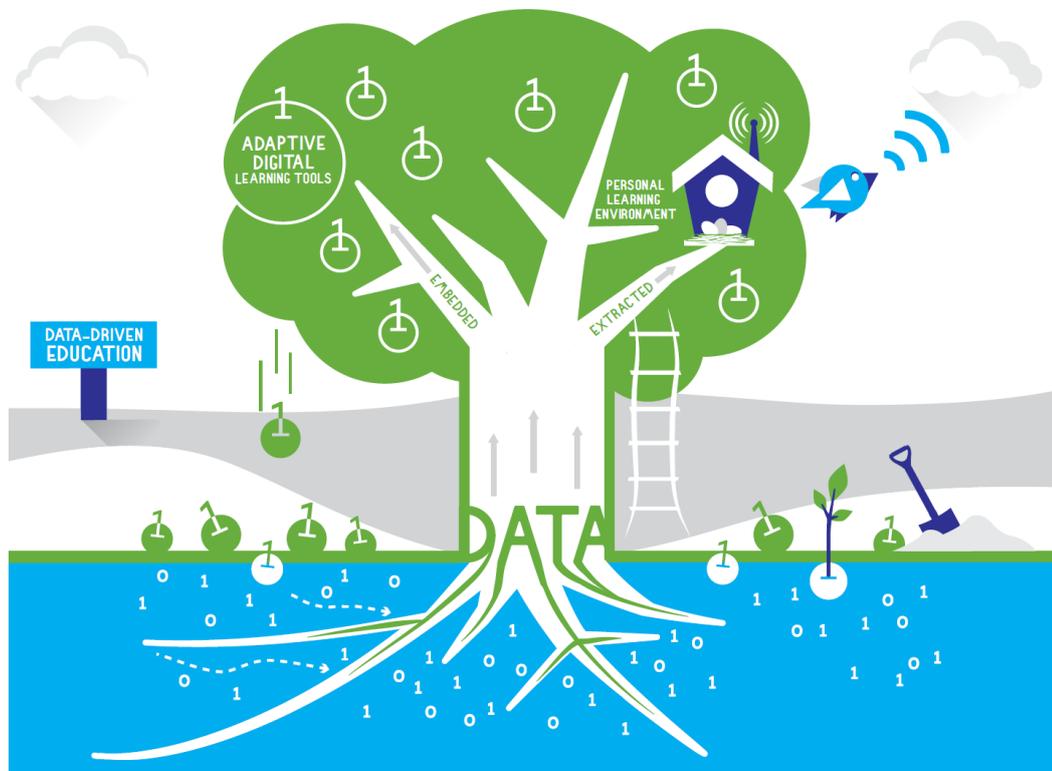


Licenciatura en Sistemas de Información

Proyecto Final de Carrera

**“Propuesta tecnológica como apoyo a procesos de Analítica Académica en FaCENA-UNNE”**



Autor: Lopez, Mariano Emanuel Alejandro

Profesores Orientadores:

Mgter. Dapozo, Gladys Noemí

Expt. Cuzziol, Juan José

Profesora Coordinadora: Mgter. Sonia Itatí Mariño

Corrientes – Argentina

Año 2016

## **Agradecimientos**

A mi madre: Por el gran amor, por el apoyo ilimitado e incondicional que siempre me has dado, por tener siempre la fortaleza de salir adelante sin importar los obstáculos, por haberme formado como un hombre de bien; por ser la mujer que me dio la vida y me enseñó a vivirla... no hay palabras en este mundo para agradecerte, mamá.

A mi padre: Por el valor y el coraje que has tenido para levantarte ante cualquier adversidad, por las enseñanzas que me has dado, y por darme ánimos siempre diciéndome lo orgulloso que te sientes de tus hijos, muchas gracias papá.

A mi hermano: Porque sin importar la distancia siempre tuviste tiempo para acompañarme, escucharme y sacarme sonrisas hasta en los momentos más difíciles.

A mi abuela, que desde el cielo siempre me acompaña y guía mi camino, por haberme dado paz y serenidad cuando lo necesité, como así también sabiduría y entendimiento en momentos difíciles.

A toda mi familia, quienes, sin escatimar esfuerzo alguno, sacrificaron gran parte de su vida para educarme y alentarme.

A mis amigos y compañeros de la universidad, con los cuales compartí inolvidables momentos y siempre estuvieron presentes en las buenas y malas donde nunca faltó "vos podes, vas a lograrlo, no te rindas", al estudiar o rendir un examen.

A todos aquéllos que contribuyeron en mi formación académica y profesional: a mis profesores, que compartieron conmigo sus conocimientos a lo largo de mi educación universitaria; al encargado técnico del SIU-Guaraní FaCENA – UNNE Romero, Jorge Miguel por su predisposición; y especialmente a mis Profesores Orientadores Dapozo, Gladys Noemí y Cuzziol, Juan José que estuvieron en todo momento, me aconsejaron y me guiaron a lo largo de todo el proyecto.

## Resumen

El objetivo de este trabajo fue realizar una propuesta tecnológica como apoyo a procesos de analítica académica en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura de la Universidad Nacional del Nordeste, permitiendo así un monitoreo permanente y confiable de los procesos educativos y sus resultados, a fin de anticipar situaciones, proponer mejoras y apoyar políticas o mecanismos enfocados en mitigar la deserción, el desgranamiento, la baja tasa de graduación, entre otros problemas.

La propuesta implicó:

- Desarrollo de un almacén de datos el cual contiene información histórica de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información plan 2009.
- Implementación del subsistema de extracción, transformación y carga para alimentar el almacén de datos con el sistema de información universitaria de la institución "SIU – Guaraní".
- Creación de cubos de procesamiento analítico en línea a partir del almacén de datos, los cuales proveen de análisis estadístico para responder a preguntas del tipo "why" y "what if", tiempos de respuestas bajos y mecanismos de seguridad, concurrencia y gestión de grandes volúmenes de datos y metadatos.
- Despliegue de una serie de informes estándar con acceso web, que proporcionan a los usuarios un conjunto básico de información.

Este informe se ha organizado de la siguiente manera:

En el **capítulo 1**, se menciona brevemente la preocupación por el fenómeno de desgranamiento estudiantil en el ámbito de la UNNE, como así también un estudio de trabajos relacionados y conceptos involucrados.

En el **capítulo 2**, se detalla minuciosamente la manera en que se desarrolló el trabajo siguiendo la metodología "ciclo de vida del almacén de datos/inteligencia de negocios" de Ralph Kimball, la misma cuenta con 3 caminos: tecnología, datos y aplicaciones de inteligencia de negocios.

En el **capítulo 3**, se describe la selección de herramientas, que se dividió en las siguientes categorías: motores de base de datos, gestores de base de datos, herramientas de ETL, servidor OLAP, herramientas de reporte y otras herramientas.

En el **capítulo 4**, se detallan los resultados del trabajo bajo la aplicación de la metodología previamente mencionada, como así también se adjuntan capturas de los

componentes en funcionamiento (almacén de datos, subsistema de ETL, cubos OLAP y reportes web).

En el **capítulo 5**, se presentan las conclusiones del desarrollo efectuado, como así también lecciones aprendidas y trabajos futuros.

En el **capítulo 6**, se detallan las referencias bibliográficas utilizadas en el presente trabajo.

Por último, en el **capítulo 7**, se presenta el anexo del trabajo, en donde se incluye el manual de usuario (instalación de los componentes de la propuesta, el paso a paso para su correcto despliegue y la utilización de la misma).

# Índice de contenidos

<b>Capítulo 1 - Introducción.</b>	<b>13</b>
1.1. Breve estado del arte.	13
1.2. Trabajos relacionados:	14
1.3. Objetivo(s).	15
1.4. Fundamentación.	15
1.5. Conceptos involucrados.	17
1.5.1. Inteligencia de Negocios (BI).	17
1.5.2. Almacén de datos (DW).	18
1.5.3. Extracción, Transformación y Carga (ETL).	19
1.5.4. Procesamiento de Transacciones En Línea (OLTP) y Procesamiento Analítico En Línea (OLAP).	20
1.5.5. Indicadores de Rendimiento Académico.	20
<b>Capítulo 2 - Metodología.</b>	<b>22</b>
2.1. Planificación del proyecto.	22
2.1.1. Alcance.	22
2.1.2. Estudio del negocio.	22
2.1.2.1. Identificación y análisis de los procesos académicos	22
2.1.2.2. Glosario	23
2.1.2.3. Monitoreo de procesos.	25
2.1.3. Requerimientos del negocio.	26
2.1.3.1. Procesos de negocio.	27
2.1.3.2. Matriz de procesos/dimensiones (Bus Matrix).	28
2.1.3.3. Definición de indicadores de rendimiento académico	28
2.1.3.3.1. INFOACES	28
2.1.3.3.2. SPU	31
2.1.4. Diseño de la arquitectura técnica y selección de productos.	33
2.1.5. Modelado dimensional.	34
2.1.5.1. Modelo de datos SG	37
2.1.6. Diseño físico.	46
2.1.6.1. Esquemas físicos en detalle.	47
2.1.7. Diseño del subsistema de ETL.	50
2.1.7.1. Dimensión Materia.	50
2.1.7.2. Dimensión Fecha.	51
2.1.7.3. Dimensión Carrera.	52
2.1.7.4. Dimensión Alumno.	53
2.1.7.5. Hecho Historia Académica.	54
2.1.7.6. Hecho Aspirantes.	55
2.1.7.7. Hecho Egreso.	56

2.1.7.8.	Hecho Reinscripción.....	56
2.1.7.9.	Hecho Rendimiento Académico.....	58
2.1.8.	Especificación y desarrollo de aplicaciones de BI.....	58
2.1.8.1.	Creación de cubos OLAP.....	59
2.1.8.1.1.	Dimensiones y Jerarquías.....	59
2.1.8.1.2.	Cubos OLAP.....	61
2.1.8.2.	Reporte estándar.....	63
2.1.8.3.	Reporte ad hoc.....	64
<b>Capítulo 3 - Herramientas y/o lenguajes de programación.....</b>	<b>65</b>	
3.1.	Motores de base de datos.....	65
3.1.1.	Microsoft SQL Server 2008 R2 Standard.....	65
3.1.2.	IBM Informix Dynamic Server V11.50 Developer Edition.....	65
3.2.	Gestores de base de datos.....	65
3.2.1.	Microsoft SQL Server 2008 Management Studio.....	65
3.2.2.	Aqua Data Studio 17.0.....	67
3.3.	Herramientas de Extracción, Transformación y Carga (ETL).....	68
3.3.1.	Pentaho Data Integration – Kettle 6.1 “Spoon”.....	68
3.4.	Servidor On Line Analytical Processing (OLAP).....	69
3.4.1.	Microsoft SQL Server Analysis Services 2008 R2 (SSAS).....	69
3.5.	Herramientas de reporte.....	70
3.5.1.	Microsoft SQL Server Reporting Services 2008 R2 (SSRS).....	70
3.6.	Otras herramientas.....	71
3.6.1.	Microsoft Excel 2013.....	71
3.6.2.	VMware Workstation 9.0.1.....	72
<b>Capítulo 4 - Resultados.....</b>	<b>73</b>	
<b>Capítulo 5 - Conclusiones y futuros trabajos.....</b>	<b>79</b>	
<b>Capítulo 6 - Referencias.....</b>	<b>81</b>	
<b>Capítulo 7 - Anexos.....</b>	<b>83</b>	
7.1.	Manual de usuario.....	83
7.1.1.	Instalación Microsoft SQL Server 2008 R2.....	83
7.1.2.	Creación del almacén de datos.....	87
7.1.3.	Alimentar el almacén de datos.....	90
7.1.4.	Despliegue de cubos OLAP.....	93
7.1.5.	Exploración de cubos OLAP con Management Studio.....	96
7.1.6.	Exploración de cubo OLAP con Excel.....	98
7.1.7.	Creación de cubos OLAP.....	101
7.1.8.	Añadir atributos de medidas.....	104
7.1.9.	Añadir atributos de medidas compuestos.....	105
7.1.10.	Despliegue de reportes.....	106

7.1.11. Creación de reportes .....	108
7.1.12. Acceso web a reportes.....	112
7.1.13. Creación de usuarios.....	113
7.1.14. Creación de roles y permisos.....	114
7.1.15. Tabla de atributos .....	122

## Índice de figuras

Fig. 1 - Arquitectura de un almacén de datos. Fuente: [13]. .....	19
Fig. 2 - DW/BI lifecycle Fuente: [15]. .....	22
Fig. 3 - Procesos académicos. Fuente: elaboración propia .....	25
Fig. 4 - Arquitectura técnica y productos seleccionados. Fuente: Elaboración propia ..	33
Fig. 5 - Bubble Chart General. Fuente: Elaboración propia .....	34
Fig. 6 - Historia Académica Bubble Chart. Fuente: Elaboración propia.....	35
Fig. 7 - Egresados Bubble Chart. Fuente: Elaboración propia .....	35
Fig. 8 - Rendimiento académico Bubble Chart. Fuente: Elaboración propia .....	36
Fig. 9 - Aspirantes Bubble Chart. Fuente: Elaboración propia .....	36
Fig. 10 - Reinscripciones Bubble Chart. Fuente: Elaboración propia .....	37
Fig. 11 - DER Personas. Fuente: elaboración propia.....	37
Fig. 12 - DER Alumnos. Fuente: elaboración propia.....	38
Fig. 13 - DER Aspirantes. Fuente: elaboración propia.....	39
Fig. 14 - DER Cursado. Fuente: elaboración propia .....	41
Fig. 15 - DER Exámenes. Fuente: elaboración propia.....	42
Fig. 16 - DER Equivalencias. Fuente: elaboración propia.....	43
Fig. 17 - DER Egreso. Fuente: elaboración propia .....	44
Fig. 18 - DER Reinscripción. Fuente: elaboración propia .....	44
Fig. 19 - Alimentación de las tablas de hechos y dimensiones. Fuente: Elaboración propia.....	45
Fig. 20 - Esquema del DW. Fuente: Elaboración propia. ....	46
Fig. 21 - Esquema FactAspirantes. Fuente: Elaboración propia .....	48
Fig. 22 - Esquema FactEgreso. Fuente: Elaboración propia.....	48
Fig. 23 - Esquema FactReinscripcion. Fuente: Elaboración propia.....	49
Fig. 24 - Esquema FactHistoriaAcademica. Fuente: Elaboración propia .....	49
Fig. 25 - Esquema FactRendimientoAcademico. Fuente: Elaboración propia.....	50
Fig. 26 - ETL: DimMateria.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	50
Fig. 27 - ETL: DimFecha.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	51
Fig. 28 - ETL: DimCarrera.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	52

Fig. 29 - ETL: DimAlumno.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	53
Fig. 30 - ETL: FactHistoriaAcademica.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	54
Fig. 31 - ETL: FactAspirantes.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	55
Fig. 32 - ETL: FactEgreso.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	56
Fig. 33 - ETL: FactReinscripcion.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	56
Fig. 34 - ETL: FactRendimientoAcademico.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	58
Fig. 35 - Dimensión Alumno. Fuente: Elaboración propia .....	60
Fig. 36 - Dimensión Carrera. Fuente: Elaboración propia .....	60
Fig. 37 - Dimensión Materia. Fuente: Elaboración propia .....	60
Fig. 38 - Dimensión Fecha. Fuente: Elaboración propia .....	60
Fig. 39 - Cubo Historia Académica en SSAS. Fuente: Elaboración propia .....	61
Fig. 40 - Cubo Egreso en SSAS. Fuente: Elaboración propia .....	61
Fig. 41 - Cubo Aspirantes en SSAS. Fuente: Elaboración propia .....	62
Fig. 42 - Cubo Reinscripciones en SSAS. Fuente: Elaboración propia .....	62
Fig. 43 - Cubo Rendimiento Académico en SSAS. Fuente: Elaboración propia .....	63
Fig. 44 - Entorno SQL Server Management Studio. Fuente: Elaboración propia .....	66
Fig. 45 - Autonomía del usuario. Fuente: Elaboración propia .....	66
Fig. 46 - Ejemplo consulta OLAP con SQL Server Management Studio. Fuente: Elaboración propia .....	67
Fig. 47 - Entorno Aqua Data Studio. Fuente: Elaboración propia .....	68
Fig. 48 - Entorno Pentaho DI. Fuente: Elaboración propia .....	69
Fig. 49 - Entorno SSAS. Fuente: Elaboración propia .....	70
Fig. 50 - Entorno SSRS. Fuente: Elaboración propia .....	71
Fig. 51 - Excel - SSAS autenticación y selección de cubos. Fuente: Elaboración propia .....	71
Fig. 52 - Ejemplo consulta OLAP con Excel. Fuente: Elaboración propia .....	72
Fig. 53 - Entorno VMware Workstation. Fuente: Elaboración propia .....	72
Fig. 54 - Almacén de datos DW_SIU_INFORMIX en SQL Server 2008. Fuente: Elaboración propia .....	73
Fig. 55 - Subsistema de ETL DW_SIU_INFORMIX en Pentaho DI 6.1. Fuente: Elaboración propia .....	74
Fig. 56 - Cubos OLAP SIU_INFORMIX_SQLSV. Fuente: Elaboración propia .....	74
Fig. 57 - Reportes en SQL Server Reporting Services. Fuente: Elaboración propia ....	75
Fig. 58 - Autenticación web a SQL Server Reporting Services. Fuente: Elaboración propia .....	75
Fig. 59 - Lista de reportes desde navegador web. Fuente: Elaboración propia .....	76

Fig. 60 - Reporte "Análisis de obtención de títulos" desde Chrome. Fuente: Elaboración propia.....	76
Fig. 61 - Reporte "Análisis del desgranamiento de alumnos" desde Edge. Fuente: Elaboración propia .....	77
Fig. 62 - Reporte "Análisis del desempeño de los alumnos por año en el plan de estudios" desde Firefox. Fuente: Elaboración propia.....	78
Fig. 63 - Menú de instalación SQLS2008. Fuente: elaboración propia .....	83
Fig. 64 - Setup. Fuente: elaboración propia.....	83
Fig. 65 - Selección de características. Fuente: elaboración propia .....	84
Fig. 66 - Configuración de la instancia. Fuente: Elaboración propia .....	84
Fig. 67 - Configuración de servicios. Fuente: Elaboración propia .....	85
Fig. 68 - Configuración de autenticación y administradores. Fuente: Elaboración propia .....	85
Fig. 69 - SSAS administradores. Fuente: Elaboración propia .....	86
Fig. 70 - SSRS configuración. Fuente: Elaboración propia .....	86
Fig. 71 - SQLS2008 instalación finalizada. Fuente: Elaboración propia.....	87
Fig. 72 - Conexión al motor de base de datos. Fuente: Elaboración propia.....	87
Fig. 73 - Conexión exitosa al motor. Fuente: Elaboración propia.....	88
Fig. 74 - MSQSMS - Abrir archivo. Fuente: Elaboración propia.....	88
Fig. 75 - Ejecutar script de creación. Fuente: Elaboración propia.....	89
Fig. 76 - Ejecución exitosa del script. Fuente: Elaboración propia .....	89
Fig. 77 - Spoon Pentaho Data Integration. Fuente: Elaboración propia .....	90
Fig. 78 - Spoon abrir job file. Fuente: Elaboración propia .....	90
Fig. 79 - Configuración de tareas. Fuente: Elaboración propia .....	91
Fig. 80 - Conexión a Informix. Fuente: Elaboración propia .....	91
Fig. 81 - Conexión a SQL Server. Fuente: Elaboración propia .....	92
Fig. 82 - ETL ejecución finalizada. Fuente: Elaboración propia .....	92
Fig. 83 - BI development studio abrir proyecto. Fuente: Elaboración propia .....	93
Fig. 84 - Proyecto SSAS. Fuente: Elaboración propia .....	93
Fig. 85 - SSAS probar conexión a DW. Fuente: Elaboración propia .....	94
Fig. 86 – Configuración de despliegue SSAS. Fuente: Elaboración propia.....	94
Fig. 87 - Desplegar cubos. Fuente: Elaboración propia .....	95
Fig. 88 - Despliegue finalizado. Fuente: Elaboración propia .....	95
Fig. 89 - MSQSMS conectar a AS. Fuente: Elaboración propia .....	96
Fig. 90 - MSQSMS explorar cubo. Fuente: Elaboración propia.....	96
Fig. 91 - MSQSMS exploración de cubo. Fuente: Elaboración propia.....	97

Fig. 92 - MSQMS consultas multidimensionales. Fuente: Elaboración propia .....	97
Fig. 93 - MSQMS MDX query. Fuente: Elaboración propia.....	98
Fig. 94 - Excel datos desde SSAS. Fuente: Elaboración propia .....	98
Fig. 95 - IP servidor. Fuente: Elaboración propia.....	99
Fig. 96 - Excel conexión a servidor SSAS. Fuente: Elaboración propia .....	99
Fig. 97 - Excel selección de cubo a explorar. Fuente: Elaboración propia .....	100
Fig. 98 - Excel exploración de cubo OLAP. Fuente: Elaboración propia .....	100
Fig. 99 - SSAS nuevo cubo. Fuente: Elaboración propia.....	101
Fig. 100 - Método de creación del nuevo cubo. Fuente: Elaboración propia.....	101
Fig. 101 - Selección de tablas de hechos. Fuente: Elaboración propia.....	102
Fig. 102 - Selección de atributos de medidas. Fuente: Elaboración propia.....	102
Fig. 103 - Selección de dimensiones existentes. Fuente: Elaboración propia.....	103
Fig. 104 - Estructura final del cubo. Fuente: Elaboración propia.....	103
Fig. 105 - Añadir atributo de medida. Fuente: Elaboración propia .....	104
Fig. 106 - Nuevo atributo de medida. Fuente: Elaboración propia .....	104
Fig. 107 - Nuevo atributo compuesto. Fuente: Elaboración propia .....	105
Fig. 108 - Descripción del atributo. Fuente: Elaboración propia.....	105
Fig. 109 – Proyecto SSRS. Fuente: Elaboración propia .....	106
Fig. 110 - Probar conexión a SSAS. Fuente: Elaboración propia.....	106
Fig. 111 - Configuración de despliegue SSRS. Fuente: Elaboración propia .....	107
Fig. 112 - SSRS despliegue finalizado. Fuente: Elaboración propia .....	107
Fig. 113 - SSRS administración y seguridad. Fuente: Elaboración propia .....	108
Fig. 114 - SSRS nuevo reporte. Fuente: Elaboración propia .....	108
Fig. 115 - SSRS configuración de fuente de datos. Fuente: Elaboración propia.....	109
Fig. 116 - SSRS diseño de consulta. Fuente: Elaboración propia.....	109
Fig. 117 - SSRS selección del tipo de reporte. Fuente: Elaboración propia.....	110
Fig. 118 - SSRS confirmar reporte. Fuente: Elaboración propia .....	110
Fig. 119 - SSRS diseñando reporte. Fuente: Elaboración propia.....	111
Fig. 120 - SSRS vista previa del reporte. Fuente: Elaboración propia .....	111
Fig. 121 - Acceso a report server. Fuente: Elaboración propia .....	112
Fig. 122 - Report Server directorio principal. Fuente: Elaboración propia .....	112
Fig. 123 - Report Server reportes SIUDW. Fuente: Elaboración propia .....	112
Fig. 124 - Creación de usuario de Windows. Fuente: Elaboración propia.....	113
Fig. 125 - Usuario visitante. Fuente: Elaboración propia .....	113
Fig. 126 - SSRS acceso denegado. Fuente: Elaboración propia .....	114
Fig. 127 - SSRS configuración del sitio. Fuente: Elaboración propia .....	114

Fig. 128 - SSRS añadir usuario. Fuente: Elaboración propia.....	115
Fig. 129 - SSRS configuración de carpeta. Fuente: Elaboración propia .....	115
Fig. 130 - SSRS seguridad de carpeta. Fuente: Elaboración propia.....	116
Fig. 131 - SSRS añadir rol de navegación a usuario. Fuente: Elaboración propia.....	116
Fig. 132 - Navegación sin permisos SSAS. Fuente: Elaboración propia.....	117
Fig. 133 - SSAS añadir rol. Fuente: Elaboración propia .....	117
Fig. 134 - SSAS descripción del rol. Fuente: Elaboración propia.....	118
Fig. 135 - SSAS agregar rol a usuario o grupo. Fuente: Elaboración propia.....	118
Fig. 136 - SSAS configuración de acceso a cubos. Fuente: Elaboración propia .....	119
Fig. 137 - SSRS navegación sin permisos SQL Server. Fuente: Elaboración propia.	119
Fig. 138 - SQL Server nuevo acceso. Fuente: Elaboración propia .....	120
Fig. 139 - SQL Server configuración de acceso. Fuente: Elaboración propia .....	120
Fig. 140 - SQL Server nuevo usuario. Fuente: Elaboración propia .....	121
Fig. 141 - SQL Server configuración de roles. Fuente: Elaboración propia.....	121
Fig. 142 - SSRS navegación con usuario visitante. Fuente: Elaboración propia.....	122

## Índice de tablas

Tabla 1 - Comparación de trabajos investigados. Fuente: Elaboración propia.....	16
Tabla 2 - Comparación de sistemas OLTP y OLAP. Fuente: [13]. .....	20
Tabla 3 - Temas analíticos y procesos de negocio. Fuente: Elaboración propia.....	27
Tabla 4 - Matriz de procesos/dimensiones (Bus Matrix). Fuente: Elaboración propia ..	28
Tabla 5 - Descripción DimMateria.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	51
Tabla 6 - Descripción DimFecha.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	52
Tabla 7 - Descripción DimMateria.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	53
Tabla 8 - Descripción DimMateria.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	53
Tabla 9 - Descripción FactHistoriaAcademica.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	54
Tabla 10 - Descripción FactAspirantes.ktr. Fuente: Elaboración propia.....	55
Tabla 11 - Descripción FactEgreso.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	56
Tabla 12 - Descripción FactReinscripcion.ktr. Fuente: Elaboración propia .....	57
Tabla 13 - Descripción FactRendimientoAcademico.ktr. Fuente: Elaboración propia ..	58
Tabla 14 - Atributos DimCarrera. Fuente: Elaboración propia .....	123
Tabla 15 - Atributos DimAlumno. Fuente: Elaboración propia .....	123
Tabla 16 - Atributos DimMateria. Fuente: Elaboración propia.....	124
Tabla 17 - Atributos DimFecha. Fuente: Elaboración propia.....	124
Tabla 18 - Atributos FactHistoriaAcademica. Fuente: Elaboración propia .....	124

Tabla 19 - Atributos FactEgreso. Fuente: Elaboración propia.....	127
Tabla 20 - Atributos FactAspirantes. Fuente: Elaboración propia .....	127
Tabla 21 - Atributos FactReinscripcion. Fuente: Elaboración propia.....	129
Tabla 22 - Atributos FactRendimientoAcademico. Fuente: Elaboración propia.....	129

# Capítulo 1 - Introducción.

## 1.1. Breve estado del arte.

El presente trabajo propone el diseño e implementación de un modelo multidimensional basado en herramientas de inteligencia de negocios (del inglés Business Intelligence - BI) como soporte a procesos de explotación de información sobre el seguimiento académico de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información plan 2009 de la Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste.

El mismo se enmarca en la “**analítica académica**” (Academic analytics) la cual es un nuevo campo surgido en la educación superior como consecuencia de las prácticas de minería de datos y la utilización de herramientas de inteligencia de negocios. Puede referirse ampliamente a las prácticas de toma de decisiones basadas en datos para fines operativos a nivel de universidad, pero también puede ser aplicado a las dificultades del proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes. Para ello, la analítica académica combina el uso de datos institucionales, análisis estadístico, y modelado predictivo para crear inteligencia en la que los estudiantes, los profesores, o los administradores pueden cambiar el comportamiento académico. Por ejemplo predecir la probabilidad de abandono de los estudiantes o el tiempo de finalización de los estudios, aunque en la actualidad, el énfasis está puesto en "inteligencia procesable", información que puede ser entregada con tiempo suficiente para hacer una diferencia en el rendimiento académico [1].

Vinculado con este concepto, el término “**analítica del aprendizaje**” (Analytics Learning), se refiere a la medición, recopilación, análisis y presentación de informes de datos sobre alumnos y sus contextos, a los efectos de comprensión y optimizar el aprendizaje en donde ocurre [2].

Cabe destacar que en las últimas dos décadas, la mejora en los índices de rendimiento académico y de graduación se ha incorporado como tema de alta relevancia en la agenda de políticas públicas e institucionales en América Latina [3].

## 1.2. Trabajos relacionados:

- En [4] se realiza un proceso de minería de datos para generar conocimiento en base a patrones académicos, factores sociales y demográficos, que caractericen a los estudiantes, con el objetivo de pronosticar alumnos desertores en la Carrera Analista en Sistemas de Computación de la Universidad Nacional de Misiones, obteniendo como conclusión que los atributos que más inciden en la deserción son el nivel de estudio de los padres, la distancia que debe recorrer para acudir a la sede y el colegio.
- En [5] se presenta la utilización de algoritmos de Inducción de Árboles de Decisión para descubrir reglas que caractericen el abandono de los estudios académicos en el nivel de pregrado a partir de la información disponible en el sistema de gestión académica propio de la institución, dando soporte a las políticas de retención de estudiantes. Analizando los resultados se permitió definir nuevas estrategias por ejemplo orientar la política de becas, cursos de nivelación para egresados de escuelas secundarias no afines a la carrera Universitaria, clase de apoyo para disminuir los desaprobados, entre otros.
- En [6] se lleva a cabo la construcción de un proceso extracción de conocimiento sobre deserción estudiantil universitaria para establecer perfiles que permitan realizar recomendaciones tendientes a revertir esta situación. Como resultado se detectó que las variables laborales son las que mayor influencia tienen, de manera que acciones directas sobre esta realidad, como el aumento de becas otorgadas, podría brindar un camino a seguir.
- En [7] se observa una investigación del rendimiento académico de los alumnos de Sistemas Operativos de la Licenciatura en Sistemas de Información, a través de técnicas de minería de datos sobre un almacén de datos. Como resultados se obtuvieron perfiles de alumnos que permiten detectar a priori altas probabilidades de éxito o fracaso en la asignatura.
- En [8] se publican algunos de los resultados que surgen de la aplicación de un almacén de datos para la gestión académica, lo que permitió a la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora analizar el comportamiento del alumnado con respecto al rendimiento académico.
- En [9] se describe el proceso de descubrimiento de conocimiento que se llevó a cabo en la Universidad de Nariño para determinar en la comunidad

universitaria perfiles de bajo rendimiento académico y deserción estudiantil. Para el mismo fue necesario la construcción de un almacén de datos en el que se integraron datos de distintas fuentes y la utilización de herramientas open source de minería de datos. Como resultado se obtuvieron reglas de clasificación en donde algunas de las variables involucradas son: estrato socioeconómico, promedio de exámenes rendidos, residencia, edad de ingreso.

- En [10] se desarrollan cubos OLAP orientados al desempeño académico de los alumnos de las distintas carreras en las distintas facultades de la Universidad Nacional del Nordeste con herramientas Open Source. Para el mismo fue necesaria la construcción de un almacén de datos acompañado de un sub-proceso de ETL para la carga del mismo desde el sistema de gestión de alumnos propio de la institución. Como resultado se obtuvieron 4 cubos OLAP: Cursado, Examen, Equivalencia y Rendimiento académico; capaces de brindar todo tipo de informes, en forma gráfica y numérica.

### **1.3. Objetivo(s).**

- Diseñar e implementar un modelo multidimensional como soporte a procesos de explotación de información en el contexto de la educación superior universitaria para favorecer la implementación de analítica académica.
- Definir un conjunto de indicadores para el seguimiento académico de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información de la FaCENA - UNNE plan 2009 (Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste).
- Profundizar los conceptos de almacenes de datos (DW), sub-sistemas de extracción, transformación y carga (ETL) y sistemas de procesamiento analítico en línea (OLAP).

### **1.4. Fundamentación.**

En el ámbito de la UNNE, como en otras universidades del país, existe una creciente preocupación por el fenómeno de desgranamiento estudiantil que se aprecia en carreras vinculadas con la disciplina Informática. Como parte del plan de mejora del proceso de acreditación de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información, llevado adelante por la Comisión Nacional de Evaluación (CONEAU), se planteó como necesidad contar con un sistema automatizado para el seguimiento y monitoreo de los estudiantes de la carrera,

a fin de detectar dificultades o conflictos particulares que afecten la permanencia y avance de los alumnos en la carrera.

En este marco se propone el desarrollo de un DW, basado en un conjunto de indicadores previamente acordados, que permitan implementar procesos de analítica académica y de analítica del aprendizaje sobre el conjunto de datos especialmente diseñado para este fin.

Actualmente la UNNE posee un módulo de gestión académica “SIU-Guaraní” [11] el cual puede ser utilizado en conjunto de un sub-proceso de ETL para la elaboración de un almacén de datos bajo indicadores de rendimiento académico. El cual posibilita llevar a cabo estudios y reportes de rendimiento académico con sistemas del tipo OLAP e inclusive realizar a futuro tareas de minera de datos con el mismo, que permitirán obtener modelos descriptivos y/o predictivos.

Con el fin de poder destacar los beneficios que brindan este tipo de soluciones en el ámbito académico, se realizó una comparación entre los trabajos relacionados previamente investigados, los resultados del mismo pueden ser observados en la Tabla 1.

Tabla 1 - Comparación de trabajos investigados. Fuente: Elaboración propia

Ref.	Título del trabajo	Origen de datos		Business Intelligence				
		OLTP	Otros	Data Analytics	Data Warehousing	OLAP	Data Mining	
				ETL			Descriptiva	Predictiva
[4]	Resultados Preliminares del Proceso de Minería de Datos Aplicado al Análisis de la Deserción en Carreras de Informática Utilizando Herramientas Open Source.		X	X	X			X
[5]	Identificación de Causales de Abandono de Estudios Universitarios. Uso de Procesos de Explotación de Información.	X		X				X
[6]	Evaluación de técnicas de Extracción de Conocimiento en Bases de Datos y su aplicación a la deserción de alumnos universitarios.	X		X	X		X	X

[7]	Data warehouse y data mining aplicados al estudio del rendimiento académico y de perfiles de alumnos.	X		X	X		X	
[8]	La información y la tecnología para la toma de decisiones: Aplicación Data Warehouse en Instituciones Universitarias.	X		X	X	X		
[9]	Una lectura sobre deserción universitaria en estudiantes de pregrado desde la perspectiva de la minería de datos.	X	X	X	X		X	X
[10]	Soluciones Open Source Business Intelligence aplicada a la gestión académica universitaria.	X		X	X	X		

En el resultado de la comparación entre 7 trabajos relacionados con las áreas de inteligencia de negocio y rendimiento académico (ver Tabla 1) se destaca que el 86% de los trabajos confeccionó y/o utilizó un almacén de datos ya sea para fuente de datos para los sistemas de tipo OLAP, como para la aplicación de técnicas de minería de datos. El 100% de los trabajos confeccionó procesos de ETL tanto forma total “Extracción, Transformación y Carga” como en forma parcial. La fuente de datos del 86% de los trabajos proviene de sistemas de procesamiento de transacciones en línea (On-Line Transaction Processing - OLTP).

Los trabajos investigados abarcan distintas áreas de la inteligencia de negocios desde el análisis de los datos (Data Analytics), almacenes de datos (Data Warehousing), procesos analíticos en línea (OLAP), hasta inclusive minería de datos (Data Mining). Estos tienen como objetivo común realizar estudios de forma supervisada o no, sobre el rendimiento académico de cada institución con fines descriptivos o predictivos. En todos los casos cabe destacar la necesidad de un repositorio de datos histórico confeccionado a medida que permita realizar los reportes y estudios deseados.

## 1.5. Conceptos involucrados.

### 1.5.1. Inteligencia de Negocios (BI).

Las instituciones colectan volúmenes significativos de datos, y poseen acceso inclusive a mucha más información externa del negocio. Ellas necesitan la habilidad de transformar los datos crudos a información valiosa a través de la captura, ajuste, organización, almacenamiento, distribución, análisis, y un acceso rápido y fácil a la información. Todo lo mencionado anteriormente es el objetivo de la inteligencia de negocios

(Business Intelligence - BI). BI ayuda a las instituciones a crear conocimiento a partir de la información para asegurar mejores tomas de decisiones y convertir esas decisiones en acciones.

La información es utilizada para comprender las tendencias del negocio, fortalezas, y debilidades. Antes de la existencia de las tecnologías de BI, muchas instituciones utilizaban métodos convencionales estandarizados para transformar los datos en información valiosa. Esto era un proceso muy laborioso que requería de una enorme cantidad de recursos y tiempo, sin mencionar el factor de error humano [12].

### 1.5.2. Almacén de datos (DW).

Un almacén de datos (Data Warehouse - DW) es una colección de datos orientado a un determinado ámbito, integrado, variante en el tiempo y no volátil, que ayuda al proceso de toma de decisiones [13].

- **Orientado a un determinado ámbito:** El DW se centra en el análisis y modelado de la información para la toma de decisiones. No en el soporte de las operaciones del día a día de la organización.
- **Integrado:** Un DW es generalmente construido integrando múltiples fuentes de datos heterogéneas, como ser base de datos y archivos de texto.
- **Variante en el tiempo:** Los datos se almacenan para proporcionar información desde una perspectiva histórica (ej., en los últimos 5-10 años). Cada estructura de clave en el almacén de datos contiene, ya sea implícita o explícitamente un elemento de tiempo.
- **No volátil:** El DW se encuentra físicamente separado del entorno operacional. No requiere procesamiento de transacciones, mecanismos de concurrencia y recuperación. Usualmente solo requiere de dos operaciones: la carga inicial de datos y el acceso a los datos.

En la **Fig.1** se puede observar la arquitectura de un almacén de datos.

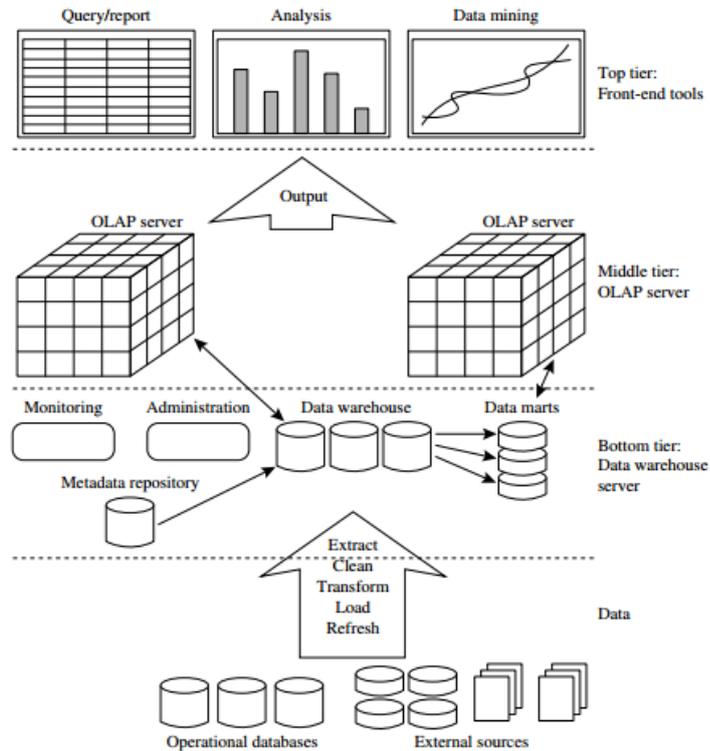


Fig. 1 - Arquitectura de un almacén de datos. Fuente: [13].

### 1.5.3. Extracción, Transformación y Carga (ETL).

Para los proyectos de DW/BI es muy común utilizar herramientas que ayudan a procesar los datos suministrados por los usuarios para cargar y refrescar el almacén. Estas herramientas incluyen las siguientes funciones [13]:

- Extracción: La cual reúne datos desde múltiples fuentes externas heterogéneas.
- Limpieza: Detección de errores en los datos y rectificación cuando sea posible.
- Transformación: Convertir el formato de los datos de origen al formato del almacén de datos (Ej.: Cambiar formato o tipo de dato, fusionar o dividir campos, añadir información temporal).
- Carga: Carga inicial del almacén, con los datos previamente transformados.
- Refresco: Propaga las actualizaciones de las fuentes de datos al almacén.

#### 1.5.4. Procesamiento de Transacciones En Línea (OLTP) y Procesamiento Analítico En Línea (OLAP).

La principal tarea de los sistemas de base de datos operacionales es llevar a cabo transacciones y el procesamiento de consultas. Estos sistemas son llamados sistemas de procesamiento de transacciones en línea (On-Line Transaction Processing – OLTP). Ellos cubren la mayoría de las operaciones del día a día de una organización como ser compras, inventarios, facturación, nómina de sueldos, registración, contabilidad, entre otras. [13].

Por otro lado, los sistemas de procesamiento analítico en línea (On-Line Analytical Processing - OLAP) se caracterizan por organizar y presentar los datos en varios formatos de acuerdo a las necesidades de diferentes usuarios para el análisis de datos y la toma de decisiones. Estos sistemas manejan grandes cantidades de datos históricos, lo cual provee ciertas facilidades para la generación de totales y poder gestionar la granularidad de la información en diferentes niveles. Estas características hacen que los datos sean más fáciles de usar para la toma de decisiones [13].

En la **Tabla 2** se observa una comparación de sistemas del tipo OLTP y OLAP.

*Tabla 2 - Comparación de sistemas OLTP y OLAP. Fuente: [13].*

Característica	OLTP	OLAP
Carácter	Procesamiento operacional	Procesamiento de información.
Orientación	Transacción	Análisis
Función	Operaciones del día a día	Apoyo informativo a largo plazo para la toma de decisiones
Dato	Actual	Histórico
Foco	Entrada de datos	Salida de información
Prioridad	Alta performance y disponibilidad	Alta flexibilidad y autonomía del usuario

#### 1.5.5. Indicadores de Rendimiento Académico.

La norma UNE 66.175 (2003) define un indicador como “Dato o conjunto de datos que ayudan a medir objetivamente la evolución de un proceso o de una actividad”. Según lo que se pretenda medir habrá diferentes indicadores. Pero cualquier indicador, independientemente del tipo que sea o lo que quiera medir debe definirse de la forma precisa especificando: La unidad de medida, los elementos que lo componen, el

origen de los datos, la periodicidad con que se mide, el proceso matemático seguido y el significado que debe darse al resultado numérico final [14].

Para la definición de los indicadores de rendimiento académico se utilizaron como guía el *Sistema Integral de Información sobre las Instituciones de Educación Superior de América Latina "INFOACES"* [14] y el *Anuario de Estadísticas Universitarias Argentinas de la Secretaria de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación de Argentina "SPU"* [15].

## Capítulo 2 - Metodología.

Para la construcción de la solución de BI se utilizó la metodología ciclo de vida del almacén de datos/Inteligencia de negocio (DW/BI Life Cycle) ver **Fig.2**, la misma consta de 3 caminos: tecnología, datos y aplicaciones de inteligencia de negocios [16].

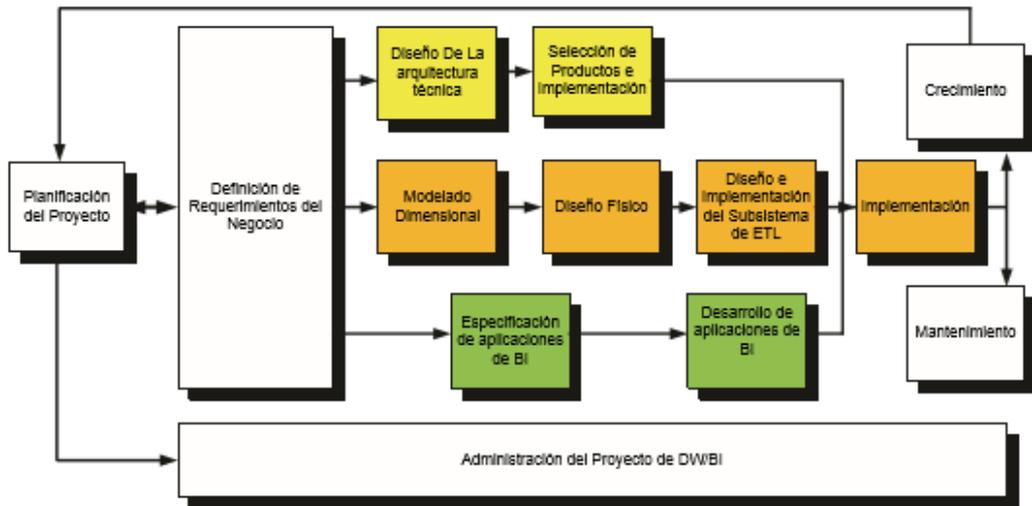


Fig. 2 - DW/BI lifecycle Fuente: [16].

- Tecnología (camino superior): Implica tareas relacionadas con el software específico.
- Datos (camino del medio): En la misma se diseña el modelo dimensional y el subsistema de Extracción, Transformación y Carga para el almacén de datos.
- Aplicaciones de inteligencia de negocios (camino inferior): En donde son desarrolladas las aplicaciones de negocio para los usuarios finales.

### 2.1. Planificación del proyecto.

#### 2.1.1. Alcance.

Desarrollar una propuesta tecnológica como apoyo a procesos de Analítica Académica para la carrera Licenciatura en Sistemas de Información plan 2009 de la FaCENA - UNNE, el mismo debe ser alimentado y mantenido por el sistema transaccional SIU Guaraní [11] que posee la facultad.

#### 2.1.2. Estudio del negocio.

##### 2.1.2.1. Identificación y análisis de los procesos académicos

Con el fin de comprender los distintos procesos de negocios que se llevan a cabo en la carrera y como se los registran en el sistema SG

[11], se llevaron a cabo reuniones con el encargado técnico del sistema SG Lic. Romero, Miguel en conjunto con la directora de la carrera L.S.I Mgter. Dapozo, Gladys Noemí y el Lic. Cardozo, Sergio. La primera reunión se llevó a cabo el 16/10/15. En la misma se realizó la entrega del glosario SG versión 2.03.0, modelo de datos reducido SG versión 2.00.0 y 3 datasets en archivos Excel sobre alumnos, historia académica cursado e historia académica exámenes de la carrera L.S.I plan 2009. Además, se trataron los siguientes temas: diferencia entre aspirante e inscripto y el impacto de los procesos de (inscripción, baja, reinscripción y readmisión).

Reunión 23/10/15 en la que se realizó un cuestionario para el encargado técnico, contemplando fecha de implementación del sistema, fechas de los procesos que impactan en el sistema, y granularidad en los datos.

Reunión 30/10/15 en la misma se realizó análisis de distintas resoluciones académicas, para comprender como son implementadas en el sistema SG por ejemplo códigos de regularidad de los alumnos.

Reunión 15/12/15 durante la cual el encargado técnico respondió preguntas sobre qué tablas consultar para obtener datos de los temas analíticos de ingreso, cursado y finalización.

Reunión 06/04/16 se trataron los temas de: dinámica de altas y bajas cuando los alumnos re-ingresan a la carrera, dinámica de cambio de plan en los alumnos, alumnos que deciden rendir libre alguna asignatura y detección de alumnos recursantes.

#### **2.1.2.2. Glosario**

**Alumno Ingresante:** Aspirante que se le asigna número de legajo por haber aprobado la primera materia disciplinar del plan de estudios de la carrera.

**Alumno libre:** Es aquel que no ha regularizado la materia, el mismo posee 3 categorías:

- **Abandonó:** Alumno que realizó inscripción a materia pero no cursó. Equivalente a libre por no cursar (N/C) establecido por Res.1708/10CD.

- **Libre:** Alumno libre por inasistencia. Equivalente a libre por asistencia (P/A) establecido por Res.1708/10CD.
- **Insuficiente:** Alumno libre por no aprobar los parciales y/o trabajos prácticos, laboratorios u otros. Equivalente a libre por parciales (P/P) y libre por trabajos prácticos (T/P) establecido por Res.1708/10CD.

**Alumno promocionado:** Es aquel que aprueba la materia durante el cursado, cumpliendo el régimen de promoción establecido por la misma sin requerir examen final.

**Alumno recursante:** Aquel que vuelve a cursar una materia que ya había cursado en una anterior oportunidad y que no la aprobó, ya sea por razones de inasistencia o de desaprobación de las instancias de evaluación.

**Alumno regular:** Son aquellos alumnos que cumplen las condiciones de regularidad propias de cada unidad académica, Ej.: aprobar 2 materias en el ciclo lectivo anterior.

**Aprobó práctico “AP”:** Es una categoría particular reglamentada en FaCENA, que permite al alumno adquirir la condición de regularidad (válida por 5 turnos) aprobando solamente el práctico en una mesa de examen final.

**Aspirante:** Son aquellas personas que manifiestan interés en ingresar a una institución universitaria como estudiante.

**Aspirante condicional:** Aspirante que no cumple en su totalidad los requisitos obligatorios de inscripción a carrera.

**Cohorte:** Grupo de alumnos que comparten el mismo año de ingreso a la carrera.

**Egresados:** Son los estudiantes que completan todos los cursos y requisitos reglamentarios de la oferta a la que pertenecen.

**Equivalencia:** Reconocimiento de la/s materia/s original/es APROBADA/S del alumno validadas por la matriz de equivalencia, otorgando la condición de APROBADA/S en las mismas.

**Matrícula:** Es la suma de los nuevos inscriptos más los reinscriptos pertenecientes a una oferta académica en un año determinado.

**Reinscriptos:** Son los alumnos a los que se les actualiza su inscripción en la misma oferta, en un año académico posterior a su última inscripción.

### 2.1.2.3. Monitoreo de procesos.

En la **Fig.3** se detallan las fechas en que se llevan a cabo los procesos académicos de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información, tomando de ejemplo el año académico 2015.

Los mismos son de utilidad para definir como realizar el mecanismo de carga y alimentación del almacén de datos.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
Inscripción a carrera	21 días	lun 01/12/14	lun 29/12/14
Verificación de Requerimientos	1 día	mar 30/12/14	mar 30/12/14
Reinscripción Anual	22 días	dom 15/02/15	lun 16/03/15
Carga exámenes finales turno 1	1 sem	sáb 14/02/15	jue 19/02/15
Carga exámenes finales turno 2	1 sem	mié 04/03/15	mar 10/03/15
Inscripción cursada 1° cuatrimestre	11 días	sáb 07/03/15	vie 20/03/15
Carga exámenes finales turno 3	1 sem	sáb 21/03/15	jue 26/03/15
Carga de los resultados de las cursadas del 1°	13 días	vie 15/05/15	mar 02/06/15
Carga exámenes finales turno 4	1 sem	vie 05/06/15	jue 11/06/15
Carga exámenes finales turno 5	1 sem	sáb 11/07/15	jue 16/07/15
Carga exámenes finales turno 6	1 sem	sáb 01/08/15	jue 06/08/15
Inscripción a cursada 2° cuatrimestre	11 días	sáb 01/08/15	vie 14/08/15
Carga exámenes finales turno 7	1 sem	vie 25/09/15	jue 01/10/15
Carga de los resultados de las cursadas del 2°	12 días	jue 15/10/15	vie 30/10/15
Carga exámenes finales turno 8	1 sem	vie 06/11/15	jue 12/11/15
Carga exámenes finales turno 9	1 sem	lun 30/11/15	vie 04/12/15
Carga exámenes finales turno 10	1 sem	sáb 19/12/15	jue 24/12/15

Fig. 3 - Procesos académicos. Fuente: elaboración propia

**Proceso de Negocio:** Inscripción a carrera

**Descripción:** El proceso consiste en registrar los nuevos alumnos en las distintas carreras que han seleccionado en el sistema de gestión académica SG [11].

**Proceso de Negocio:** Carga de resultados de cursada

**Descripción:** Este proceso actualiza el sistema SG con los resultados que obtuvieron los distintos alumnos de la carrera en cada materia en un año lectivo, y el mismo se realiza en 2 cargas (1er y 2do cuatrimestres) del año lectivo.

**Proceso de Negocio:** Carga de resultados de exámenes finales

**Descripción:** Actualización del sistema SG con los resultados que obtuvieron los distintos alumnos de la carrera en los distintos exámenes finales de cada materia en un año lectivo. Se realiza una carga por cada turno de examen de la institución (10 turnos).

**Proceso de Negocio:** Carga de equivalencias

**Descripción:** Este proceso actualiza el sistema SG con las distintas equivalencias de materias otorgadas a los alumnos de la carrera.

**Proceso de Negocio:** Habilitación para la emisión títulos

**Descripción:** Este proceso marca en el SG el cumplimiento de las condiciones para la emisión de título, luego del proceso de validación o “cotejo” de notas realizado en forma manual por otras áreas del Departamento de Estudios, como consecuencia del trámite realizado por el alumno para la obtención del título ya sea de grado o pre-grado. Al terminar satisfactoriamente este proceso el sistema SG actualizará el registro de egresados con los datos del alumno.

**Proceso de Negocio:** Reinscripción anual

**Descripción:** Este proceso actualiza principalmente la condición de activo de cada alumno del sistema SG en sus diferentes carreras. Permite además la actualización de datos personales de los alumnos.

### **2.1.3. Requerimientos del negocio.**

La propuesta tecnológica debe contemplar las siguientes etapas para el seguimiento del desempeño estudiantil:

- **Ingreso:** Evolución de los aspirantes e ingresantes.

- **Cursado:** Avance en el plan de estudio de los alumnos por cohorte, desgranamiento de los alumnos por cohorte, desempeño de los alumnos en los exámenes finales, desempeño de los alumnos en el cursado de cada asignatura y re-cursantes en las asignaturas de la carrera.
- **Finalización:** Obtención del título intermedio y final.

### 2.1.3.1. Procesos de negocio.

En la **Tabla 3** se pueden observar los distintos requerimientos asociados a su proceso de negocio y etapa.

*Tabla 3 - Temas analíticos y procesos de negocio. Fuente: Elaboración propia*

Etapa	Proceso de negocio de soporte	Análisis o requerimiento inferido o pedido
Ingreso	Inscripción a carrera	Cantidad de aspirantes a carrera
		Cantidad de aspirantes aceptados a carrera
		Cantidad de aspirantes rechazados a carrera
		Cantidad de ingresantes a carrera
Cursado	Carga de resultados de cursada 1° & 2° cuatrimestres	Cantidad de alumnos por materia
		Cantidad de alumnos recursantes por materia
		Cantidad de alumnos regulares por materia
		Cantidad de alumnos promocionados por materia
		Cantidad de alumnos libres por materia
		Cantidad de alumnos insuficientes por materia
	Carga de resultados de exámenes finales	Cantidad de alumnos que abandonaron la materia
		Cantidad de alumnos inscriptos a examen final por materia
		Cantidad de alumnos ausentes en examen final por materia
		Cantidad de alumnos aprobados en examen final por materia
		Cantidad de alumnos desaprobados en examen final por materia

		Cantidad de alumnos que obtienen la categoría AP en examen final por materia
Finalización	Habilitación para la emisión títulos	Cantidad de egresados título de pre-grado "Analista programador universitario"
		Cantidad de años requeridos por el alumno para la obtención del título de pre-grado
		Cantidad de egresados título de grado "Licenciado en sistemas de información"
		Cantidad de años requeridos por el alumno para la obtención del título de grado

### 2.1.3.2. Matriz de procesos/dimensiones (Bus Matrix).

En la **Tabla 4** se puede observar la matriz de procesos/dimensiones (Bus Matrix), la misma tiene en sus filas los procesos de negocios identificados, y en las columnas, las dimensiones identificadas.

*Tabla 4 - Matriz de procesos/dimensiones (Bus Matrix). Fuente: Elaboración propia*

Proceso de Negocio	Dimensiones			
	Fecha	Materia	Alumno	Carrera
Inscripción a carrera	X		X	X
Carga de resultados de cursada	X	X	X	X
Carga de resultados de exámenes finales	X	X	X	X
Carga de equivalencias otorgadas	X	X	X	X
Habilitación para la emisión títulos	X		X	X
Reinscripción anual	X		X	X

### 2.1.3.3. Definición de indicadores de rendimiento académico

#### 2.1.3.3.1. INFOACES

El Sistema Integral de Información sobre la Educación Superior en América Latina "INFOACES" [14] provee una guía para la selección de indicadores para el rendimiento académico, la misma está constituida en base a los siguientes aspectos: contexto (entorno de la institución), insumos (cantidad y uso de recursos necesarios para el logro de los objetivos de la institución), procesos (eficiencia y eficacia de los objetivos operativos de la institución) y producto (grado de avance hacia los objetivos programados).

En base a la información disponible en el sistema de gestión académica de la UNNE SIU-Guaraní [11] se han seleccionado los siguientes indicadores del sistema INFOACES:

### 1. Número total de estudiantes matriculados

**Descripción:** Número total de estudiantes matriculados por Sector de Estudios.

**Forma de cálculo:**  $I_j = V_{1j} + V_{2j}$  (1)

$V_{1j}$  = Número de aspirantes en el sector de estudios j.

$V_{2j}$  = Número de estudiantes reinscriptos en el sector de estudios j.

**Interpretación:** Información anual sobre el tamaño de la IES y su especialización.

### 2. Porcentaje de estudiantes no pertenecientes a la región en que se ubica la IES

**Descripción:** El indicador provee el porcentaje de estudiantes que provienen de una zona fuera de la región en que se imparten mayoritariamente las actividades de la IES, en relación al total de estudiantes de la misma.

**Forma de cálculo:**  $I_j = 100 * \left(\frac{V_{4j}}{V_{5j}}\right)$  (2)

$V_{4j}$  = Número de estudiantes de una titulación o carrera j no pertenecientes a la región.

$V_{5j}$  = Número total de estudiantes de la titulación o carrera j.

**Interpretación:** Información periódica respecto de la capacidad o de las condiciones de atracción de estudiantes de otras zonas por parte de la IES.

### 3. Tasa de matrícula femenina

**Descripción:** Porcentaje de estudiantes de sexo femenino respecto del total del total de estudiantes de una titulación o carrera.

**Forma de cálculo:**  $I_j = 100 * \left(\frac{V_{6j}}{V_{7j}}\right)$  (3)

$V_{6j}$  = Número de estudiantes de sexo femenino de una titulación o carrera j.

$V_{7j}$  = Número total de estudiantes de la titulación o carrera **j**.

**Interpretación:** Información sobre la participación femenina en las distintas titulaciones o carreras de la propia IES.

#### 4. Tasa de abandono inicial de la titulación

**Descripción:** Este indicador muestra la proporción de estudiantes que no se matriculan en un año **n+2** ni tampoco en **n+1**, en la titulación o carrera a la que accedieron dos años antes.

**Forma de cálculo:**  $I_j = 100 * \left(\frac{V_{8j}}{V_{9j}}\right)$  (4)

$V_{8j}$  = Número de estudiantes que han iniciado los cursos de una titulación o carrera **j** en el año **n** y que no están matriculados en ella en el año **n+1** ni en el año **n+2**.

$V_{9j}$  = Número de estudiantes que han iniciado los cursos de una carrera o titulación **j** de una IES en el año **n**.

**Interpretación:** Información anualizada sobre la proporción de estudiantes de una cohorte, que abandonan sus estudios en una titulación o carrera, respecto de aquellos inicialmente matriculados en la misma.

#### 5. Tasa de eficiencia en la graduación de la titulación

**Descripción:** Relación porcentual entre los estudiantes que superan, los créditos, materias o requisitos curriculares y académicos conducentes a una titulación **j** en una IES, respecto de los estudiantes ingresados en dicha carrera o titulación.

**Forma de cálculo:**  $I_j = 100 * \left(\frac{V_{12j}}{V_{13j}}\right)$  (5)

$V_{12j}$  = Número de estudiantes de una titulación o carrera **j** que logran finalizarla.

$V_{13j}$  = Número de estudiantes ingresados en la titulación o carrera **j**.

**Interpretación:** Proporción de estudiantes que consiguen finalizar, una carrera o titulación respecto de los estudiantes que se ingresaron en la misma.

### 2.1.3.3.2. SPU

En base a la información disponible en el Anuario de Estadísticas Universitarias de la Secretaria de Política Universitarias de la República Argentina [15] se han definido los siguientes indicadores:

#### 1. Número total de aspirantes a carrera

**Descripción:** Número total de personas que manifiestan interés en ingresar como estudiante a la carrera **j** de la institución universitaria.

**Forma de cálculo:**  $I_j = V_{1j} + V_{2j}$  (6)

$V_{1j}$  = Número de aspirantes aceptados por el sector de estudios de la carrera **j**.

$V_{2j}$  = Número de estudiantes rechazados por el sector de estudios de la carrera **j**.

**Interpretación:** Información anual sobre la capacidad de atracción de la IES y su especialización.

#### 2. Número total de ingresantes a carrera

**Descripción:** Número total de aspirantes aceptados de la carrera **j** que aprueban la primera materia disciplinar del plan de estudios de la carrera.

**Forma de cálculo:**  $I_j = V_{1j}$  (7)

$V_{1j}$  = Número de aspirantes aceptados que aprueban la primera materia disciplinar del plan de estudios de la carrera **j**.

**Interpretación:** Información anual sobre la cantidad de ingresantes de la IES.

#### 3. Número total de inscriptos a materia

**Descripción:** Número total de alumnos de la carrera **j** inscriptos a materia **k**.

**Forma de cálculo:**  $I_{jk} = V_{1jk}$  (8)

$V_{1jk}$  = Número de alumnos de la carrera **j** inscriptos a la materia **k**.

**Interpretación:** Información anual sobre la cantidad de alumnos por materia de la IES.

#### 4. Promedio de meses requeridos por los alumnos para aprobación de las materias desde su regularidad

**Descripción:** Promedio de meses requeridos por los alumnos de para la aprobación de la materia **k** de la carrera **j** desde su regularidad.

**Forma de cálculo:**  $I_{jk} = \frac{V_{1jk}}{v_{2jk}}$  (9)

$$V_{1jk} = \sum_{i=1}^n \text{meses}(\text{fecha examen final}_{jki} - \text{fecha regularidad}_{jki}) \quad (10)$$

$$V_{2jk} = n = \text{Cantidad de alumnos que aprobaron examen final}_{jk} \quad (11)$$

$V_{1jk}$  = Sumatorio de los meses requeridos por los **n** alumnos de la carrera **j** en aprobar la materia **k** desde su regularidad.

$V_{2jk}$  = Cantidad de alumnos de la carrera **j** que aprobaron el examen final de la materia **k**.

**Interpretación:** Información anual sobre tiempo de aprobación requerido por los alumnos de la IES.

#### 5. Promedio de años requeridos para el egreso

**Descripción:** Promedio de años requeridos por los alumnos de la carrera **j** para finalizar sus estudios de nivel **k** (grado, pre-grado).

**Forma de cálculo:**  $I_{jk} = \frac{V_{1jk}}{v_{2jk}}$  (12)

$$V_{1jk} = \sum_{i=1}^n \text{años}(\text{fecha egreso}_{jki} - \text{fecha ingreso}_{jki}) \quad (13)$$

$$V_{2jk} = n = \text{Cantidad de egresados}_{jk} \quad (14)$$

$V_{1jk}$  = Sumatorio de los años requeridos por los **n** alumnos de la carrera **j** en finalizar sus estudios de nivel **k**.

$V_{2jk}$  = Cantidad de egresados de la carrera **j** de nivel **k**.

**Interpretación:** Información anual sobre la cantidad de egresados de la IES.

#### 2.1.4. Diseño de la arquitectura técnica y selección de productos.

Durante el entorno de desarrollo se utilizó una notebook (RAM: 8 GB, CPU: 1.65GHz@2) con sistema operativo de 64bits Windows 10.

Con fines de replicar el entorno de producción, se virtualizó una máquina (RAM: 2GB, CPU: 1.65GHz@1) con sistema operativo de 32bits Windows 7 utilizando VMware Workstation 9.0.1.

En la máquina virtual Windows 7 32 bits se instalaron:

Como motores de base de datos IBM Informix Dynamic Server 11.50 debido a que es el motor utilizado por el sistema SG, y Microsoft SQL Server 2008 R2 para alojar el almacén de datos.

Como gestores de base de datos Aqua Data Studio 17.0 para el sistema SG y Microsoft SQL Server 2008 Management Studio para el almacén.

Como herramienta de ETL se seleccionó Pentaho Data Integration – Kettle 6.1.0.1 por incluir programación drag & drop, la posibilidad de probar cada paso del ETL en forma individual y conexión a ambos motores de base de datos utilizados.

Como herramientas de OLAP y generación de reportes se optó por utilizar los demás productos de Microsoft (Analysis Services & Reporting Services) que se incluyen en el paquete SQL Server 2008 R2. Cabe aclarar que se evaluaron otras herramientas OLAP como ser Pentaho Workbench y Mondrian, pero las mismas carecen de programación y consultas en forma drag & drop (arrastrar y soltar). Dado que este es un punto importante para la autonomía de los usuarios para la construcción de sus propias consultas, se optó por las herramientas de Microsoft.

En la **Fig.4** se observa la arquitectura y productos mencionados.



Fig. 4 - Arquitectura técnica y productos seleccionados. Fuente: Elaboración propia

### 2.1.5. Modelado dimensional.

En base a la matriz de procesos/dimensiones (ver Tabla 4) se construyeron los modelos dimensionales de alto nivel (o gráfico de burbujas, Bubble chart, en el léxico de Kimball), los mismos permiten visualizar las relaciones entre las futuras tablas de hechos y dimensiones. En la **Fig.5** se observa el modelo dimensional general.

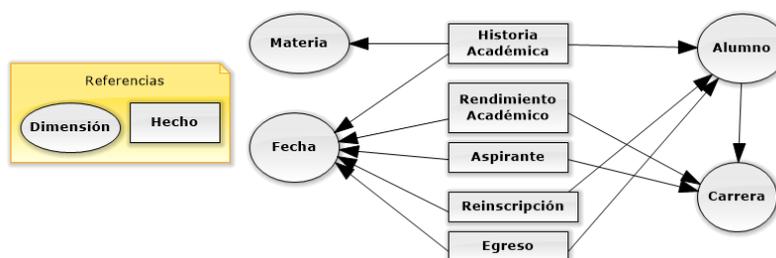


Fig. 5 - Bubble Chart General. Fuente: Elaboración propia

**Hecho: Historia Académica.**

**Procesos de negocio:** Carga de resultados de cursada, carga de resultados de exámenes finales, carga de equivalencias otorgadas.

**Dimensiones:** Fecha, materia, alumno, carrera.

**Nivel de granularidad:** Un registro por cada materia que el alumno haya cursado, rendido o recibido equivalencia en un determinado cuatrimestre del año lectivo.

**Medida (indicador):** Cantidad total de alumnos. Cantidad de alumnos aprobados en sus distintas categorías (Promoción y regular). Cantidad de alumnos desaprobados en sus distintas categorías (Libre, insuficiente o abandonó). Cantidad de alumnos recursantes. Cantidad de equivalencias otorgadas. Cantidad total de alumnos inscriptos al examen final. Cantidad total de alumnos que se presentan al examen final. Cantidad de alumnos aprobados, desaprobados y ausentes en el examen final. Cantidad de alumnos que rinden examen final como AP. Cantidad de días que demora el alumno desde que regularizó la materia hasta aprobar el examen final correspondiente.

En la **Fig.6** se presenta el modelo dimensional de alto nivel específico de “**Historia Académica**”.

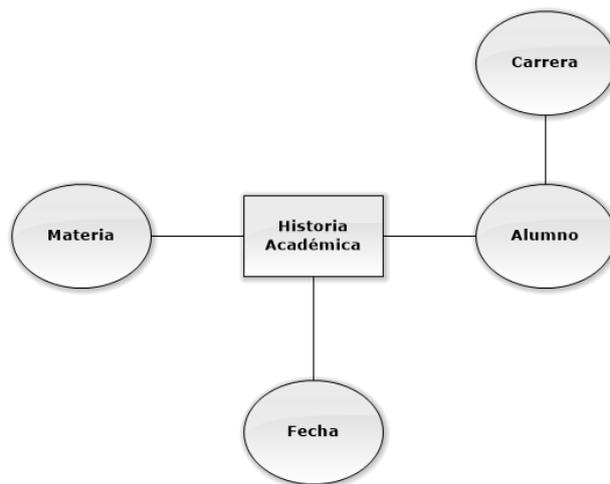


Fig. 6 - Historia Académica Bubble Chart. Fuente: Elaboración propia

**Hecho: Egreso.**

**Proceso de negocio:** Habilitación para la emisión títulos.

**Dimensiones:** Fecha, alumno, carrera.

**Nivel de granularidad:** Un registro por cada título otorgado a cada alumno.

**Medidas (indicador):** Cantidad total de egresados en los títulos de grado y pre-grado. Cantidad de años requeridos para el egreso.

En la **Fig.7** se observa el modelo dimensional de alto nivel específico de “Egreso”.

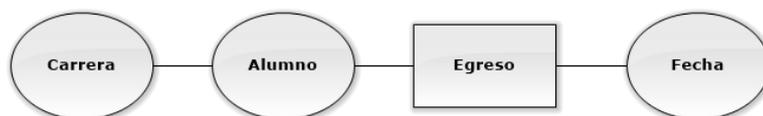


Fig. 7 - Egresados Bubble Chart. Fuente: Elaboración propia

**Hecho: Rendimiento Académico.**

**Procesos de negocio:** Inscripción a carrera, carga de resultados de cursada, exámenes finales y equivalencias otorgadas, gestión de títulos, reinscripción anual.

**Dimensiones:** Fecha, carrera.

**Nivel de granularidad:** Un registro por carrera para cada año lectivo.

**Medidas:** Total de estudiantes matriculados. Total de aspirantes. Total de reinscriptos. Total de ingresantes. Total de egresados. Cantidad de alumnos que aprobaron (Desde 0 hasta 5, y más de 5) materias. Cantidad de alumnos que desaprobaron (Desde 0 hasta 5, y más de 5) materias. Porcentaje de estudiantes no pertenecientes a la región en que se ubica la IES. Tasa de

matrícula por sexo. Tasa de abandono inicial de la titulación. Tasa de rendimiento de la titulación. Tasa de eficiencia en la graduación de la titulación. Número total de egresados titulados.

En la **Fig.8** se visualiza el modelo dimensional de alto nivel específico de “**Rendimiento Académico**”.



*Fig. 8 - Rendimiento académico Bubble Chart. Fuente: Elaboración propia*

**Hecho: Aspirante.**

**Procesos de negocio:** Inscripción a carrera.

**Dimensiones:** Fecha, carrera.

**Nivel de granularidad:** Un registro por cada inscripción a carrera para cada año lectivo.

**Medidas:** Cantidad de aspirantes. Cantidad de aspirantes aceptados. Cantidad de aspirantes condicionales. Cantidad de aspirantes rechazados por abandono de carrera. Cantidad de aspirantes rechazados por cambio de carrera. Cantidad de aspirantes rechazados por no cumplir los requerimientos obligatorios.

En la **Fig.9** se presenta el modelo dimensional de alto nivel específico de “**Aspirante**”.



*Fig. 9 - Aspirantes Bubble Chart. Fuente: Elaboración propia*

**Hecho: Reinscripción.**

**Procesos de negocio:** Reinscripción anual.

**Dimensiones:** Fecha, carrera, alumno.

**Nivel de granularidad:** Un registro por cada reinscripción a carrera por alumno.

**Medidas:** Cantidad de reinscripciones.

En la **Fig.10** se observa el modelo dimensional de alto nivel específico de “Reinscripción”.

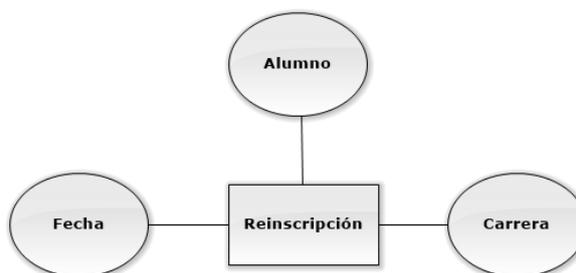


Fig. 10 - Reinscripciones Bubble Chart. Fuente: Elaboración propia

### 2.1.5.1. Modelo de datos SG

En las **Fig.11 - 18** se detallan los modelos de Entidad-Relación de las tablas del sistema SG, utilizadas como fuente de datos para alimentar las tablas de dimensiones y hechos del almacén de datos.

La tabla sga\_personas (Ver **Fig.11**) almacena datos de las personas que realizaron inscripción a alguna carrera sin importar su resultado final.

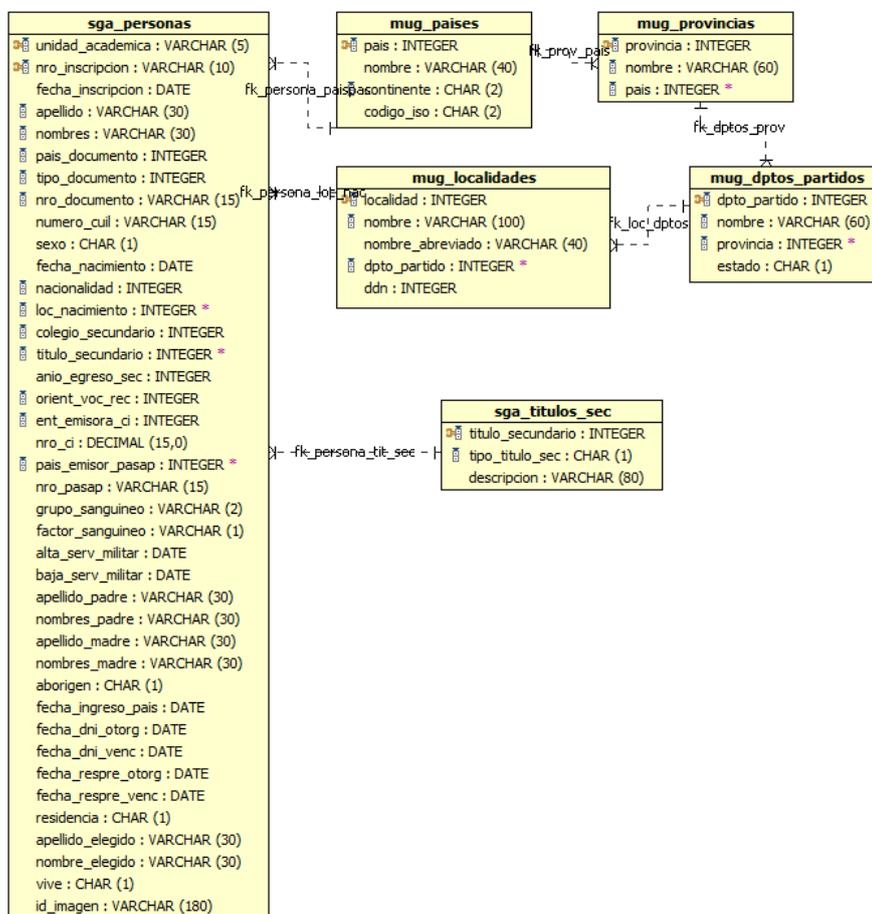


Fig. 11 - DER Personas. Fuente: elaboración propia

La tabla sga\_alumnos (Ver **Fig.12**) almacena datos de alumnos inscritos a alguna carrera de la tabla sga\_carreras, a su vez cada inscripción a carrera genera un registro en la tabla sga\_cambios\_plan y a través del campo “tipo” se indica el tipo de inscripción **C** “común”, **P** “cambio de plan” u **O** “cambio de plan forzado por la unidad académica”.

La tabla sga\_carrera\_aspira (Ver **Fig.13**) almacena datos de los aspirantes a carrera. Cuando el proceso de verificación de requisitos obligatorios termina, se actualiza el campo “situacion\_asp” el cual indica si la persona fue aceptada o no.

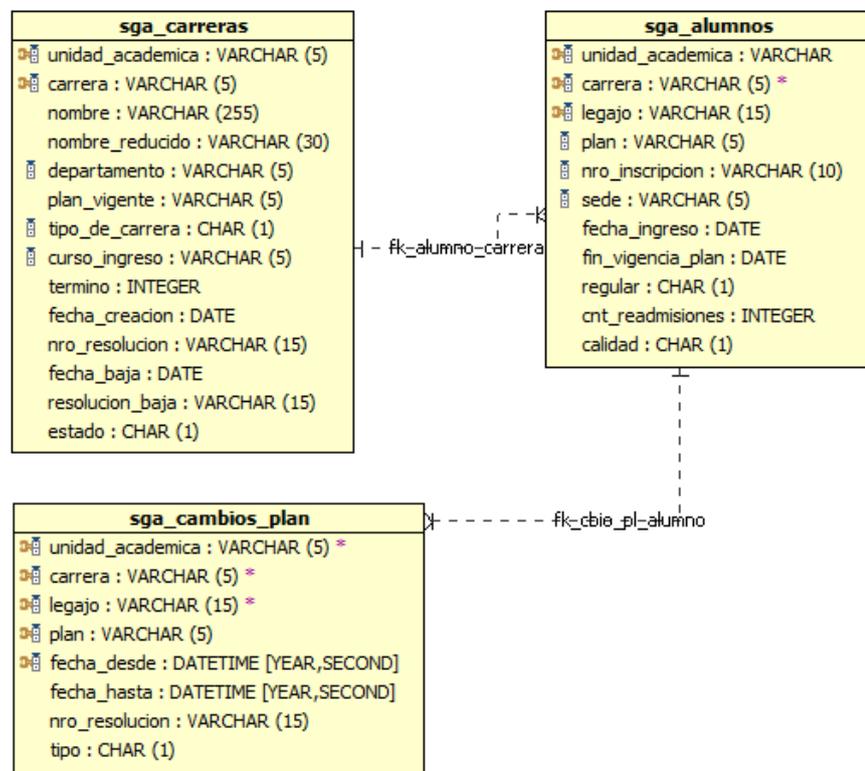


Fig. 12 - DER Alumnos. Fuente: elaboración propia

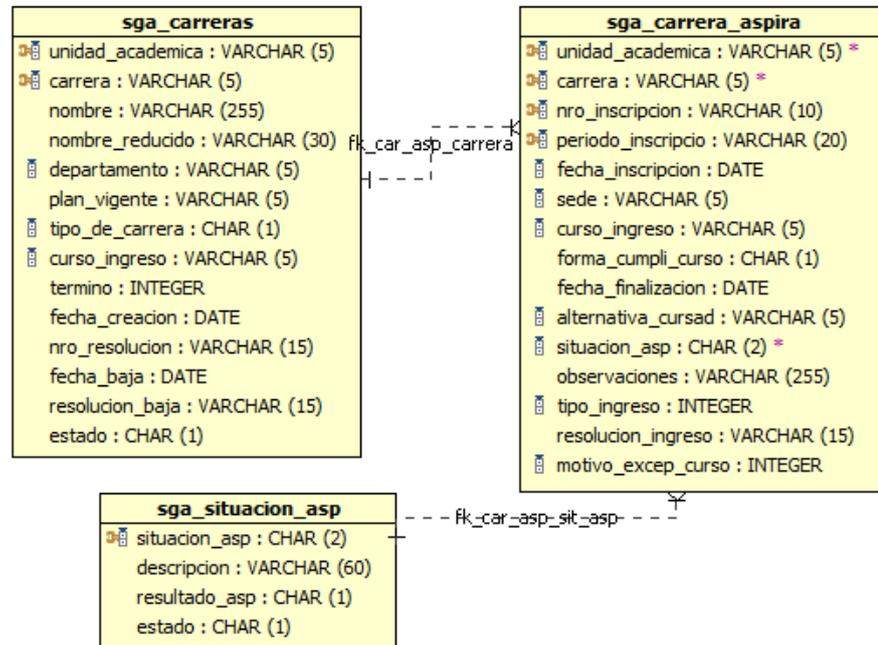


Fig. 13 - DER Aspirantes. Fuente: elaboración propia

Las tablas sga\_actas\_cursado “cabecera” y sga\_det\_acta\_curs “detalle” (Ver **Fig.14**) almacenan el resultado final de los alumnos de las distintas comisiones de la carrera como ser condición de regularidad, nota y la fecha de regularidad o promoción. Las comisiones son, en SG, las materias instanciadas en un periodo lectivo determinado.

Las tablas sga\_actas\_examen “cabecera” y sga\_detalle\_acta “detalle” (Ver **Fig.15**) almacenan el resultado de los exámenes finales realizados por los alumnos de la carrera. La cabecera contiene datos comunes a todos los exámenes registrados en el acta como ser la mesa y la fecha y para cada alumno se genera un registro de detalle en el que se carga el resultado (aprobado, desaprobado o ausente), la nota, en otros datos.

Las tablas sga\_equiv\_operac “cabecera” y sga\_equiv\_otorgada “detalle” (Ver **Fig.16**) almacenan las equivalencias otorgadas a los alumnos de la carrera. La cabecera almacena los datos comunes al trámite de la equivalencia como ser el número de resolución y el tipo de equivalencia (N=“normal”, R=“Rectificativo”) y para cada alumno se generan n registros en el detalle, en donde se carga el alcance (parcial o total) y el resultado.

La tabla sga\_titulos\_otorg (Ver **Fig.17**) contiene datos sobre los egresados de la carrera, en ella se almacenan datos como ser fecha de egreso, número de expediente y el título ya sea intermedio o de grado. Esta tabla es cargada luego de verificar que el alumno está en condiciones de egresar.

La tabla sga\_reinscripcion (Ver **Fig.18**) almacena los datos de las reinscripciones realizadas por los alumnos de la carrera en los distintos años lectivos.

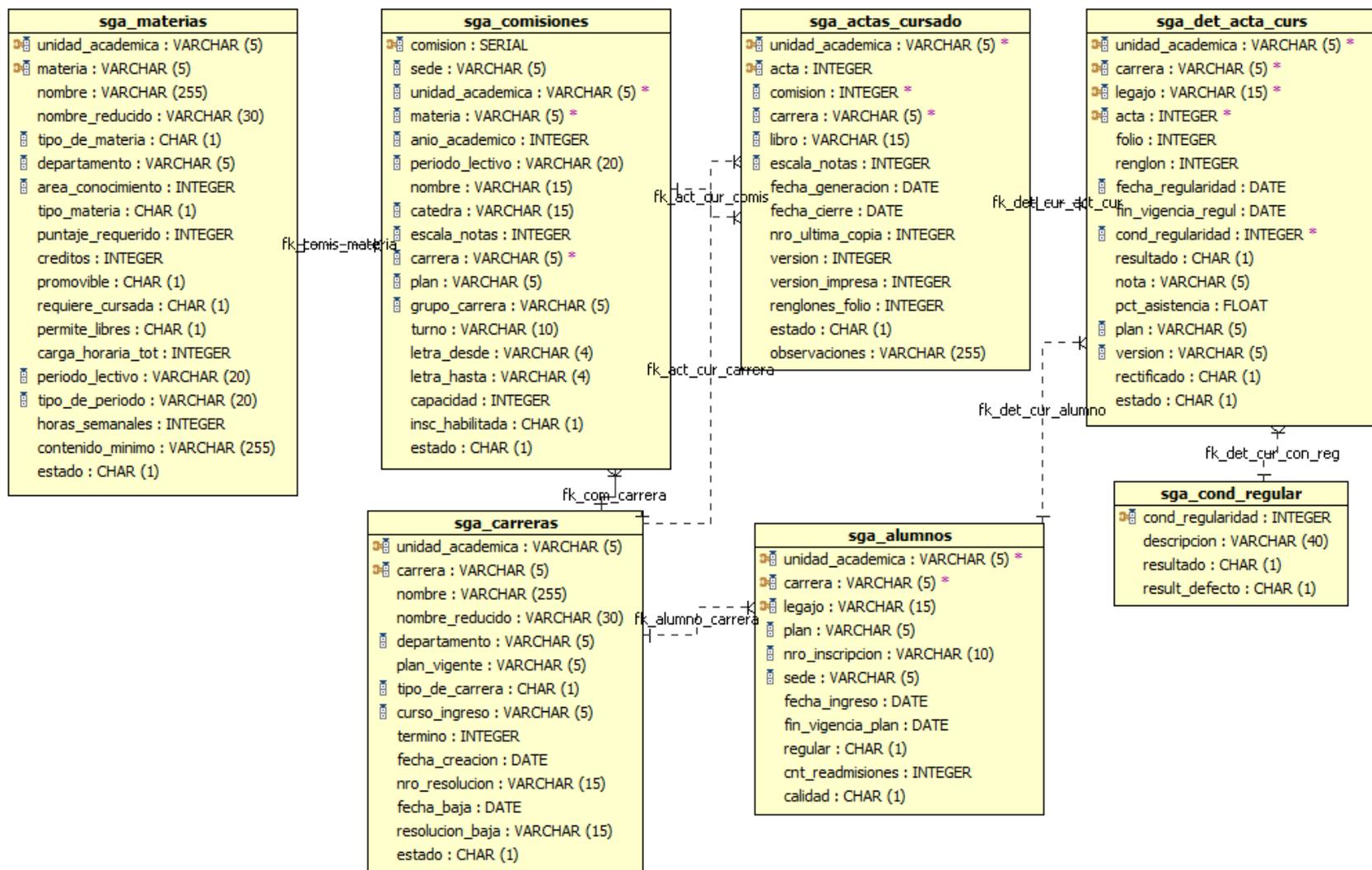


Fig. 14 - DER Cursado. Fuente: elaboración propia

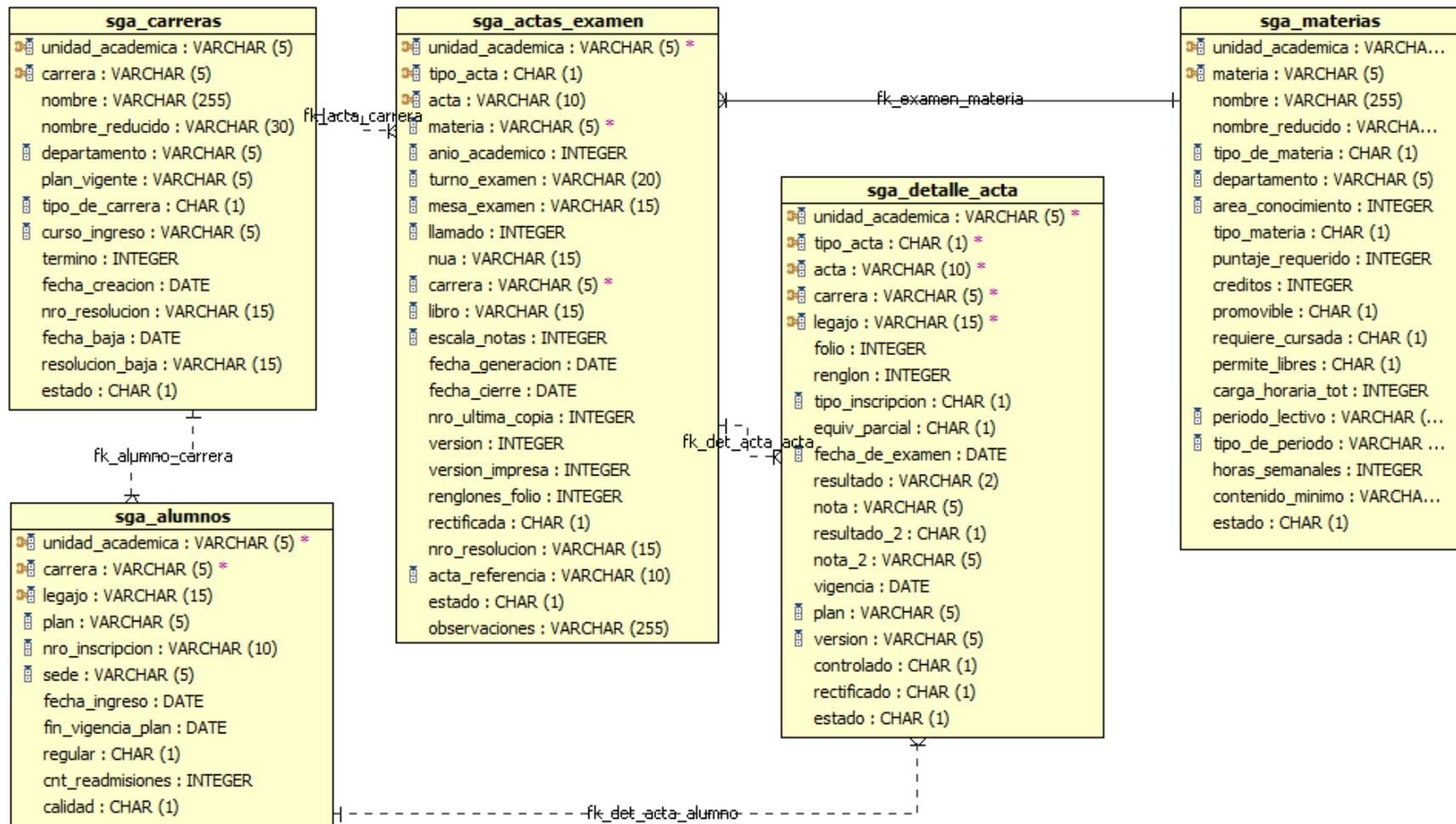


Fig. 15 - DER Exámenes. Fuente: elaboración propia

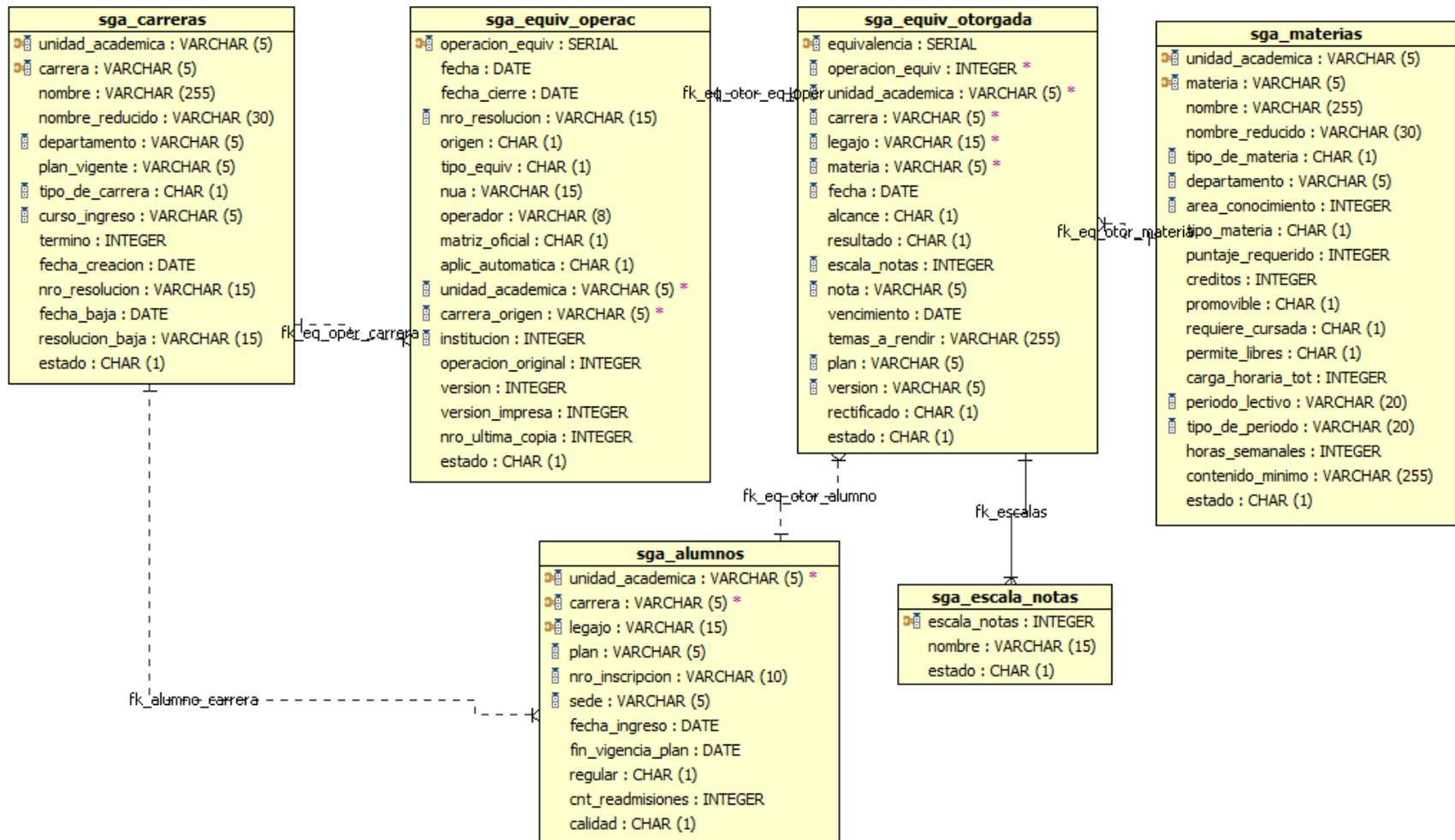


Fig. 16 - DER Equivalencias. Fuente: elaboración propia

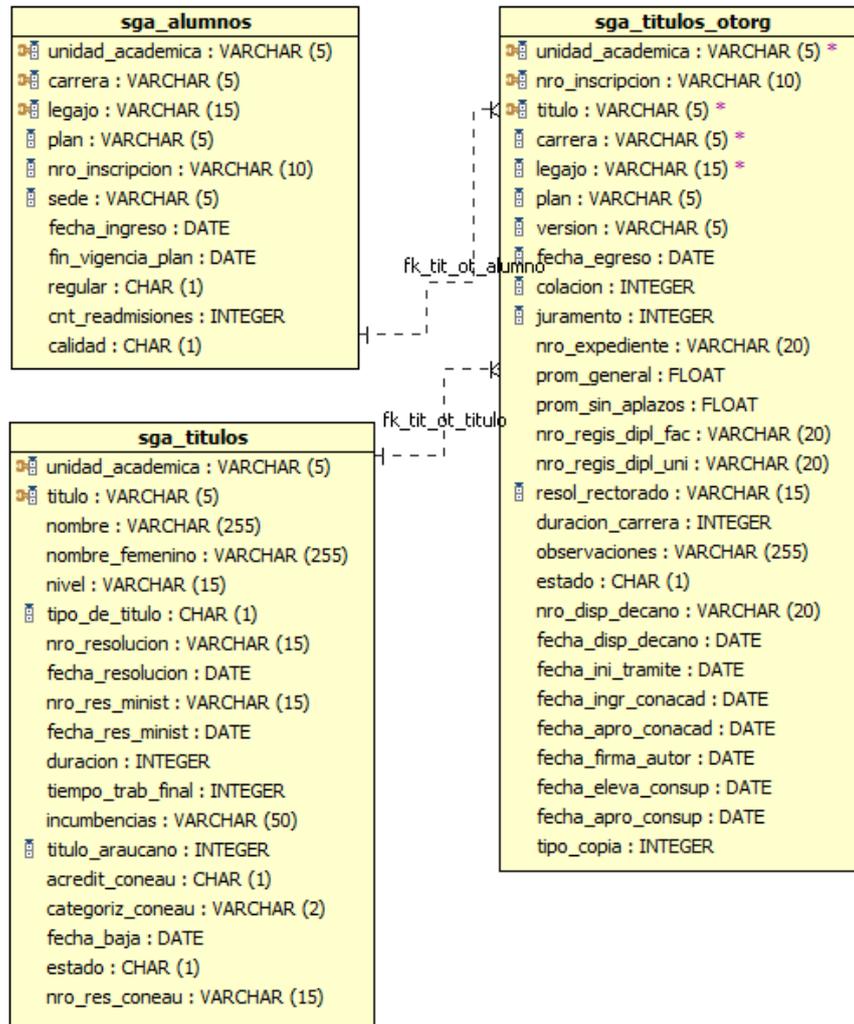


Fig. 17 - DER Egreso. Fuente: elaboración propia

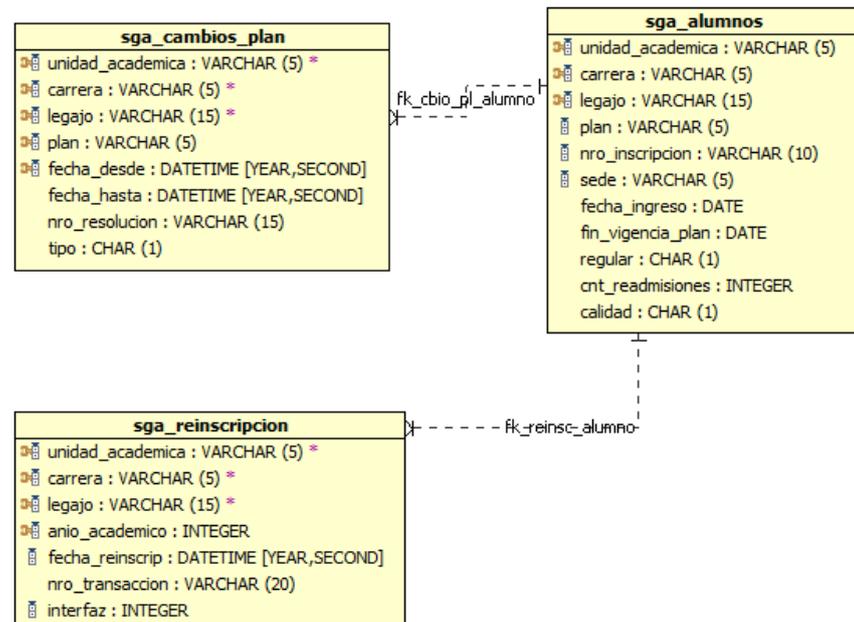


Fig. 18 - DER Reinscripción. Fuente: elaboración propia

En la **Fig.19** se detalla cómo se alimentan las tablas de hechos y dimensiones del almacén de datos desde la fuente de datos.

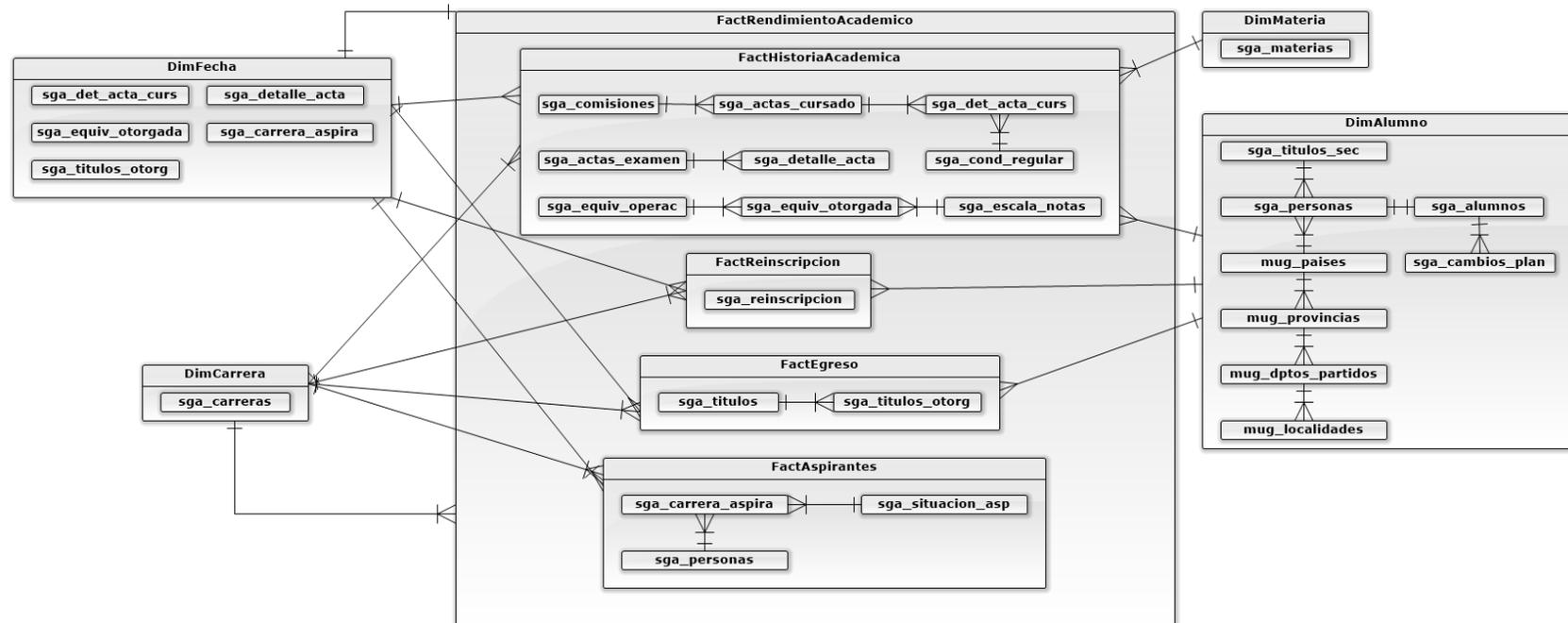


Fig. 19 - Alimentación de las tablas de hechos y dimensiones. Fuente: Elaboración propia

## 2.1.6. Diseño físico.

En la Fig.20 se puede observar el esquema del almacén de datos basado en el modelo dimensional de alto nivel.

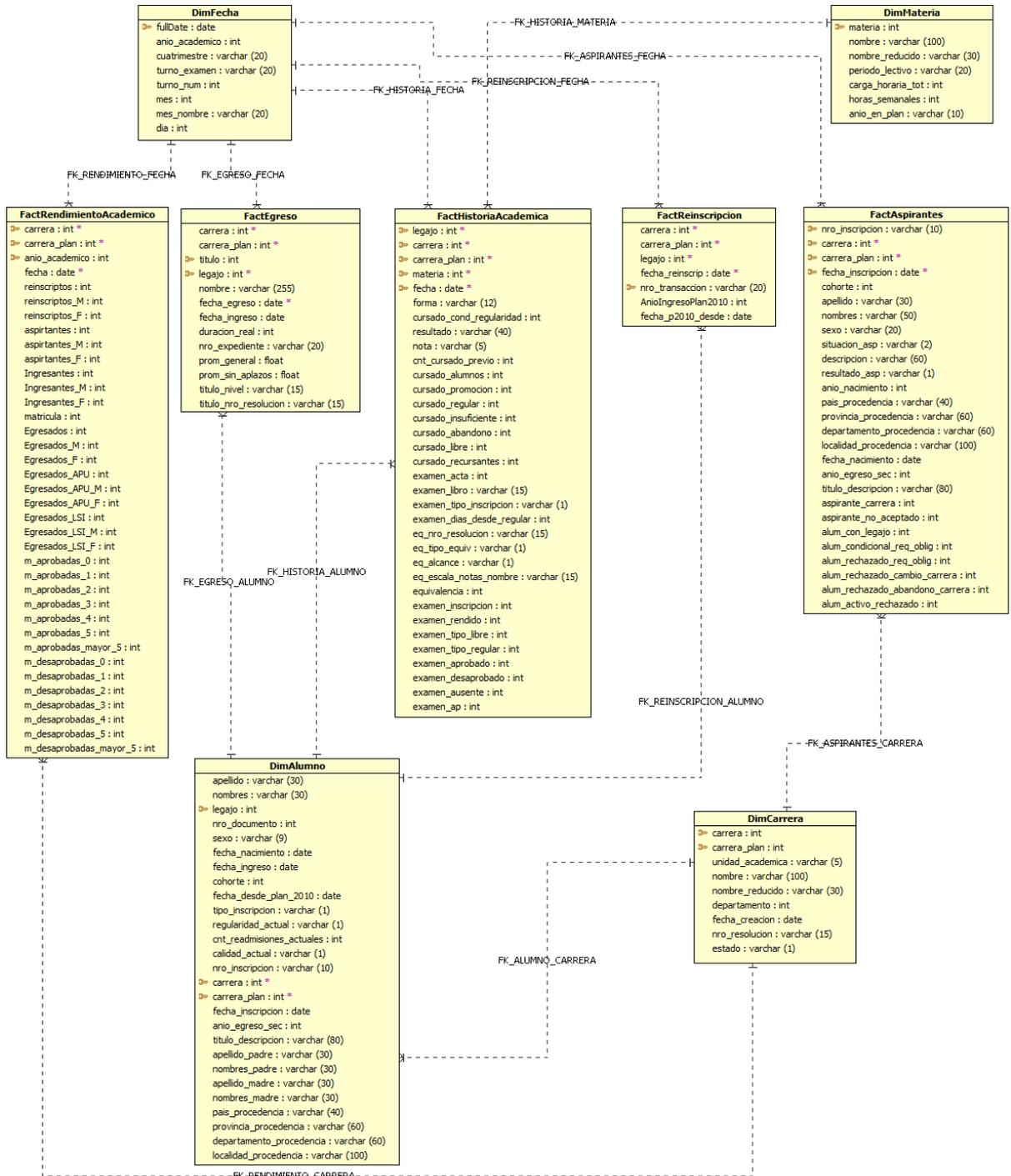


Fig. 20 - Esquema del DW. Fuente: Elaboración propia.

#### 2.1.6.1. Esquemas físicos en detalle.

En la **Fig.21** se observa el esquema físico en detalle de **Aspirantes**, en el mismo la tabla de hechos es FactAspirantes y se relaciona con las dimensiones DimFecha y DimCarrera.

En la **Fig.22** se observa el esquema físico en detalle de **Egreso**, en el mismo la tabla de hechos es FactEgreso y se relaciona con las dimensiones DimFecha, DimAlumno y este a su vez con DimCarrera.

En la **Fig.23** se observa el esquema físico en detalle de **Reinscripción**, en el mismo la tabla de hechos es FactReinscripcion y se relaciona con las dimensiones DimFecha, DimAlumno y este a su vez con DimCarrera.

En la **Fig.24** se observa el esquema físico en detalle de **Historia Académica**, en el mismo la tabla de hechos es FactHistoriaAcademica y se relaciona con las dimensiones DimFecha, DimMateria, DimAlumno y este a su vez con DimCarrera.

En la **Fig.25** se observa el esquema físico acotado de **Rendimiento Académico**, en el mismo la tabla de hechos es FactRendimientoAcademico y se relaciona con las dimensiones DimFecha y DimCarrera.

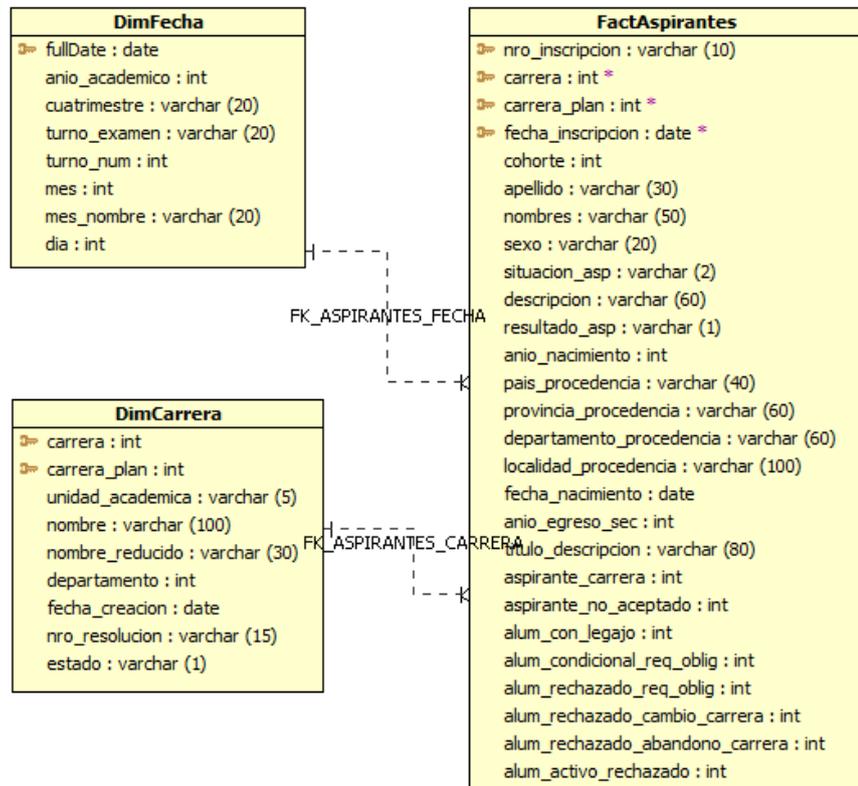


Fig. 21 - Esquema FactAspirantes. Fuente: Elaboración propia

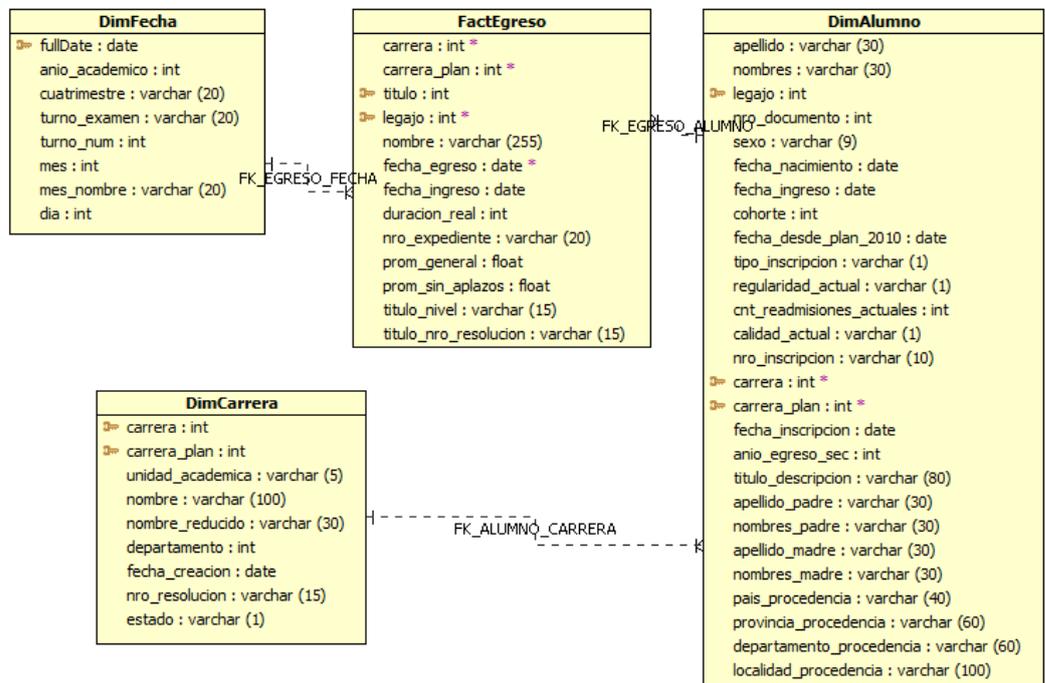


Fig. 22 - Esquema FactEgreso. Fuente: Elaboración propia

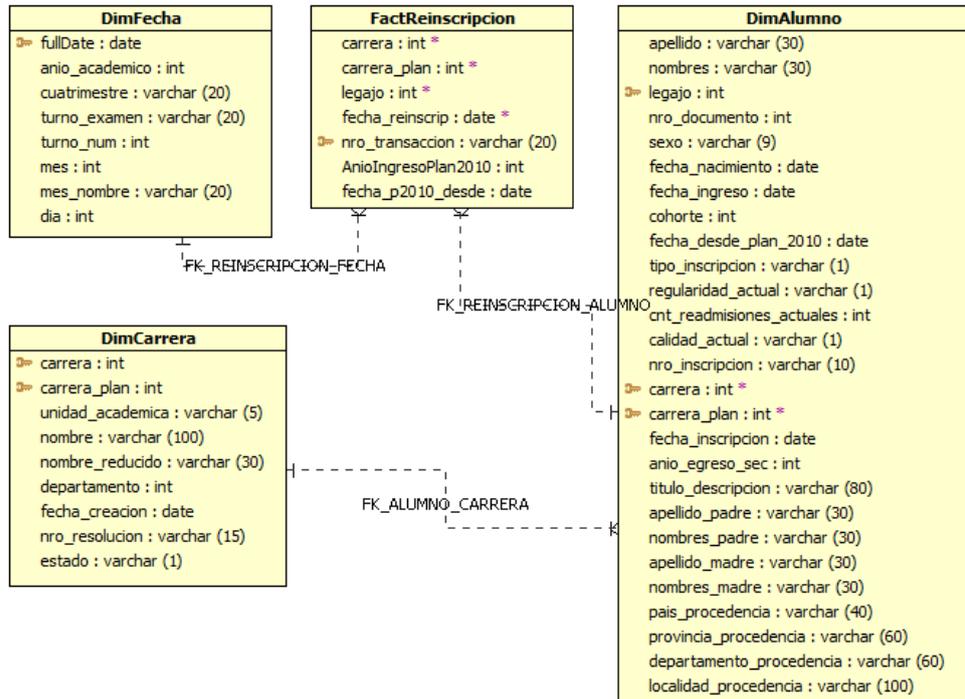


Fig. 23 - Esquema FactReinscripcion. Fuente: Elaboración propia

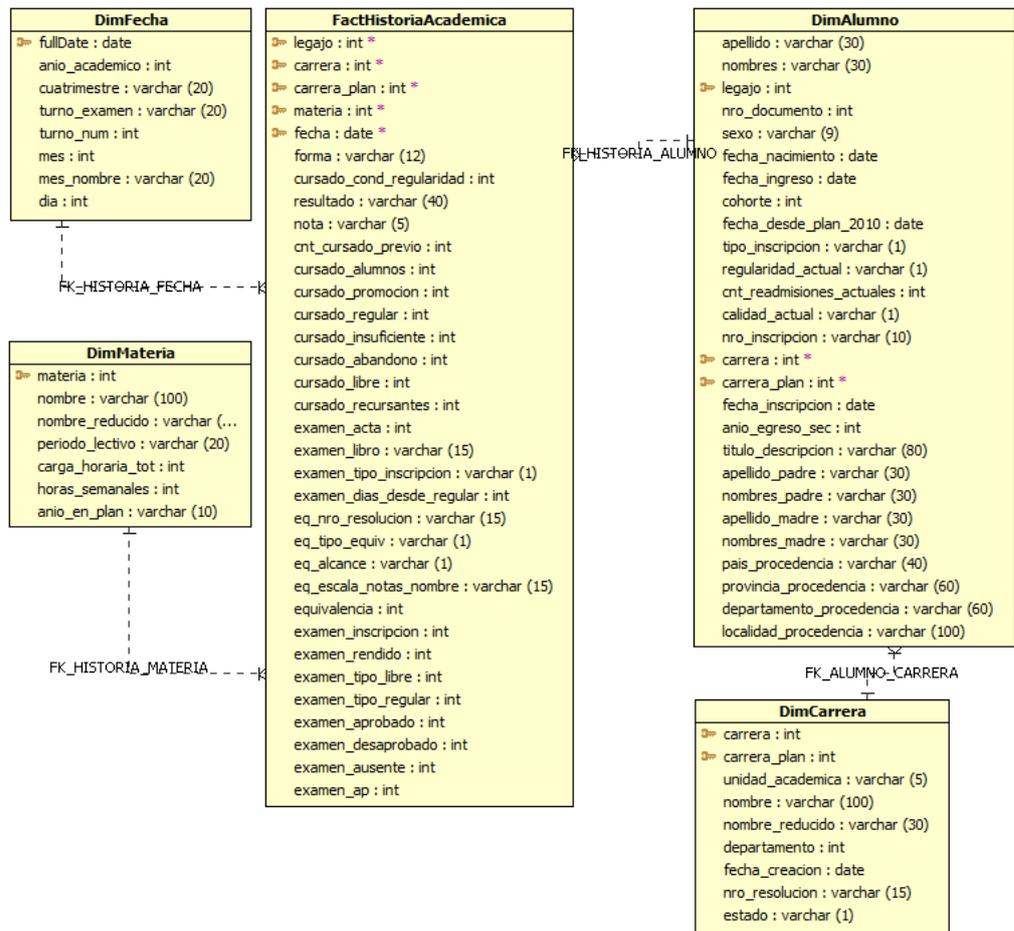


Fig. 24 - Esquema FactHistoriaAcademica. Fuente: Elaboración propia

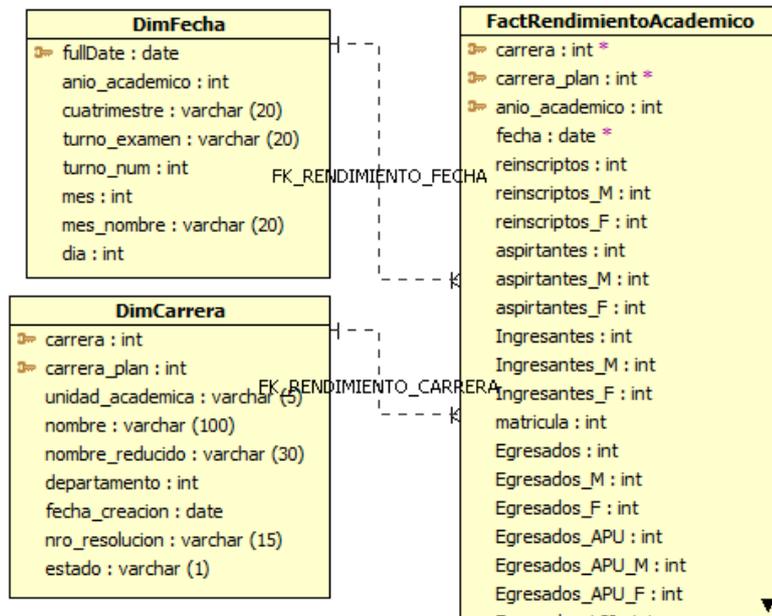


Fig. 25 - Esquema FactRendimientoAcademico. Fuente: Elaboración propia

### 2.1.7. Diseño del subsistema de ETL.

A continuación, se detalla la construcción del subsistema de ETL, realizado con la herramienta Pentaho Kettle (data integration) versión 6.1. Se programaron 9 procesos de ETL, uno para cada tabla del almacén de datos, los mismos son exportados como archivos del tipo transformaciones de Pentaho Kettle “.ktr”. Al finalizar los mismos se programó un archivo de tareas de Pentaho Kettle “.job” el cual ejecuta de manera secuencial los ETL previamente mencionados.

Como fuente de datos se utilizó la base de datos del sistema de gestión académica SIU-Guaraní [11], montado localmente sobre Informix [17] “puerto 1526” y como repositorio del almacén de datos local MS SQL Server [18] “puerto 1433”.

#### 2.1.7.1. Dimensión Materia.

En la **Fig.26** se observa el proceso ETL para la dimensión Materia, realizado en Pentaho Kettle.



Fig. 26 - ETL: DimMateria.ktr. Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 5** se detallan los pasos realizados en la **Fig.26**.

Tabla 5 - Descripción DimMateria.ktr. Fuente: Elaboración propia

Nro	Nombre	Operación	Descripción
1	sga_comisiones, materias	Entrada Tabla (consulta SQL)	Recuperar los datos de las materias de la carrera LSI plan 2009 desde la tabla sga_materias (Informix) y agregar el campo "anio_en_plan" utilizando como referencia el plan de estudios actual.
2	Data Types	Selecciona/Renombra valores	Especificar los campos a utilizar, renombrarlos, declarar su tipo de dato y formato.
3	DimMateria	Insertar/Actualizar (consulta SQL)	Insertar en la dimensión Materia del almacén de datos (SQL Server) los datos seleccionados en los pasos anteriores. La actualización se encuentra desactivada, solo se insertan tuplas no existentes.

### 2.1.7.2. Dimensión Fecha.

En la **Fig.27** se observa el proceso ETL para la dimensión Fecha, realizado en Pentaho Kettle.

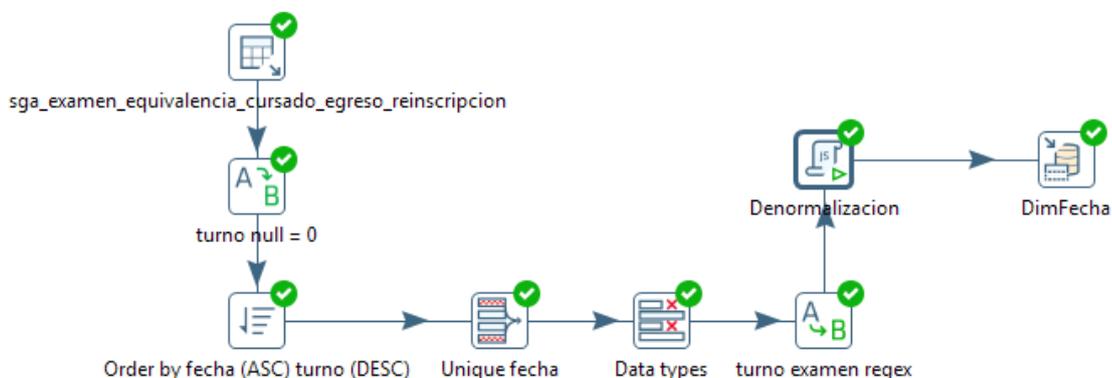


Fig. 27 - ETL: DimFecha.ktr. Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 6** se detallan los pasos realizados en la **Fig.27**.

Tabla 6 - Descripción DimFecha.ktr. Fuente: Elaboración propia

Nro	Nombre	Operación	Descripción
1	sga_examen _equivalenci a_cursado_e greso_reinsc rpcion	Entrada Tabla (consulta SQL)	Recuperar las fechas de exámenes, equivalencias, egreso y reinscripciones de la carrera LSI plan 2009 desde las tablas sga_* actas_examen, equiv_operac, titulos_otorg y reinscripcion (Informix), convertir en mayúsculas el campo "turno_examen" y agregar para cada año lectivo la fecha 29 de diciembre la cual será utilizada para la carga de los totales.
2	Turno null=0	Mapeo de valores	Reemplazar los valores nulos en el campo turno_examen por 0 (paso necesario para el order by).
3	Order by fecha (ASC) turno (DESC)	Ordenar filas	Ordenar filas con fecha ascendente y turno descendente.
4	Unique fecha	Filas únicas	Recuperar solo las fechas únicas del paso anterior.
5	Data types	Selecciona/R enombr valores	Especificar los campos a utilizar, renombrarlos, declarar su tipo de dato y formato.
6	turno examen regex	Mapeo de valores	Sobre el campo "turno_examen" eliminar todos los números y reemplazar "TURNO" con vacío.
7	Denormaliza ción	Java Script	Script para generar los campos de mes, mes_nombre, dia, turno_num y cuatrimestre utilizando los datos de los pasos anteriores.
8	DimFecha	Insertar/Actu alizer (consulta SQL)	Insertar en la dimensión Fecha del almacén de datos (SQL Server) los datos seleccionados en los pasos anteriores. La actualización se encuentra desactivada, solo se insertan tuplas no existentes.

### 2.1.7.3. Dimensión Carrera.

En la **Fig.28** se observa el proceso ETL para la dimensión Carrera, realizado en Pentaho Kettle.



Fig. 28 - ETL: DimCarrera.ktr. Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 7** se detallan los pasos realizados en la **Fig.28**.

Tabla 7 - Descripción DimMateria.ktr. Fuente: Elaboración propia

Nro	Nombre	Operación	Descripción
1	sga_carreras	Entrada Tabla (consulta SQL)	Recuperar los datos de la carrera LSI plan 2009 desde la tabla sga_carreras (Informix).
2	Data Types	Selecciona/Renombra valores	Especificar los campos a utilizar, renombrarlos, declarar su tipo de dato y formato.
3	DimCarrera	Insertar/Actualizar (consulta SQL)	Insertar en la dimensión Carrera del almacén de datos (SQL Server) los datos seleccionados en los pasos anteriores. La actualización se encuentra desactivada, solo se insertan tuplas no existentes.

#### 2.1.7.4. Dimensión Alumno.

En la **Fig.29** se observa el proceso ETL para la dimensión Alumno, realizado en Pentaho Kettle.



Fig. 29 - ETL: DimAlumno.ktr. Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 8** se detallan los pasos realizados en la **Fig.29**.

Tabla 8 - Descripción DimMateria.ktr. Fuente: Elaboración propia

Nro	Nombre	Operación	Descripción
1	sga_alumnos, personas, titulos_sec, carreras	Entrada Tabla (consulta SQL)	Recuperar los datos de los alumnos de la carrera LSI plan 2009 desde las tablas sga_{alumnos, personas, titulos_sec, carreras, cambios_plan} y mug_{países, provincias, dptos_partidos, localidades} (Informix).
2	Data Types y format date	Selecciona/Renombrar valores	Especificar los campos a utilizar, renombrarlos, declarar su tipo de dato y formato.
3	DimAlumno	Insertar/Actualizar (consulta SQL)	Insertar en la dimensión Alumno del almacén de datos (SQL Server) los datos seleccionados en los pasos anteriores. Solo se insertan tuplas no existentes. La actualización modifica los campos cnt_readmisiones_actuales, regularidad_actual, calidad_actual, fecha_desde_plan_2010, tipo_inscripcion.

### 2.1.7.5. Hecho Historia Académica.

En la **Fig.30** se observa el proceso ETL para el hecho Historia Académica, realizado en Pentaho Kettle.

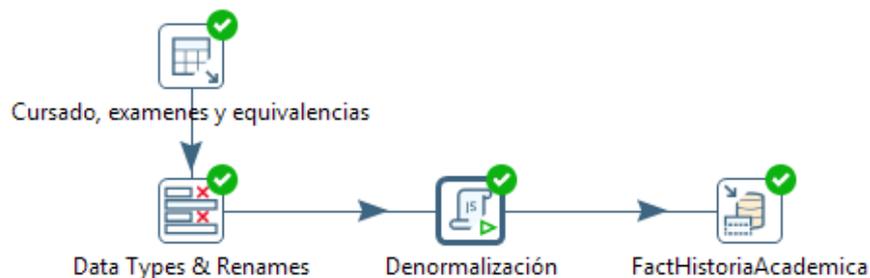


Fig. 30 - ETL: FactHistoriaAcademica.ktr. Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 9** se detallan los pasos realizados en la **Fig.30**.

Tabla 9 - Descripción FactHistoriaAcademica.ktr. Fuente: Elaboración propia

Nro	Nombre	Operación	Descripción
1	Cursado, exámenes y equivalencias	Entrada Tabla (consulta SQL)	Recuperar los datos de los cursados, exámenes finales y equivalencias otorgadas a los alumnos de la carrera LSI plan 2009 desde las tablas sga_{actas_examen, detalle_acta, alumnos, materia, carreras, equiv_operac, equiv_otorgada, comisiones, actas_cursado y det_acta_curs} (Informix).
2	Data Types & Renames	Selecciona/Renombra valores	Especificar los campos a utilizar, renombrarlos, declarar su tipo de dato y formato.
3	Denormalización	Java Script	Script para generar los campos de Measures utilizando los datos de los pasos anteriores.
4	FactHistoriaAcademica	Insertar/Actualizar (consulta SQL)	Insertar en el hecho Historia Académica del almacén de datos (SQL Server) los datos seleccionados en los pasos anteriores. La actualización se encuentra desactivada, solo se insertan tuplas no existentes.

### 2.1.7.6. Hecho Aspirantes.

En la **Fig.31** se observa el proceso ETL para el hecho Aspirantes, realizado en Pentaho Kettle.

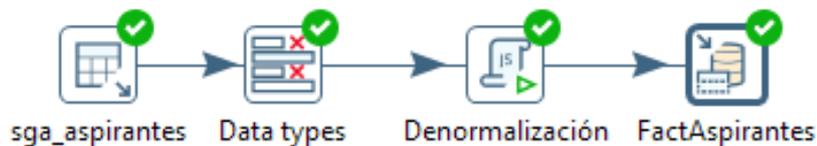


Fig. 31 - ETL: FactAspirantes.ktr. Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 10** se detallan los pasos realizados en la **Fig.31**.

Tabla 10 - Descripción FactAspirantes.ktr. Fuente: Elaboración propia

Nro	Nombre	Operación	Descripción
1	sga_aspirantes	Entrada Tabla (consulta SQL)	Recuperar los datos de los aspirantes de la carrera LSI plan 2009 desde las tablas sga_{carreras, carrera_aspira y situacion_asp} (Informix).
2	Data Types	Selecciona/Renombrar valores	Especificar los campos a utilizar, renombrarlos, declarar su tipo de dato y formato.
3	Denormalización	Java Script	Script para generar los campos de Measures utilizando los datos de los pasos anteriores.
4	FactAspirantes	Insertar/Actualizar (consulta SQL)	Insertar en el hecho Aspirantes del almacén de datos (SQL Server) los datos seleccionados en los pasos anteriores. La actualización se encuentra desactivada, solo se insertan tuplas no existentes.

### 2.1.7.7. Hecho Egreso.

En la **Fig.32** se observa el proceso ETL para el hecho Aspirantes, realizado en Pentaho Kettle.



Fig. 32 - ETL: FactEgreso.ktr. Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 11** se detallan los pasos realizados en la **Fig.32**.

Tabla 11 - Descripción FactEgreso.ktr. Fuente: Elaboración propia

Nro	Nombre	Operación	Descripción
1	sga_titulos_otorg	Entrada Tabla (consulta SQL)	Recuperar los datos de los egresados de la carrera LSI plan 2009 desde las tablas sga_ {alumnos, titulos_otorg y títulos} (Informix).
2	Data Types	Selecciona/Renombrar valores	Especificar los campos a utilizar, renombrarlos, declarar su tipo de dato y formato.
3	FactEgreso	Insertar/Actualizar (consulta SQL)	Insertar en el hecho Egreso del almacén de datos (SQL Server) los datos seleccionados en los pasos anteriores. La actualización se encuentra desactivada, solo se insertan tuplas no existentes.

### 2.1.7.8. Hecho Reinscripción.

En la **Fig.33** se observa el proceso ETL para el hecho Reinscripción, realizado en Pentaho Kettle.

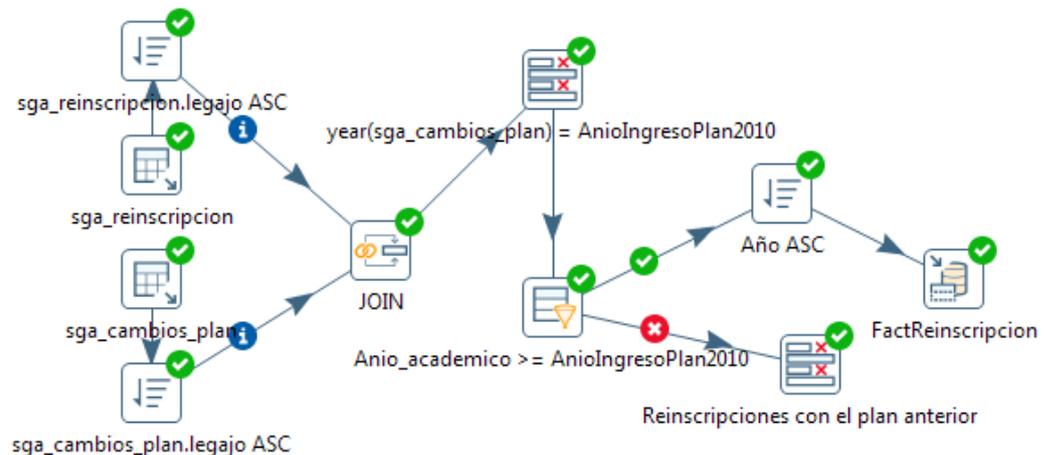


Fig. 33 - ETL: FactReinscripcion.ktr. Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 12** se detallan los pasos realizados en la **Fig.33**.

*Tabla 12 - Descripción FactReinscripcion.ktr. Fuente: Elaboración propia*

Nro	Nombre	Operación	Descripción
1	sga_reinscripcion	Entrada Tabla (consulta SQL)	Recuperar los datos de las reinscripciones a la carrera LSI plan 2009 desde las tablas sga_alumnos y sga_reinscripcion (Informix).
2	sga_reinscripcion.l egajo ASC	Ordenar filas	Ordenar filas con legajo ascendente.
3	sga_cambios_pla n	Entrada Tabla	Recuperar los datos de los cambios de plan a la carrera LSI plan 2009 desde las tablas sga_alumnos y sga_cambios_plan (Informix).
4	sga_cambios_pla n.legajo ASC	Ordenar filas	Ordenar filas con legajo ascendente.
5	JOIN	Unión por clave	Unión de las tablas sga_reinscripcion y sga_cambios_plan por clave legajo.
6	year(sga_cambios _plan) = AnioIngresoPlan2 010	Selecciona/ Renombra valores	Especificar los campos a utilizar, renombrarlos, declarar su tipo de dato y formato.
7	Anio_academico >= AnioIngresoPlan2 010	Filtrar filas	Solo tomar las filas con año académico mayor o igual al año de ingreso a plan 2010.
8	Reinscripciones con el plan anterior	Selecciona/ Renombra valores	Tuplas filtradas del paso anterior.
9	Año ASC	Ordenar filas	Ordenar filas con fecha_reinscrip ascendente.
10	FactReinscripcion es	Insertar/Actu alizar (consulta SQL)	Insertar en el hecho Reinscripción del almacén de datos (SQL Server) los datos seleccionados en los pasos anteriores. La actualización se encuentra desactivada, solo se insertan tuplas no existentes.

### 2.1.7.9. Hecho Rendimiento Académico

En la **Fig.34** se observa el proceso ETL para el hecho Rendimiento Académico, realizado en Pentaho Kettle.

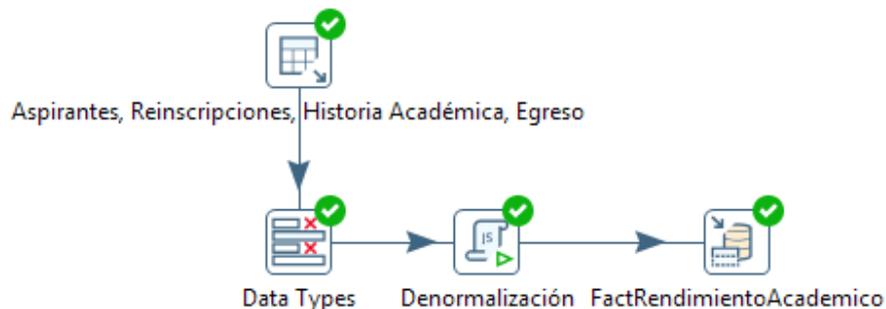


Fig. 34 - ETL: FactRendimientoAcademico.ktr. Fuente: Elaboración propia

En la **Tabla 13** se detallan los pasos realizados en la **Fig.34**.

Tabla 13 - Descripción FactRendimientoAcademico.ktr. Fuente: Elaboración propia

Nro	Nombre	Operación	Descripción
1	Aspirantes, Reinscripciones, Historia Académica, Egreso	Entrada Tabla (consulta SQL)	Recuperar los datos de la carrera LSI plan 2009 desde las tablas FactAspirantes, FactReinscripciones, FactHistoriaAcademica y FactEgreso (SQL Server).
2	Data Types	Selecciona/Renombrar valores	Especificar los campos a utilizar, renombrarlos, declarar su tipo de dato y formato.
3	Desnormalización	Java Script	Script para generar los campos de Measures utilizando los datos de los pasos anteriores.
3	FactRendimientoAcademico	Insertar/Actualizar (consulta SQL)	Insertar en el hecho Rendimiento Académico del almacén de datos (SQL Server) los datos seleccionados en los pasos anteriores. La actualización se encuentra desactivada, solo se insertan tuplas no existentes.

### 2.1.8. Especificación y desarrollo de aplicaciones de BI.

En todo proyecto de DW/BI es fundamental proporcionar a una gran comunidad de usuarios una forma fácil, de visualizar los datos. Este acceso es proporcionado a través de aplicaciones de inteligencia de negocios (Business Intelligence Applications).

### **2.1.8.1. Creación de cubos OLAP.**

Utilizando SQL Server Analysis Services “SSAS” 2008, se desarrolló un cubo OLAP por cada tabla de hechos del almacén de datos previamente definido.

#### **2.1.8.1.1. Dimensiones y Jerarquías**

En la **Fig.35** se observa la dimensión “Dim Alumno” creada a partir de la tabla DimAlumno del almacén de datos “Data Source View”, la misma contiene la jerarquía de procedencia del alumno constituida por: País, Provincia, Departamento, Localidad.

En la **Fig.36** se observa la dimensión “Dim Carrera” creada a partir de la tabla DimCarrera del almacén de datos “Data Source View”.

En la **Fig.37** se observa la dimensión “Dim Materia” creada a partir de la tabla DimMateria del almacén de datos “Data Source View”, la misma contiene la jerarquía del periodo de la materia constituida por: Año en el plan de estudio, Periodo lectivo y Nombre de la materia.

En la **Fig.38** se observa la dimensión “Dim Fecha” creada a partir de la tabla DimFecha del almacén de datos “Data Source View”, la misma contiene una jerarquía “HFecha” constituida por: Año académico “formato número”, Cuatrimestre “formato texto”, Turno de examen “formato texto”, Mes “formato texto”, Día “formato número” y Fecha completa “formato dd/MM/yyyy”.

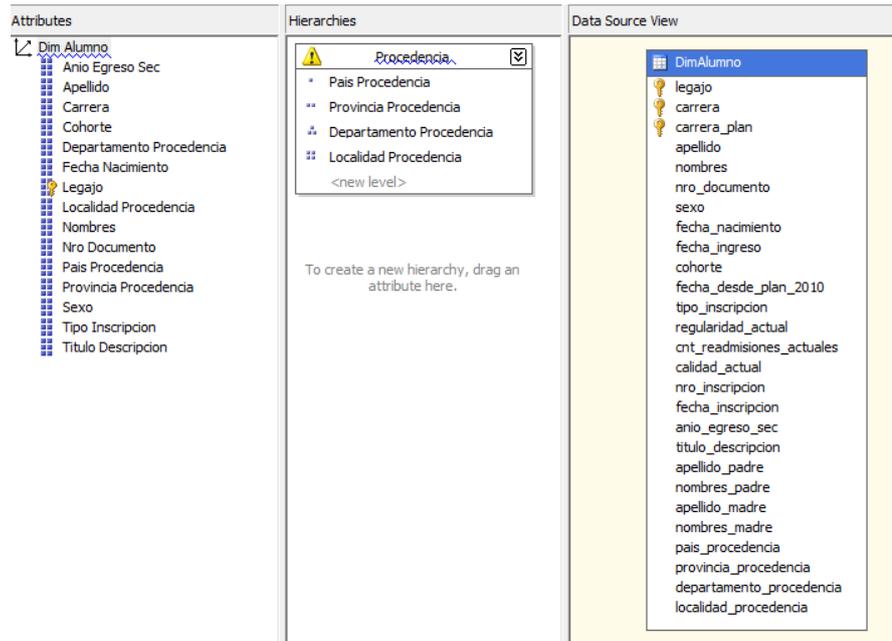


Fig. 35 - Dimensión Alumno. Fuente: Elaboración propia

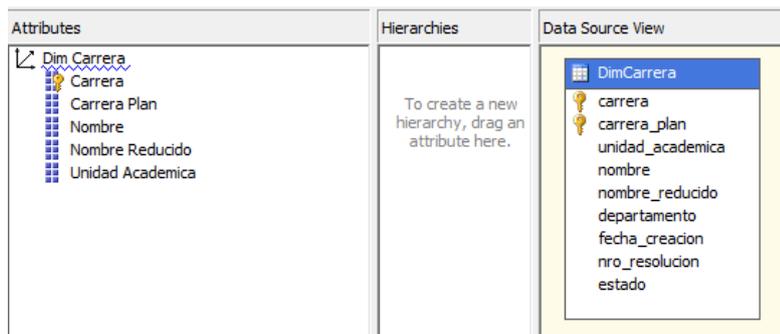


Fig. 36 - Dimensión Carrera. Fuente: Elaboración propia

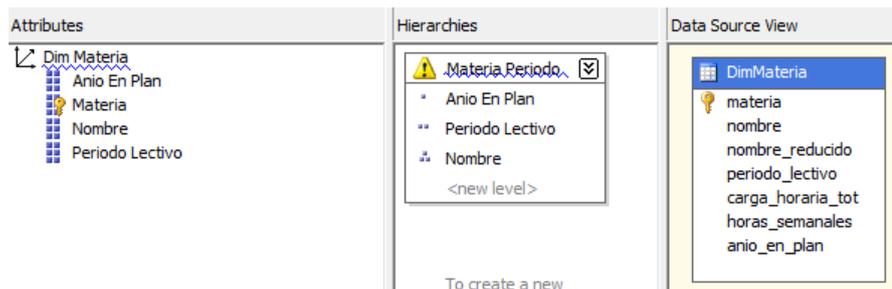


Fig. 37 - Dimensión Materia. Fuente: Elaboración propia

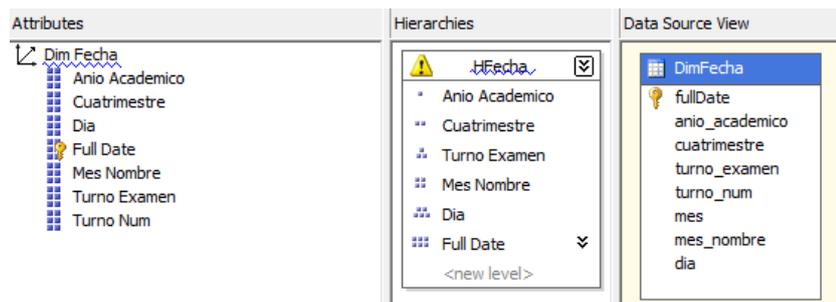


Fig. 38 - Dimensión Fecha. Fuente: Elaboración propia

### 2.1.8.1.2. Cubos OLAP

Desde la **Fig.39** a la **Fig.43** se puede observar en detalle los cubos de “Historia Académica”, “Egreso”, “Aspirantes”, “Reinscripciones” y “Rendimiento Académico” en SSAS.

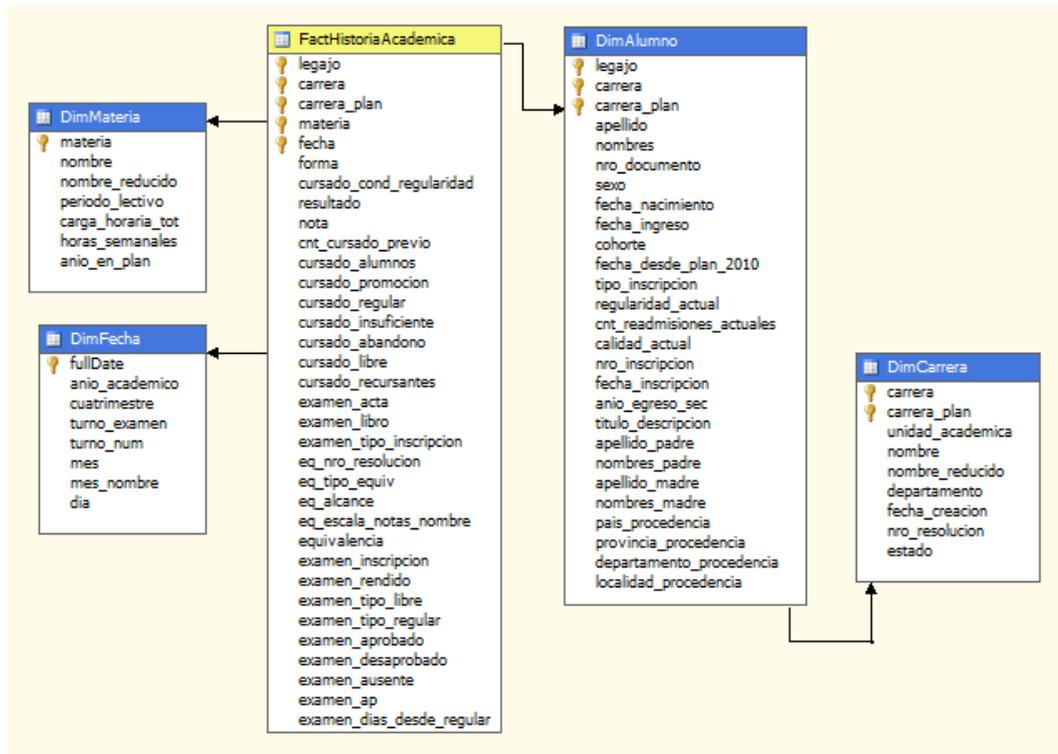


Fig. 39 - Cubo Historia Académica en SSAS. Fuente: Elaboración propia

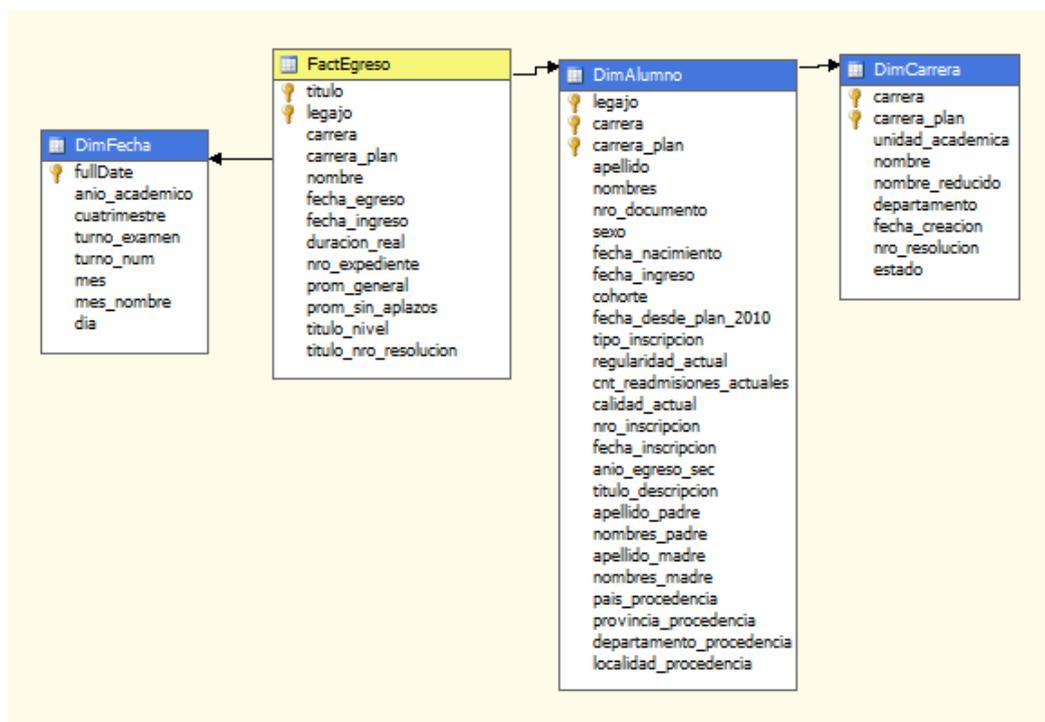


Fig. 40 - Cubo Egreso en SSAS. Fuente: Elaboración propia

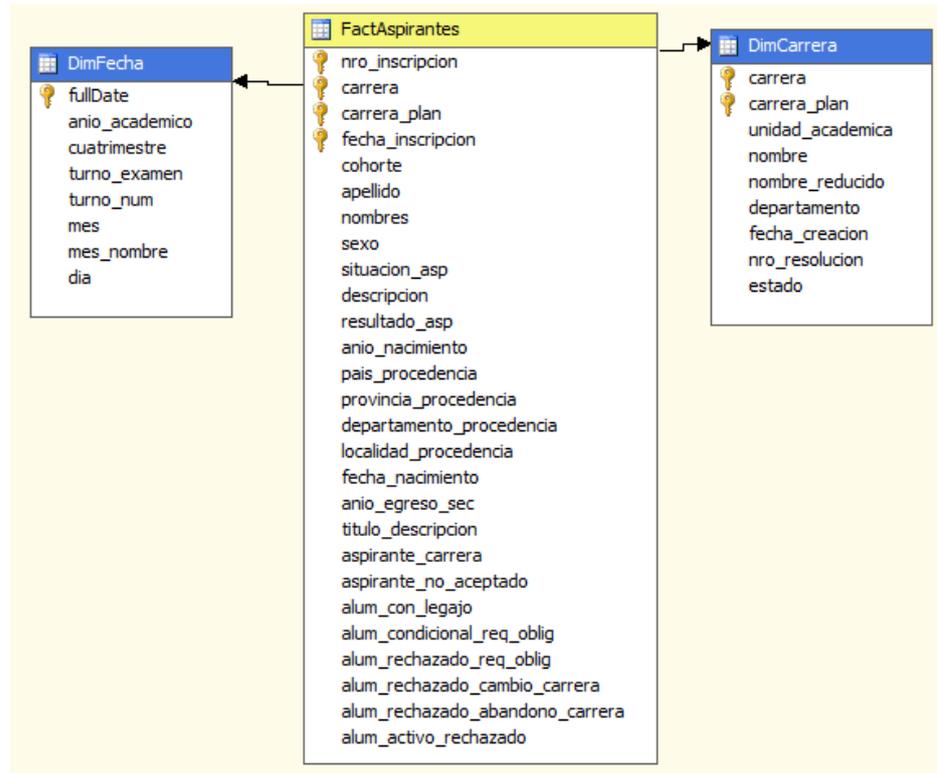


Fig. 41 - Cubo Aspirantes en SSAS. Fuente: Elaboración propia

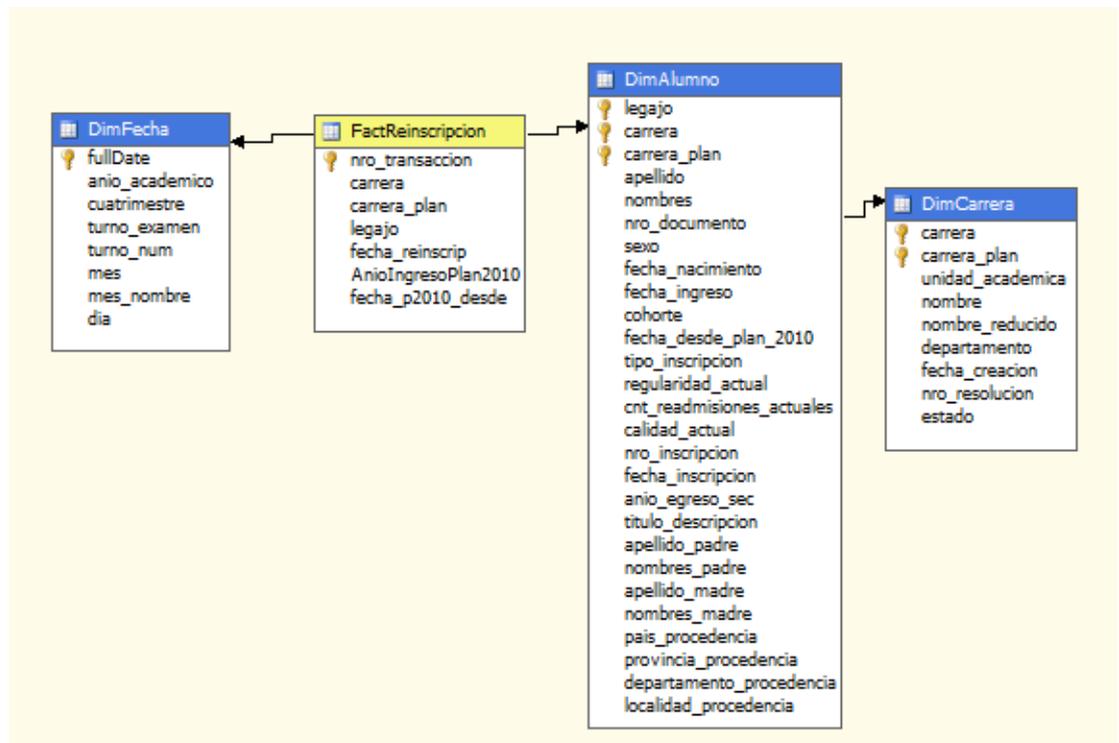


Fig. 42 - Cubo Reinscripciones en SSAS. Fuente: Elaboración propia

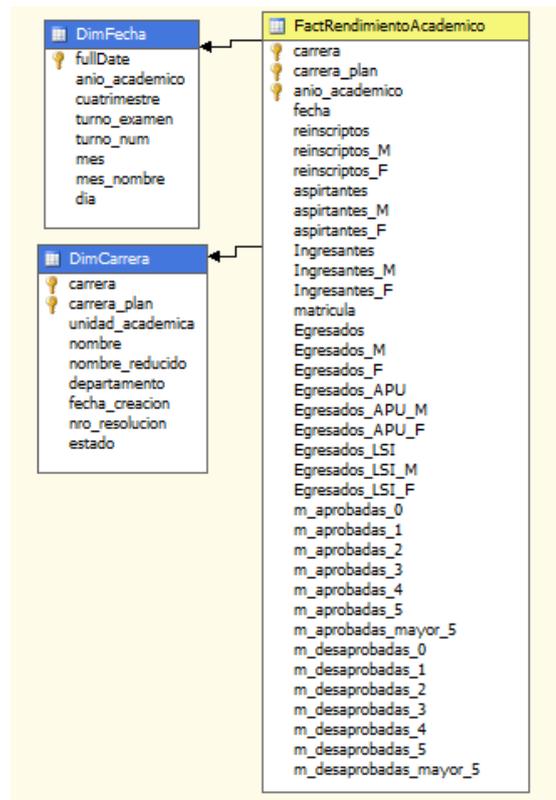


Fig. 43 - Cubo Rendimiento Académico en SSAS. Fuente: Elaboración propia

### 2.1.8.2. Reporte estándar

Informes de formato predefinido, estos proporcionan a los usuarios un conjunto básico de información.

Para ello se han definido los siguientes informes:

- Análisis del desgranamiento de alumnos: Cantidad de alumnos de la carrera L.S.I plan 2009, en las etapas de: Aspirante, Ingresante y Egresado. Además, se incluyen Reinscriptos y Matrícula.
- Análisis de aspirantes a carrera: Cantidad de alumnos aspirantes a la carrera L.S.I plan 2009, indicando porcentajes de aceptados y rechazados.
- Análisis del desempeño de los alumnos por año en el plan de estudios: Cantidad de alumnos que realizan el cursado de las distintas materias de la carrera L.S.I plan 2009 y su resultado segmentadas por su año en el plan de estudios.
- Análisis del tiempo de aprobación requerido por el alumno de la carrera L.S.I plan 2009 desde la regularidad de la materia:

Cantidad promedio de meses requeridos para aprobar el examen final y además la cantidad de exámenes finales rendidos y aprobados.

- Análisis de exámenes finales por turno: Cantidad de exámenes finales por turno en las distintas materias de la carrera L.S.I plan 2009 indicando, cantidad de inscripciones, aprobados, desaprobados y ausentes por año lectivo.
- Análisis obtención de títulos: En el mismo se indica la cantidad de egresados de la carrera L.S.I plan 2009 por título, año académico y la cantidad de años requeridos.

### **2.1.8.3. Reporte ad hoc**

Permite al usuario generar sus propias consultas. El usuario puede realizar cualquier combinación posible para los atributos de dimensiones y medidas de cada uno de los 5 cubos, como así también incluir algoritmos y modelos de minería de datos, que ayudan a identificar oportunidades o cuestiones subyacentes en los datos.

Para ello se propone utilizar SQL Server Management Studio “desde versión 2008” y MS Excel “desde versión 2010”, los cuales a través de autenticación de usuarios proporcionan el acceso a los cubos OLAP, permitiendo generar y visualizar consultas de expresiones multidimensionales MDX (Multi-Dimensional Expressions) a través de programación drag & drop de manera automática.

## Capítulo 3 - Herramientas y/o lenguajes de programación.

### 3.1. Motores de base de datos

#### 3.1.1. Microsoft SQL Server 2008 R2 Standard

Esta versión de SQL Server proporciona funcionalidad de Business Intelligence y administración de datos básica, incluyendo OLTP básico, BI básica corporativa (Analysis Services y Reporting Services) [18].

El software posee una licencia de código cerrado “software propietario o privativo” Microsoft EULA (End User License Agreement), por ende el uso debe ajustarse a las limitaciones técnicas del software, la licencia en forma completa puede ser visualizada en: <http://goo.gl/8qJwaL>.

Este motor es utilizado para almacenar físicamente el almacén de datos.

#### 3.1.2. IBM Informix Dynamic Server V11.50 Developer Edition

Informix posee una licencia de código cerrado IBM EULA [17], la licencia en forma completa puede ser visualizada en: <http://goo.gl/aTS35N>.

Este motor es utilizado para alojar la base de datos del sistema de gestión académica SIU-Guaraní [11].

### 3.2. Gestores de base de datos

#### 3.2.1. Microsoft SQL Server 2008 Management Studio

Este gestor viene incluido en el paquete software Microsoft SQL server 2008 R2 Standard y utiliza la misma licencia de Microsoft EULA.

El mismo es utilizado para consultar los cubos OLAP y al almacén de datos.

En la **Fig.44** se detalla el entorno de la herramienta para consultas OLAP, donde: **1** indica el servidor al cual se está conectado, **2** los cubos que el servidor presenta al usuario. Una vez seleccionado algún cubo en **3** se detallan sus campos de medidas y en **4** sus atributos a partir de las distintas dimensiones, en **5** se puede configurar parámetros y filtros de consulta, y **6** es la zona de consulta, en donde cualquier atributo puede ser arrastrado para la construcción y visualización automática de la consulta.

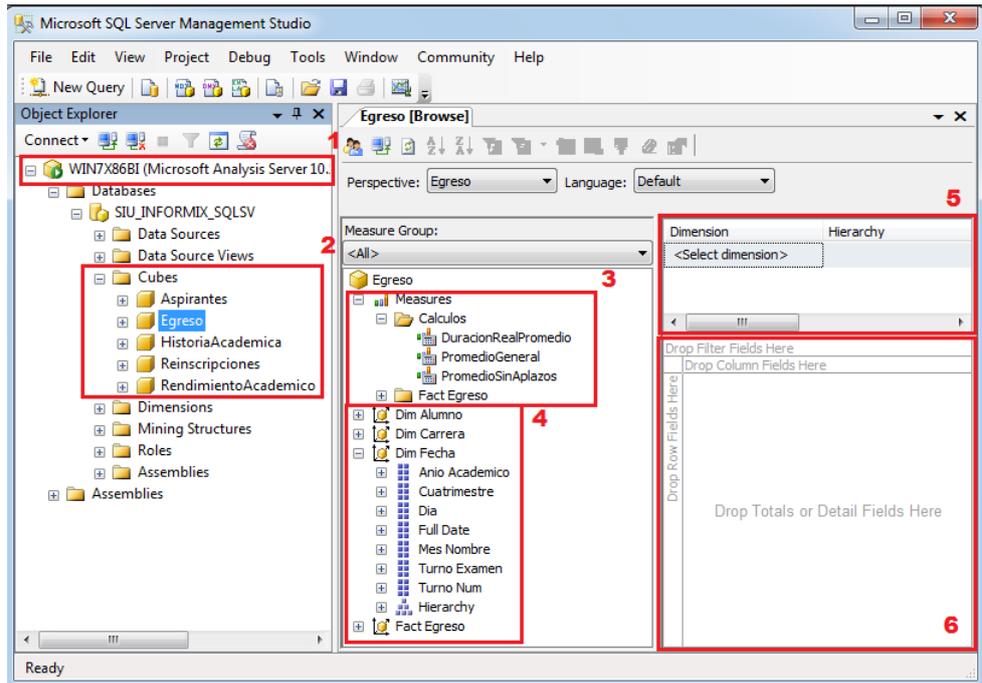


Fig. 44 - Entorno SQL Server Management Studio. Fuente: Elaboración propia

La herramienta permite al usuario realizar combinaciones a través de drag & drop de  $n$  atributos en las filas,  $m$  atributos en las columnas y  $z$  campos de medidas en las celdas sin necesidad de escribir consultas MDX sobre los cubos OLAP, como así también utilizar operadores OLAP como DRILL, ROLL, etc. Lo anteriormente mencionado puede ser visto en las Fig.45 y Fig.46, donde se toma como ejemplo el cubo de “Egreso”.

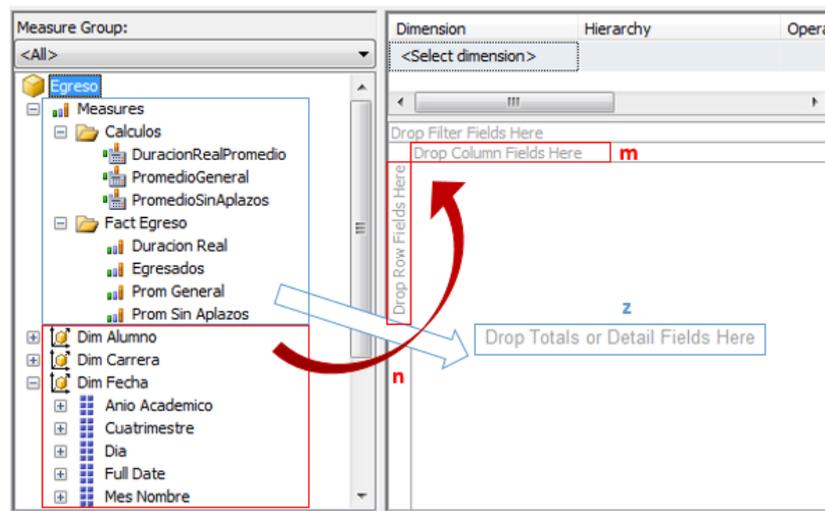


Fig. 45 - Autonomía del usuario. Fuente: Elaboración propia

En la Fig.46 se observa la consulta de egresados de la L.S.I por año académico con Management Studio. A partir del cubo Egreso, se utilizan como filas los atributos “Nombre” (FactEgreso) y “Anio Academico”

(DimFecha), como columna “Nombre” (DimCarrera), y como campos de medidas “Egresados” y “DuracionRealPromedio”. Cabe aclarar que para este cubo entre **n** y **m** pueden tomar hasta 31 atributos y hasta 7 atributos para **z**.

		Nombre		Grand Total	
		Egresados	DuracionRealPromedio	Egresados	DuracionRealPromedio
ANALISTA PROGRAMADOR UNIVERSITARIO	2013	3	4	3	4
	2014	11	5	11	5
	2015	12	6	12	6
	Total	26	5	26	5
LICENCIADO EN SISTEMAS DE INFORMACION	2015	1	6	1	6
	Total	1	6	1	6
Grand Total		27	5	27	5

Fig. 46 - Ejemplo consulta OLAP con SQL Server Management Studio. Fuente: Elaboración propia

### 3.2.2. Aqua Data Studio 17.0

Esta herramienta brinda acceso a una gran variedad de base de datos, con estas funciones destacadas: exploración de tablas, procedimientos almacenados y vistas, editor de consultas, modelador de Entidad-Relación. La misma posee una licencia propietaria EULA “per-named-user basis” la cual restringe a uno la cantidad de usuarios por licencia, también posee una licencia OSSD (Open Source Software Developer) la cual es una licencia sin costo para aquel usuario calificado como desarrollador individual OSS [19].

Este gestor es utilizado para consultar la base de datos del sistema de gestión académica SG [11].

En la **Fig.47** se describe el entorno de la herramienta, donde en **1** se observa los motores de base de datos a los que se está conectado junto a sus bases de datos, tablas, vistas, etc. En **2** el área de consultas SQL, en **3** el resultado tabular de la consulta SQL y en **4** herramientas para la administración de las bases de datos.

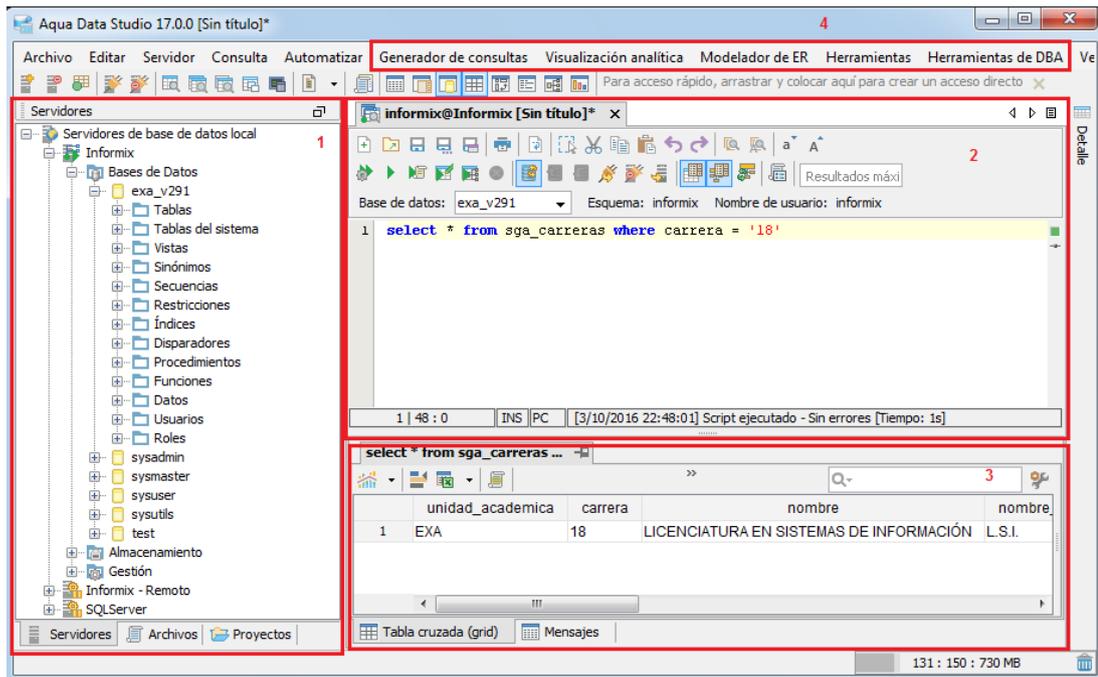


Fig. 47 - Entorno Aqua Data Studio. Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Herramientas de Extracción, Transformación y Carga (ETL)

#### 3.3.1. Pentaho Data Integration – Kettle 6.1 “Spoon”

Esta herramienta es utilizada para realizar la extracción de datos desde la base de datos Informix, las transformaciones y limpiezas necesarias a los datos, y la carga de los mismos en el almacén de datos sobre SQL Server. La misma provee una interfaz de programación drag & drop, con operadores sobre los datos como ser (extracción con soporte a múltiples motores de base de datos, renombrar columnas, ordenar filas, reemplazar valores, entre otros) y la posibilidad de escribir scripts en lenguaje SQL, Java o Java-Script.

Spoon posee una licencia Apache 2.0 la cual es libre permisiva “flexible respecto a la distribución, de modo que el software pueda ser redistribuido como software libre o software propietario”, requiere la conservación del aviso de derecho de autor y el descargo de responsabilidad. Permite al usuario utilizar el software para cualquier propósito, distribuirlo, modificarlo, distribuir versiones modificadas del software, sin preocuparse de las regalías [20].

En la **Fig.48** se describe la herramienta, donde en **1** es el panel de operaciones que ofrece la herramienta segmentado por el tipo de operación “Entrada, Transformación, Flujo, Unión, Salida, otros”, en **2** el área de drag

& drop en el que se pueden programar los distintos pasos a realizar y en **3** los resultados de la ejecución paso a paso.

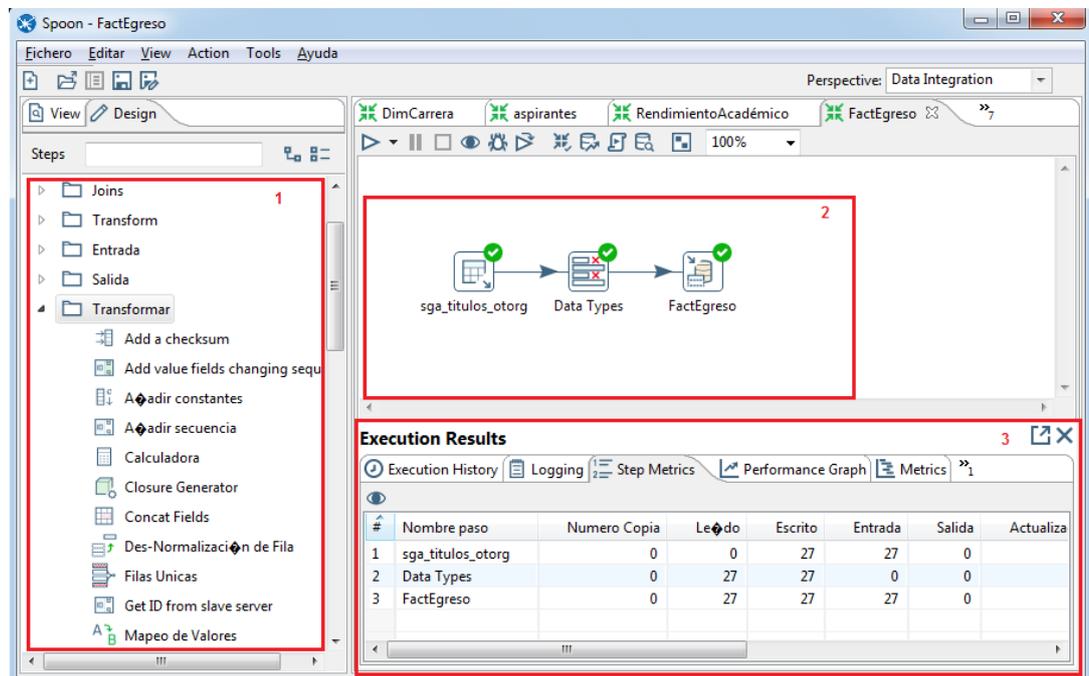


Fig. 48 - Entorno Pentaho DI. Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Servidor On Line Analytical Processing (OLAP)

#### 3.4.1. Microsoft SQL Server Analysis Services 2008 R2 (SSAS)

Esta herramienta viene incluida en el paquete software Microsoft SQL server 2008 R2 Standard y utiliza la misma licencia de Microsoft EULA.

La misma es utilizada para la construcción de cubos OLAP a partir del almacén de datos montado en SQL Server.

En la **Fig.49** se detalla el entorno de la herramienta, donde en **1** se encuentran las fuentes de datos, cubos y dimensiones, en **2** las diferentes herramientas para la construcción de los cubos como ser: visualización de la estructura del cubo, relaciones entre las dimensiones, funciones de agregado, consultar el cubo, otras. Y en **3** los atributos de dimensiones y medidas del cubo actualmente seleccionado.

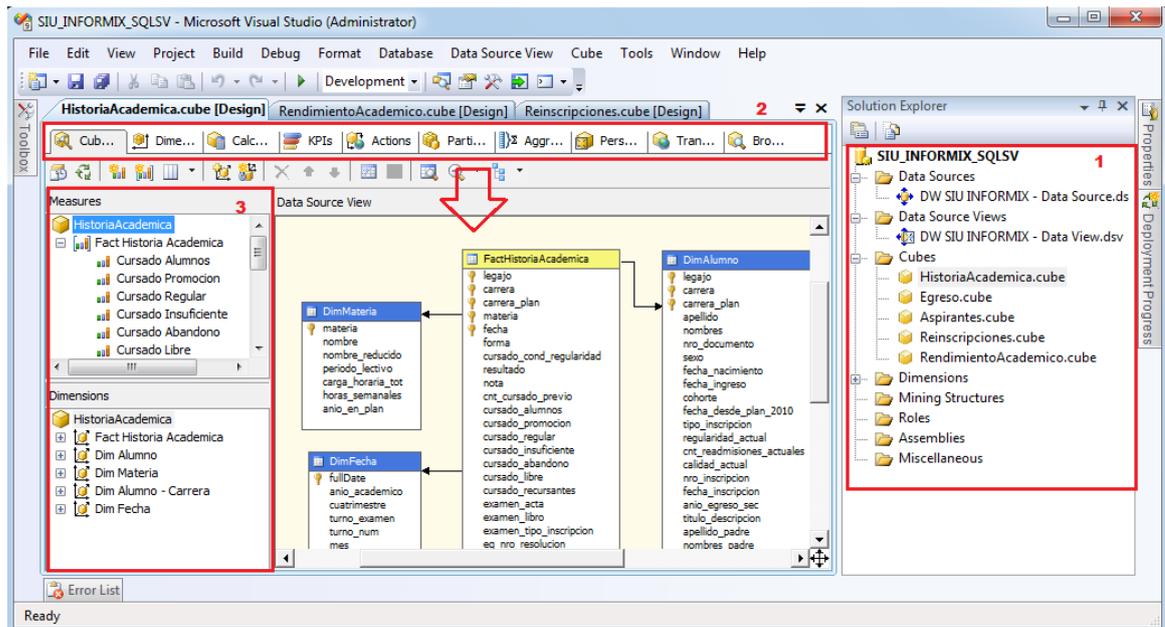


Fig. 49 - Entorno SSAS. Fuente: Elaboración propia

### 3.5. Herramientas de reporte

#### 3.5.1. Microsoft SQL Server Reporting Services 2008 R2 (SSRS)

Esta herramienta viene incluida en el paquete software Microsoft SQL server 2008 R2 Standard y utiliza la misma licencia de Microsoft EULA.

La misma es utilizada para la construcción de reportes a partir de los cubos OLAP generados con Microsoft SQL Server Analysis Services. A su vez permite exportar los reportes en formatos (pdf, excel, word, xml), y la posibilidad de montar un servidor web para la publicación de los mismos.

En la **Fig.50** se detalla el entorno de la herramienta, donde en **1** se encuentran los orígenes de datos del proyecto junto a los reportes generados, en **2** los conjuntos de datos, en **3** los distintos componentes que se pueden utilizar para la construcción del reporte y en **4** la zona de diseño.

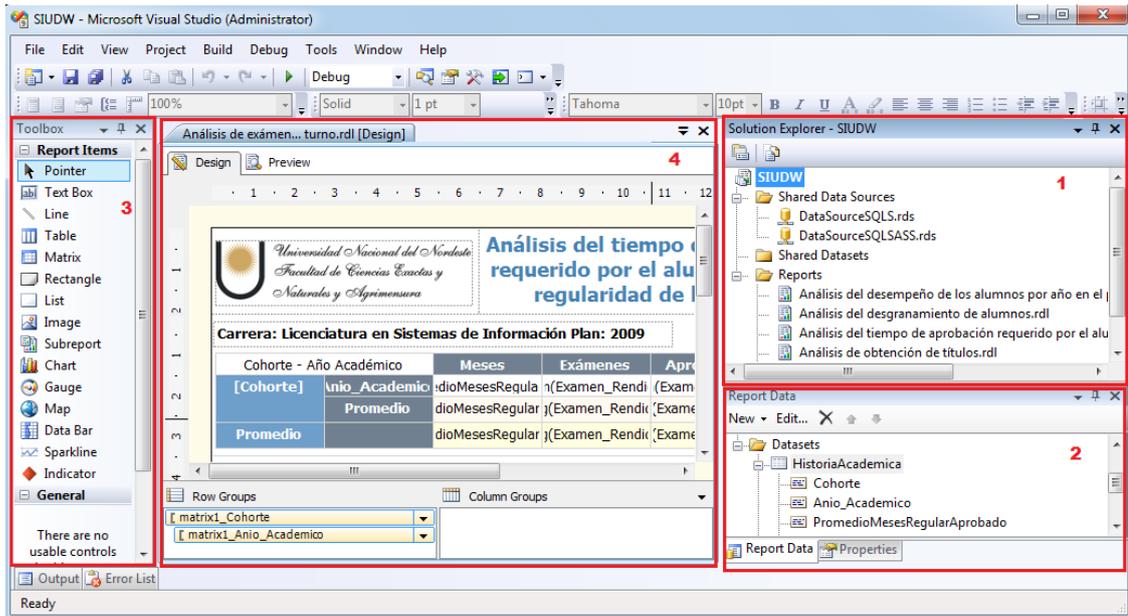


Fig. 50 - Entorno SSRS. Fuente: Elaboración propia

### 3.6. Otras herramientas

#### 3.6.1. Microsoft Excel 2013

En la Fig.47 se lleva a cabo la conexión al servidor SSAS, utilizando Excel 2013 “sin instalar complementos” utilizando la opción de datos de fuentes externas. En 1 se conecta al servidor SSAS (IP: 192.168.25.2), en 2 se especifica el usuario “MarianoLopez” y en 3 se selecciona el cubo a importar “Egreso”.

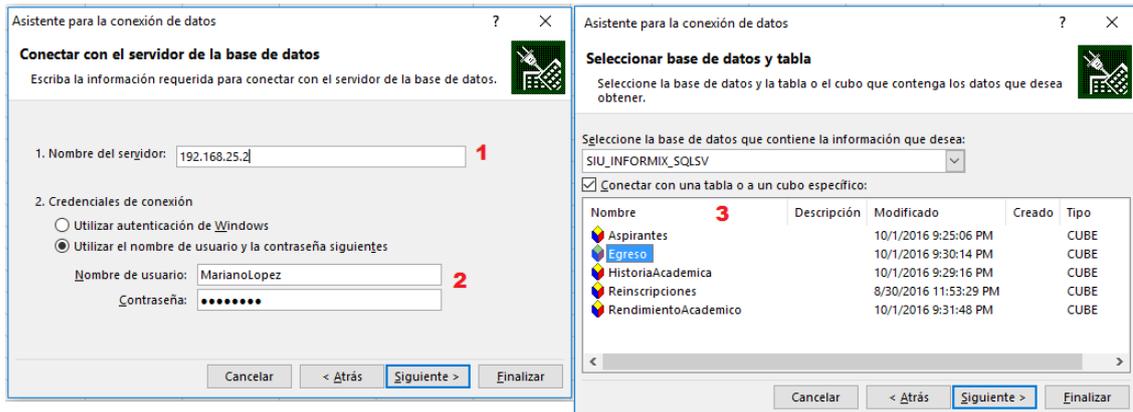


Fig. 51 - Excel - SSAS autenticación y selección de cubos. Fuente: Elaboración propia

En la Fig.48 se lleva a cabo con Excel 2013 la misma consulta realizada con Management Studio 2008 “egresados de la L.S.I por año académico” (ver Fig.46). En donde de manera similar Excel permite la generación y visualización de consultas MDX con drag & drop, en 1 se encuentra el

panel de generación de consulta con todos los atributos del cubo y en **2** la visualización automática de la consulta.

Etiquetas de columna	LICENCIATURA EN SISTEMAS DE INFORMACIÓN		Total Egresados	Total DuracionRealPromedio
Etiquetas de fila	Egresados	DuracionRealPromedio		
ANALISTA PROGRAMADOR UNIVER	26	5	26	5
2013	3	4	3	4
2014	11	5	11	5
2015	12	6	12	6
LICENCIADO EN SISTEMAS DE IN	1	6	1	6
2015	1	6	1	6
<b>Total general</b>	<b>27</b>	<b>5</b>	<b>27</b>	<b>5</b>

**Campos de tabla dinámica**

Seleccionar campos para agregar al informe:

- Fact Egreso
- Dim Alumno
- Dim Carrera

Arrastrar campos entre las áreas siguientes:

<b>FILTROS</b>	<b>COLUMNAS</b>
	Nombre
	Valores
<b>FILAS</b>	<b>VALORES</b>
Nombre	Egresados
Anio Academico	DuracionRealPromedio

Aplazar actualización del diseño ACTUALIZAR

Fig. 52 - Ejemplo consulta OLAP con Excel. Fuente: Elaboración propia

### 3.6.2. VMware Workstation 9.0.1

VMware Workstation es un monitor de máquinas virtuales que permite la creación de las mismas sobre una máquina física, en donde cada una ejecuta su propio sistema operativo. El mismo posee licencias del tipo EULA y Open Source shareware en diferentes niveles para los distintos servicios que brinda el monitor [21], la licencia en forma completa puede ser visualizada en: <https://goo.gl/dMC1hh>.

Esta herramienta es utilizada para la creación de una máquina virtual Windows 7 de 32 bits "Windows 7x86BI", en la que se encuentran instaladas todas las herramientas mencionadas en los ítems anteriores.

En la **Fig.53** se detalla el entorno de la herramienta, donde en **1** se observan las máquinas virtuales creadas y en **2** la máquina virtual de nombre "Windows 7x86BI" en ejecución.

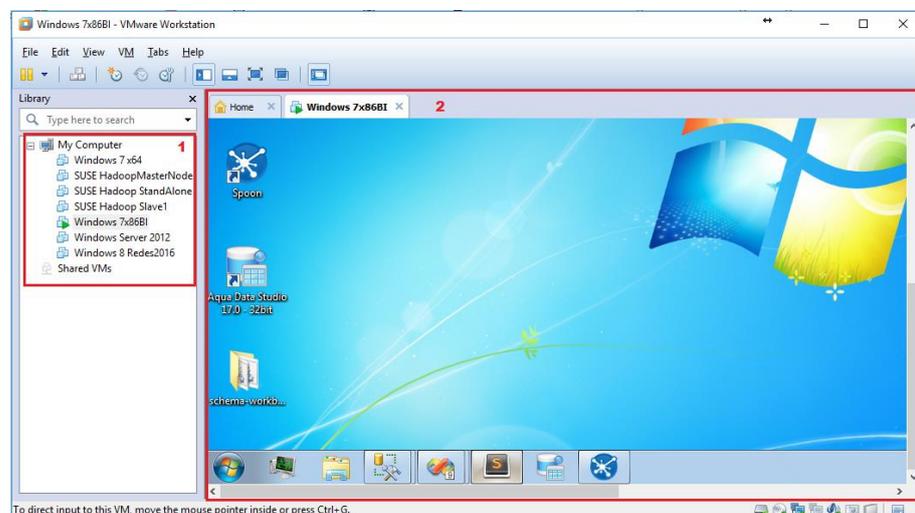


Fig. 53 - Entorno VMware Workstation. Fuente: Elaboración propia

## Capítulo 4 - Resultados.

Como resultados del presente trabajo aplicando la metodología de DW/BI lifecycle [16] en conjunto con herramientas de inteligencia de negocio, se obtuvo:

- Modelo dimensional orientado al seguimiento académico de los estudiantes de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información plan 2009 de la FaCENA – UNNE, que brinda valores para el conjunto de indicadores definidos. Cuenta con 5 tablas de hechos (Aspirantes, Egreso, Historia Académica, Reinscripción y Rendimiento Académico) y 4 dimensiones (Alumno, Carrera, Fecha y Materia), que se detallan en la **Fig.5**,
- Almacén de datos (DW\_SIU\_INFORMIX), es la implementación física del modelo dimensional sobre SQL Server 2008 y puede ser observado en la **Fig.54**. En el mismo se almacenan los datos de las etapas *ingreso*, *cursado* y *egreso* de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información plan 2009 de la FaCENA - UNNE.

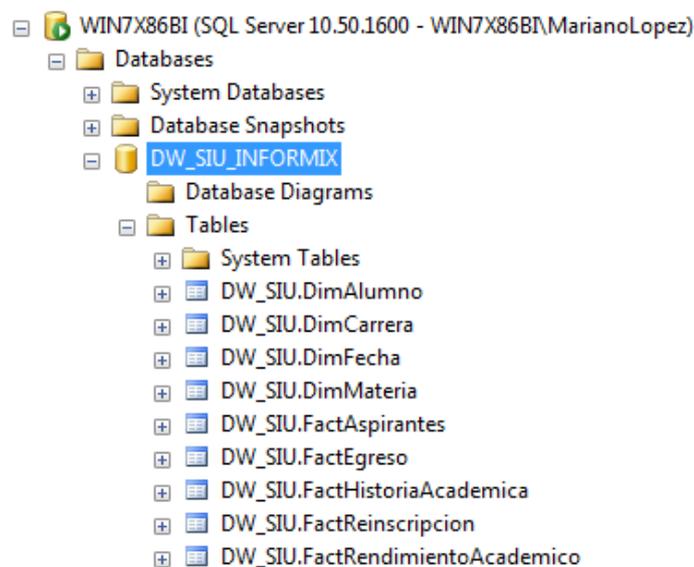


Fig. 54 - Almacén de datos DW\_SIU\_INFORMIX en SQL Server 2008. Fuente: Elaboración propia

- Subsistema de ETL sobre Pentaho Data Integration 6.1, encargado de extraer los datos del sistema de gestión académica SG [11], aplicar las transformaciones necesarias a los datos, y guardarlos en el almacén de datos.

El mismo cuenta con un archivo de transformación (ETL) por cada tabla del almacén de datos (para consultar en forma detallada cada transformación ver las **Fig.26...34**) y un archivo de trabajo, el cual ejecuta las 9 transformaciones de manera secuencial como se observa en la **Fig.55**.

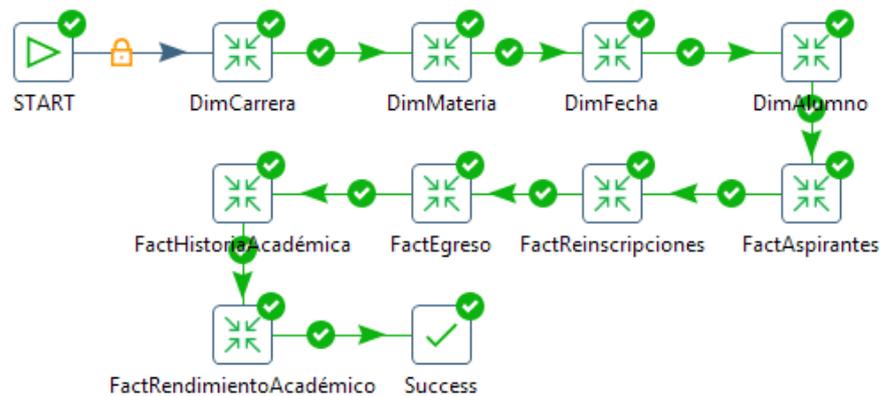


Fig. 55 - Subsistema de ETL DW\_SIU\_INFORMIX en Pentaho DI 6.1. Fuente: Elaboración propia

- 5 cubos OLAP (Aspirantes, Egreso, Historia Académica, Reinscripciones y Rendimiento Académico) los cuales se observan en la **Fig.56**, los mismos son construidos a partir del almacén de datos e implementados sobre SQL Analysis Server “SSAS” 2008. Los cubos son utilizados para generar los informes que responden a las etapas de ingreso, cursado y finalización de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información plan 2009 de la FaCENA – UNNE; como así también para permitir a los usuarios establecer una conexión remota a los cubos y hacer uso de las distintas características de las soluciones del tipo OLAP, como ser la autonomía para la creación y visualización de consultas a los mismos.

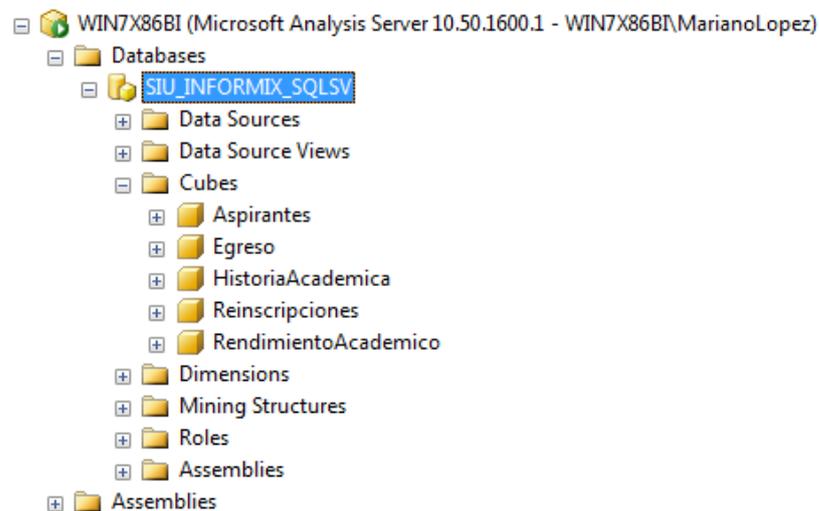


Fig. 56 - Cubos OLAP SIU\_INFORMIX\_SQLSV. Fuente: Elaboración propia

Los cubos OLAP pueden ser accedidos de forma local o remota para su consulta por usuarios autorizados desde cualquier PC que disponga conexión al servidor SSAS, desde versiones de Excel 2010 y/o SQL Server Management Studio 2008 o superiores.

- 6 Reportes implementados sobre SQL Server Reporting Services “SSRS” 2008 (ver **Fig.57**):

- Ingreso: Análisis del desgranamiento de alumnos y análisis de aspirantes a carrera.
- Cursado: Análisis del desempeño de los alumnos por año en el plan de estudios, análisis del tiempo de aprobación requerido por el alumno desde la regularidad de la materia y análisis de exámenes finales segmentados por turno.
- Egreso: Análisis de obtención de títulos.

Los mismos son construidos a partir de los cubos OLAP mencionados anteriormente, pueden ser accedidos vía web (con la mayoría de los navegadores usuales) por usuarios autorizados y ser descargados en los formatos: XML, PDF, CSV, Excel y Word.

Las figuras que se muestran a continuación, muestran el acceso a través de diferentes navegadores para demostrar su portabilidad.

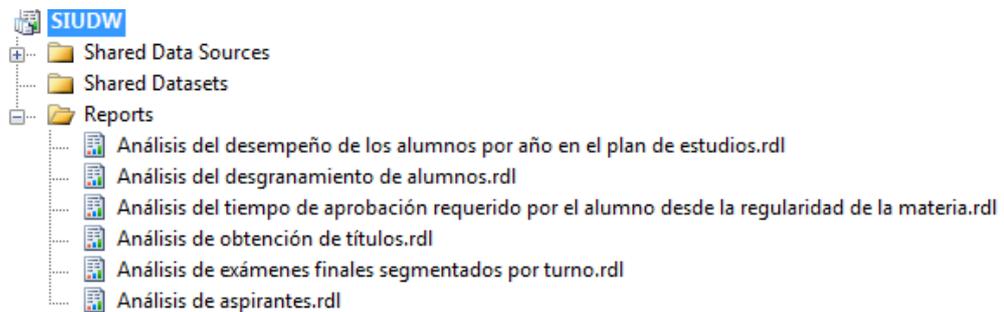


Fig. 57 - Reportes en SQL Server Reporting Services. Fuente: Elaboración propia

En la **Fig.58** se observa la solicitud de autenticación para acceder a los reportes desde un navegador web Chrome al consultar: <http://ServerBI/ReportServer>. En donde la IP de “serverbi” es 192.168.25.2.

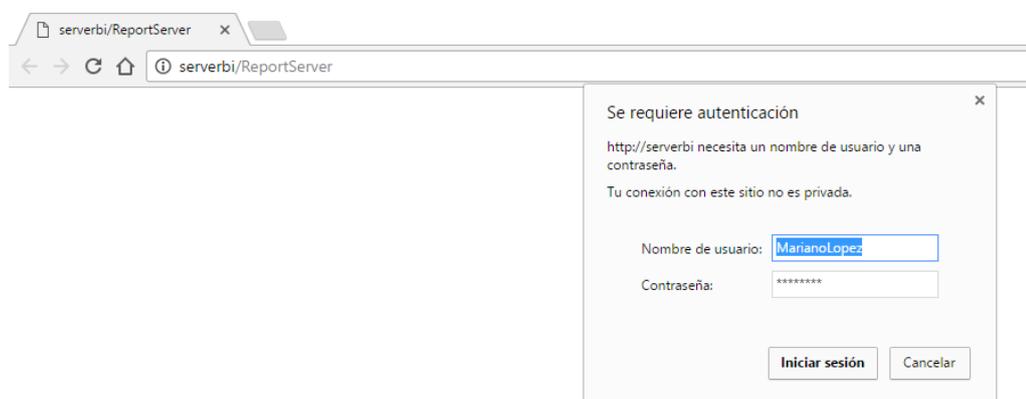


Fig. 58 - Autenticación web a SQL Server Reporting Services. Fuente: Elaboración propia

En la **Fig.59** se visualiza la lista de reportes desde el navegador Chrome una vez garantizado el acceso.



Fig. 59 - Lista de reportes desde navegador web. Fuente: Elaboración propia

En la **Fig.60** se observa el reporte “Análisis de obtención de títulos” desde Chrome.

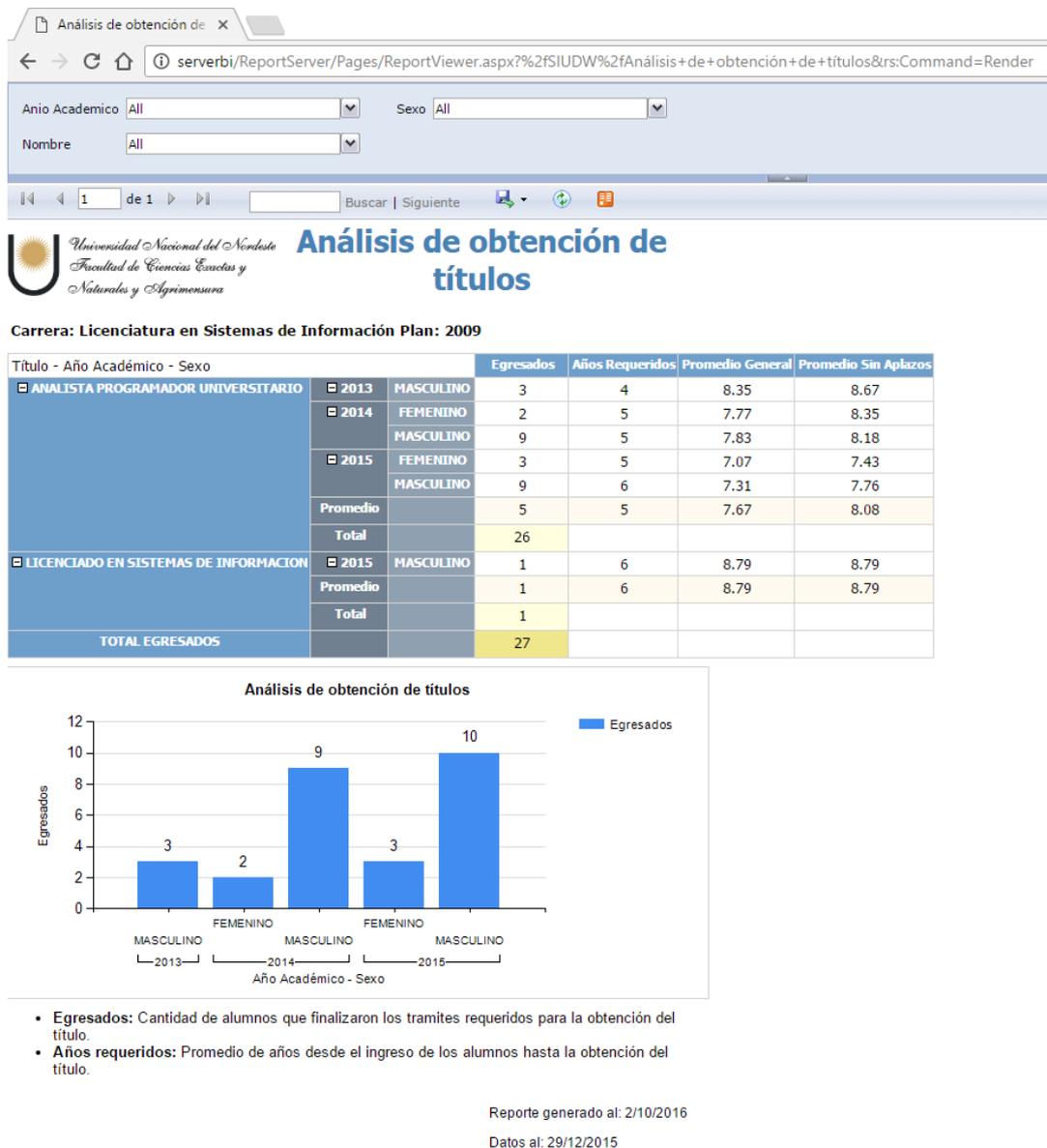
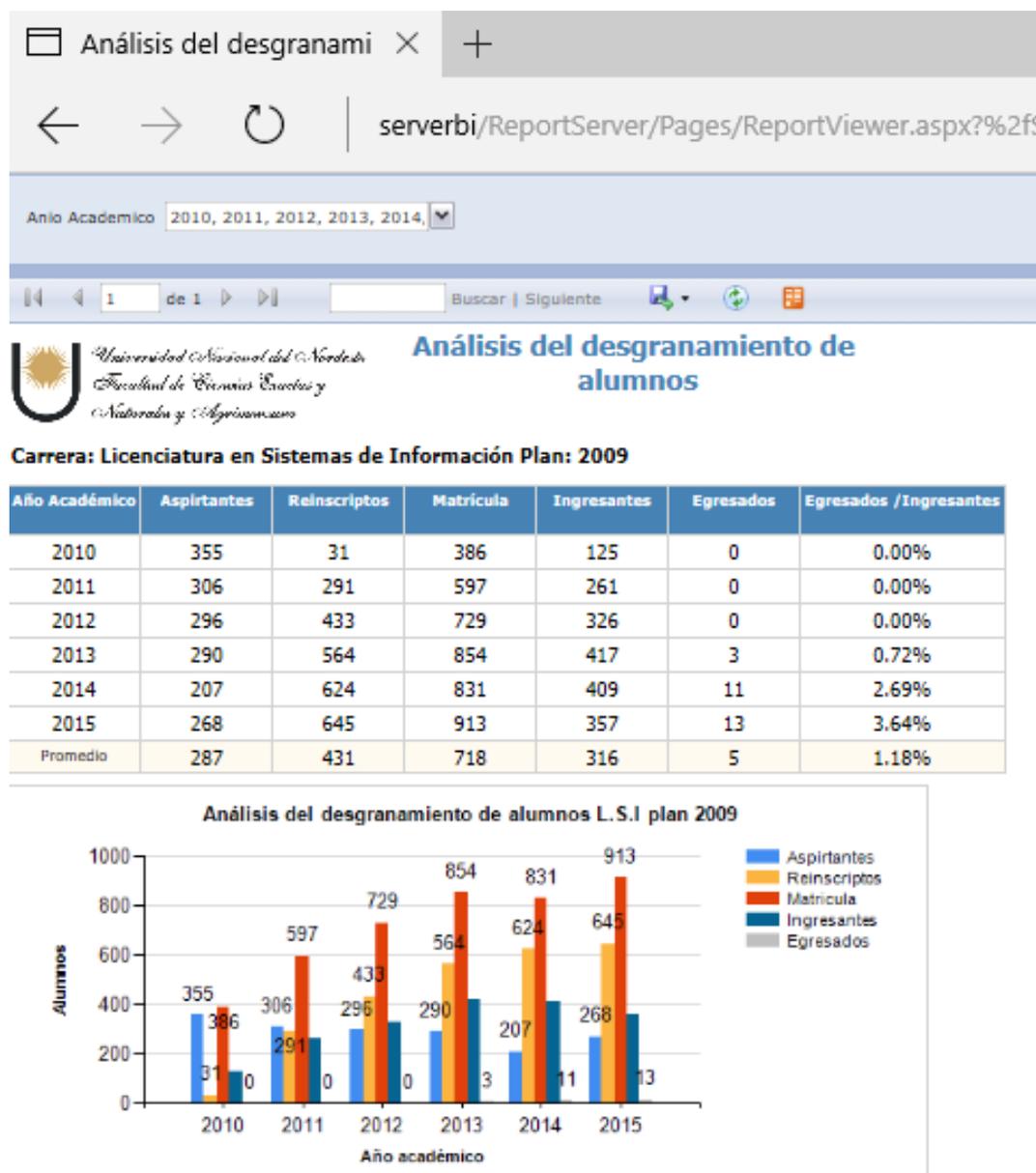


Fig. 60 - Reporte "Análisis de obtención de títulos" desde Chrome. Fuente: Elaboración propia

En la Fig.61 se observa el reporte “Análisis del desgranamiento de alumnos” desde el navegador web Edge.



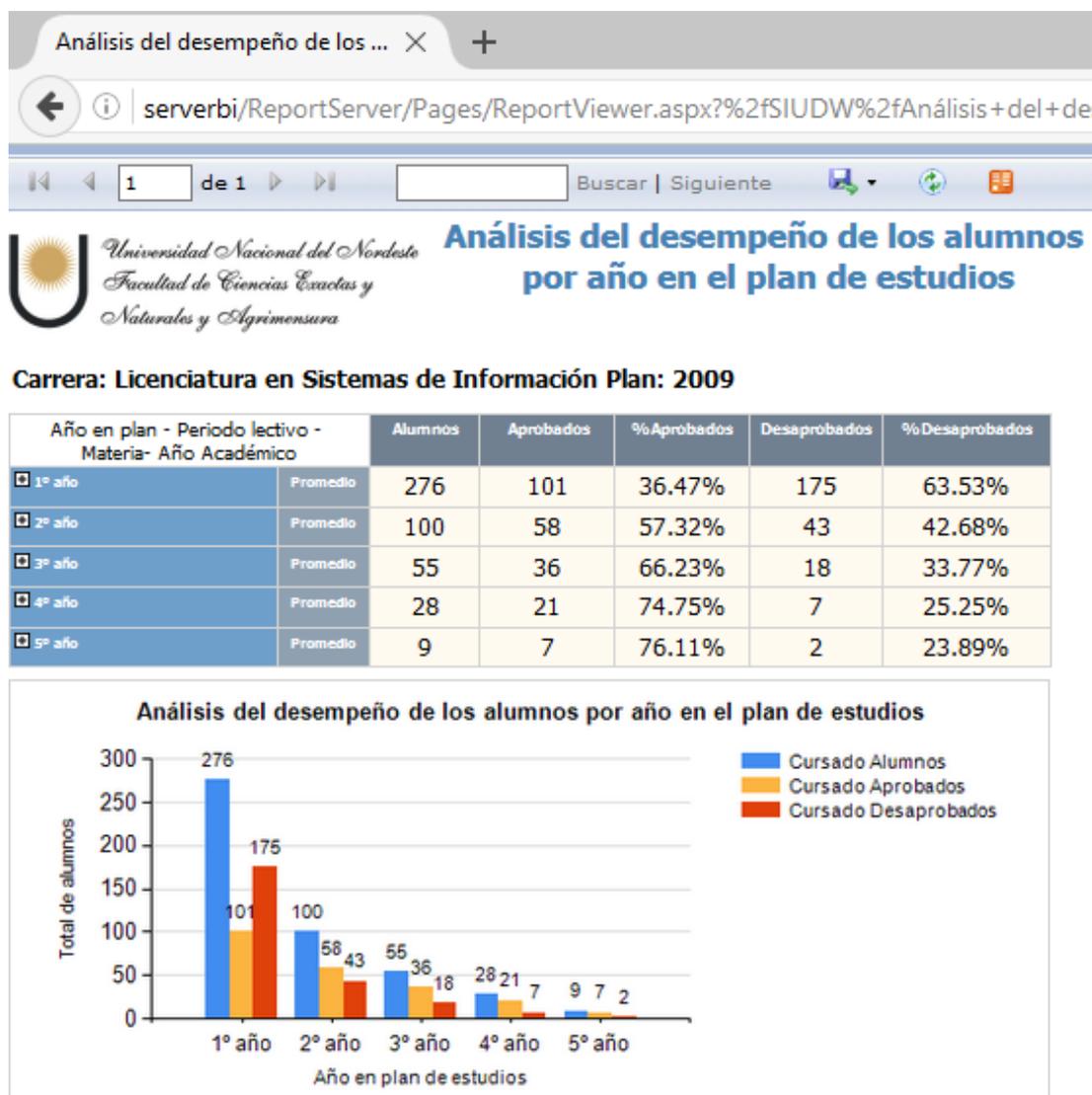
- **Aspirante:** El que manifiesta interés en ingresar a una institución universitaria como estudiante.
- **Ingresante:** El que cumple en la totalidad los tramites de inscripción, y que además apruebe la primer materia disciplinar del plan de estudio de la carrera que cursa.
- **Egresado:** Estudiante que completa todos los cursos y requisitos reglamentarios de la carrera a la que pertenece.
- **Reinscripto:** Estudiante que actualiza su inscripción en la misma carrera, en un año académico posterior a su última inscripción.
- **Matrícula:** Es la suma de los aspirantes más los reinscriptos pertenecientes a una oferta académica en un año determinado.

Reporte generado al: 10/10/2016

Datos al: 29/12/2015

Fig. 61 - Reporte “Análisis del desgranamiento de alumnos” desde Edge. Fuente: Elaboración propia

En la Fig.62 se observa el reporte “Análisis del desempeño de los alumnos por año en el plan de estudios” desde el navegador web Firefox.



- **Alumnos:** Inscriptos al cursado.
- **Aprobados:** Alumnos que finalizaron el cursado como regulares o promocionados.
- **Desaprobados:** Alumnos que finalizaron el cursado como libres en alguna de sus 3 categorías (Abandonó, Insuficiente, Libre).

Reporte generado al: 4/10/2016

Datos al: 29/12/2015

Fig. 62 - Reporte “Análisis del desempeño de los alumnos por año en el plan de estudios” desde Firefox. Fuente: Elaboración propia

## Capítulo 5 - Conclusiones y futuros trabajos

A modo de “lecciones aprendidas”, de cada una de las etapas de la metodología de Kimball, se destaca:

- **Diseño e implementación del almacén de datos:** En esta etapa la mayor dificultad fue el cambio de enfoque del esquema OLTP a un esquema multidimensional destinado al análisis, que exige adquirir otro nivel de abstracción, saliendo de la arraigada visión del modelo entidad-relación. Costó llevar a la práctica los conceptos de dimensión, hecho, medida.
- **Sub-sistemas de extracción, transformación y carga:** Esta etapa fue la más importante de este trabajo. Requirió comprender los procesos de negocio de la institución y de cómo la información de estos procesos se registra en el sistema de gestión de alumnos de la institución. Se realizó un análisis minucioso de los datos verificando: tipo de datos, dominio de los datos, veracidad y exactitud de los datos, coherencia de los procesos de negocio. En función del resultado de este análisis se definieron mecanismos de limpieza y corrección de los datos.

Un mal análisis o diseño en un sub-sistema de ETL lleva al fracaso del trabajo, dado que cualquier información proveniente del mismo será errónea.

La disponibilidad de una herramienta que permita la verificación de la calidad de los datos y su manipulación y adecuación, es clave para este proceso. Utilizar Pentaho DI fue de gran ayuda para la construcción del sistema, el mismo brinda una interfaz drag & drop que permite visualizar los datos y realizar cambios de manera fácil y rápida.

- **Diseño e implementación de aplicaciones BI:** En esta etapa, el almacén de datos comienza a ser explotado para brindar información a través de la construcción de cubos OLAP. Las soluciones OLAP permiten pasar de datos en reposo a la explotación de información, brindando la posibilidad de combinaciones n-dimensionales, operadores especiales de análisis de datos como ser generalización, especialización y sesgo, entre otras. Cabe destacar la potencialidad del paquete SQL Server, el cual permite acceder a los cubos de forma local o remota desde Management Studio o Excel, ofreciendo interfaces drag & drop para visualización de los datos y generación de consultas, siendo este un punto clave para la autonomía de los usuarios.

Las soluciones de BI son hechas a medida, cada negocio posee su propia lógica, requiere concentrarse casi el 90% del tiempo que demanda el proyecto en los sub-

procesos de ETL. Pero al finalizar se contará con una solución que permita realizar la explotación de información con pocos clics, sin la necesidad de escribir consultas complejas y sin necesidad de que los usuarios consumidores cuenten con experiencia en el área de análisis de datos.

La implementación de la solución BI propuesta en un entorno académico, permitió desarrollar analítica académica y análisis de los resultados de los procesos de enseñanza-aprendizaje, obteniendo así un mecanismo para la medición, recopilación, análisis y presentación de datos sobre indicadores que dan cuenta del desempeño de los alumnos de la carrera Licenciatura en Sistemas de Información plan 2009 de la Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura - Universidad Nacional del Nordeste. Brindando información para la toma de decisiones con fines estratégicos de la institución, como así también detectar dificultades en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes que retroalimenten las instancias de evaluación de los planes de estudio en marcha.

Como trabajo futuro, se espera incorporar al almacén de datos las demás carreras de la FaCENA - UNNE e implementar exploración de cubos OLAP vía web.

## Capítulo 6 - Referencias.

- [1] P. Baepler y C. J. Murdoch , «Academic Analytics and Data Mining in Higher Education,» *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, vol. 4, nº 2, 2010.
- [2] G. Siemens y D. Gasevic, «Learning and Knowledge Analytics,» *Educational Technology & Society*, nº 15, 2012.
- [3] CINDA, Repitencia y deserción universitaria en América Latina, Santiago de Chile: CINDA-IESALC-Universidad de Talca, 2006.
- [4] G. Pautsch, H. Kuna y A. Godoy, «Resultados Preliminares del Proceso de Minería de Datos Aplicando al Análisis de la Deserción en Carreras de Informática Utilizando Herramientas Open Source,» de *XVII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 2011.
- [5] H. Kuna, R. Martínez García y F. Villatoro, «Identificación de Causales en el Abandono de Estudios Universitarios. Uso de Procesos de Explotación de Información,» *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*.
- [6] Formia.S.A, *Construcción de modelos sobre datos de la Universidad Nacional de Río Negro usando técnicas de Extracción de conocimiento*, La Plata: Facultad de Informática Universidad Nacional de La Plata, 2013.
- [7] D. L. La Red Martinez, J. C. Acosta, A. Cutro, V. E. Uribe y A. R. Rambo, «Data warehouse y data mining aplicados al estudio del rendimiento académico y de perfiles de alumnos,» *Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, vol. XII, pp. 162-166, 2010.
- [8] C. Minnaard, D. Servetto , M. U. Lobo y G. Pascal , «La información y la tecnología para la toma de decisiones: Aplicación Data Warehouse en Instituciones Universitarias.,» Instituto de Investigaciones de Tecnología y Educación, Buenos Aires, 2014.
- [9] R. Timarán Pereira, «Una lectura sobre deserción universitaria en estudiantes de pregrado desde la perspectiva de la minería de datos.,» *Guillermo de Ockham*, vol. 8, nº 1, pp. 121-130, 2010.

- [10] A. Miguel Barrios Ibáñez, D. J. Solalinde y G. Dapozo, «Soluciones Open Source Bussines Intelligence aplicada a la gestión académica universitaria.,» *Jornadas Argentina de Informática*, nº 40, pp. 113-127, 2011.
- [11] Sistema de Información Universitaria, «SIU,» [En línea]. Available: <http://www.siu.edu.ar/siu-guarani/>.
- [12] C. Ballard, D. Farrell, A. Gupta, C. Mazuela y S. Vohnik, *Dimensional Modeling: In a Business Intelligence Environment*, 2006.
- [13] H. Jiawei, K. Micheline y P. Jian, *Data Mining - Concepts and Techniques*, Estados Unidos: Elsevier, 2012.
- [14] Sistema Integral de Información sobre la Educación Superior en América Latina "INFOACES", Sistema Basico de Indicadores para la Educacion Superior de America Latina, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2012.
- [15] Secretaría de Políticas Universitaria, *Anuario de Estadísticas Universitarias - Argentina*, Buenos Aires, 2013.
- [16] R. Kimball, *The Data Warehouse Lifecycle Toolkit*, New York: John Wiley & Sons, 2008.
- [17] IBM, «IBM,» Agosto 2016. [En línea]. Available: [http://www14.software.ibm.com/cgi-bin/weblap/lap.pl?la\\_formnum=&li\\_formnum=L-RNAR-8GCU9W&title=IBM+Informix+Dynamic+Server+Developer+Edition&l=es](http://www14.software.ibm.com/cgi-bin/weblap/lap.pl?la_formnum=&li_formnum=L-RNAR-8GCU9W&title=IBM+Informix+Dynamic+Server+Developer+Edition&l=es).
- [18] Microsoft, «Microsoft,» [En línea]. Available: <https://www.microsoft.com/es-es/server-cloud/products/sql-server-editions/sql-server-standard.aspx>. [Último acceso: Agosto 2016].
- [19] Aquafold, «Aquafold,» agosto 2016. [En línea]. Available: [http://www.aquafold.com/store\\_licensing.html#freeevaluation](http://www.aquafold.com/store_licensing.html#freeevaluation).
- [20] Hitachi Group Company, «Pentaho,» Agosto 2016. [En línea]. Available: <http://community.pentaho.com/projects/data-integration/>.
- [21] VMware, Inc, «VMware,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.vmware.com/>.
- [22] A. M. García de Fanelli, *Rendimiento académico y abandono universitario: Modelos, resultados y alcances de la producción académica en la Argentina*, vol. 8, 2014.

## Capítulo 7 - Anexos.

### 7.1. Manual de usuario

#### 7.1.1. Instalación Microsoft SQL Server 2008 R2

En la **Fig.63** se observa el menú de instalación de SQL Server 2008 R2, para iniciar la instalación seleccionar “New installation or add features to an existing installation”.



Fig. 63 - Menú de instalación SQLS2008. Fuente: elaboración propia

A continuación seleccionar “SQL Server Feature Installation” como se indica en la **Fig.64**.

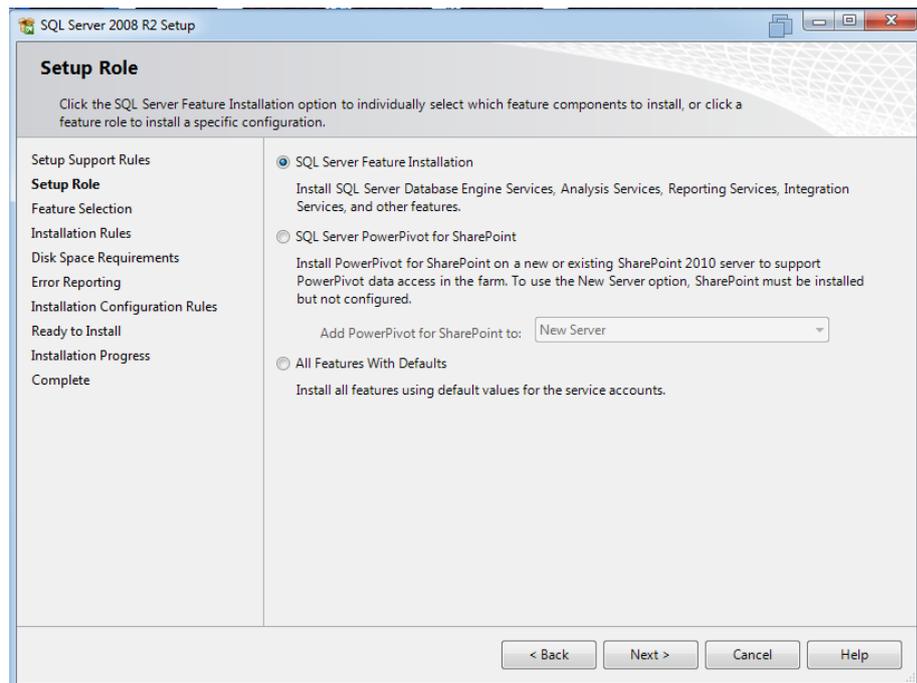


Fig. 64 - Setup. Fuente: elaboración propia

Para una instalación completa seleccionar todas las características (ver **Fig.65**), para una instalación personalizada asegurarse de seleccionar “Database Engine, Analysis Services, Reporting Services y Business Intelligence Development Studio”.

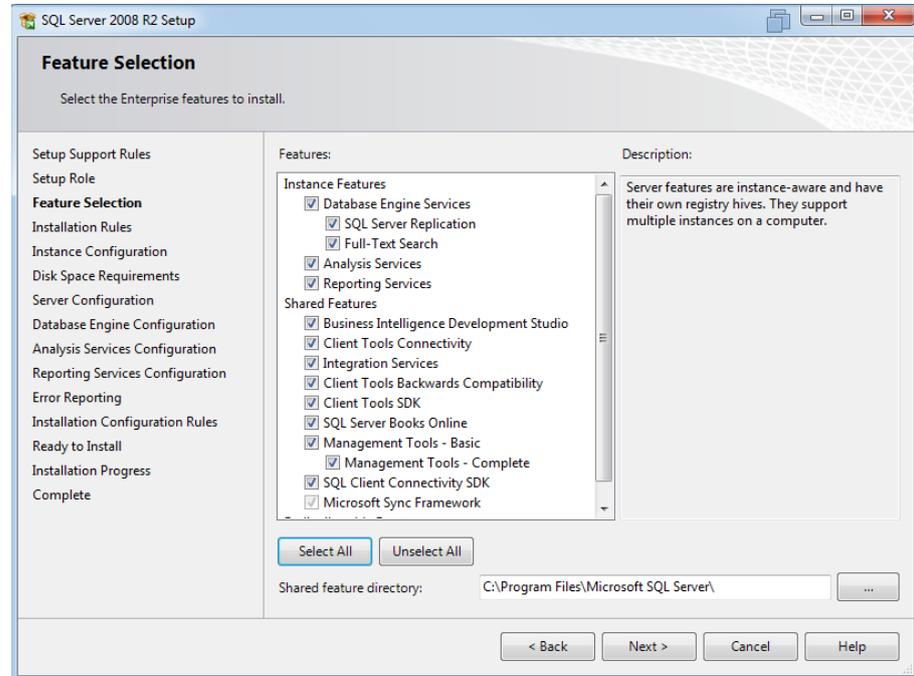


Fig. 65 - Selección de características. Fuente: elaboración propia

El siguiente paso es indicar el nombre y directorio raíz de la instancia de SQL Server (ver **Fig.66**).

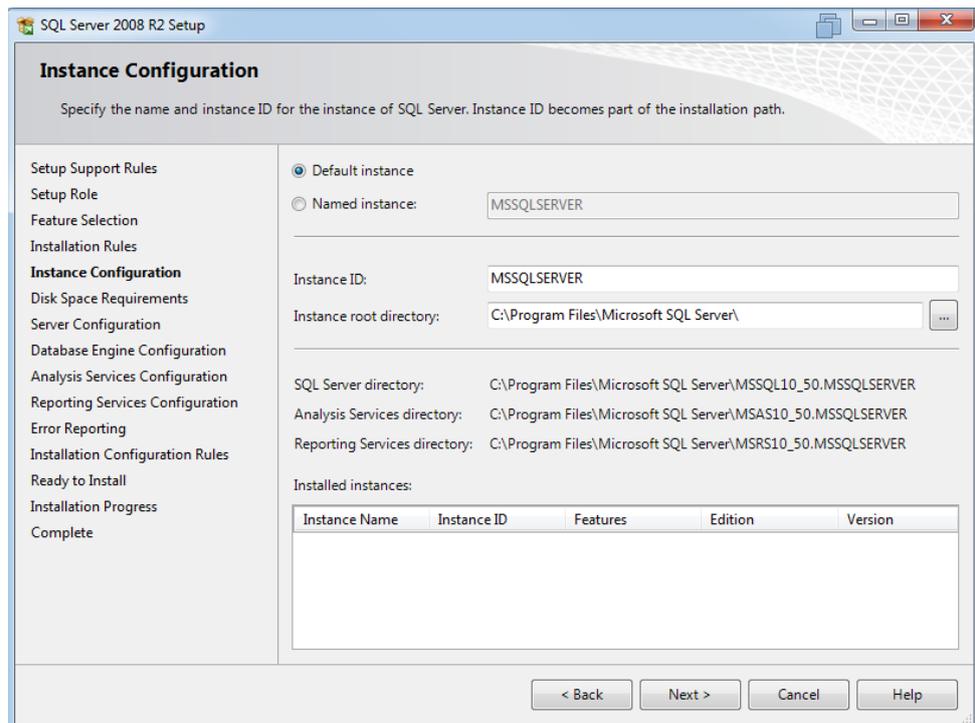


Fig. 66 - Configuración de la instancia. Fuente: Elaboración propia

En la **Fig.67** se observa la configuración de los servicios, en donde se detalla para cada servicio su tipo de arranque y el usuario encargado, para utilizar el mismo usuario en todos los servicios hacer clic en “Use the same account for all SQL Server services”.

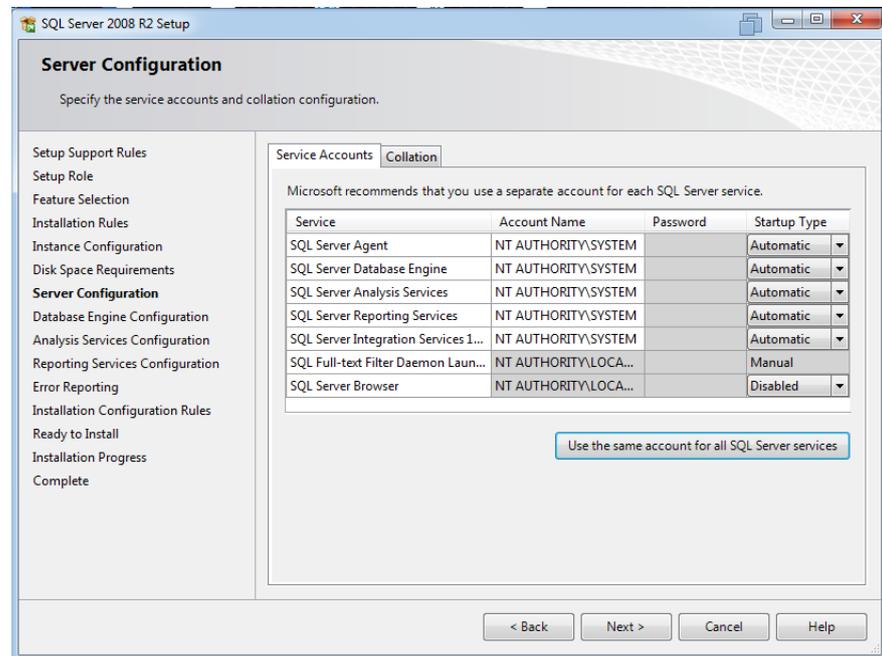


Fig. 67 - Configuración de servicios. Fuente: Elaboración propia

A continuación en la **Fig.68** se debe configurar el motor de base de datos, seleccionar el modo mixto de autenticación, asignar una contraseña al usuario “sa”, y agregar los usuarios “Windows” administradores.

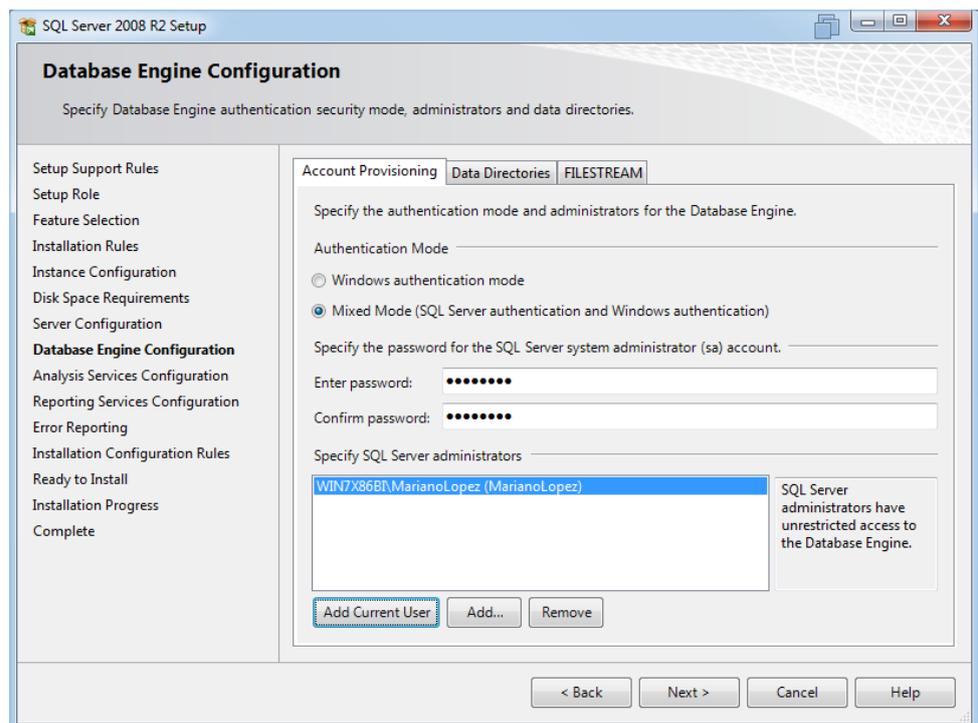


Fig. 68 - Configuración de autenticación y administradores. Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es especificar los usuarios administradores para Analysis Services (ver **Fig.69**).

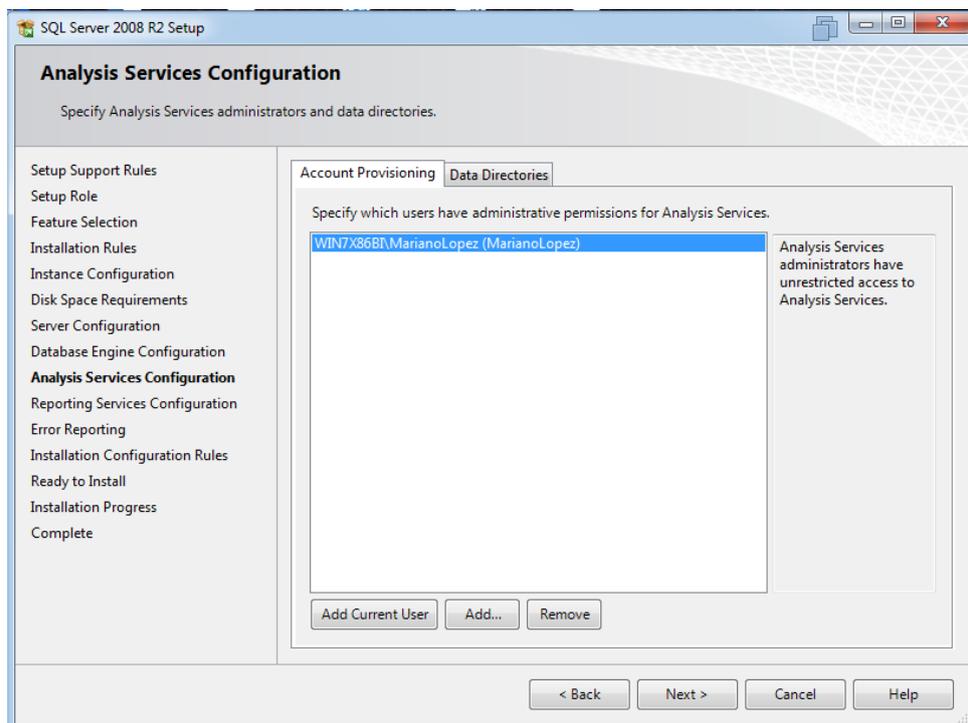


Fig. 69 - SSAS administradores. Fuente: Elaboración propia

En la **Fig.70** se observa la configuración para la instalación de Reporting Services, seleccionar modo nativo “Install the native mode default configuration”.

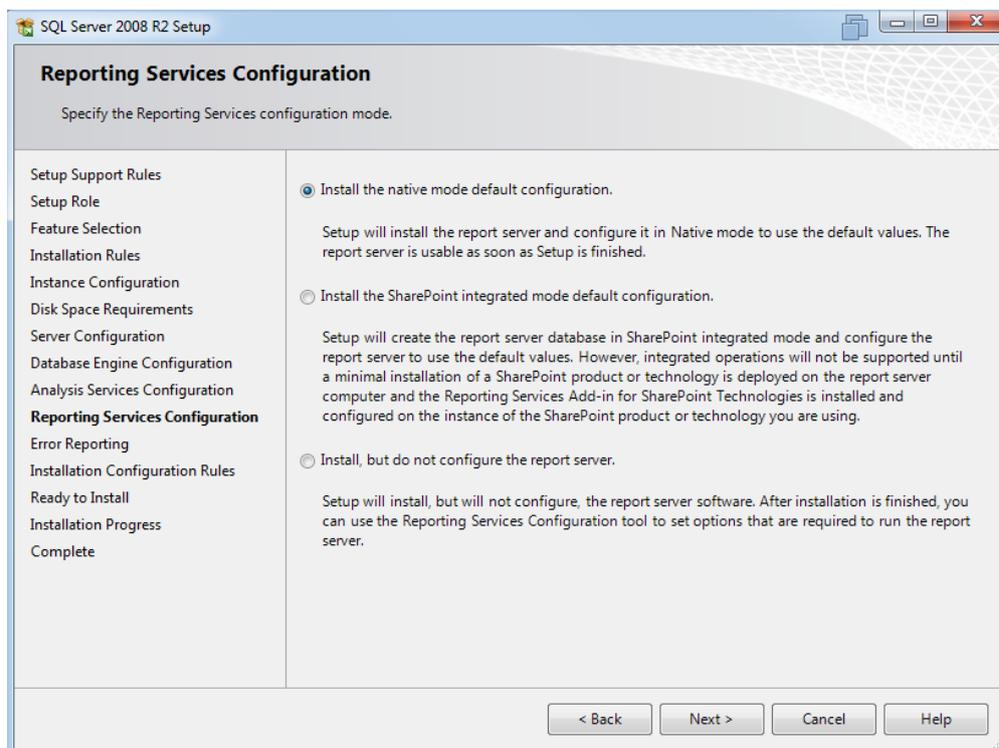


Fig. 70 - SSRS configuración. Fuente: Elaboración propia

Al completar los pasos anteriores se iniciara la instalación, al finalizar se debe visualizar el mensaje “Your SQL Server 2008 R2 installation completed successfully” (ver **Fig.71**).

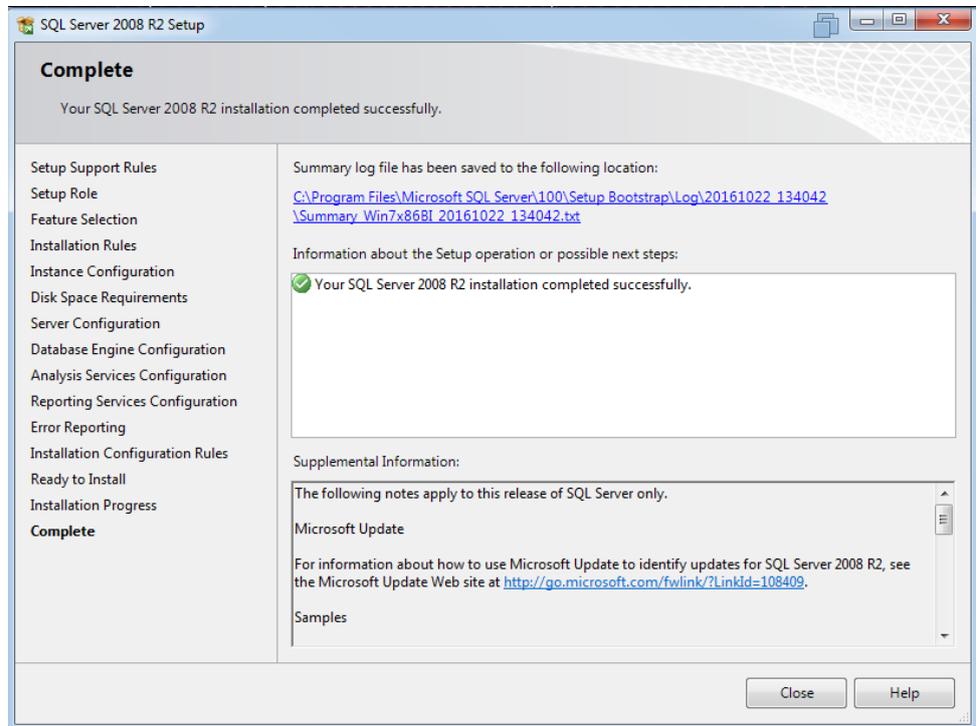


Fig. 71 - SQLS2008 instalación finalizada. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.2. Creación del almacén de datos

Abrir Microsoft SQL Server Management Studio 2008 y conectar al motor de base de datos con algún usuario administrador como se indica en la **Fig.72**.

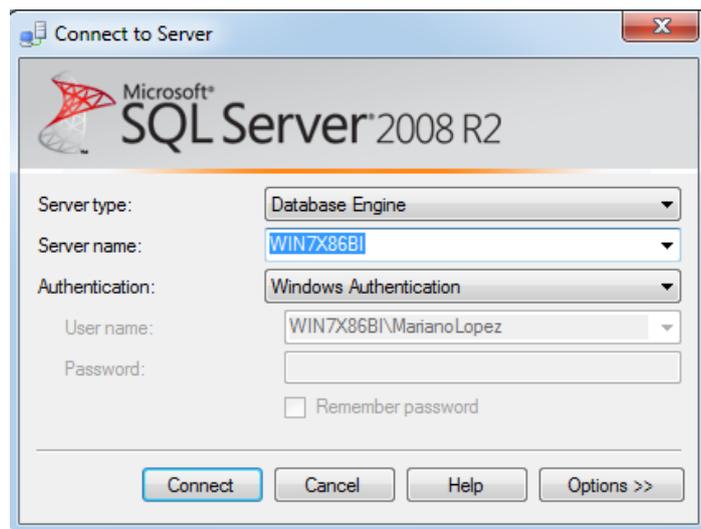


Fig. 72 - Conexión al motor de base de datos. Fuente: Elaboración propia

Al conectar con el motor de base de datos exitosamente se cargará el panel “Object Explorer” como se observa en la **Fig.73**.

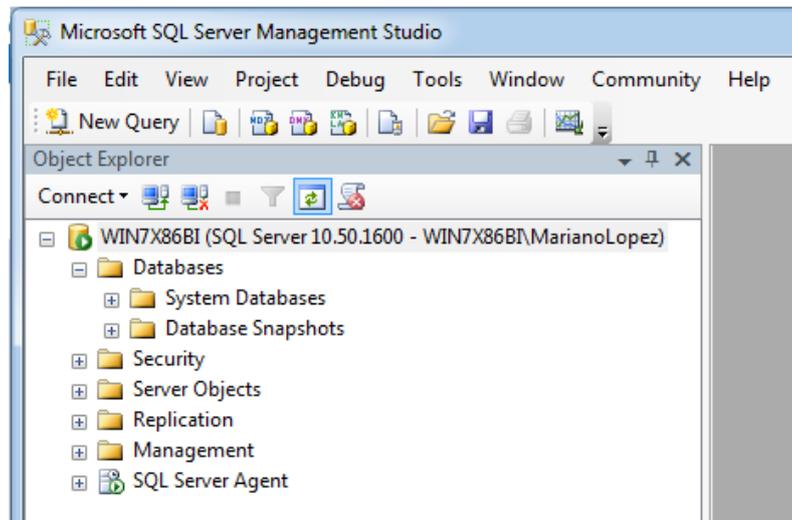


Fig. 73 - Conexión exitosa al motor. Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es abrir el script de creación del almacén de datos “DW creación.sql” como se indica en la **Fig.74**, desde Management Studio ir a “File→Open→File...”. El script contiene el código SQL para crear el almacén de datos, sus tablas y relaciones.

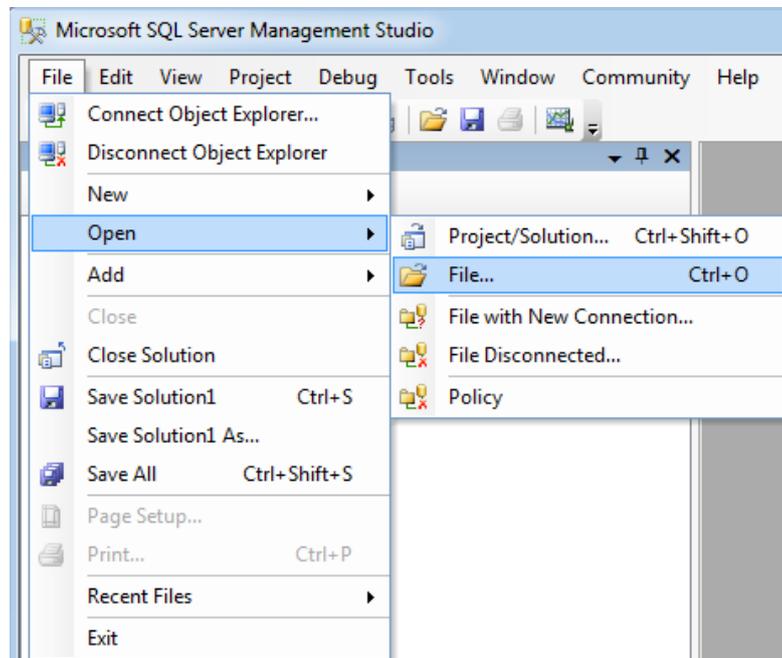


Fig. 74 - MSQLSMS - Abrir archivo. Fuente: Elaboración propia

Ejecutar el script con el botón “Execute” (ver Fig.75) o presionar F5.

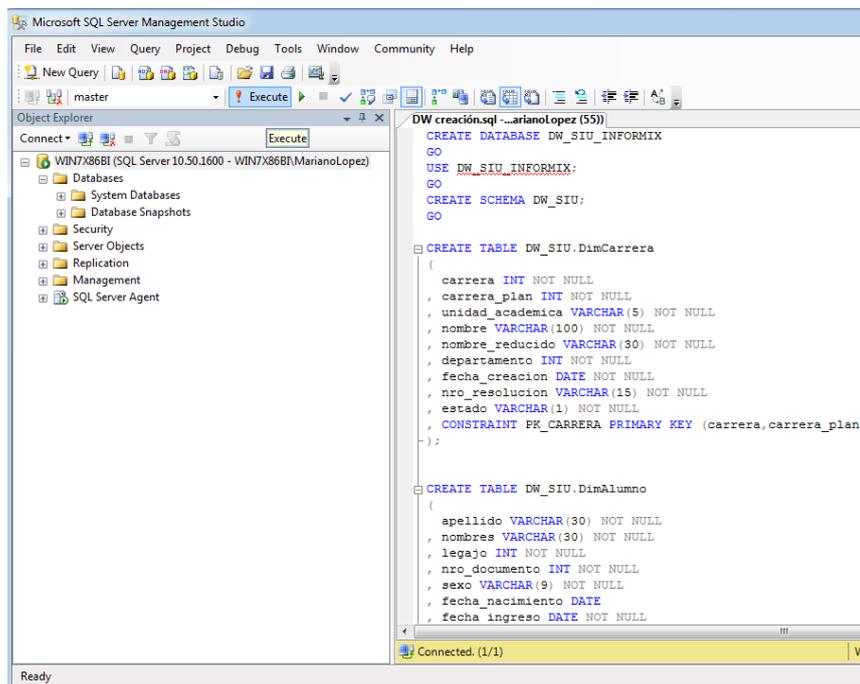


Fig. 75 - Ejecutar script de creación. Fuente: Elaboración propia

Al finalizar el script se debe visualizar el mensaje “Query executed successfully”, hacer clic derecho sobre la carpeta “Databases” del explorador de objetos y seleccionar “refresh” para poder ver el almacén de datos (ver Fig.76).

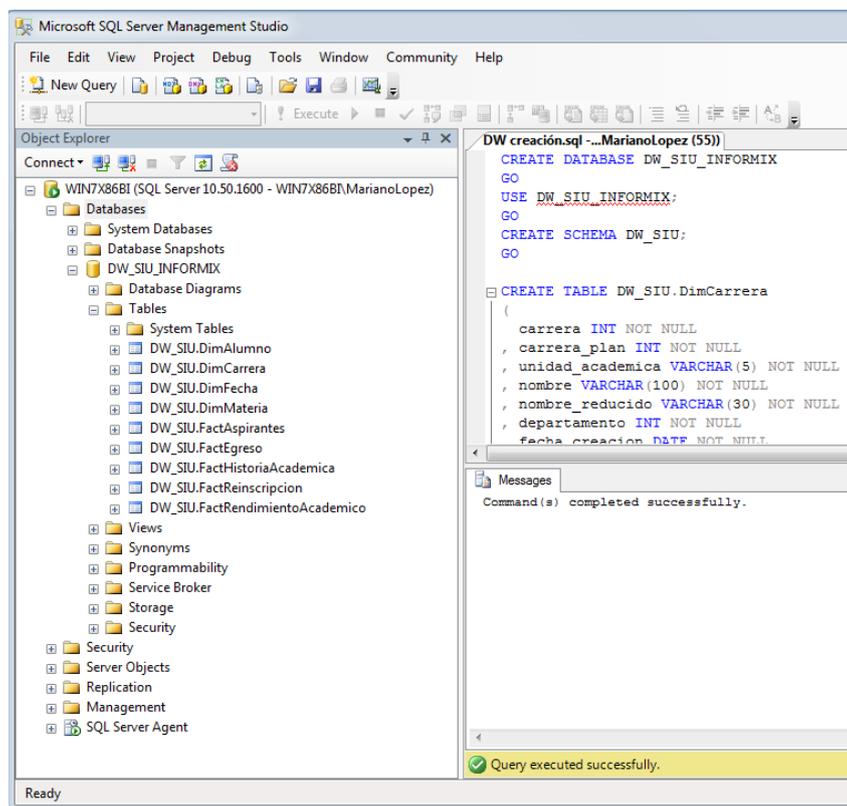


Fig. 76 - Ejecución exitosa del script. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.3. Alimentar el almacén de datos

Abrir Pentaho Data Integration “Spoon” (ver **Fig.77**), el ejecutable se encuentra en la carpeta “data-integration”, requiere Java 8 instalado.

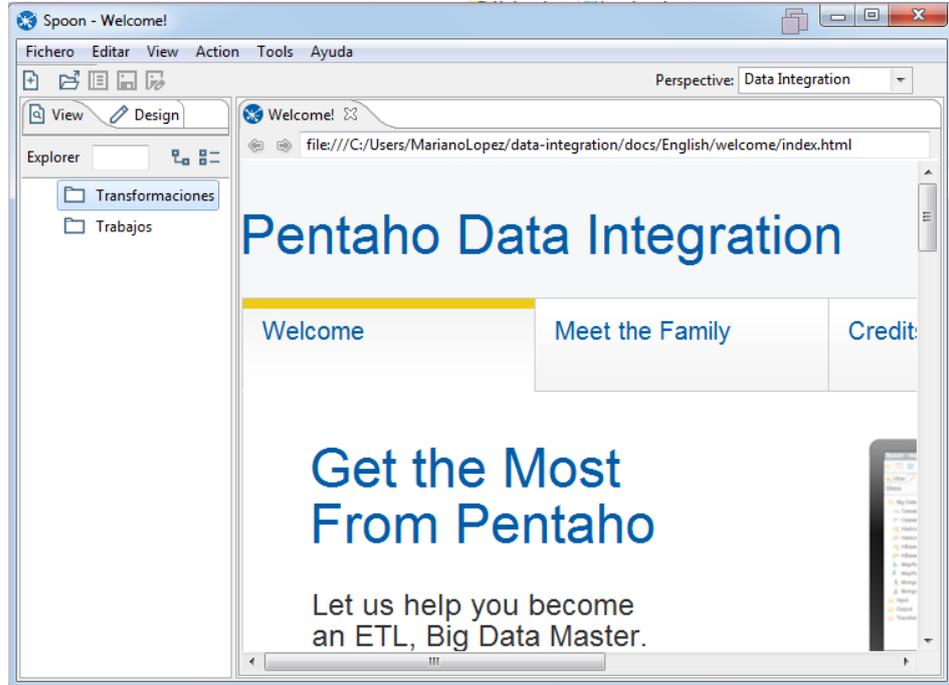


Fig. 77 - Spoon Pentaho Data Integration. Fuente: Elaboración propia

Desde Spoon abrir el archivo “DW\_SIU\_INFORMIX.kjb”, el mismo contiene los procesos de ETL necesarios para alimentar el DW (ver **Fig.78**).

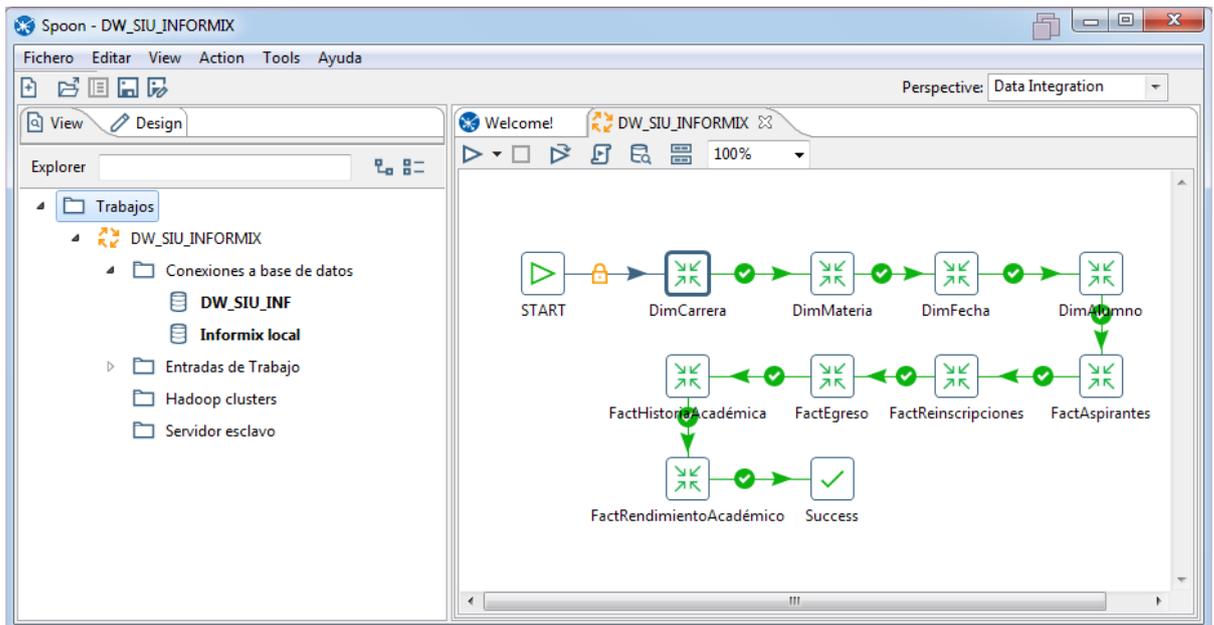


Fig. 78 - Spoon abrir job file. Fuente: Elaboración propia

Cada icono en el script representa una tarea de ETL, al hacer doble clic sobre la tarea se desplegará un panel con la ruta al fichero ETL con extensión “ktr”, se debe verificar que sea una ruta valida a los ficheros como se observa en la **Fig.79**.

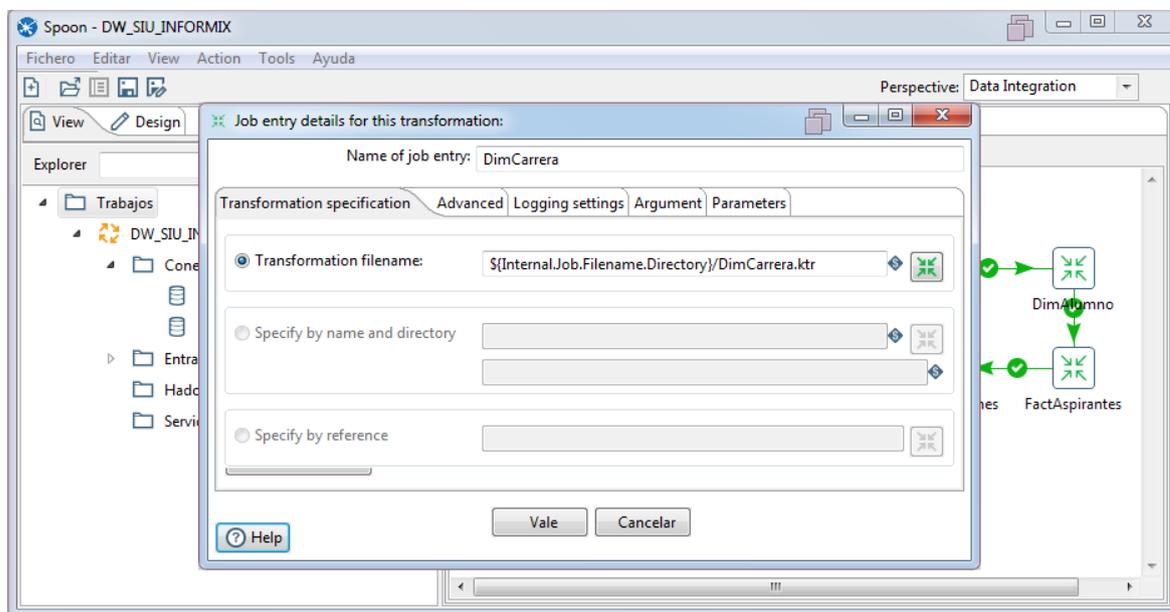


Fig. 79 - Configuración de tareas. Fuente: Elaboración propia

Sobre el panel explorador de Spoon se visualizarán las conexiones a base de datos, al hacer doble clic sobre alguna se desplegará un panel con la configuración de la misma (ver **Fig.80** y **Fig.81**) “de ser necesario, cambiar IP, base de datos, puerto, usuario y contraseña”, también posee un botón para probar la conexión. Es necesario contar con las librerías de los motores de base de datos a utilizar “archivos .jar” en el directorio “libs” de Spoon.

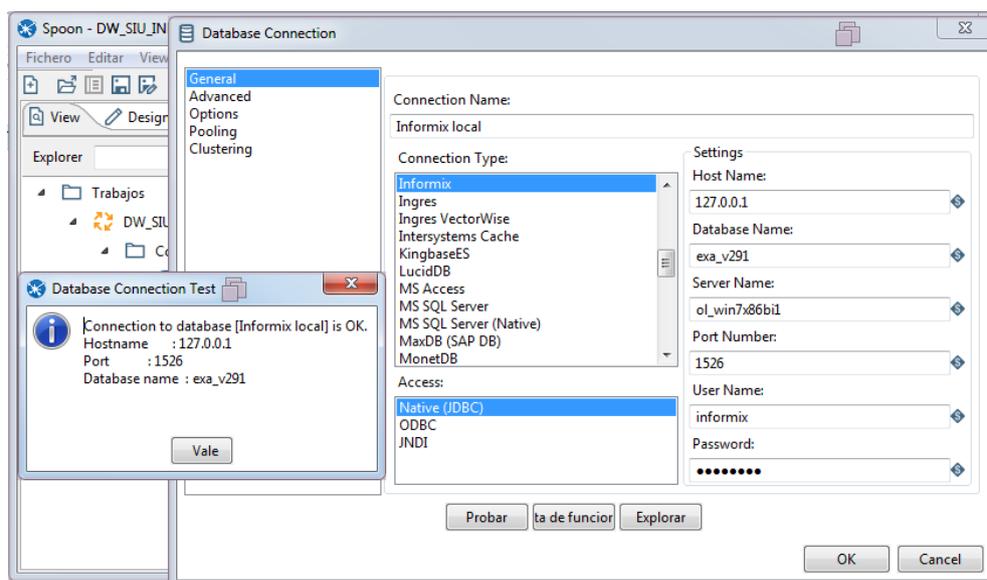


Fig. 80 - Conexión a Informix. Fuente: Elaboración propia

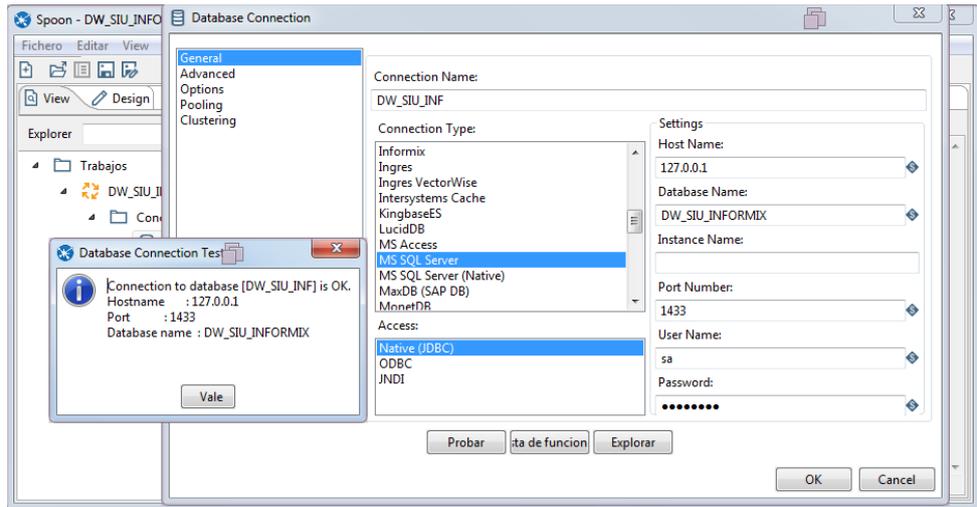


Fig. 81 - Conexión a SQL Server. Fuente: Elaboración propia

Ejecutar el script haciendo clic sobre el icono “start”, al finalizar se debe visualizar el mensaje “DW\_SIU\_INFORMIX Job execution finished” (ver Fig.82).

Trabajo / Entrada de Trabajo	Comentario	Resultado	Razón	Nombre Fichero
FactAspirantes	Job execution finished	Éxito		file:///C:/Users/MarianoL...
FactReinscripciones	Start of job execution		Followed link after success	file:///C:/Users/MarianoL...
FactReinscripciones	Job execution finished	Éxito		file:///C:/Users/MarianoL...
FactEgreso	Start of job execution		Followed link after success	file:///C:/Users/MarianoL...
FactHistoriaAcadémica	Job execution finished	Éxito		file:///C:/Users/MarianoL...
FactHistoriaAcadémica	Start of job execution		Followed link after success	file:///C:/Users/MarianoL...
FactRendimientoAcadémico	Job execution finished	Éxito		file:///C:/Users/MarianoL...
FactRendimientoAcadémico	Start of job execution		Followed link after success	file:///C:/Users/MarianoL...
Success	Job execution finished	Éxito	Followed link after success	
Trabajo: DW_SIU_INFORMIX	Job execution finished	Éxito	finished	

Fig. 82 - ETL ejecución finalizada. Fuente: Elaboración propia

#### 7.1.4. Despliegue de cubos OLAP

Abrir Microsoft Business Intelligence Development Studio y abrir el proyecto “SIU\_INFORMIX\_SQLSV.sn1” como se indica en la **Fig.83**.

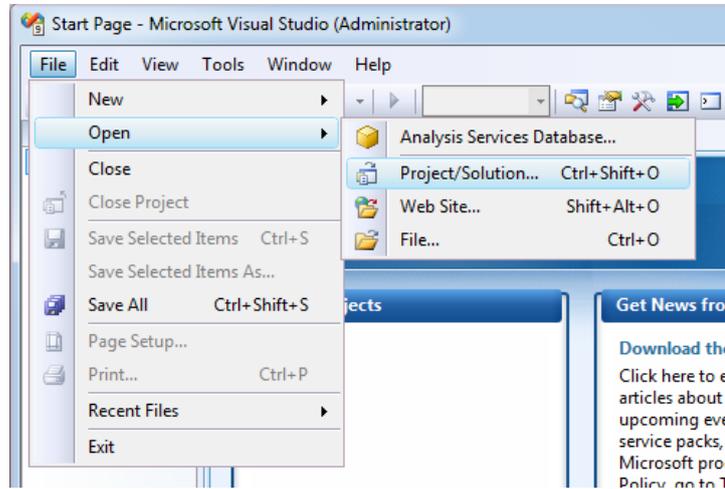


Fig. 83 - BI development studio abrir proyecto. Fuente: Elaboración propia

Al abrir el proyecto, se cargará el explorador con las fuentes de datos, cubos y dimensiones como se observa en la **Fig.84**.

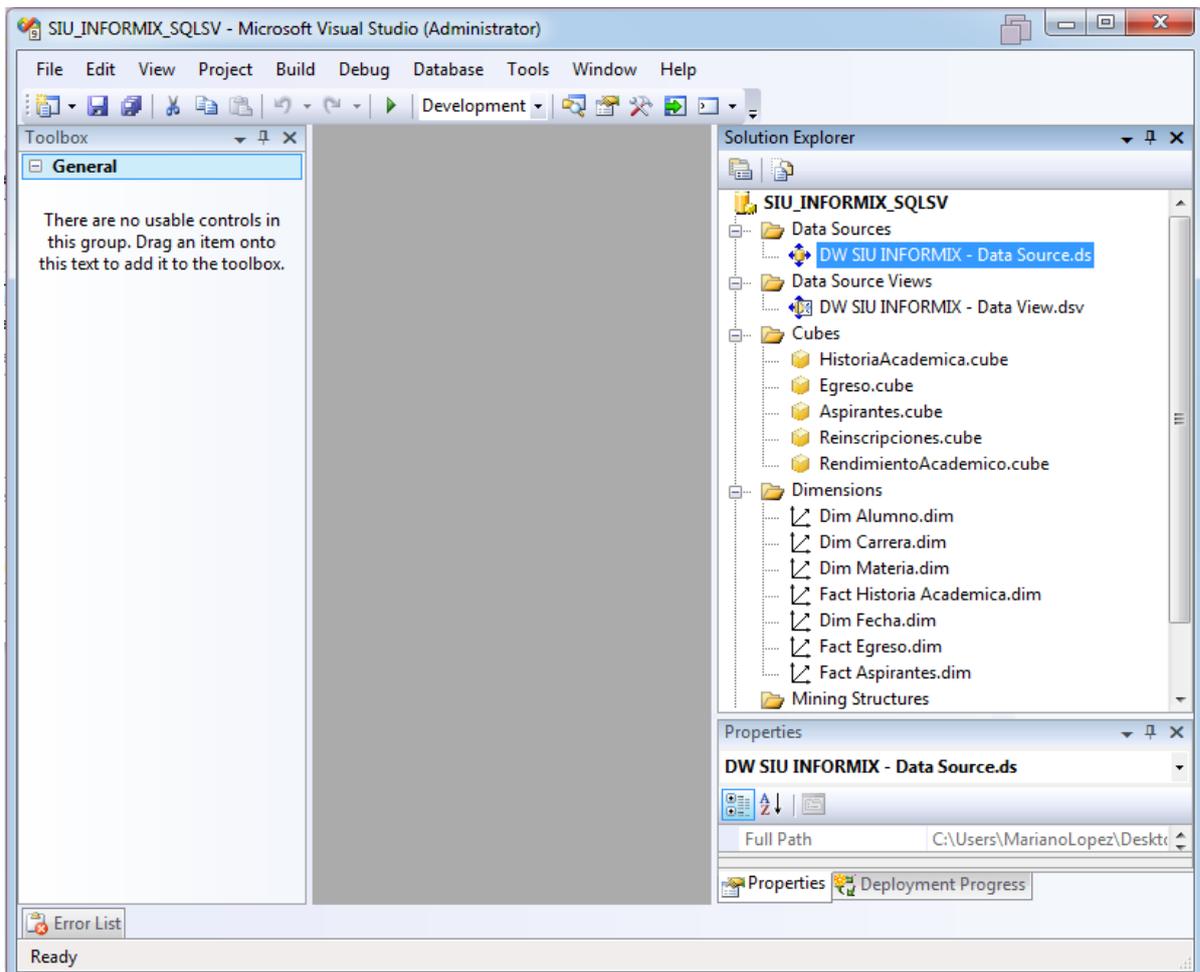


Fig. 84 - Proyecto SSAS. Fuente: Elaboración propia

Para verificar la conexión al almacén de datos, hacer doble clic en DW SIU INFORMIX – Data Source.ds, al hacer clic en editar configuración se abrirá el panel de administrador de conexión, en él se puede cambiar el usuario que se utiliza para conectar al almacén y probar la conexión (ver **Fig.85**).

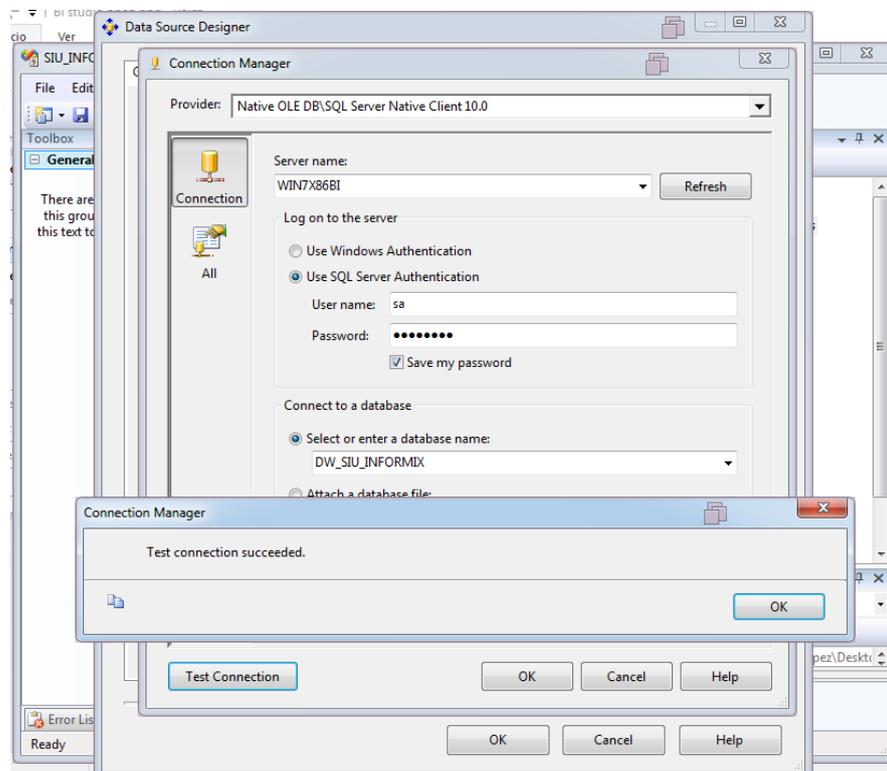


Fig. 85 - SSAS probar conexión a DW. Fuente: Elaboración propia

Para cambiar la configuración de despliegue, hacer clic derecho sobre el proyecto SIU\_INFORMIX\_SQLSV, seleccionar propiedades, dirigirse al panel “Deployment”, en él se puede especificar la dirección del servidor y el nombre de la base de datos Analysis Services como se observa en la **Fig.86**.

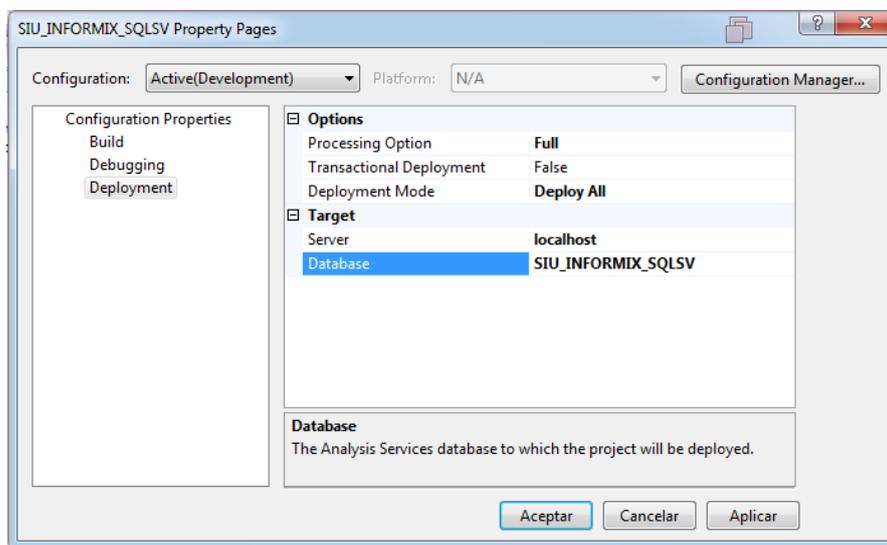


Fig. 86 – Configuración de despliegue SSAS. Fuente: Elaboración propia

Para realizar el despliegue de los cubos hacer clic derecho sobre el proyecto SIU\_INFORMIX\_SQLSV, seleccionar "Process", y "Run..." para ejecutar (ver Fig.87).

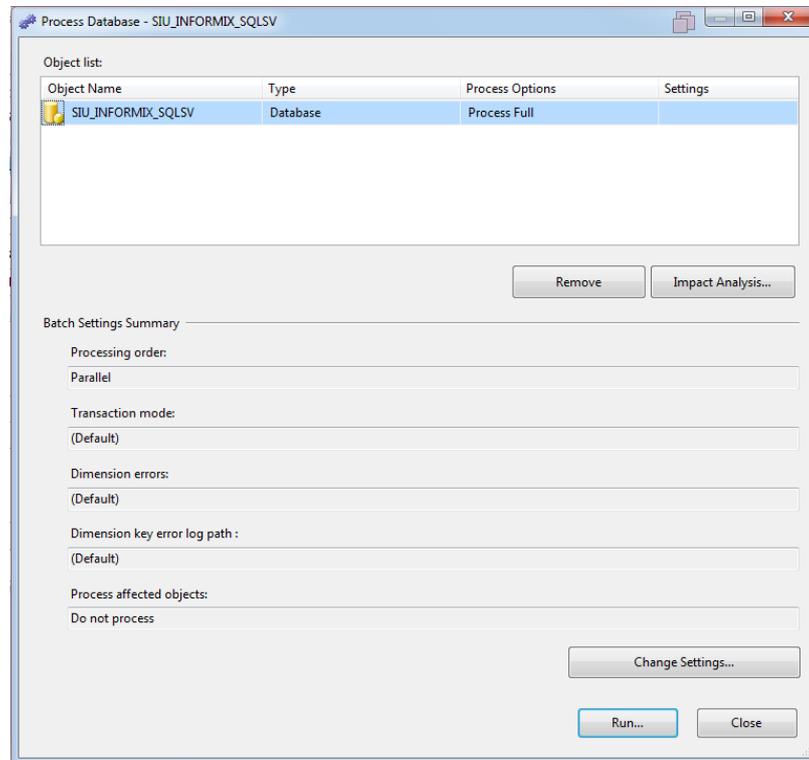


Fig. 87 - Desplegar cubos. Fuente: Elaboración propia

En la Fig.88 se visualiza la finalización del despliegue de los cubos.

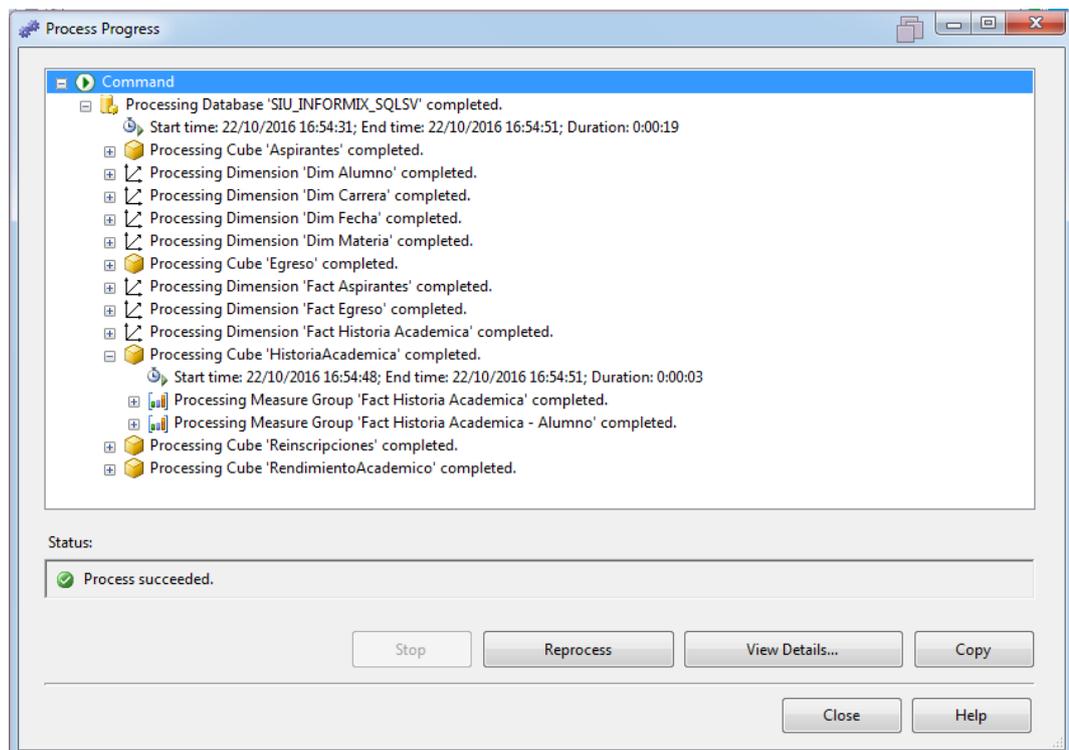


Fig. 88 - Despliegue finalizado. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.5. Exploración de cubos OLAP con Management Studio

Abrir Microsoft SQL Server Management Studio y conectar al servidor de Analysis Services de manera local como se indica en la **Fig.89**. La autenticación es con usuarios de Windows.



Fig. 89 - MSQLMS conectar a AS. Fuente: Elaboración propia

Al conectar con el servidor SSAS se cargará el explorador con los cubos disponibles, para explorar algún cubo hacer clic derecho sobre el mismo y seleccionar “Browse” como se observa en la **Fig.90**.

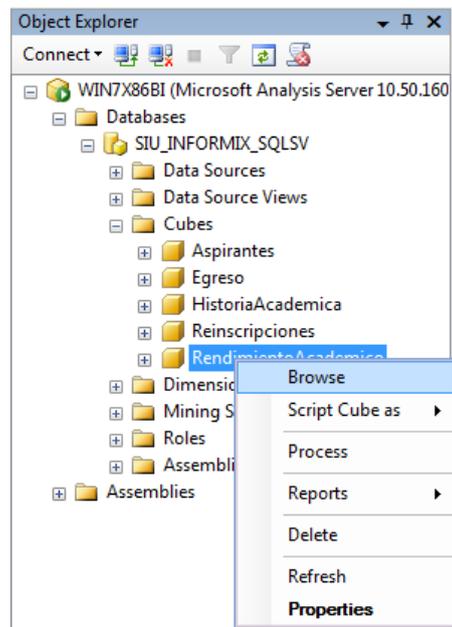


Fig. 90 - MSQLMS explorar cubo. Fuente: Elaboración propia

Al seleccionar “Browse” se abrirá un nuevo panel, el cual contiene los atributos de dimensiones y medidas del cubo, junto a un subpanel que permitirá explorar los datos a través de drag & drop (ver **Fig.91**).

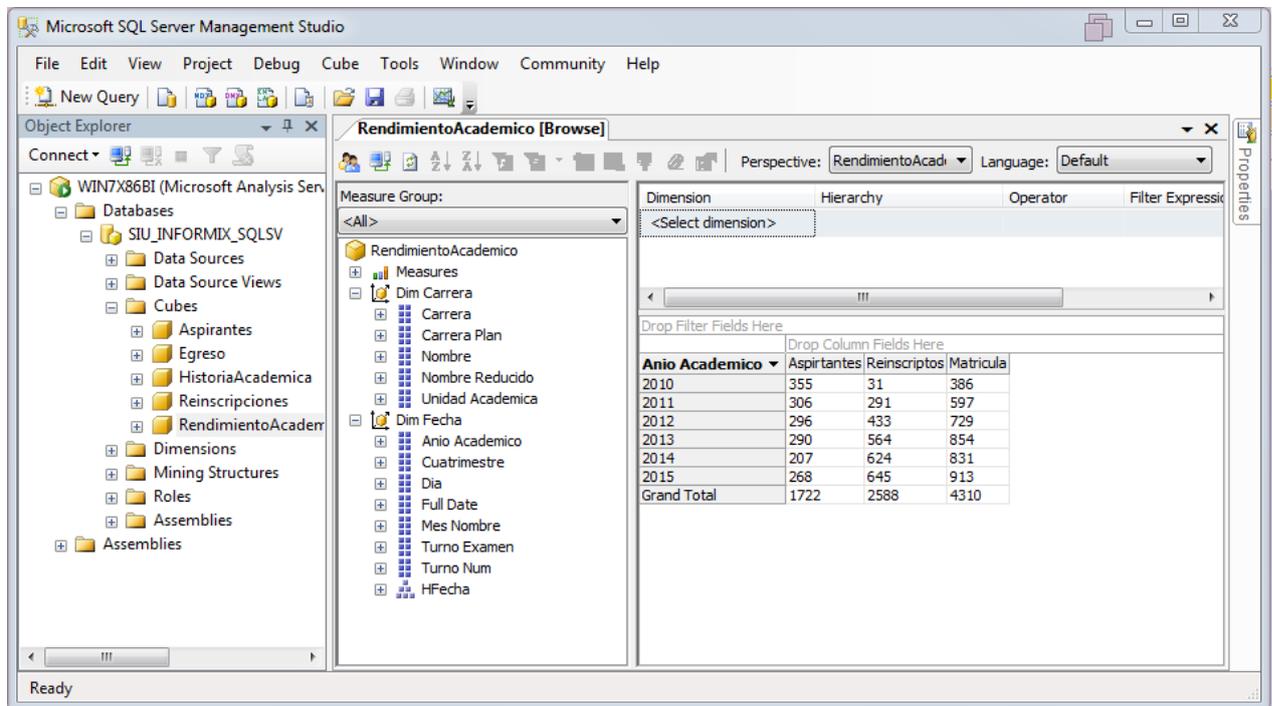


Fig. 91 - MSQLMS exploración de cubo. Fuente: Elaboración propia

Para realizar consultas multidimensionales con Management Studio, dirigirse a “File→New→Analysis Services MDX Query” como se observa en la **Fig.92**.

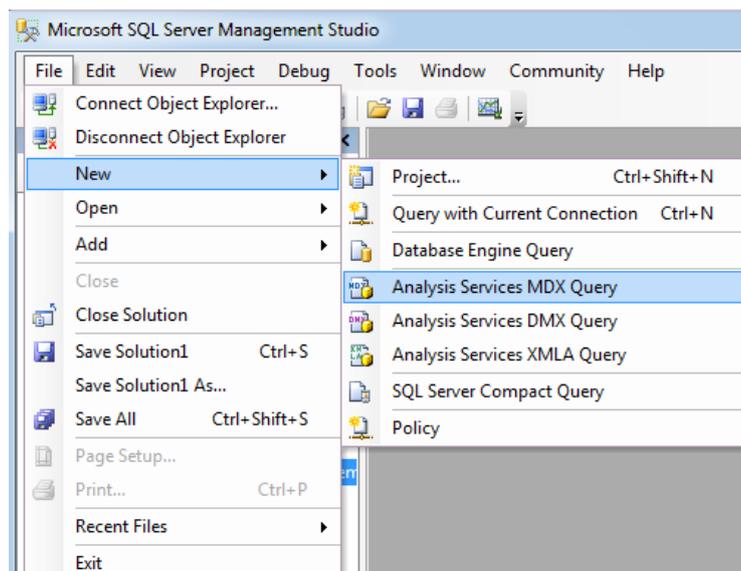


Fig. 92 - MSQLMS consultas multidimensionales. Fuente: Elaboración propia

Al seleccionar Analysis Services MDX Query, se abrirá un panel de meta datos, en donde se listaran los cubos junto a sus atributos. También cuenta con un área para las consultas MDX, para ejecutar la consulta presionar F5 o hacer clic en el botón “Execute” como se observa en la **Fig.93**.

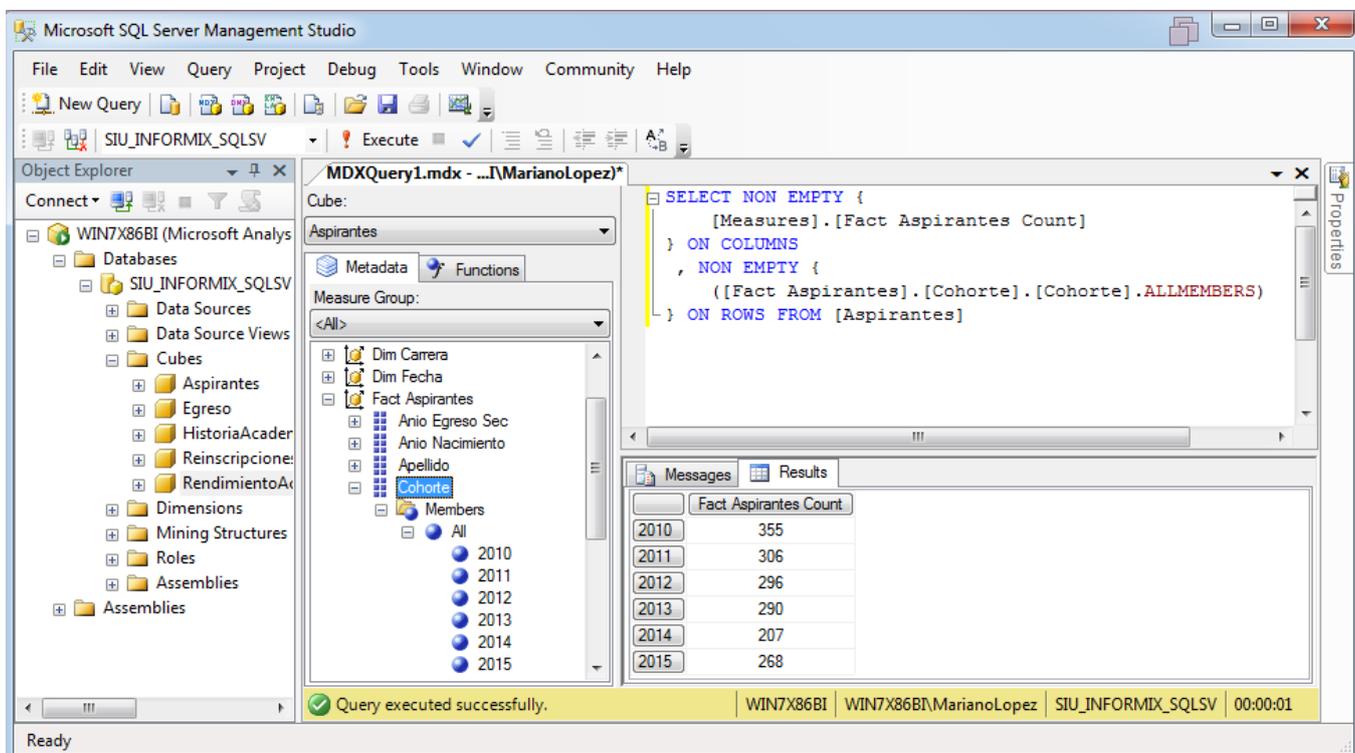


Fig. 93 - MSQLMS MDX query. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.6. Exploración de cubo OLAP con Excel

Abrir Microsoft Excel y dirigirse a “Datos→De otras fuentes→Desde Analysis Services” como se indica en la **Fig.94**.

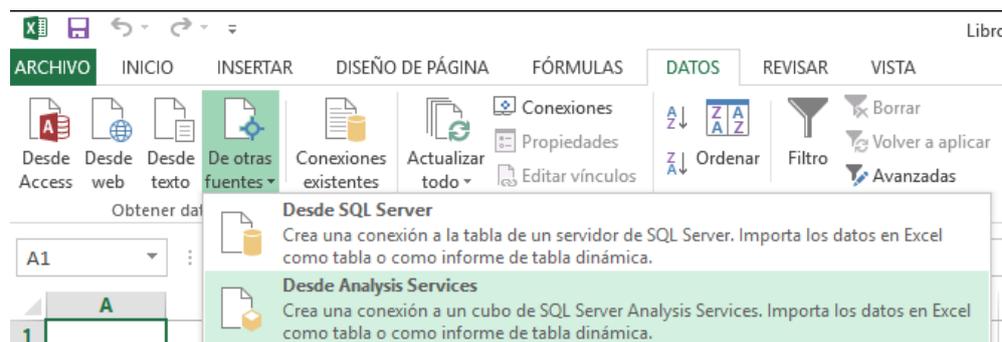


Fig. 94 - Excel datos desde SSAS. Fuente: Elaboración propia

Es necesario conocer la dirección IP del servidor SSAS, o el nombre si se posee servidor DNS configurado. Para conocer la IP del servidor, acceder a consola de Windows en la PC servidora e ingresar el comando "ipconfig", a continuación buscar la dirección IPv4 de la red correspondiente como se observa en la **Fig.95**.

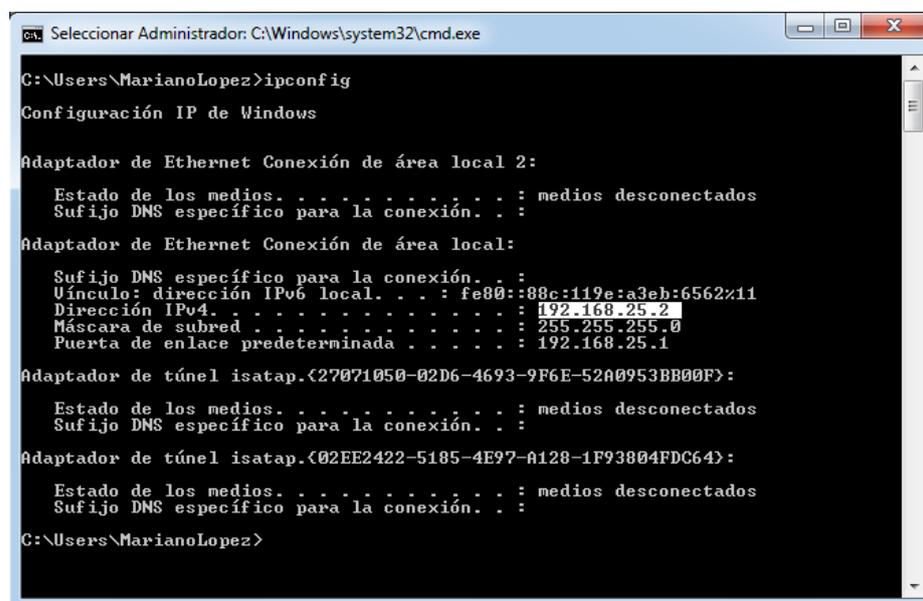


Fig. 95 - IP servidor. Fuente: Elaboración propia

Al seleccionar Analysis Services desde Excel se abrirá un asistente para la conexión, en el mismo se debe especificar el nombre del servidor o su dirección IP y usuario como se indica en la **Fig.96**.

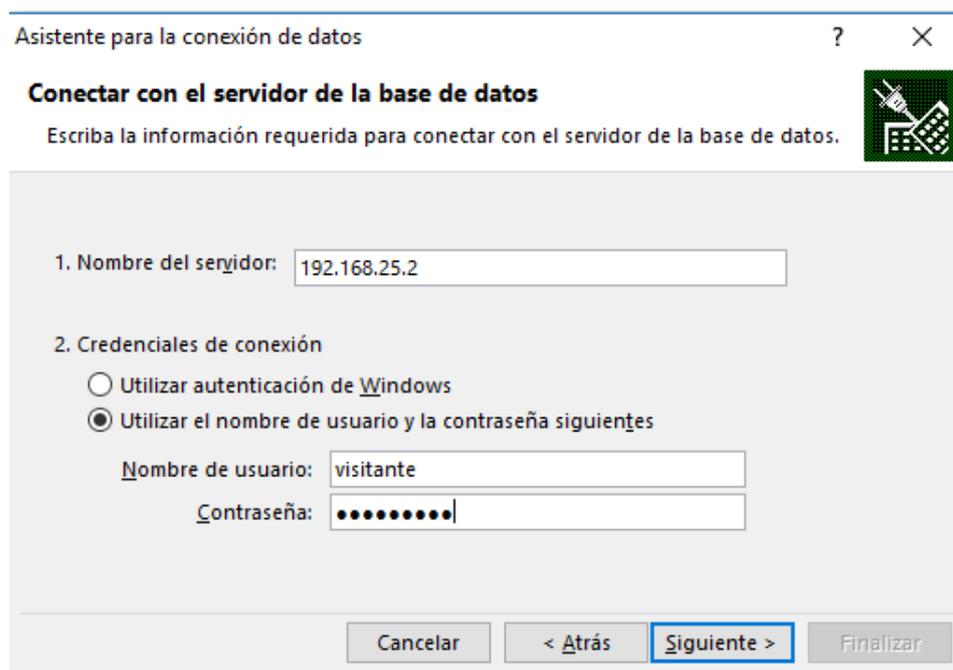


Fig. 96 - Excel conexión a servidor SSAS. Fuente: Elaboración propia

Al establecerse la conexión con el servidor SSAS, se deberá seleccionar la base de datos y el cubo que se desea consultar (ver **Fig.97**).

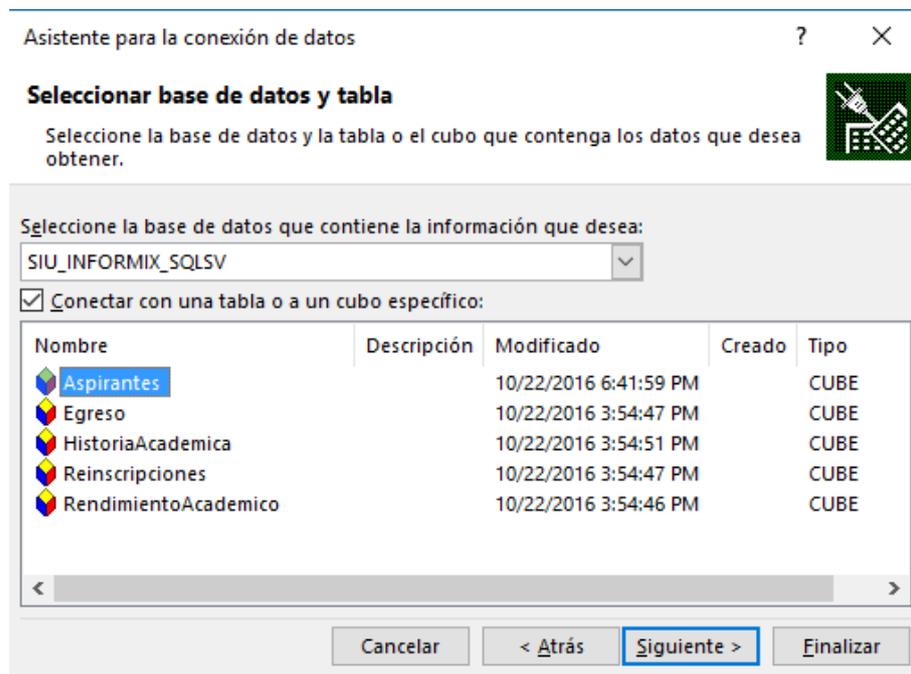


Fig. 97 - Excel selección de cubo a explorar. Fuente: Elaboración propia

Al finalizar el asistente se abrirá un panel con los atributos del cubo y un área para generar consultas vía drag & drop como se observa en la **Fig.98**.

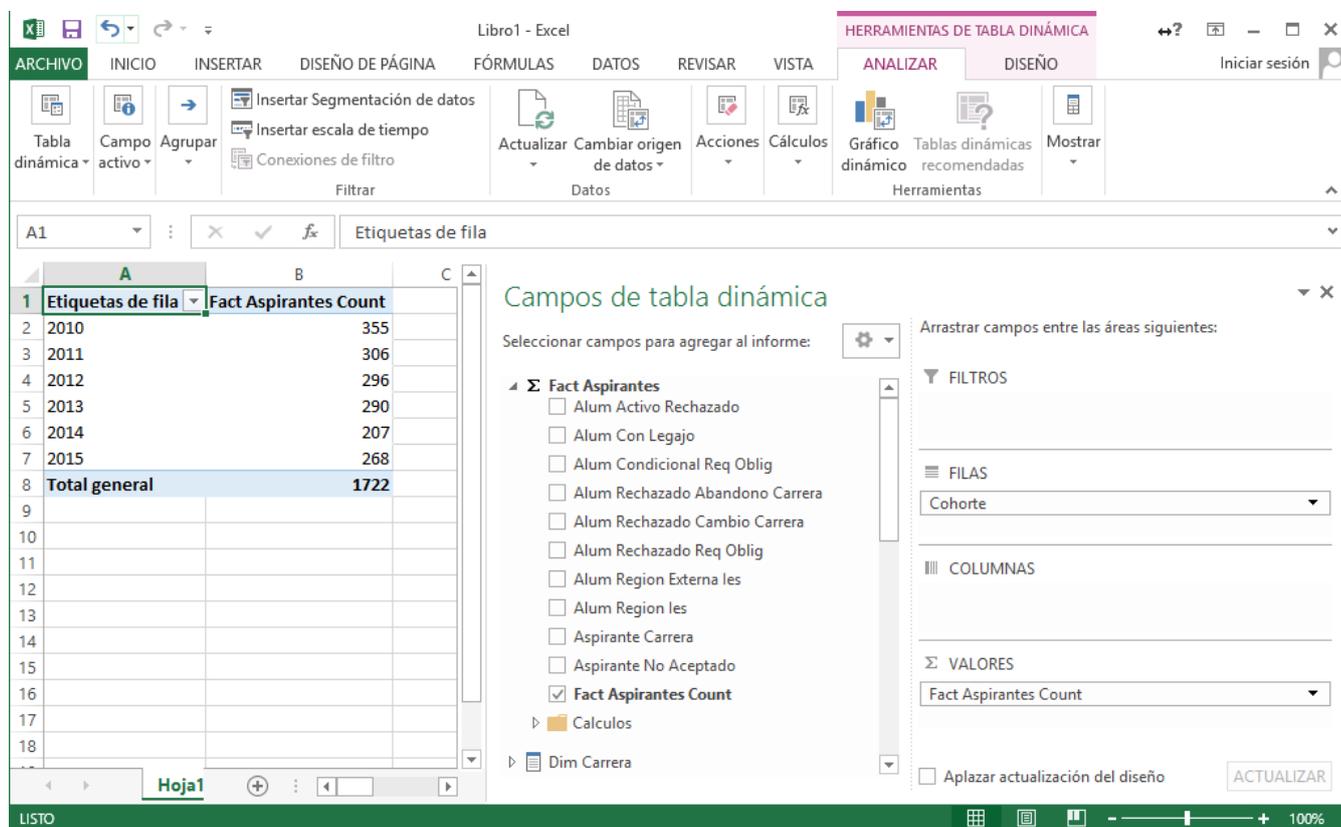


Fig. 98 - Excel exploración de cubo OLAP. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.7. Creación de cubos OLAP

Para la creación de cubos OLAP sobre un proyecto SSAS, hacer clic derecho sobre el directorio “Cubes” del proyecto y seleccionar “New Cube...” como se observa en la **Fig.99**.

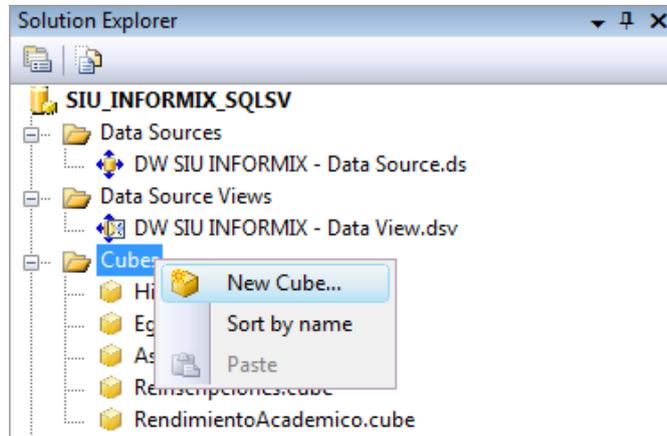


Fig. 99 - SSAS nuevo cubo. Fuente: Elaboración propia

A continuación el asistente preguntará si el cubo se creará a partir de una tabla existente o crear un cubo vacío, seleccionar “Use existing tables” como se indica en la **Fig.100**.

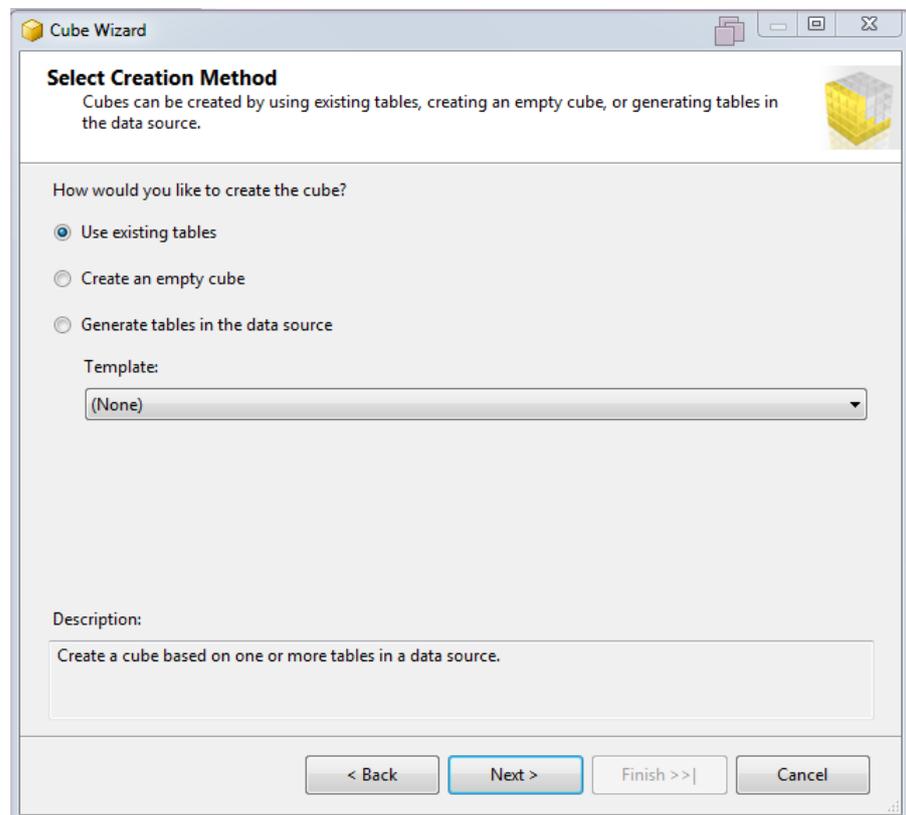


Fig. 100 - Método de creación del nuevo cubo. Fuente: Elaboración propia

Seleccionar la fuente de datos “Data source” y la tabla de hechos (ver Fig.101).

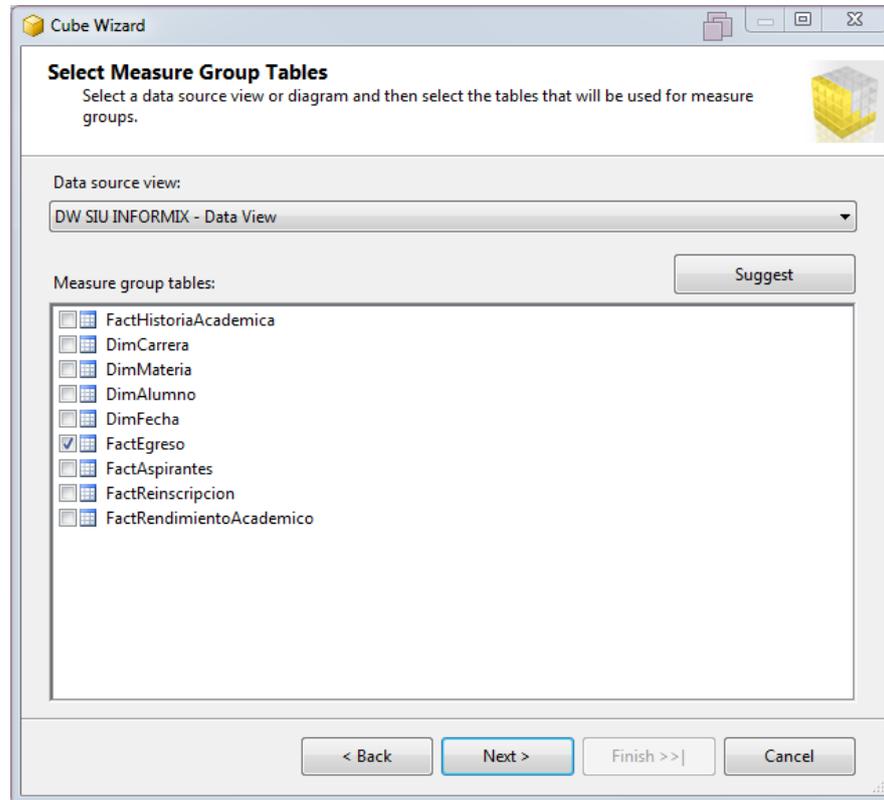


Fig. 101 - Selección de tablas de hechos. Fuente: Elaboración propia

Seleccionar los atributos de medidas del cubo (ver Fig.102).

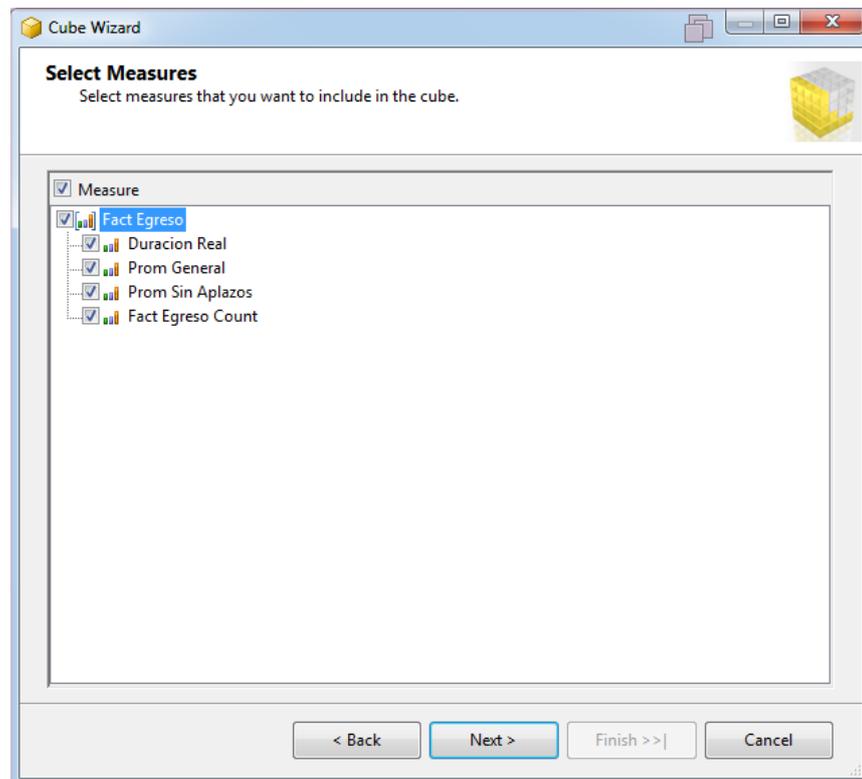


Fig. 102 - Selección de atributos de medidas. Fuente: Elaboración propia

Seleccionar las dimensiones para el cubo (ver **Fig.103**).

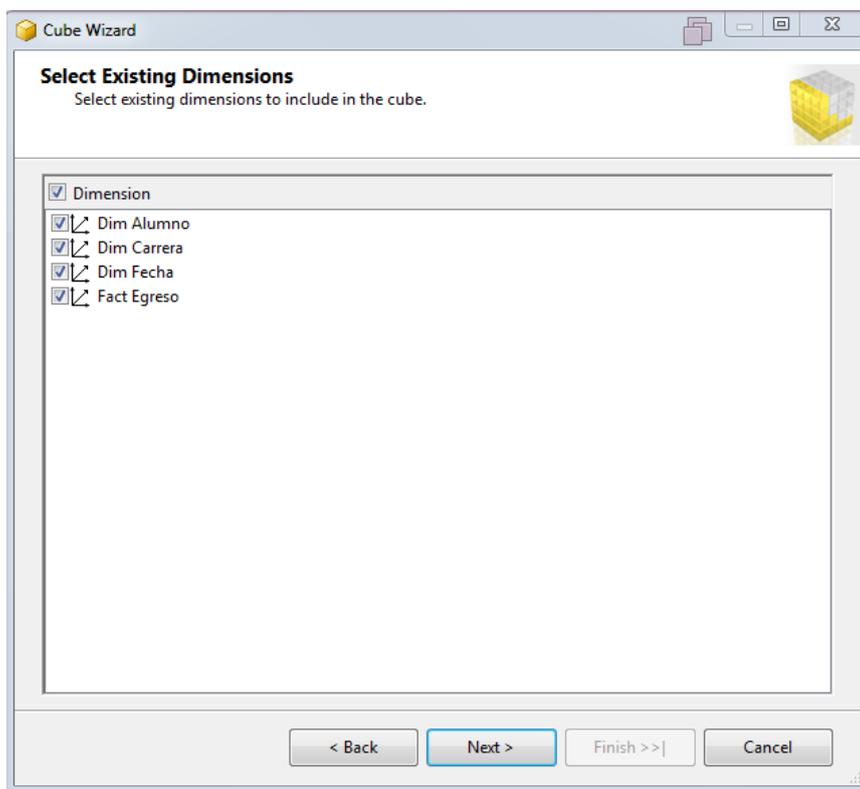


Fig. 103 - Selección de dimensiones existentes. Fuente: Elaboración propia

Asignar un nombre al cubo y hacer clic en "Finish" (ver **Fig.104**).



Fig. 104 - Estructura final del cubo. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.8. Añadir atributos de medidas

Hacer doble clic sobre el cubo de SSAS que se desea agregar el atributo, se desplegarán diez solapas, dirigirse a la primera “Cube Structure”, a la izquierda se encuentra el panel “Measures” hacer clic derecho sobre el ítem de hechos y seleccionar “New Measure...” como se observa en la Fig.105.

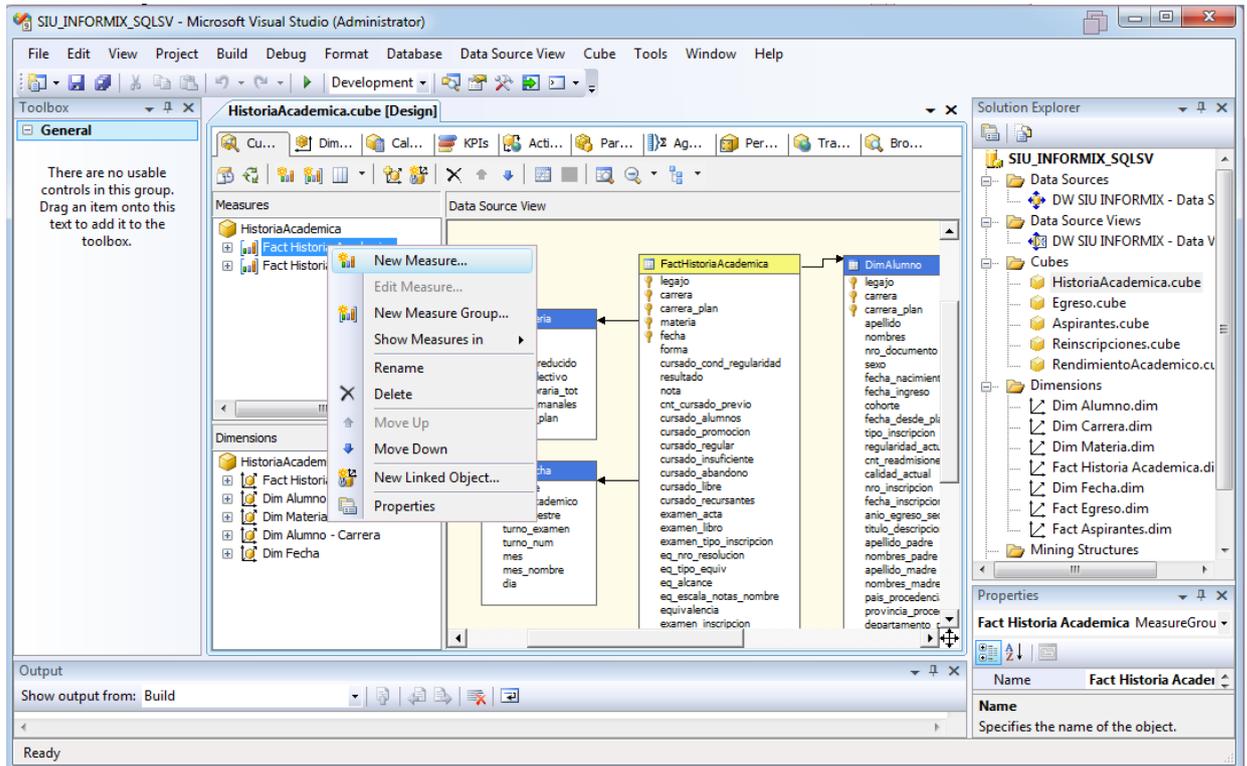


Fig. 105 - Añadir atributo de medida. Fuente: Elaboración propia

Seleccionar la función de agregado, la tabla fuente y la columna como se indica en la Fig.106.

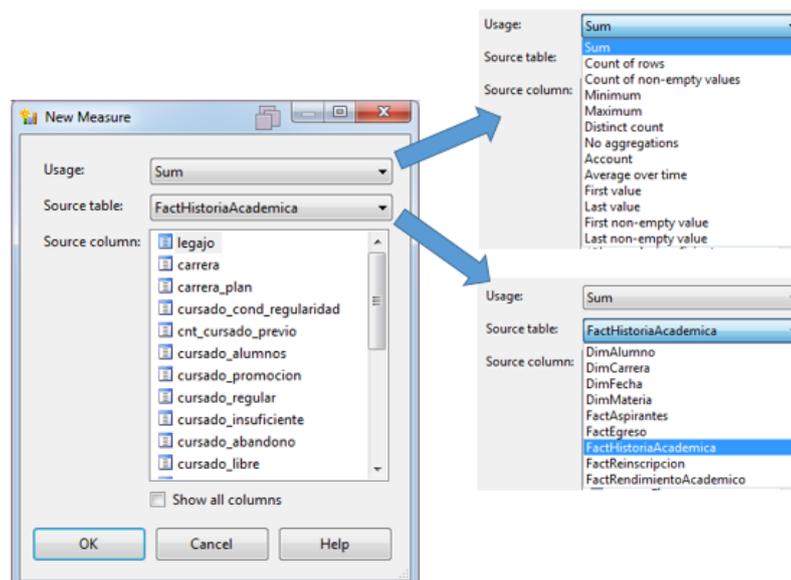


Fig. 106 - Nuevo atributo de medida. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.9. Añadir atributos de medidas compuestos

Hacer doble clic sobre el cubo de SSAS que se desea agregar el atributo, se desplegarán diez solapas, dirigirse a la tercera “Calculated Members”, y hacer clic en “New Calculated Member” como se indica en la **Fig.107**.

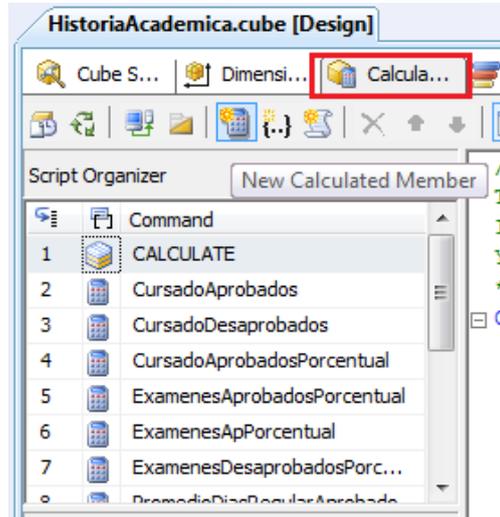


Fig. 107 - Nuevo atributo compuesto. Fuente: Elaboración propia

Se desplegará un panel en donde se debe indicar el nombre del atributo, la expresión “admite código SQL” y formato como se observa **Fig.108**.

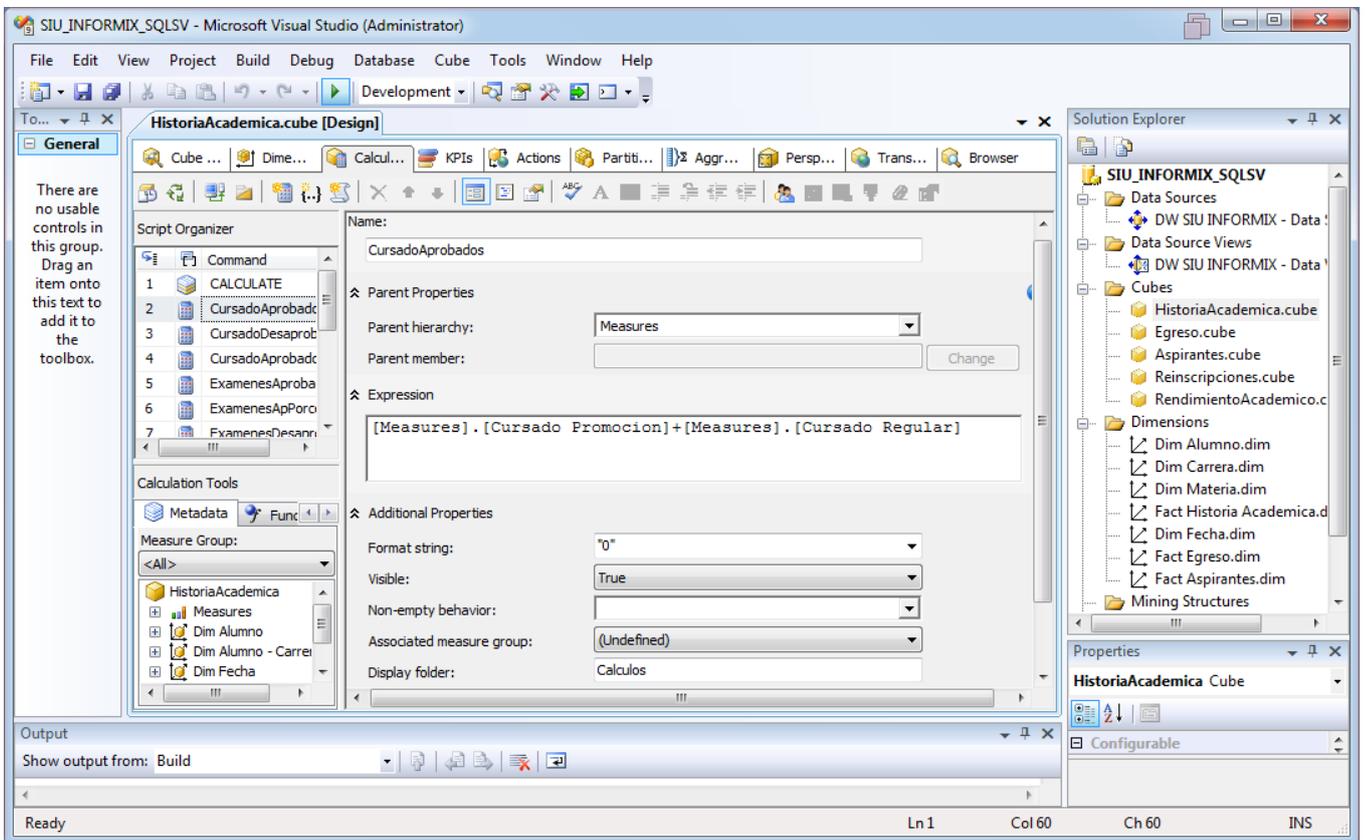


Fig. 108 - Descripción del atributo. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.10. Despliegue de reportes

Desde Microsoft Business Intelligence Development Studio abrir el proyecto de SQL Server Reporting Services “SIUDW”, en el explorador se cargarán las configuraciones de las conexiones y los reportes (ver Fig.109).

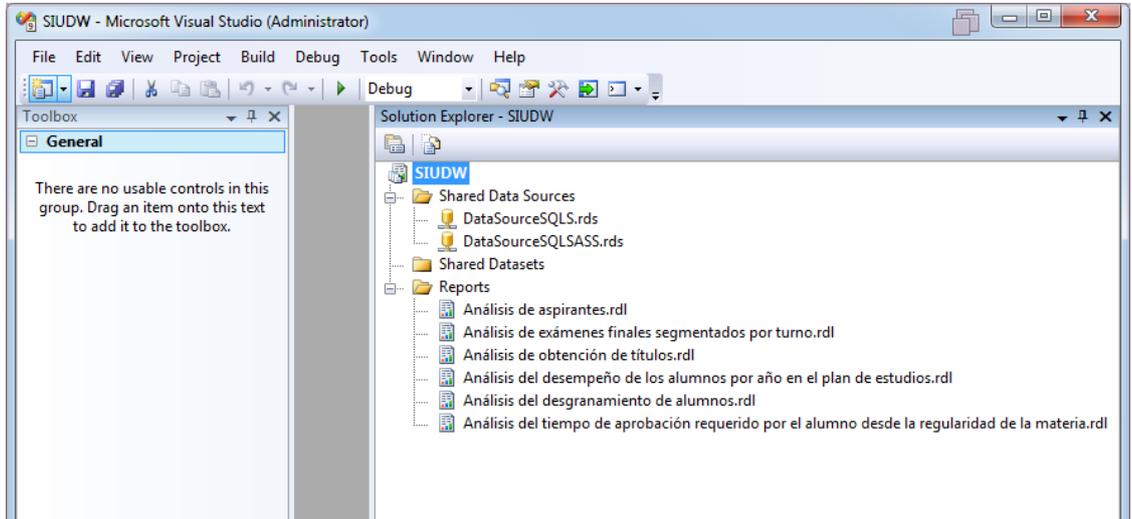


Fig. 109 – Proyecto SSRS. Fuente: Elaboración propia

Para configurar la conexión a los cubos OLAP, hacer doble clic en el ítem “DataSourceSQLSASS.rds”, al hacer clic en editar se abrirá el panel de propiedades de la conexión como se observa en la Fig.110.

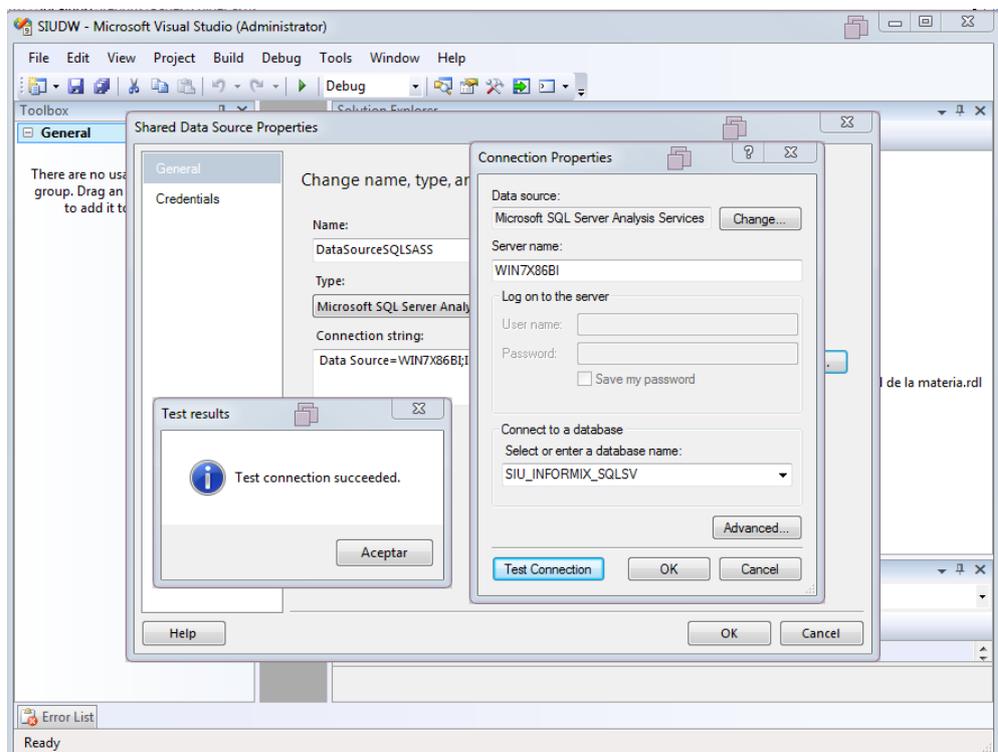


Fig. 110 - Probar conexión a SSAS. Fuente: Elaboración propia

Para configurar el despliegue hacer clic derecho sobre el proyecto SSRS “SIUDW” y seleccionar propiedades, en el panel se debe especificar la URL del servidor de reportes “por defecto: <http://<dominio>/ReportServer>” y el nombre para la carpeta de reportes (ver Fig.111).

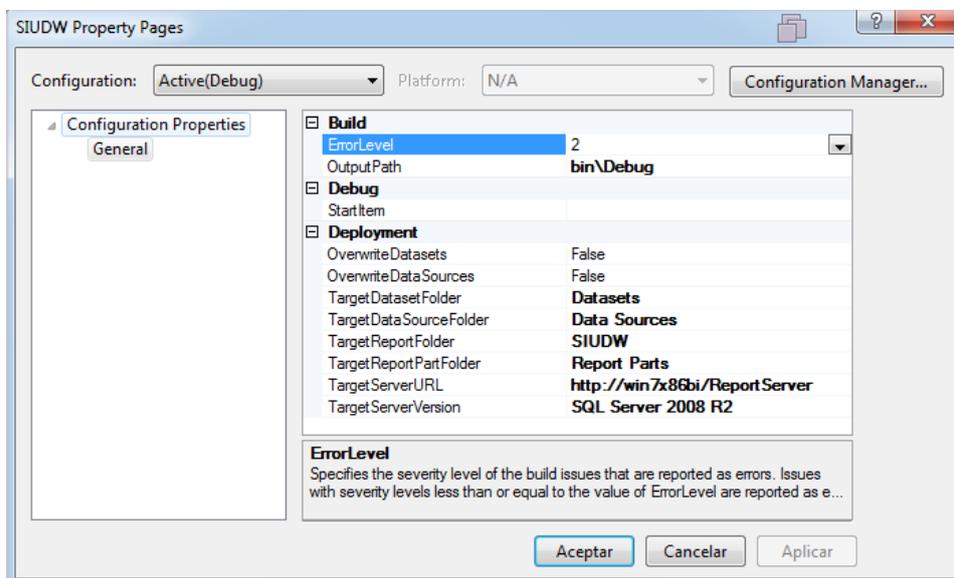


Fig. 111 - Configuración de despliegue SSRS. Fuente: Elaboración propia

Para realizar el despliegue de proyecto hacer clic derecho sobre el mismo y seleccionar “Deploy”, al finalizar se debe visualizar el mensaje “Deploy: 1 succeeded” como se observa en la Fig.112.

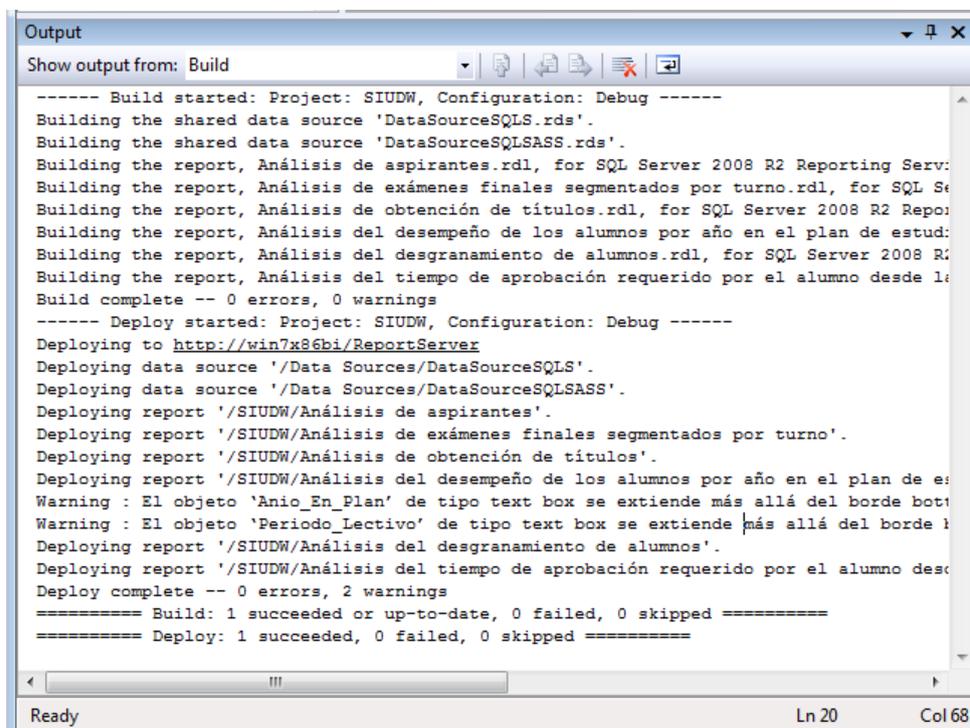


Fig. 112 - SSRS despliegue finalizado. Fuente: Elaboración propia

Para la administración de reportes vía web ingresar a <http://<IP del servidor SSRS>/Reports> como se observa en la **Fig.113**.

Para la visualización de reportes vía web ingresar a <http://<IP del servidor SSRS>/ReportServer>.

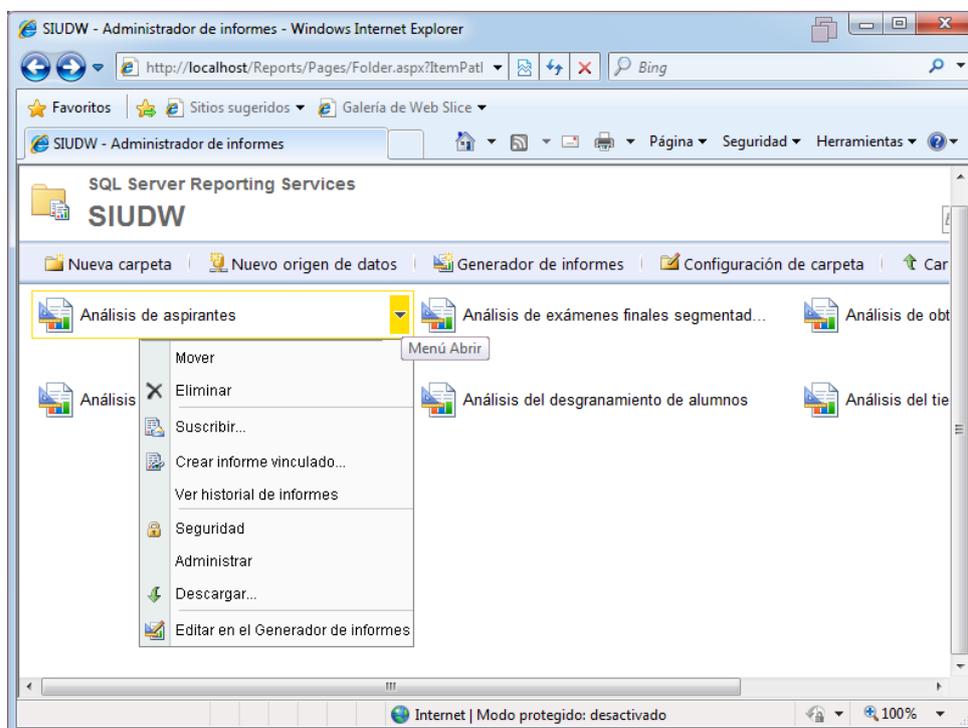


Fig. 113 - SSRS administración y seguridad. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.11. Creación de reportes

Para crear un reporte nuevo en SSRS, hacer clic derecho en el ítem “Reports” y seleccionar “Add New Report” como se indica en la **Fig.114**.

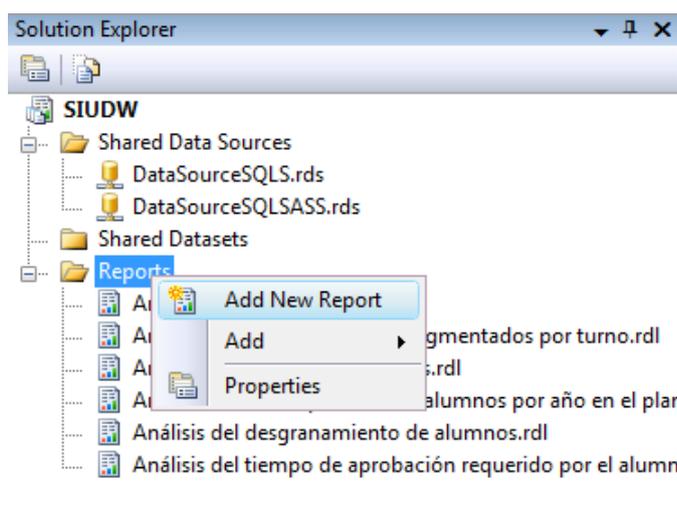


Fig. 114 - SSRS nuevo reporte. Fuente: Elaboración propia

A continuación se debe seleccionar la conexión a los cubos OLAP (ver Fig.115).

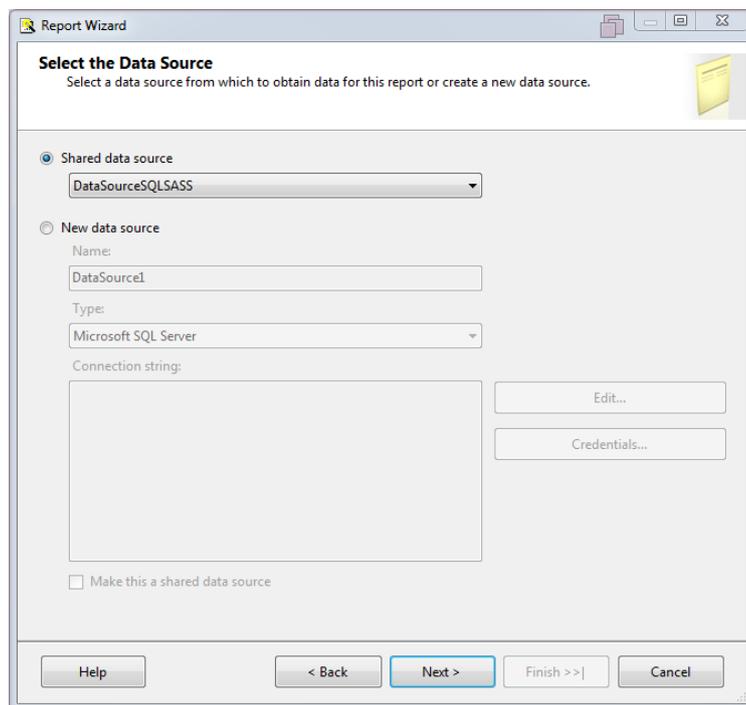


Fig. 115 - SSRS configuración de fuente de datos. Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es generar la consulta haciendo clic en “Query Builder” (ver Fig.116).

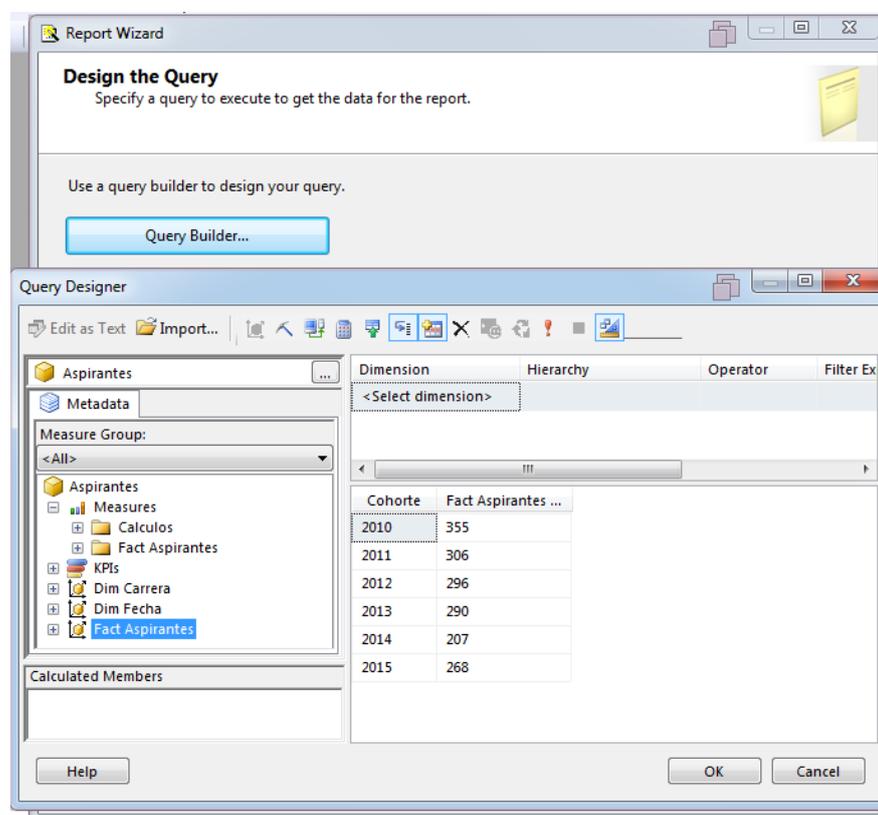


Fig. 116 - SSRS diseño de consulta. Fuente: Elaboración propia

Seleccionar el tipo de reporte “tabular o matricial” (ver Fig.117).

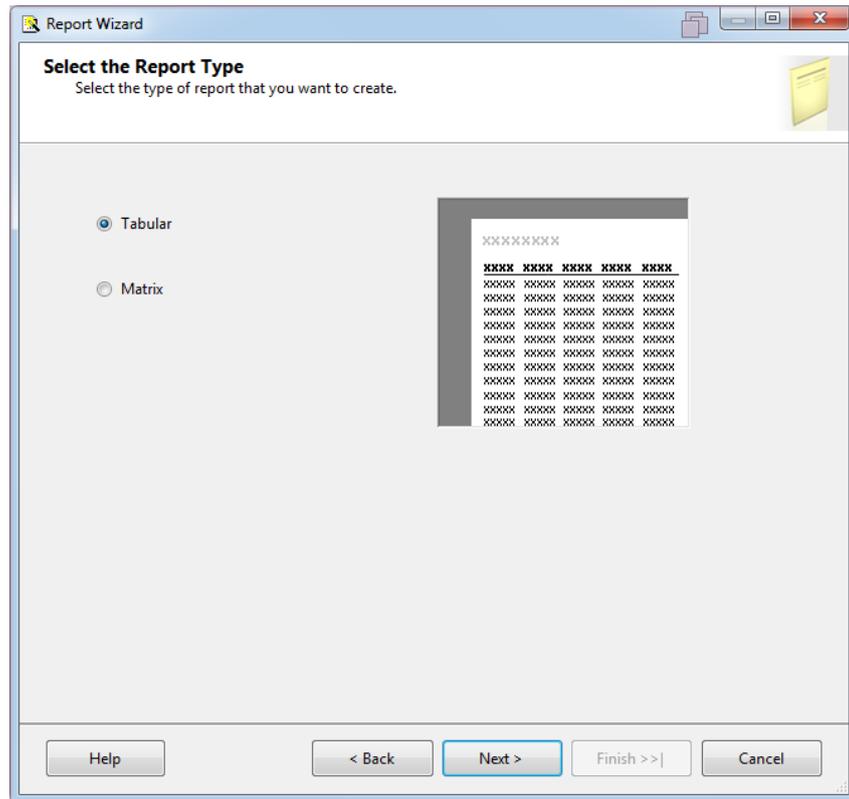


Fig. 117 - SSRS selección del tipo de reporte. Fuente: Elaboración propia

Asignar nombre al reporte y hacer clic en “Finish” (ver Fig.118).

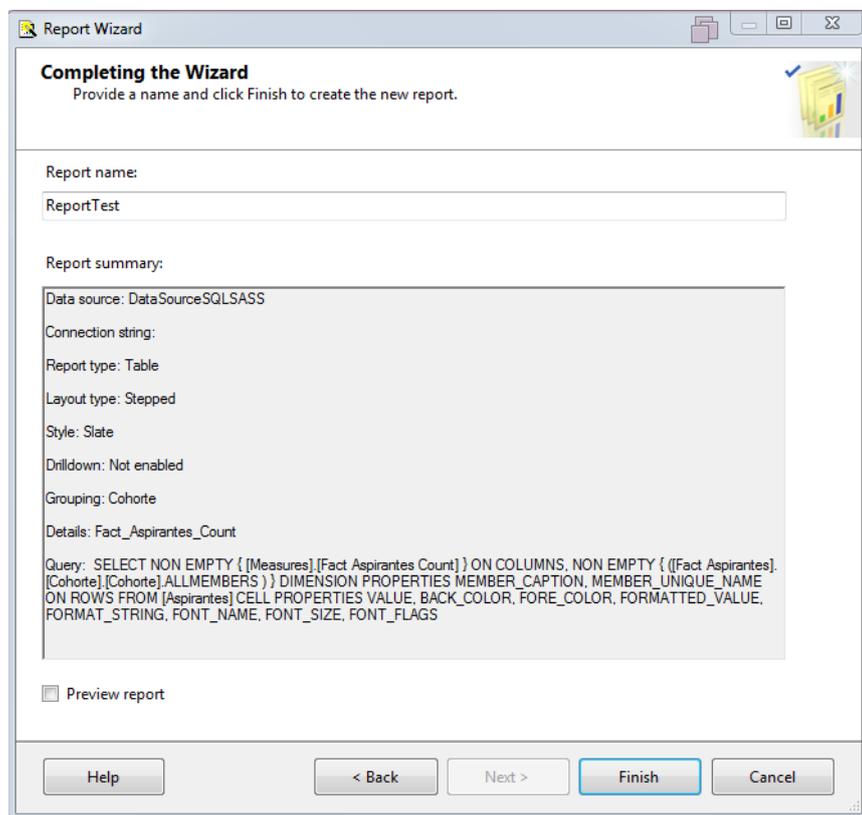


Fig. 118 - SSRS confirmar reporte. Fuente: Elaboración propia

Al finalizar el asistente se creará un panel de diseño/vista previa con una caja de herramientas a la izquierda como se observa en la **Fig.119**. Los elementos de la caja de herramientas pueden ser arrastrados al reporte en la solapa de diseño.

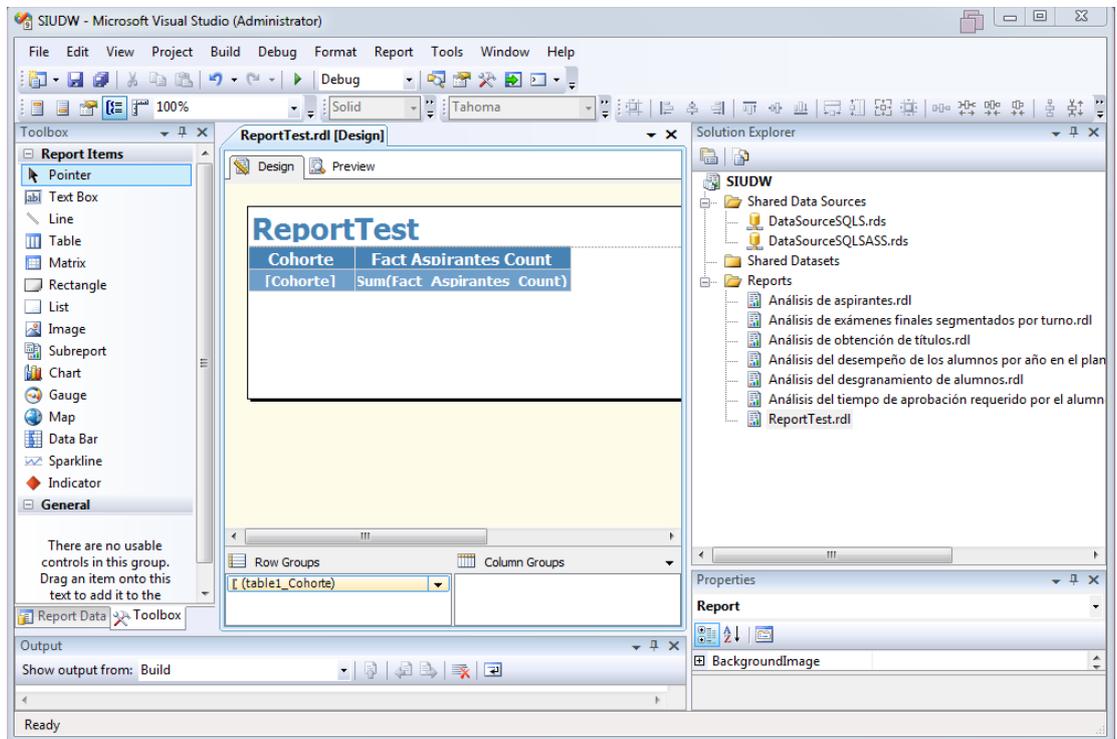


Fig. 119 - SSRS diseñando reporte. Fuente: Elaboración propia

Para la vista previa del reporte hacer clic en la solapa “Preview” como se indica en la **Fig.120**.

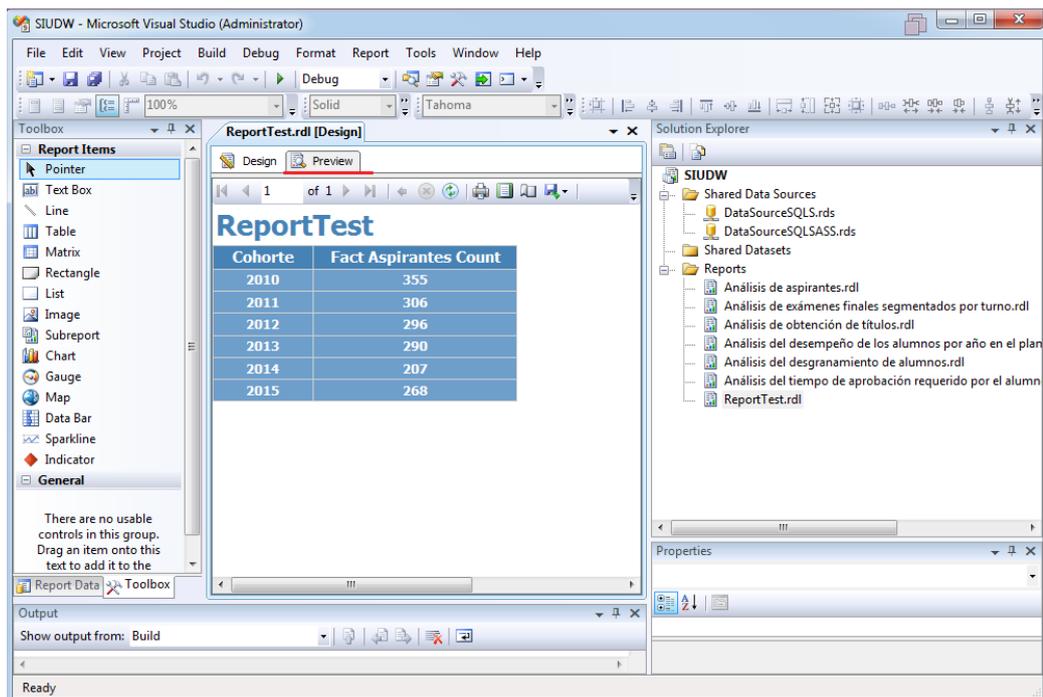


Fig. 120 - SSRS vista previa del reporte. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.12. Acceso web a reportes

Desde algún navegador web acceder a la dirección <http://<IP del servidor SSRS>/reportServer>, automáticamente el sitio pedirá autenticación de usuario, formato “dominio\usuario” como se observa en la **Fig.121**.

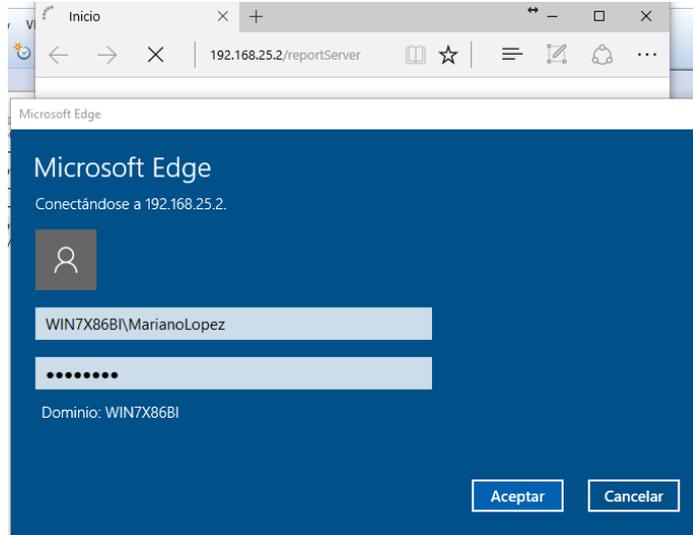


Fig. 121 - Acceso a report server. Fuente: Elaboración propia

Al garantizarse el acceso se listarán los directorios de los proyectos SSRS del servidor como se observa en la **Fig.122**. Al acceder a un proyecto se listarán los reportes del mismo como se visualiza en la **Fig.123**.

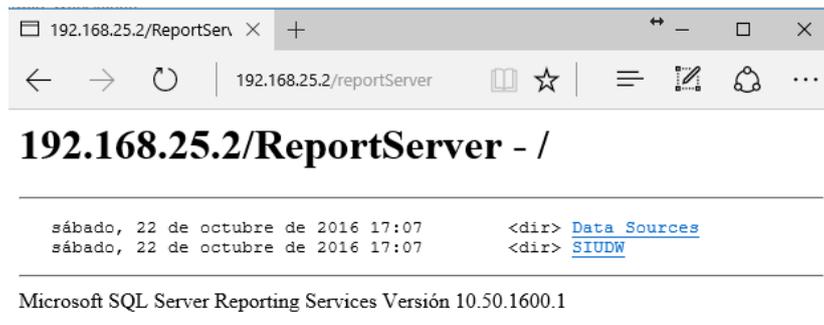


Fig. 122 - Report Server directorio principal. Fuente: Elaboración propia

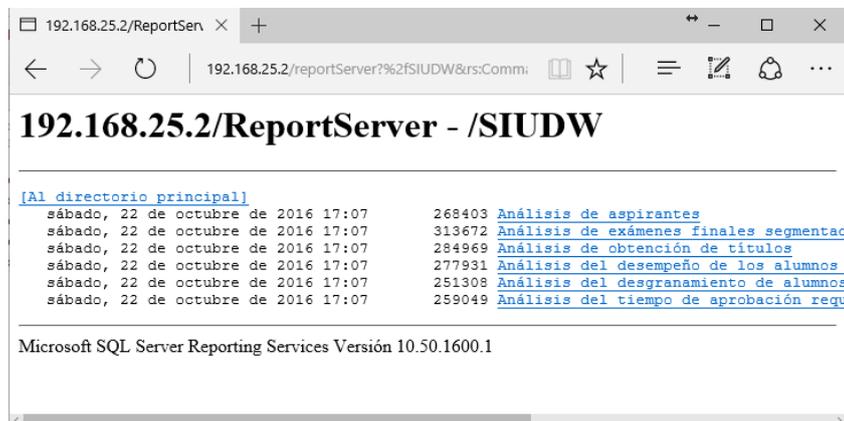


Fig. 123 - Report Server reportes SIUDW. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.13. Creación de usuarios

El paquete software Microsoft SQL Server utiliza el sistema de usuarios/grupos y roles de Windows para cualquiera de sus servicios.

Para crear un usuario en Windows, dirigirse a Panel de control → Administrar cuentas de usuario → Crear nueva cuenta, ingresar el nombre del usuario y el tipo (estándar/administrador) como se observa en la **Fig.124**.

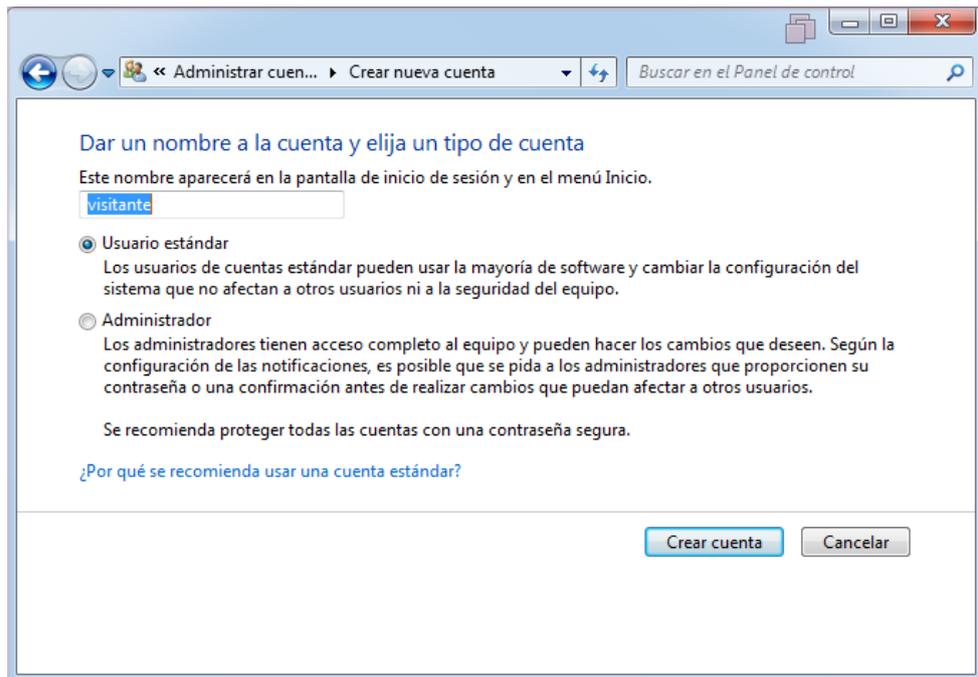


Fig. 124 - Creación de usuario de Windows. Fuente: Elaboración propia

Asignar una contraseña al nuevo usuario haciendo clic en “Crear una contraseña” (ver **Fig.125**).



Fig. 125 - Usuario visitante. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.14. Creación de roles y permisos

Al intentar acceder a SSRS vía web con el usuario de Windows creado anteriormente se obtendrá un mensaje de acceso denegado (ver **Fig.126**), dado que el usuario no posee permisos para el acceso a SSRS.



Fig. 126 - SSRS acceso denegado. Fuente: Elaboración propia

Para asignar roles sobre algún proyecto de SSRS, ingresar a <http://<IP del servidor SSRS>/Reports> y hacer clic en “Configuración del sitio”, a continuación se listarán los grupos o usuarios de SSRS junto a sus funciones como se observa en la **Fig.127**.

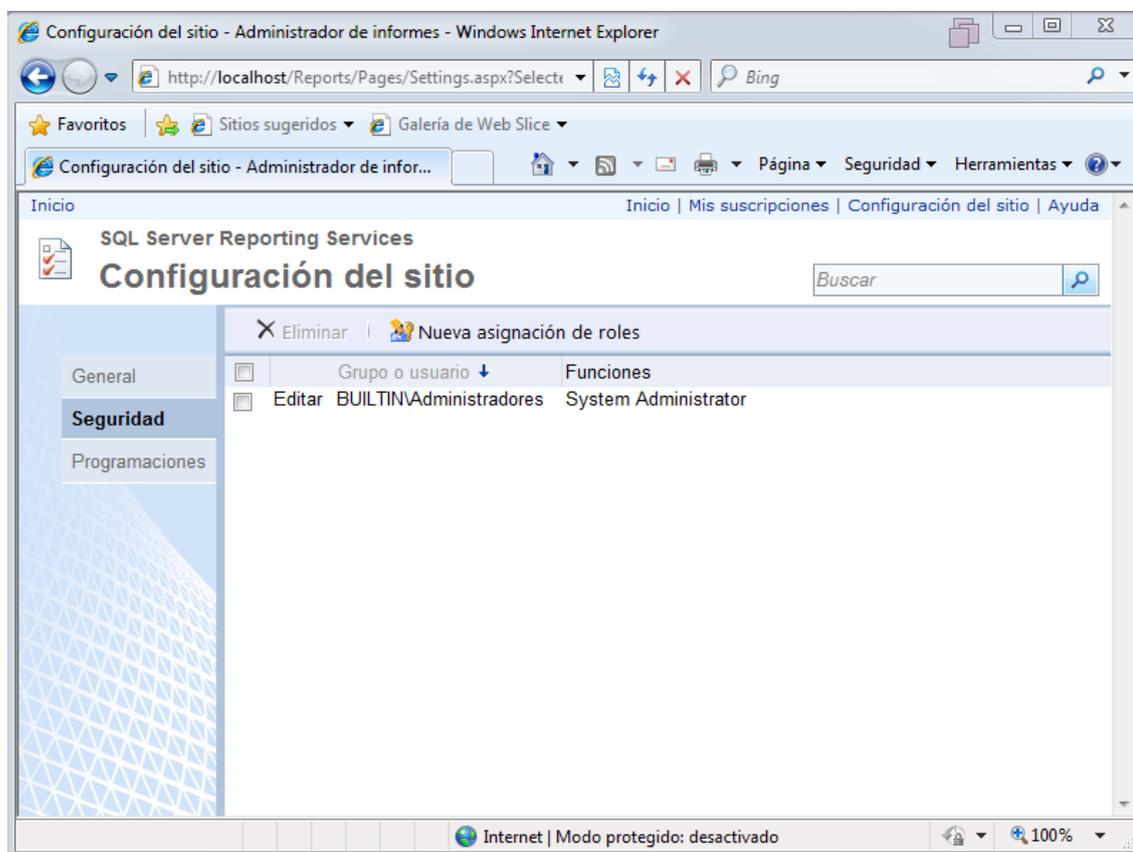


Fig. 127 - SSRS configuración del sitio. Fuente: Elaboración propia

Al hacer clic en “Nueva asignación de roles” se requiere ingresar el nombre del usuario o grupo de Windows y asignarle un rol usuario y/o administrador como se observa en la **Fig.128**.

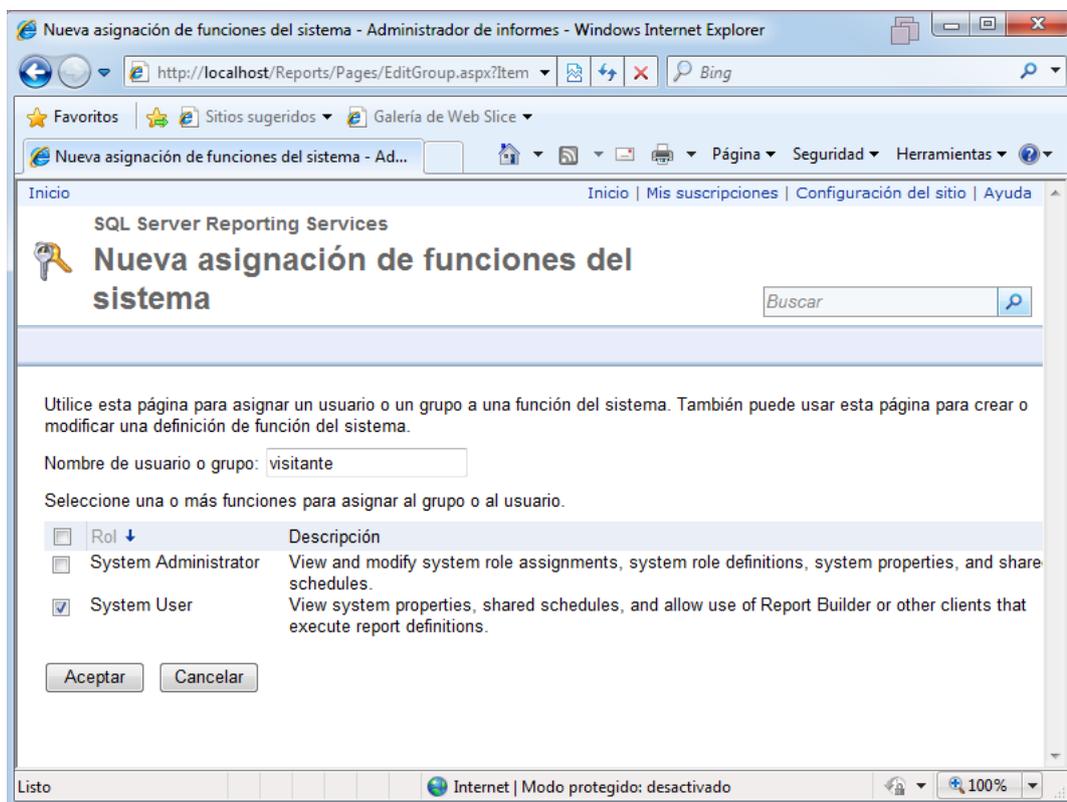


Fig. 128 - SSRS añadir usuario. Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso es asignar roles (Visitante, Administrador de contenido, otros) al usuario en los proyectos individuales de SSRS como se observa en las **Fig.129, Fig.130 y Fig.131**.

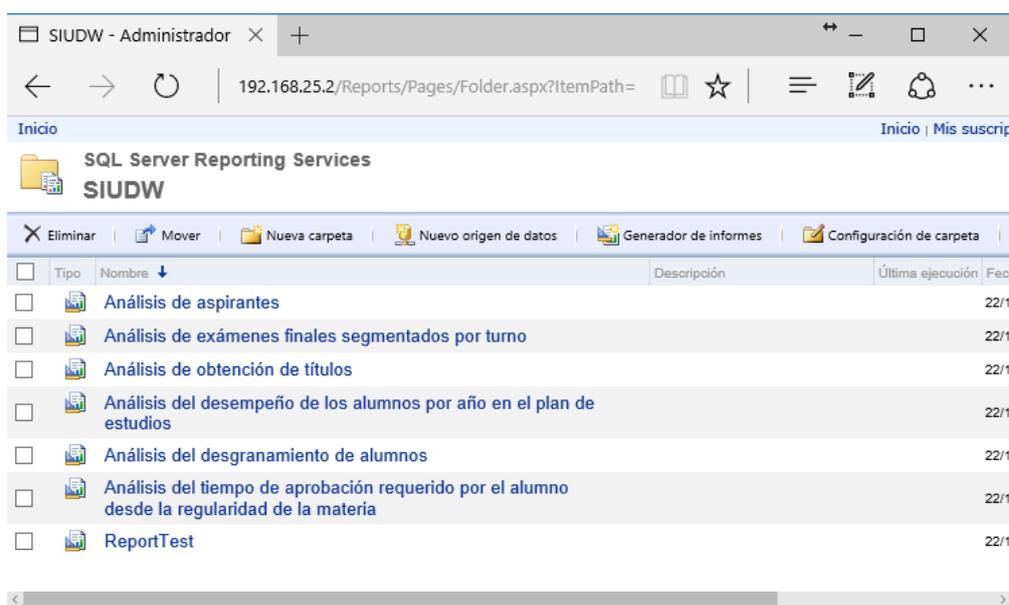


Fig. 129 - SSRS configuración de carpeta. Fuente: Elaboración propia

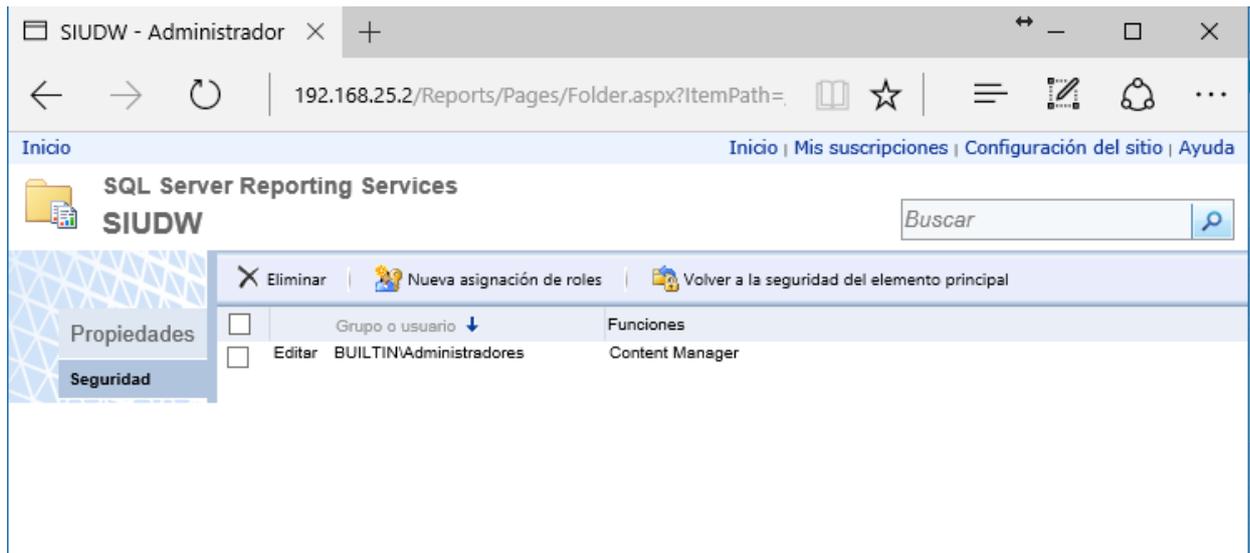


Fig. 130 - SSRS seguridad de carpeta. Fuente: Elaboración propia

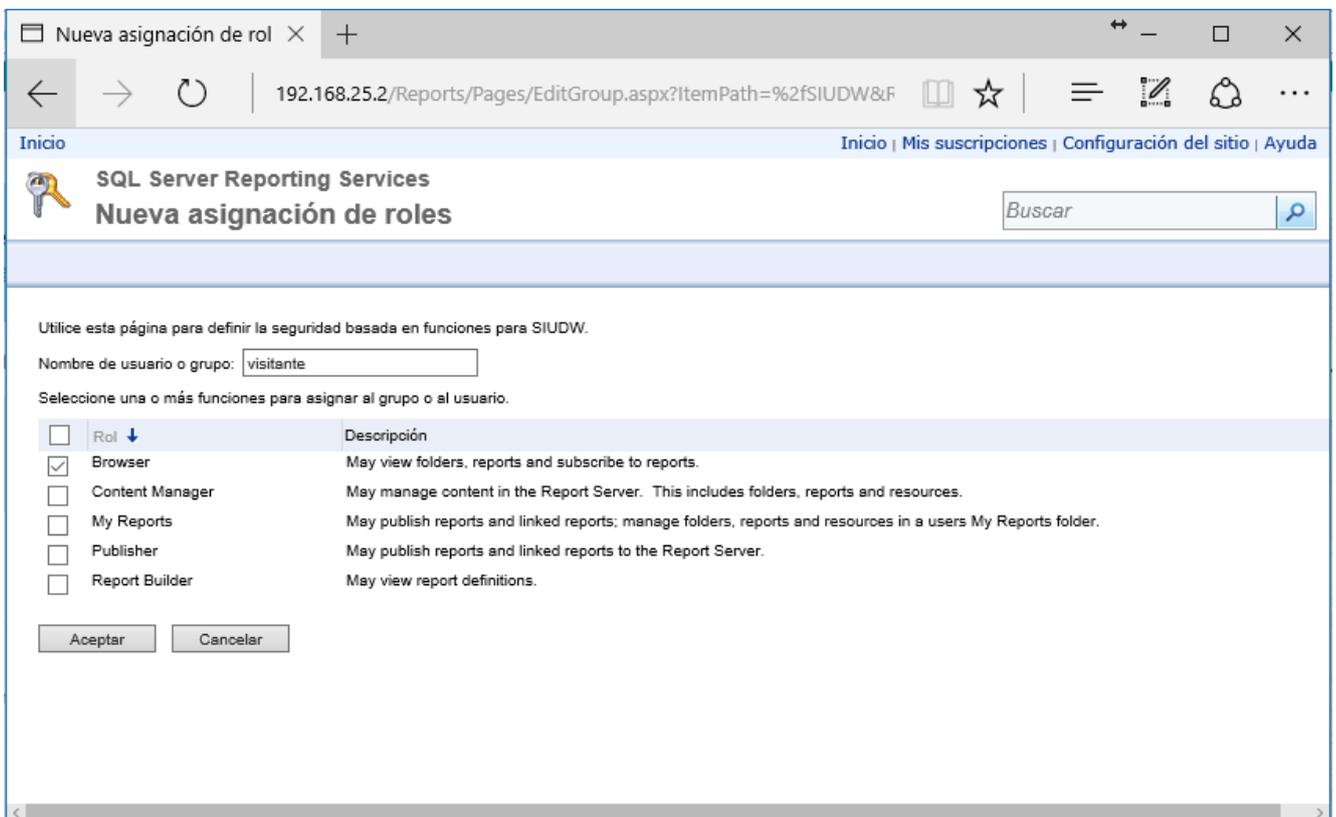


Fig. 131 - SSRS añadir rol de navegación a usuario. Fuente: Elaboración propia

Al intentar visualizar un reporte con el nuevo usuario con solo permisos de visitante SSRS se obtendrá un error de procesamiento abortado (ver **Fig.132**), dado que ese usuario no tiene permisos de SSAS los cuales son requeridos en el reporte a la hora de consultar los cubos OLAP.

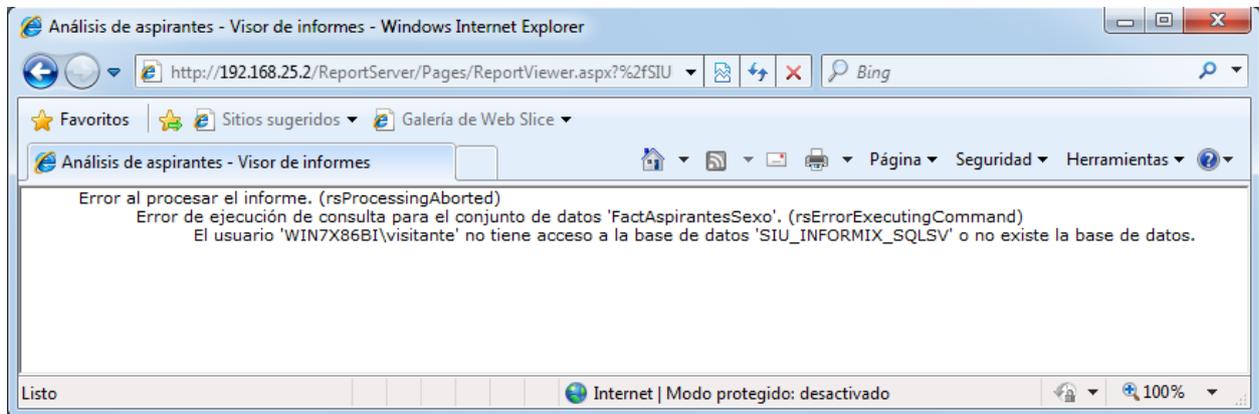


Fig. 132 - Navegación sin permisos SSAS. Fuente: Elaboración propia

Para crear roles SSAS, abrir SQL Server Management Studio, conectar al Servidor SSAS con un usuario administrador, expandir la base de datos en la que se quiere agregar o crear los roles, clic derecho en el ítem “Roles” y seleccionar “New Role..” como se indica en la **Fig.133**, o doble clic sobre el rol existente para modificación.

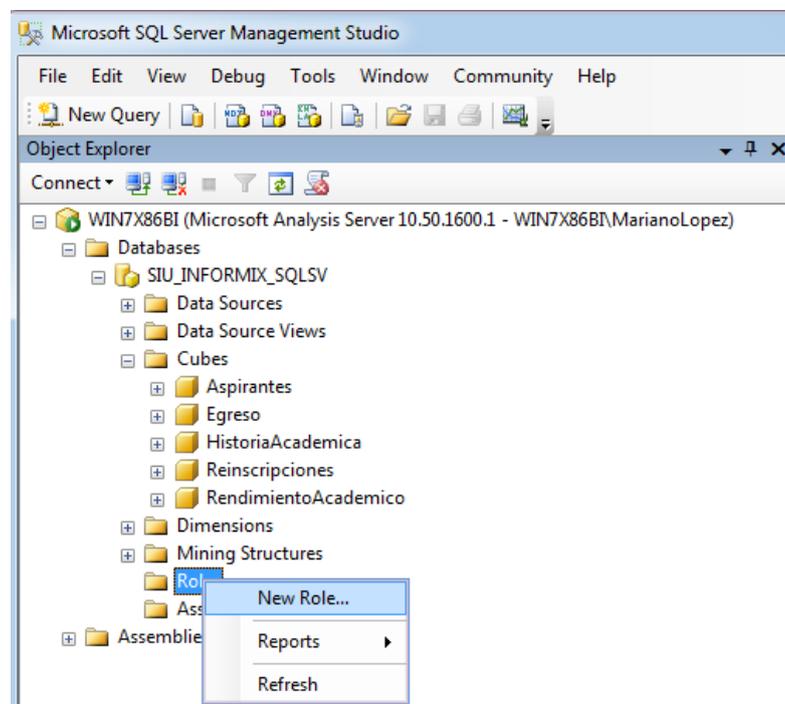


Fig. 133 - SSAS añadir rol. Fuente: Elaboración propia

Al crear un rol nuevo, se requiere asignarle un nombre, descripción y los permisos del mismo como se observa en la **Fig.134**.

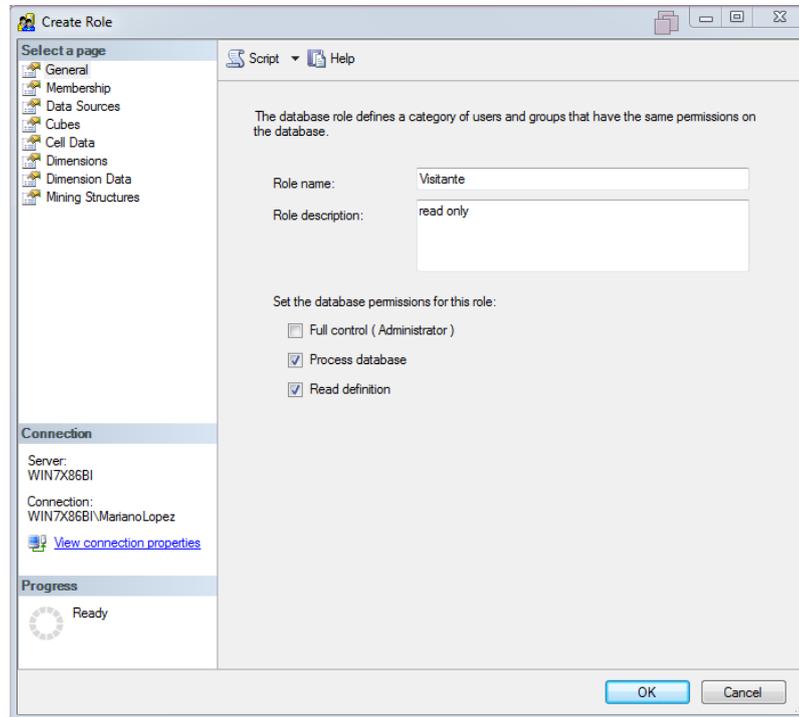


Fig. 134 - SSAS descripción del rol. Fuente: Elaboración propia

En la solapa “Membership” se debe agregar los usuarios o grupos de Windows a quienes se le asigna el nuevo rol como se indica en la **Fig.135**.

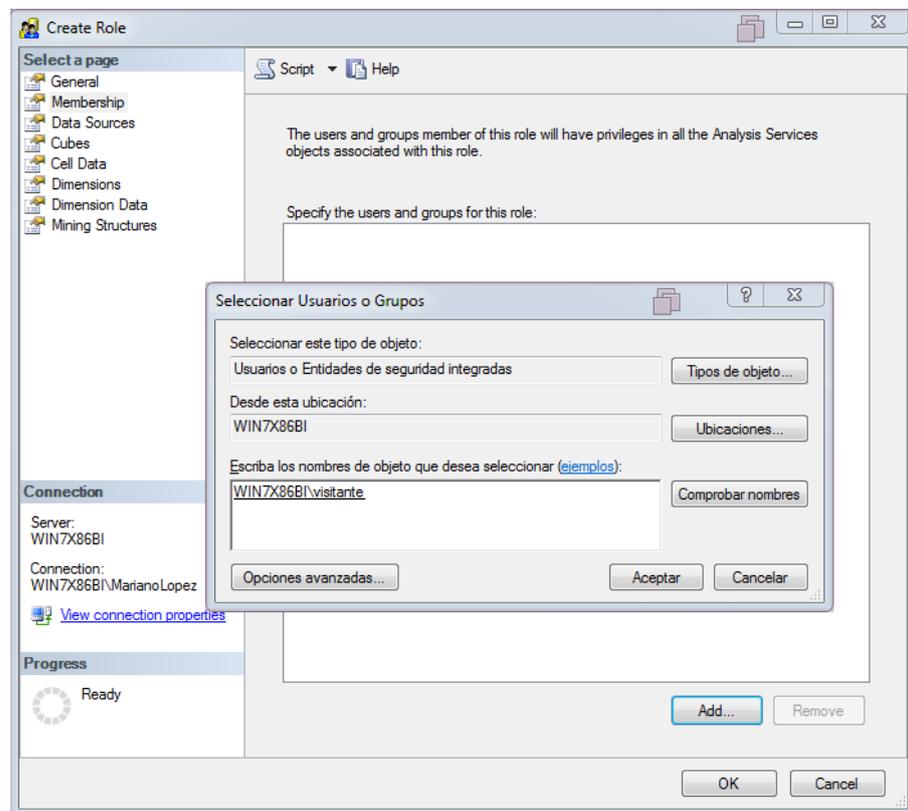


Fig. 135 - SSAS agregar rol a usuario o grupo. Fuente: Elaboración propia

En la solapa de “Cubes” se debe especificar el tipo de acceso (escritura, lectura, escritura y lectura) que posee el rol en cada cubo como se observa en la **Fig.136**.

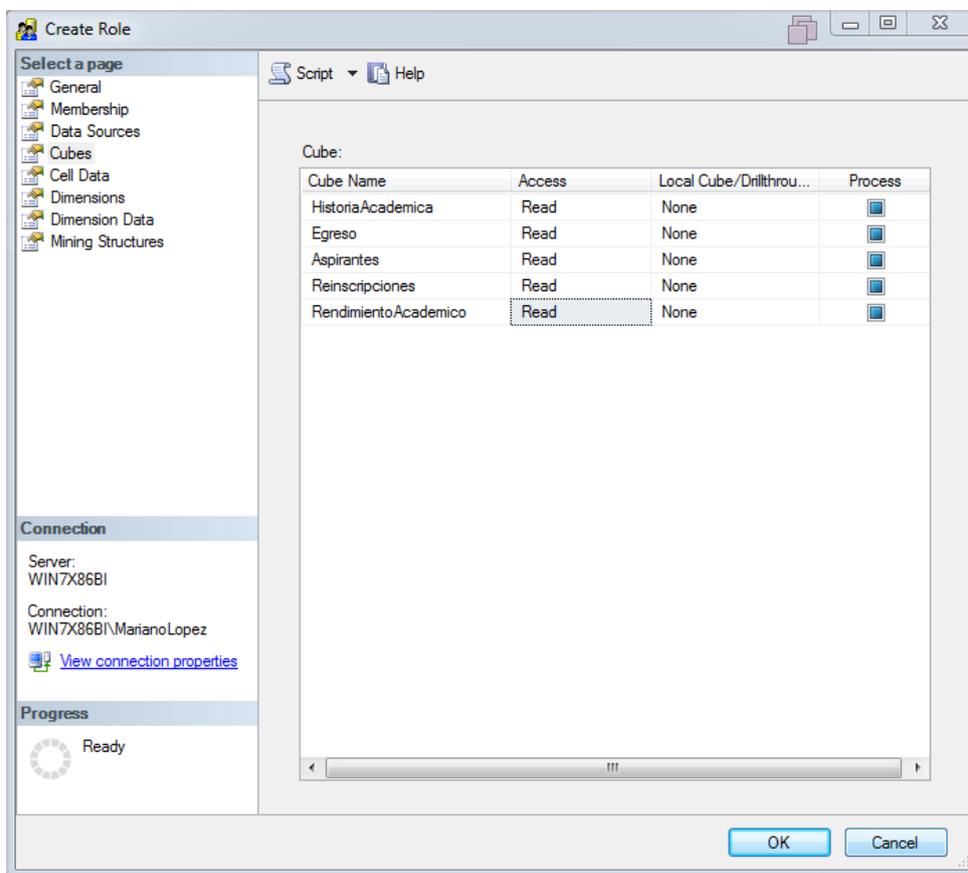


Fig. 136 - SSAS configuración de acceso a cubos. Fuente: Elaboración propia

Al intentar de nuevo visualizar el reporte con el nuevo usuario se obtendrá un error de conexión (ver **Fig.137**), dado que ese usuario no tiene permisos de SQL Server los cuales son requeridos en el reporte a la hora de consultar el almacén de datos.

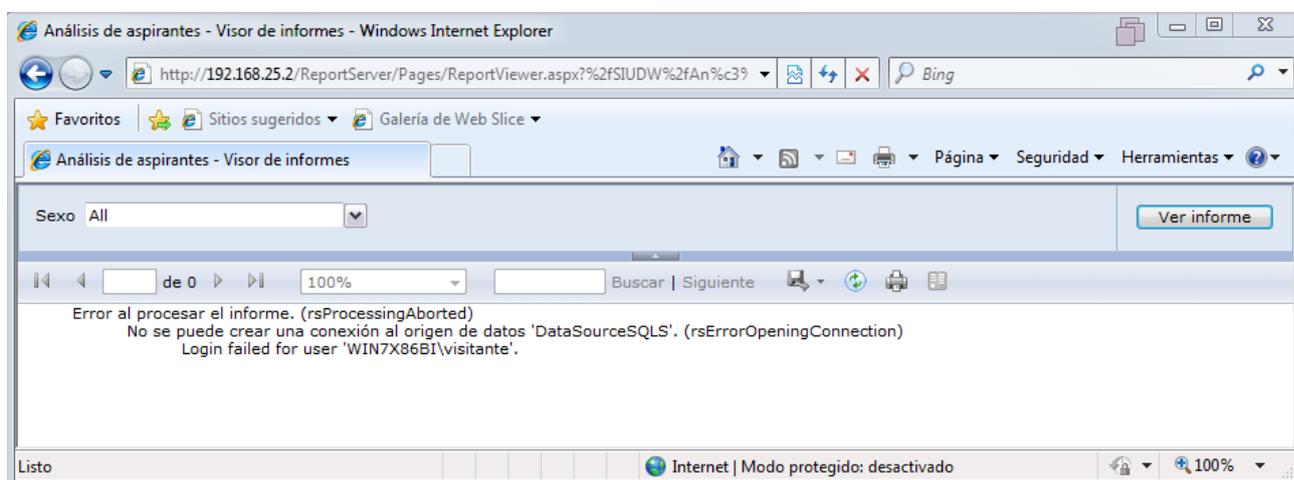


Fig. 137 - SSRS navegación sin permisos SQL Server. Fuente: Elaboración propia

Para permitir el acceso de SQL Server a usuarios o grupos de Windows, abrir SQL Server Management Studio, conectar al motor de base de datos con algún usuario administrador, expandir el directorio “Security”, hacer clic derecho sobre el directorio “Logins” y seleccionar “New Login...” como se observa en la **Fig.138**.

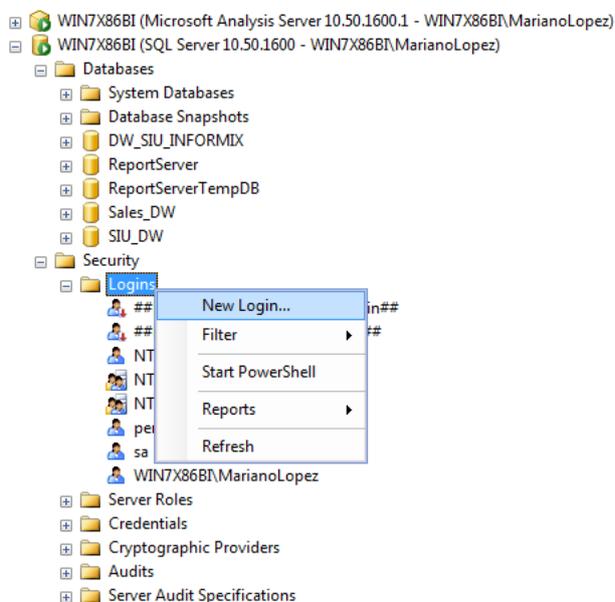


Fig. 138 - SQL Server nuevo acceso. Fuente: Elaboración propia

Se deberá especificar el usuario o grupo, base de datos, lenguaje y permisos como se observa en la **Fig.139**.

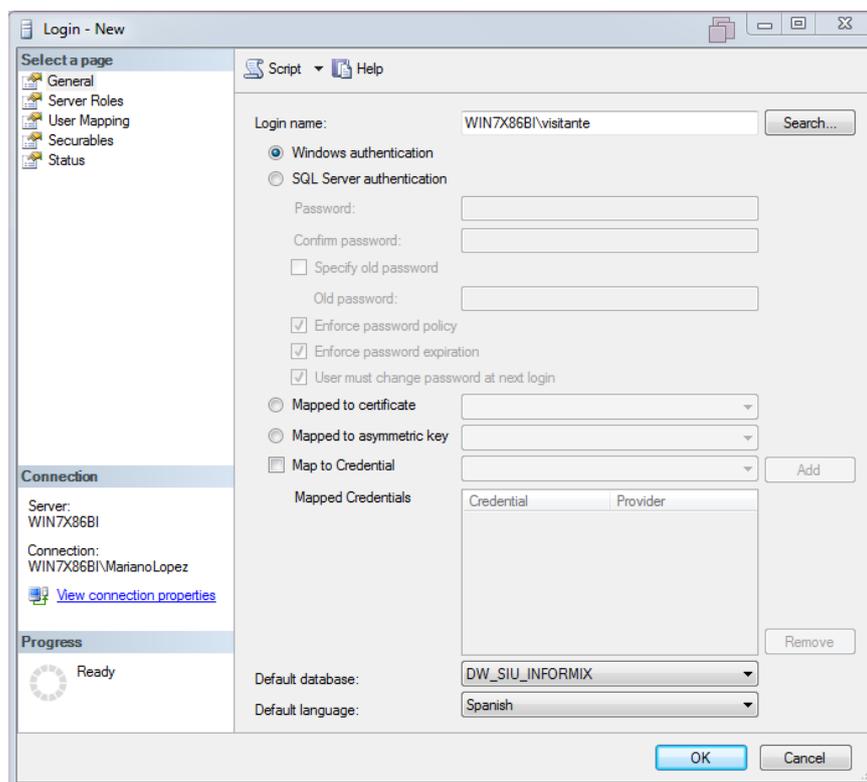


Fig. 139 - SQL Server configuración de acceso. Fuente: Elaboración propia

A continuación expandir la base de datos en donde se desea agregar al usuario, dirigirse a “Security→Users→New User...” como se indica en la Fig.140.

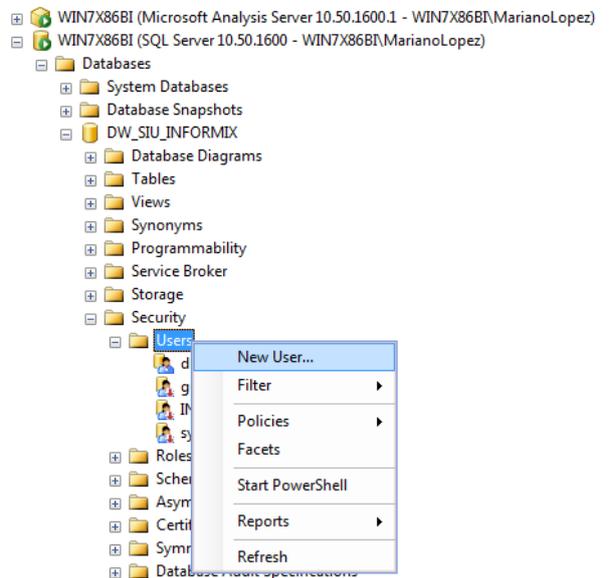


Fig. 140 - SQL Server nuevo usuario. Fuente: Elaboración propia

Se deberá especificar el usuario generado en el paso anterior, y los permisos que posee el mismo sobre la base de datos “db\_datareader” como se observa en la Fig.141.

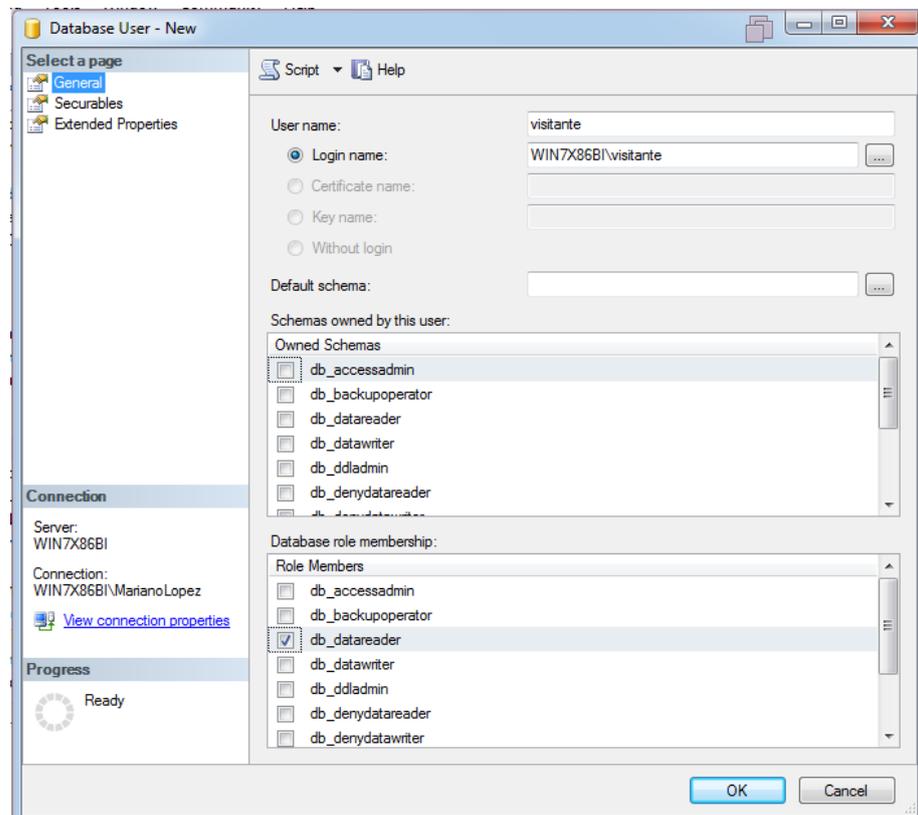


Fig. 141 - SQL Server configuración de roles. Fuente: Elaboración propia

Una vez especificado los permisos de SSRS, SSAS y SQL para el nuevo usuario, se podrá acceder a los reportes vía web como se observa en la Fig.142.

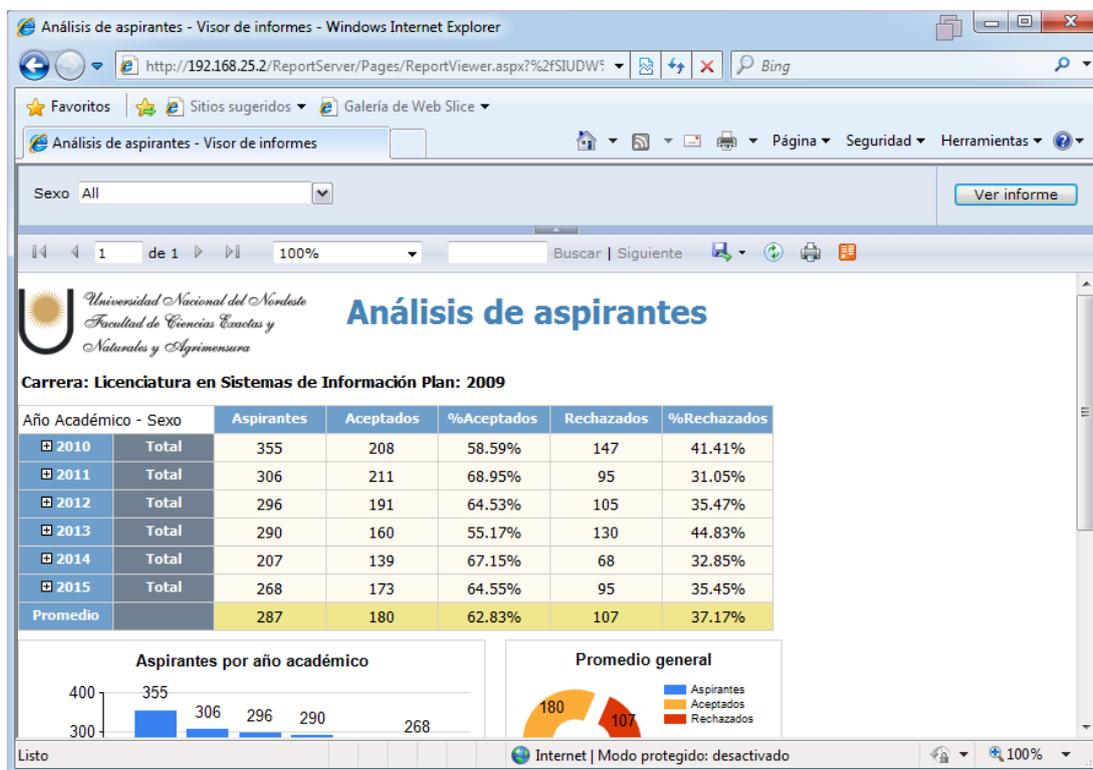


Fig. 142 - SSRS navegación con usuario visitante. Fuente: Elaboración propia

### 7.1.15. Tabla de atributos

A continuación desde la Tabla 14 hasta la Tabla 22, se presentan los atributos correspondientes a los cubos OLAP y las tablas del almacén y datos, en donde la columna “Atributo” representa el nombre actual del atributo, la columna “Descripción” brinda una breve descripción del atributo y en caso de ser definido desde algún cubo OLAP se adjunta su fórmula, por último la columna “Definición” indica donde fue definido el atributo, en donde cabe aclarar que todos aquellos atributos definidos en el almacén de datos pueden ser utilizados en los cubos OLAP, a su vez los cubos OLAP permiten la generación de atributos compuestos “ej.: división de 2 atributos del cubo” estos atributos “OLAP” solo pueden ser consultados desde los cubos.

Tabla 14 - Atributos DimCarrera. Fuente: Elaboración propia

Tabla: DimCarrera		
Atributo	Descripción	Definición
carrera	Código de carrera	DW
carrera_plan	Plan de carrera	DW
nombre	Nombre de carrera	DW
nombre_reducido	Nombre reducido de carrera	DW
departamento	Código del departamento al cual pertenece	DW
fecha_creacion	Fecha de creación de la carrera – plan	DW
nro_resolucion	Número de resolución de la carrera	DW
estado	Vigencia actual de la carrera - plan	DW

Tabla 15 - Atributos DimAlumno. Fuente: Elaboración propia

Tabla: DimAlumno		
Atributo	Descripción	Definición
apellido	Apellido del alumno	DW
nombres	Nombres del alumno	DW
legajo	Número de legajo del alumno	DW
nro_documento	Número de documento del alumno	DW
sexo	Sexo del alumno (FEMENINO/MASCULINO)	DW
fecha_nacimiento	Fecha de nacimiento del alumno	DW
fecha_ingreso	Fecha de ingreso a la Universidad	DW
cohortes	Año de ingreso a la Universidad	DW
fecha_desde_plan_2010	Fecha desde que es alumno en el plan 2010 LSI	DW
tipo_inscripcion	Tipo de inscripción a carrera – plan	DW
regularidad_actual	Regularidad actual del alumno (S/N)	DW
cnt_readmisiones_actuales	Contador de readmisiones del alumno	DW
nro_inscripcion	Número de inscripción a carrera	DW
carrera	Código de carrera a la que pertenece	DW
carrera_plan	Plan de la carrera a la que pertenece	DW
fecha_inscripcion	Fecha de inscripción a carrera – plan	DW
anio_egreso_sec	Año de egreso del secundario	DW
titulo_descripcion	Nombre del título secundario	DW
apellido_padre	Apellido del padre	DW
nombres_padre	Nombres del padre	DW
apellido_madre	Apellido de la madre	DW
nombres_madre	Nombres de la madre	DW
pais_procedencia	Nombre del país de procedencia del alumno	DW
provincia_procedencia	Nombre de la provincia de procedencia del alumno	DW
departamento_procedencia	Nombre del departamento de procedencia del alumno	DW

localidad_procedencia	Nombre de la localidad de procedencia del alumno	DW
-----------------------	--	----

Tabla 16 - Atributos DimMateria. Fuente: Elaboración propia

Tabla: DimMateria		
Atributo	Descripción	Definición
materia	Código de la materia	DW
nombre	Nombre de la materia	DW
nombre_reducido	Nombre reducido de la materia	DW
periodo_lectivo	Periodo lectivo de la materia (1° cuatrimestre, 2° cuatrimestre, anual)	DW
carga_horaria_tot	Carga horaria total de la materia	DW
horas_semanales	Carga horaria semanal de la materia	DW
anio_en_plan	Año en el plan de estudios (1° año, 2° año, 3° año, 4° año, 5° año)	DW

Tabla 17 - Atributos DimFecha. Fuente: Elaboración propia

Tabla: DimFecha		
Atributo	Descripción	Definición
fullDate	Fecha en formato (dd/mm/yyyy)	DW
anio_academico	Año académico	DW
cuatrimestre	Cuatrimestre (1° cuatrimestre, 2° cuatrimestre)	DW
turno_examen	Turno de examen (PRIMER...DECIMO), nulo en los casos que la fecha no corresponda a un examen final.	DW
turno_num	Turno de examen (1...10), nulo en los casos que la fecha no corresponda a un examen final.	DW
mes	Número del mes	DW
mes_nombre	Nombre del mes	DW
día	Número del día	DW

Tabla 18 - Atributos FactHistoriaAcademica. Fuente: Elaboración propia

Tabla: FactHistoriaAcademica, cubo: HistoriaAcademica		
Atributo	Descripción	Definición
legajo	Número de legajo del alumno	DW
carrera	Código de carrera a la cual pertenece el alumno	DW
carrera_plan	Plan de la carrera a la cual pertenece el alumno	DW
materia	Código de la materia	DW
fecha	Fecha de carga	DW
forma	Equivalencia, examen, cursado	DW

cursado_cond_regularidad	Código de regularidad al terminar el cursado	DW
resultado	Condición del resultado de la equivalencia, examen o cursado (Promocionó, Regular, Insuficiente, Abandonó, Libre / A "Aprobado", R "Reprobado o Regular para AP", U "Ausente")	DW
nota	Notal del resultado de la equivalencia, examen o cursado (AP "Aprobó practico", S "suficiente", I "insuficiente", +[1-10] promoción/examen, R "regular", null (ausente, libre))	DW
cnt_cursado_previo	Cantidad de veces que ha cursado la materia el alumno	DW
cursado_alumnos	Cantidad de alumnos en el cursado	DW
cursado_promocion	Cantidad de alumnos promocionados al finalizar el cursado	DW
cursado_regular	Cantidad de alumnos regulares al finalizar el cursado	DW
cursado_insuficiente	Cantidad de alumnos insuficientes (libre por parciales) al finalizar el cursado	DW
cursado_abandono	Cantidad de alumnos que abandonaron (libre por inasistencia) al finalizar el cursado	DW
cursado_libre	Cantidad de alumnos libres (alumnos que realizaron inscripción a materia y no realizaron el cursado) al finalizar el cursado	DW
cursado_rekursantes	Cantidad de alumnos recursantes	DW
examen_acta	Número de acta del examen	DW
examen_libro	Descripción del libro de examen	DW
examen_tipo_inscripcion	Tipo de inscripción a examen (L "libre", R "regular")	DW
examen_dias_desde_regular	Cantidad de días requeridos por el alumno en aprobar el examen final desde la regularidad de la materia	DW
eq_nro_resolucion	Número de resolución de la equivalencia otorgada al alumno	DW
eq_tipo_equiv	Tipo de equivalencia otorgada (N "Normal")	DW
eq_alcance	Alcance de la equivalencia otorgada (T "Total", P "Parcial")	DW
eq_escalas_notas_nombre	Escala de notas utilizada en la equivalencia otorgada	DW
equivalencia	Cantidad de equivalencias otorgadas	DW
examen_inscripcion	Cantidad de inscripciones a examen final	DW
examen_rendido	Cantidad de exámenes finales rendidos	DW
examen_tipo_libre	Cantidad de inscripciones a examen final como alumno libre	DW
examen_tipo_regular	Cantidad de inscripciones a examen final como alumno regular	DW

examen_aprobado	Cantidad de exámenes finales aprobados	DW
examen_desaprobado	Cantidad de exámenes finales desaprobados	DW
examen_ausente	Cantidad de exámenes finales ausentes	DW
examen_ap	Cantidad de exámenes finales en categoría AP "Aprobó Practico"	DW
CursadoAprobados	Cantidad de alumnos aprobados al final del cursado (cursado_promocion+cursado_regular)	OLAP
CursadoDesaprobados	Cantidad de alumnos desaprobados al final del cursado (cursado_libre+cursado_insuficiente+cursado_abandono)	OLAP
CursadoAprobadosPorcentual	Porcentaje de alumnos aprobados al final del cursado sobre el total de inscriptos (CursadoAprobados/cursado_alumnos)	OLAP
ExámenesAprobadosPorcentual	Porcentaje de exámenes finales aprobados sobre el total de exámenes rendidos (examen_aprobado/examen_rendido)	OLAP
ExámenesApPorcentual	Porcentaje de exámenes categoría AP aprobados sobre el total de exámenes rendidos (examen_ap/examen_rendido)	OLAP
ExámenesDesaprobadosPorcentual	Porcentaje de exámenes finales desaprobados sobre el total de exámenes rendidos (examen_desaprobado/examen_rendido)	OLAP
PromedioDiasRegularAprobado	Promedio de días requeridos por los alumnos en aprobar el examen final desde la regularidad de la materia (sum(examen_dias_desde_regular)/count(examen_dias_desde_regular))	OLAP
PromedioMesesRegularAprobado	Promedio de meses requeridos por los alumnos en aprobar el examen final desde la regularidad de la materia (PromedioDiasRegularAprobado/30)	OLAP
PromedioAniosRegularAprobado	Promedio de años requeridos por los alumnos en aprobar el examen final desde la regularidad de la materia (PromedioMesesRegularAprobado /12)	OLAP
ExámenesRendidosPorcentual	Porcentaje de exámenes finales rendidos sobre el total de inscripciones (examen_rendido/examen_inscripcion)	OLAP
ExámenesAusentesPorcentual	Porcentaje de exámenes finales ausentes sobre el total de inscripciones (examen_ausente/examen_inscripcion)	OLAP
CursadoDesaprobadosPorcentual	Porcentaje de alumnos desaprobados al final del cursado (CursadoDesaprobados/cursado_alumnos)	OLAP
MateriasAprobadas	Cantidad de materias aprobadas por el/los alumnos	OLAP

	(cursado_promocion+equivalencia+examen_aprobado)	
--	--	--

Tabla 19 - Atributos FactEgreso. Fuente: Elaboración propia

Tabla: FactEgreso, cubo: Egreso		
Atributo	Descripción	Definición
carrera	Código de carrera en la cual egresa el alumno	DW
carrera_plan	Plan de la carrera	DW
titulo	Código del título obtenido por el alumno	DW
legajo	Número de legajo del alumno	DW
nombre	Nombre del título obtenido por el alumno	DW
fecha_egreso	Fecha de egreso del alumno	DW
fecha_ingreso	Fecha de ingreso del alumno a carrera	DW
duracion_real	Cantidad de años requeridos por el alumno para el egreso. Diferencia de años entre la fecha de ingreso y egreso	DW
nro_expediente	Número de expediente del egreso	DW
prom_general	Promedio general del egresado	DW
prom_sin_aplazos	Promedio sin aplazos del egresado	DW
titulo_nivel	Nivel del título (INTERMEDIO, GRADO)	DW
titulo_nro_resolucion	Número de resolución de aprobación del título	DW
Egresados	Cantidad de egresados (row count)	OLAP
DuracionRealPromedio	Duración real promedio para el egreso (duracion_real/Egresados)	OLAP
PromedioGeneral	Nota promedio "con aplazos" de los egresados (prom_general/Egresados)	OLAP
PromedioSinAplazos	Nota promedio "sin aplazos" de los egresados (prom_sin_aplazos/Egresados)	OLAP

Tabla 20 - Atributos FactAspirantes. Fuente: Elaboración propia

Tabla: FactAspirantes, Cubo: Aspirantes		
Atributo	Descripción	Definición
nro_inscripcion	Número de inscripción de aspirante a carrera	DW
carrera	Código de carrera	DW
carrera_plan	Plan de la carrera	DW
fecha_inscripcion	Fecha de inscripción a carrera	DW
cohorta	Año de ingreso a carrera	DW
apellido	Apellido del aspirante	DW
nombres	Nombres del aspirante	DW
sexo	Sexo del aspirante (FEMENINO/MASCULINO)	DW
situacion_asp	Código de la situación del aspirante	DW

descripcion	Descripción del código de situación del aspirante	DW
resultado_asp	Resultado del aspirante	DW
anio_nacimiento	Año de nacimiento del aspirante	DW
pais_procedencia	Nombre del país de procedencia del aspirante	DW
provincia_procedencia	Nombre de la provincia de procedencia del aspirante	DW
departamento_procedencia	Nombre del departamento de procedencia del aspirante	DW
localidad_procedencia	Nombre de la localidad de procedencia	DW
fecha_nacimiento	Fecha de nacimiento del aspirante	DW
anio_egreso_sec	Año de egreso del secundario	DW
titulo_descripcion	Nombre del título secundario	DW
aspirante_carrera	Cantidad de aspirantes a carrera que cumplen los requisitos obligatorios	DW
aspirante_no_aceptado	Cantidad de aspirantes a carrera no aceptados	DW
alum_con_legajo	Cantidad de aspirantes con legajo generado "alumno"	DW
alum_condicional_req_oblig	Cantidad de alumnos condicionales "aspirantes que no cumplen en la totalidad los requisitos obligatorios"	DW
alum_rechazado_req_oblig	Cantidad de aspirantes rechazados por no cumplir los requisitos obligatorios	DW
alum_rechazado_cambio_carrera	Cantidad de aspirantes rechazados por optar por cambio de carrera	DW
alum_rechazado_abandono_carrera	Cantidad de aspirantes rechazados por abandono de carrera	DW
alum_activo_rechazado	Cantidad de aspirantes rechazados por la Unidad Académica	DW
alum_region_ies	Cantidad de aspirantes provenientes de la región de la Institución de Educación Superior (Argentina - Corrientes)	DW
alum_region_externa_ies	Cantidad de aspirantes externos a la región de la Institución de Educación Superior (Argentina - Corrientes)	DW
Fact Aspirantes Count	Cantidad total de aspirantes (row count)	OLAP
AlumnosAceptados	Cantidad de aspirantes aceptados (aspirante_carrera + alum_con_legajo + alum_condicional_req_oblig )	OLAP
AlumnosRechazados	Cantidad de aspirantes rechazados (alum_activo_rechazado + alum_rechazado_abandono_carrera + alum_rechazado_cambio_carrera + alum_rechazado_req_oblig + aspirante_no_aceptado)	OLAP
AlumnosAceptadosPorcentual	Porcentaje de aspirantes aceptados sobre el total de aspirantes (AlumnosAceptados/Fact Aspirantes Count)	OLAP

AlumnosRechazadosPorcentual	Porcentaje de aspirantes rechazados sobre el total de aspirantes (AlumnosRechazados/Fact Aspirantes Count)	OLAP
AlumnosRegionPorcentual	Porcentaje de aspirantes de la región de la IES (alum_region_ies/Fact Aspirantes Count)	OLAP
AlumnosRegionExternaPorcentual	Porcentaje de aspirantes externos a la región de la IES (alum_region_externa_ies/Fact Aspirantes Count)	OLAP

Tabla 21 - Atributos FactReinscripcion. Fuente: Elaboración propia

Tabla: FactReinscripcion, cubo: Reinscripciones		
Atributo	Descripción	Definición
carrera	Código de carrera en la cual el alumno realiza la reinscripción	DW
carrera_plan	Plan de la carrera	DW
legajo	Número de legajo del alumno	DW
fecha_reinscrip	Fecha de la reinscripción a carrera	DW
nro_transaccion	Número de transacción	DW
AnioIngresoPlan2010	Año de ingreso del alumno al plan 2009 "para la base de datos Informix es plan 2010" LSI	DW
fecha_p2010_desde	Fecha de ingreso del alumno al plan 2009 LSI	DW
Fact Reinscripcion Count	Cantidad total de reinscripciones (row count)	OLAP

Tabla 22 - Atributos FactRendimientoAcademico. Fuente: Elaboración propia

Tabla: FactRendimientoAcademico, cubo:RendimientoAcademico		
Atributo	Descripción	Definición
carrera	Código de carrera	DW
carrera_plan	Plan de la carrera	DW
anio_academico	Año académico	DW
fecha	Fecha de carga de los datos	DW
reinscriptos	Cantidad de alumnos reinscriptos a carrera	DW
reinscriptos_M	Cantidad de alumnos de sexo masculino reinscriptos a carrera	DW
reinscriptos_F	Cantidad de alumnos de sexo femenino reinscriptos a carrera	DW
aspirantes	Cantidad de aspirantes a carrera	DW
aspirantes_M	Cantidad de aspirantes a carrera de sexo masculino	DW
aspirantes_F	Cantidad de aspirantes a carrera de sexo femenino	DW

Ingresantes	Cantidad de alumnos ingresantes (Alumnos que aprueban la primera materia disciplinar)	DW
Ingresantes_M	Cantidad de alumnos ingresantes de sexo masculino	DW
Ingresantes_F	Cantidad de alumnos ingresantes de sexo femenino	DW
matricula	Matrícula de la carrera (Reinscripciones + Aspirantes)	DW
AbandonoN1N2	Cantidad de alumnos no matriculados en los años <b>n+1</b> y <b>n+2</b>	DW
TasaAbandonoN1N2	Promedio de alumnos no matriculados en los años <b>n+1</b> y <b>n+2</b>	DW
Egresados	Cantidad de egresados	DW
Egresados_M	Cantidad de egresados de sexo masculino	DW
Egresados_F	Cantidad de egresados de sexo femenino	DW
Egresados_APU	Cantidad de egresados título intermedio	DW
Egresados_APU_M	Cantidad de egresados título intermedio sexo masculino	DW
Egresados_APU_F	Cantidad de egresados título intermedio sexo femenino	DW
Egresados_LSI	Cantidad de egresados título de grado	DW
Egresados_LSI_M	Cantidad de egresados título de grado sexo masculino	DW
Egresados_LSI_F	Cantidad de egresados título de grado sexo femenino	DW
m_aprobadas_0	Cantidad de alumnos que aprobaron 0 materias	DW
m_aprobadas_1	Cantidad de alumnos que aprobaron 1 materia (promoción, examen, equivalencia)	DW
m_aprobadas_2	Cantidad de alumnos que aprobaron 2 materias (promoción, examen, equivalencia)	DW
m_aprobadas_3	Cantidad de alumnos que aprobaron 3 materias (promoción, examen, equivalencia)	DW
m_aprobadas_4	Cantidad de alumnos que aprobaron 4 materias (promoción, examen, equivalencia)	DW
m_aprobadas_5	Cantidad de alumnos que aprobaron 5 materias (promoción, examen, equivalencia)	DW
m_aprobadas_mayor_5	Cantidad de alumnos que aprobaron más de 5 materias (promoción, examen, equivalencia)	DW
m_desaprobadas_0	Cantidad de alumnos que desaprobaron 0 materias (cursado)	DW
m_desaprobadas_1	Cantidad de alumnos que desaprobaron 1 materia (cursado)	DW

m_desaprobadas_2	Cantidad de alumnos que desaprobaron 2 materias (cursado)	DW
m_desaprobadas_3	Cantidad de alumnos que desaprobaron 3 materias (cursado)	DW
m_desaprobadas_4	Cantidad de alumnos que desaprobaron 4 materias (cursado)	DW
m_desaprobadas_5	Cantidad de alumnos que desaprobaron 5 materias (cursado)	DW
m_desaprobadas_mayor_5	Cantidad de alumnos que desaprobaron más de 5 materias (cursado)	DW
EgresadosXIngresantes	Porcentaje de alumnos egresados sobre alumnos ingresantes (Egresados/Ingresantes)	OLAP
IngresantesXMatricula	Porcentaje de alumnos ingresantes sobre matrícula (Ingresantes/matricula)	OLAP
Matricula0AprobadasPorcentual	Porcentaje de alumnos con 0 materias aprobadas sobre matrícula (m_aprobadas_0/matricula)	OLAP
Matricula1AprobadasPorcentual	Porcentaje de alumnos con 1 materia aprobada sobre matrícula (m_aprobadas_1/matricula)	OLAP
Matricula2AprobadasPorcentual	Porcentaje de alumnos con 2 materias aprobadas sobre matrícula (m_aprobadas_2/matricula)	OLAP
Matricula3AprobadasPorcentual	Porcentaje de alumnos con 3 materias aprobadas sobre matrícula (m_aprobadas_3/matricula)	OLAP
Matricula4AprobadasPorcentual	Porcentaje de alumnos con 4 materias aprobadas sobre matrícula (m_aprobadas_4/matricula)	OLAP
Matricula5AprobadasPorcentual	Porcentaje de alumnos con 5 materias aprobadas sobre matrícula (m_aprobadas_5/matricula)	OLAP
MatriculaMayor5AprobadasPorcentual	Porcentaje de alumnos con más de 5 materias aprobadas sobre matrícula (m_aprobadas_mayor_5/matricula)	OLAP
TasaAbandonoInicial	Promedio de alumnos no matriculados en los años <b>n+1</b> y <b>n+2</b> (AbandonoN1N2/matricula)	OLAP