreview.com/whitepaper/dws.pdf>
- [15] Dr. Paul Dorsey. "Logical Design of a Data Warehouse to Support Reporting, Ad Hoc Query, Executive Information Systems, and Decision Support Systems". Dulcian, Inc.  
<http://www.dulcian.com/magazine%20articles/Logical%20Design%20of%20a%20Data%20Warehouse.htm>
- [16] Robert S. Gold. "The Balanced Scorecard and IT Management". Compass America Inc. 1999.  
[http://www.compassamerica.com/white\\_papers/balanced-scorecard.pdf](http://www.compassamerica.com/white_papers/balanced-scorecard.pdf)
- [17] Turban, E y Aronson, J. "Decisión support systems and intelligent system", 6ª ed. Prentice Hall PTR. 2001.
- [18] David H., Heikki M. Padharic S. "Principles of Data Mining". The MIT Press. 2001.
- [19] Kaplan, R. y Norton, P. "The Balanced Scorecard: Translating Strategy into action", Harvard Business School Press. 1996.
- [20] Inmon, W. H. "Building the Data Warehouse". John Wiley & Sons. 2002.
- [21] Kimball, R. "The Data Warehouse Toolkit: The complete guide to dimensional modeling". John Wiley & Sons. 2002.
- [22] Porter, Michael E. "Ventaja Competitiva: Creación y sostenimiento de un desempeño superior". CECSA. 2001.