



Universidad de San Carlos de Guatemala

Facultad de Ingeniería

Escuela de Estudios de Postgrado

Maestría de Tecnologías de la Información y Comunicación

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIO: CASO DE
ESTUDIO EN LA SECRETARÍA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (SENACYT)**

Ing. Edgar Rubén Sabán Raxón

Asesorado por la M.Sc Yuri Asucena Castro Estrada

Guatemala, agosto de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIO: CASO DE
ESTUDIO EN LA SECRETARÍA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (SENACYT)**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. EDGAR RUBÉN SABÁN RAXÓN

ASESORADO POR LA MSC. YURI ASUCENA CASTRO ESTRADA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

GUATEMALA, AGOSTO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Ing. Edgar Darío Álvez Cotí
EXAMINADOR	Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
EXAMINADOR	Ing. Everest Darwin Medinilla Rodríguez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIO: CASO DE ESTUDIO EN LA SECRETARÍA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (SENACYT)

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 21 de noviembre de 2020.

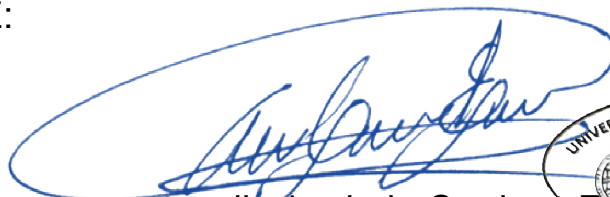
Ing. Edgar Rubén Sabán Raxón

Decanato
Facultad de Ingeniería
24189101- 24189102
secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt

LNG.DECANATO.OI.593.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIO: CASO DE ESTUDIO EN LA SECRETARÍA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (SENACYT)**, presentado por: **Edgar Rubén Sabán Raxón**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Tecnologías de la información y la comunicación después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada ★
Decana

Guatemala, agosto de 2022

AACE/gaoc



Guatemala, agosto de 2022

LNG.EEP.OI.593.2022

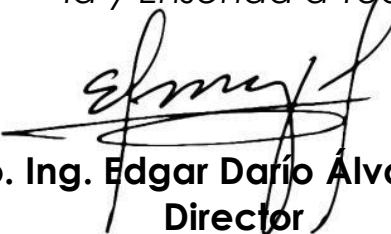
En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIO: CASO DE ESTUDIO EN LA SECRETARÍA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA (SENACYT)”

presentado por **Edgar Rubén Sabán Raxón** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Tecnologías de la información y la comunicación** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”


Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Colí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





Guatemala, 18 de mayo 2022

M.A. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Presente

M.A. Ingeniero Álvarez Cotí:

Por este medio informo que he revisado y aprobado el **TRABAJO DE GRADUACIÓN** titulado: "IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIO: CASO DE ESTUDIO EN LA SECRETARÍA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA -SENACYT-" del estudiante **Edgar Rubén Sabán Raxón** quien se identifica con número de carné **100023479** del programa de **Maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación**.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el *Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014*. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,

MARLON ANTONIO PEREZ TURK
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS
COLEGIADO No. 4492

MA. Ing. Marlon Antonio Pérez Türk
Coordinador

Maestría en Tecnologías de la Información y la Comunicación
Escuela de Estudios de Postgrado



Guatemala, mayo 2022

Maestro
Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrados
Presente

Estimado M.A. Álvarez Cotí:

Reciba un cordial y atento saludo, a la vez aprovecho la oportunidad para hacer de su conocimiento que en mi calidad como Asesor del Ingeniero en Ciencias y Sistemas **Edgar Rubén Sabán Raxón**, he revisado el Trabajo de Graduación titulado: **"IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE INTELIGENCIA DE NEGOCIO: CASO DE ESTUDIO EN LA SECRETARÍA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA -SENACYT-**", de la Maestría en Tecnologías de la Información de esta Escuela de Postgrado, **por lo cual el trabajo revisado cuenta con mi aprobación.**

Agradeciendo la atención brindada me suscribo.

Atentamente,

"Id Y Enseñad A Todos"

MSc. Yuri Asucena Castro Estrada
Asesora

YURI ASUCENA CASTRO ESTRADA
Ingeniera en Ciencias y Sistemas
Colegiado No 14,800

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por darme la sabiduría, entendimiento y paciencia para cumplir una meta académica más.

Mi hijo

Daniel Enrique Sabán Menéndez, para que un día este logro académico sirva como ejemplo en su vida.

Mi familia

Por su apoyo incondicional.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios de pregrado y postgrado.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionarme los conocimientos que me permitieron realizar este trabajo de graduación.
Mi asesora	Por su asesoría y acompañamiento.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
GLOSARIO.....	IX
RESUMEN.....	XIII
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	XV
OBJETIVOS	XIX
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XXI
INTRODUCCIÓN.....	XXVII
1. MARCO REFERENCIAL	1
2. MARCO TEÓRICO.....	9
2.1. Inteligencia de negocio	9
2.1.1. Definición	9
2.1.2. Beneficios	11
2.1.3. Sistema de inteligencia de negocio	12
2.1.4. Componentes	13
2.1.4.1. Sistema de información transaccional .	14
2.1.4.2. Extracción, transformación y carga (ETL).....	15
2.1.4.3. Almacén de datos	16
2.1.4.3.1. Data mart	17
2.1.4.3.2. Modelo dimensional	18
2.1.4.3.3. Hechos y tabla de hechos	18

2.1.4.4.	Dimensiones y tabla de dimensiones..	19
2.1.4.4.1.	Llave sustituta y natural	20
2.1.4.4.2.	Esquema estrella	21
2.1.5.	Herramientas de inteligencia de negocio	22
2.1.5.1.	Generadores de informes	23
2.1.5.2.	Visualizadores de datos.....	24
2.1.5.3.	Procesos analíticos en línea	25
2.2.	Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología	26
2.2.1.	Misión	27
2.2.2.	Visión	27
2.2.3.	Funciones.....	27
2.2.4.	Plataforma de servicios	28
3.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.....	29
3.1.	Diseño de la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT	29
3.1.1.	Capa de fuente de datos	31
3.1.1.1.	Sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos	31
3.1.1.2.	Sistema de registro histórico de proyectos	33
3.1.2.	Capa de integración de datos	37
3.1.3.	Capa de almacén de datos	38
3.1.4.	Capa de usuario final.....	40
3.2.	Herramientas tecnológicas implementadas para el desarrollo del sistema de inteligencia de negocio	46
3.2.1.	Selección de herramientas	46
3.2.2.	Implementación de herramientas.....	50

3.2.2.1.	Capa integración de datos.....	50
3.2.2.1.1.	Software para extracción, transformación y carga de datos	50
3.2.2.1.2.	Servidor para la ejecución de trabajos ETL	53
3.2.2.2.	Capa almacén de datos	54
3.2.2.3.	Capa usuario final	56
3.2.2.3.1.	Visualización de datos..	56
3.2.2.3.2.	Reportes <i>ad hoc</i>	58
3.2.2.3.3.	Modelado y análisis de datos	61
3.3.	Proceso de inteligencia de negocio aplicado al sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos	62
3.3.1.	Modelo dimensional	62
3.3.2.	ETL	65
3.3.2.1.	Primera etapa.....	66
3.3.2.2.	Segunda etapa.....	67
3.3.2.3.	Tercera etapa.....	68
3.3.3.	Análisis y reportería	68
3.4.	Proceso de inteligencia de negocio aplicado al sistema de registro histórico de proyectos	72
3.4.1.	Modelo dimensional	72
3.4.2.	ETL	73
3.4.2.1.	Primera etapa.....	75
3.4.2.2.	Segunda etapa.....	75

3.4.2.3.	Tercera etapa	78
3.4.3.	Análisis y reportería.....	78
3.5.	Implementación del sistema de inteligencia de negocios en la SENACYT	82
3.5.1.	Despliegue del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT	82
3.5.2.	Modelo general para la aplicación de inteligencia de negocio a sistemas transaccionales de la SENACYT	83
3.5.3.	Formas de acceso a los datos	85
3.5.4.	Casos de uso al sistema de inteligencia de negocio.....	89
4.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	91
	CONCLUSIONES	97
	RECOMENDACIONES	99
	REFERENCIAS.....	101
	APÉNDICES	109

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema estrella	22
2.	Herramienta para generar informes.....	23
3.	Herramienta para visualización de datos.....	24
4.	Arquitectura del sistema de inteligencia de negocio	30
5.	Base de datos del sistema de eventos científicos y tecnológicos	34
6.	Sistema de registro histórico de proyectos	35
7.	Segmento de la base de datos del sistema de registro histórico de proyecto	36
8.	Capa de integración de datos.....	37
9.	Capa de almacén de datos	39
10.	Capa de usuario final	40
11.	Herramienta de visualización de datos	41
12.	Reporte específico	42
13.	Modelado de datos.....	43
14.	Tablas y gráficos dinámicos	44
15.	Programa para extracción, transformación y carga de datos	52
16.	Almacén de datos	55
17.	Programa de visualización de datos.....	56
18.	Servicio de visualización de datos en la nube	57
19.	Reportes con herramienta de reportería.....	59
20.	Diseño del modelo dimensional para el sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos	63

21.	Modelo dimensional implementado para el sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos	64
22.	Implementación de la primera etapa del ETL para el sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos	66
23.	Representación de la segunda etapa del ETL para el sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos	67
24.	Tablero con enfoque geográfico y variables sociodemográficas	69
25.	Reporte exportado a PDF	70
26.	Propuesta de tablero creado con <i>Microsoft Excel</i>	71
27.	Diseño del modelo dimensional para el sistema de registro histórico de proyectos	73
28.	Modelo dimensional implementado para el sistema de registro histórico de proyectos	74
29.	Implementación de la primera etapa del ETL para el sistema de registro histórico de proyectos	76
30.	Representación de la segunda etapa del ETL para el sistema de registro histórico de proyectos	77
31.	Tablero con enfoque en la distribución de los proyectos en las líneas de financiamiento.....	79
32.	Tablas dinámicas creadas con <i>Microsoft Excel</i>	81
33.	Despliegue del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT....	83
34.	Modelo general de aplicación de inteligencia de negocio a sistemas transaccionales de la SENACYT	84
35.	Pregunta 1	86
36.	Pregunta 2	86
37.	Pregunta 3	87

TABLAS

I.	Variables de estudio.....	XXII
II.	Beneficios tangibles de la inteligencia de negocio.....	12
III.	Tabla de hechos para ventas de una tienda.....	19
IV.	Tabla de dimensión de productos	21
V.	Herramienta para procesamiento analítico en línea	26
VI.	Sistema de eventos científicos y tecnológicos.....	32
VII.	Reporte del sistema de eventos científicos y tecnológicos	32
VIII.	Reporte del sistema de registro histórico de proyectos	35
IX.	Consulta analítica con SQL	45
X.	Evaluación de herramientas tecnológicas	48
XI.	Servicio de publicación de reportes.....	60
XII.	Programa para modelado y análisis de datos.....	61
XIII.	Resultados del proceso ETL para el sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos	65
XIV.	Resultados del proceso ETL para el sistema de registro histórico de proyectos.....	75
XV.	Reporte exportado a PDF	80
XVI.	Formas de acceso a los datos.....	88

GLOSARIO

Arquitectura de sistema

Estructura lógica de un sistema de información, la cual contiene patrones, abstracciones, modelos lógicos y mentales que proporcionan un marco de desarrollo.

Business Intelligence

Se refiere a tecnologías, aplicaciones y prácticas para la recopilación, integración, análisis y presentación de información empresarial. El propósito de *Business Intelligence* es respaldar una mejor toma de decisiones comerciales.

Data Warehouse

Base de datos corporativa que se caracteriza por integrar y depurar información de una o más fuentes distintas, para luego procesarla, permitiendo su análisis desde infinidad de perspectivas y con grandes velocidades de respuesta. También conocido como almacén de datos.

Data Mart

Base de datos departamental, especializada en el almacenamiento de los datos de un área de negocio específica. Un *datamart* puede ser alimentado desde los datos de un *data warehouse*, o integrar por sí mismo un compendio de distintas fuentes de información.

DSS	Sistema de soporte a decisiones
ETL	Extracción, transformación y carga
HOLAP	Procesamiento analítico en línea híbrido
MOLAP	Procesamiento analítico en línea multidimensional
OLAP	Procesamiento analítico en línea
OLTP	Procesamiento transaccional en línea
PDF	Formato de documento portable
PSL	Plataforma de servicios en línea
ROLAP	Procesamiento analítico en línea relacional
SENACYT	Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología
Sistema de información	Es un conjunto de datos que interactúan entre sí con un fin común. En informática, los sistemas de información ayudan a administrar, recolectar, recuperar, procesar, almacenar y distribuir información relevante para los procesos fundamentales y las particularidades de cada organización.

**Sistema de
Business
Intelligence**

Sistema que brindan vistas históricas, actuales y predictivas de las operaciones comerciales, con mayor frecuencia utilizando datos que se han recopilado en un almacén de datos o una despensa de datos y, en ocasiones, trabajando a partir de datos operativos.

**Sistema de soporte
a decisiones**

Sistema de información basado en un computador interactivo, flexible y adaptable, especialmente desarrollado para apoyar la solución de un problema de gestión no estructurado para mejorar la toma de decisiones. Utiliza datos, proporciona una interfaz amigable y permite la toma de decisiones en el propio análisis de la situación.

SQL

Lenguaje de consulta estructurado

RESUMEN

El propósito del estudio fue proporcionar las capacidades computacionales y un marco de trabajo por medio de la implementación de estrategias y tecnologías que permitan a la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) transformar sus datos en información y con ello apoyar el proceso de toma de decisiones.

El objetivo general de este estudio consistió en implementar un sistema de inteligencia de negocio que provea acceso a datos institucionales a las distintas áreas de la SENACYT para la generación de información y que por medio del análisis, visualización y desarrollo de informes, se apoye el proceso de toma de decisiones.

La metodología a través de la cual se desarrolló el estudio se definió con un enfoque de investigación mixta (cualitativo y cuantitativo), con alcance descriptivo y diseño experimental.

El estudio permitió definir el diseño de la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio, seleccionar las herramientas tecnológicas e implementar dicho sistema en la SENACYT. También se aplicó inteligencia de negocio a dos sistemas transaccionales para verificar el funcionamiento del sistema y corroborar que este cumple con su función principal.

Se concluyó que la implementación del sistema de inteligencia de negocio proveyó acceso de manera rápida y oportuna de los datos a las distintas áreas de la SENACYT, para su visualización, análisis y apoyo en la toma de decisiones.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) en cumplimiento de su misión y en respuesta a la necesidad del uso de las tecnologías de la información para agilizar y hacer más eficientes la entrega de los servicios que ofrece, en el año 2018 lanza una solución tecnológica denominada Plataforma de Servicios en Línea (PSL), la cual es definida como la base tecnológica de trabajo a través de la cual los usuarios del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SINCYT) tienen acceso a los servicios que la SENACYT brinda de forma fácil, estructurada y segura por medio de internet, así mismo esta plataforma permitió la integración de distintos sistemas de información que habían sido desarrollados años atrás con un enfoque independiente y aislado.

Todos los datos recolectados por medio de la plataforma de servicios en línea son almacenados en un sistema gestor de base de datos y estructurados mediante distintos modelos relacionales, los cuales están integrados por grandes cantidades de tablas y relaciones.

El acceso e interacción a todos estos datos, se debe realizar por medio del lenguaje estructurado para consultas (SQL), lo cual hace que únicamente personal con conocimiento técnicos en bases de datos pueda realizar operaciones sobre estos. En esta situación, la Dirección de Tecnologías de la Información (DTI) es la única habilitada para realizar este tipo de operaciones. Sin embargo, existe una gran demanda por parte de las áreas de planificación y desarrollo, popularización de la ciencia, unidad de género, generación y

transferencia de conocimiento, así como despacho superior de la SENACYT en la generación de informes o reportes que sirve como apoyo para acciones operativas y gerenciales tales como: control y monitoreo de tareas, informes para la rendición de cuentas ante entidades fiscalizadoras, difusión de resultados, entre otros, así como el acceso fácil a información que apoyen a la toma de decisiones.

Al verificar las distintas soluciones que la DTI ofrece hacia los usuarios, se puede constatar que únicamente existen soluciones de tipo transaccional con algunas opciones básicas de reportería, las cuales son muy limitadas y restrictivas en cuanto al enfoque de la información y formato de presentación que los mismos datos proveen. Así mismo todos los datos recolectados son almacenados en grandes estructuras relacionales complejas (bases de datos relacionales), con enfoque en la optimización del almacenamiento y no en la optimización para consultas, lo cual implica que el acceso a estos, así como la generación de informes y visualizaciones, requieran una gran cantidad de esfuerzo técnico y de tiempo, centralizado en el área de desarrollo de software de la Dirección de Tecnologías de la Información.

Formulación del problema

La SENACYT no cuenta con la infraestructura y sistema tecnológico que provea todas las capacidades computacionales y herramientas necesarias para el fácil acceso a los datos institucionales para su análisis, visualización y generación de informes por parte de las distintas áreas, y con ello apoyarse para la toma de decisiones oportunas, rápidas, informadas, efectivas y eficientes.

Pregunta central

¿Cómo se podría implementar un sistema de inteligencia de negocio que provea acceso a los datos institucional para análisis, visualización y generación de informes, que permita apoyar el proceso de toma de decisiones?

Preguntas auxiliares

- ¿Cuál debe ser la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio que brinde las capacidades técnicas para analizar, visualizar y generar informes a partir de los datos?
- ¿Qué herramientas son necesarias para implementar el sistema de inteligencia de negocio?
- ¿De qué forma se podrá aplicar un modelo de inteligencia de negocio para el Sistema de Registro de Participantes en Eventos Científicos y Tecnológicos realizados por la SENACYT para generar informes y visualizar la información?
- ¿De qué forma se podrá aplicar un modelo de inteligencia de negocio para el Sistema de Gestión de Proyectos y Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación para generar informes y visualizar la información?

OBJETIVOS

General

Implementar un sistema de inteligencia de negocio que provea acceso a datos institucionales a las áreas de planificación y desarrollo, popularización de la ciencia, unidad de género, generación y transferencia de conocimiento, y despacho superior de la SENACYT para la generación de información para su análisis, visualización y desarrollo de informes, que permita apoyar el proceso de toma de decisiones.

Específicos

1. Diseñar la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT, que brinde las capacidades técnicas para analizar, visualizar y generar informes a partir de los datos.
2. Implementar las herramientas tecnológicas necesarias para el desarrollo del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT.
3. Desarrollar el proceso de inteligencia de negocio para el Sistema de Registro de Participantes en Eventos Científicos y Tecnológicos realizados por la SENACYT para generar informes y visualizar la información.

4. Desarrollar el proceso de inteligencia de negocio para el Sistema de Registro Histórico de Proyectos de la SENACYT, para generar informes y visualizar la información.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

Características del estudio

El enfoque de investigación sobre el cual se desarrolló este trabajo es investigación mixta (cualitativo-cuantitativo), porque por medio del análisis de la información se buscó definir cómo implementar un sistema de inteligencia de negocio y su aplicación para que provea acceso a los datos institucional para análisis, visualización y generación de informes, que permita apoyar el proceso de toma de decisiones.

El alcance de estudio fue descriptivo, porque por medio de este se presentó y describió el diseño de la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio implementado, así como los componentes técnicos que lo integran; describió los beneficios de implementar una solución de inteligencia de negocio como apoyo a la toma de decisiones; y definió el proceso y fases para la implementación de un sistema de inteligencia de negocio en una institución pública.

El diseño de la investigación fue experimental, porque, con base en la arquitectura y sistema de inteligencia de negocio implementado, se desarrolló y aplicó el proceso de inteligencia de negocio a dos sistemas de información transaccional, con el objetivo de experimentar y verificar si los resultados obtenidos a partir de dicha aplicación son el acceso a datos para su análisis, visualización y generación de informes.

Unidades de análisis

Las unidades de análisis son los sistemas de inteligencia de negocio, las cuales están integradas por los siguientes enfoques: diseño de la arquitectura del sistema, herramientas para su implementación y los distintos tipos de usos del sistema.

Variables

Las variables de interés que se utilizaron durante la investigación son cuantitativas y cualitativas, siendo la variable dependiente: sistema de inteligencia de negocio y las independientes las que se describen en la tabla I.

Tabla I. **Variables de estudio**

Variables	Definición	Subvariables	Indicadores
Acceso a datos	Capacidad para leer o consultar datos a partir de una fuente de datos.	- Modelos dimensionales - Formas de acceso a los datos	- Cantidad de modelos dimensionales - Cantidad de formas de acceso a los datos
Beneficiario	Es el que obtiene o recibe el beneficio.	- Personas - Direcciones/Unidades	- Cantidad de personas beneficiadas - Cantidad Direcciones/Unidades beneficiadas
Uso del sistema de inteligencia de negocio	Acción y efecto de usar el sistema de inteligencia de negocio.	Casos de uso del sistema de inteligencia de negocio	- Cantidad de casos de uso del sistema de inteligencia de negocio - Formas de uso del sistema de inteligencia de negocio

Continuación de la tabla I.

Variables	Definición	Subvariables	Indicadores
Herramienta de inteligencia de negocio	Programas para computadoras (software) que ejecutan operaciones de inteligencia de negocio.	• Funciones de herramienta • Licenciamiento • Soporte técnico • Compatibilidad con la infraestructura existente • Curva de aprendizaje • Costos	• Número de funciones • Tipo de licenciamiento • Tipo de soporte técnico • Grado de compatibilidad • Nivel de dificultad de aprendizaje • Precio de la herramienta

Fuente: elaboración propia.

Fases de la investigación

El procedimiento metodológico de este estudio se desarrolló en cinco fases: fase I: revisión documental, fase II: diseño e implementación, fase III: experimentación, fase IV: evaluación de resultados y fase V: interpretación y redacción de los resultados del estudio.

Fase I: en esta fase se recopiló y revisó información documental acerca de los sistemas de inteligencia de negocio para describir la arquitectura del sistema, los componentes o herramientas que lo integran, así como el proceso y fases para su respectiva implementación y por último los beneficios de implementar una solución de inteligencia de negocio como apoyo a la toma de decisiones.

Fase II: se evaluaron de las distintas arquitecturas, herramientas y componentes del sistema de inteligencia de negocio, así como la infraestructura tecnológica con la que cuenta la SENACYT, y se determinó el diseño del sistema. Con base en las evaluaciones y el diseño definido, se ejecutaron todos los procesos técnicos que permitieron la implementación del sistema de inteligencia de negocio.

Fase III: se aplicaron procesos de inteligencia a dos sistemas de información transaccionales: Sistemas de Registro de Participantes en Eventos Científicos y Tecnológicos realizados por la SENACYT y el Sistema de Registro Histórico de Proyectos de la SENACYT. El objetivo central de experimentar dicha aplicación a los sistemas de información transaccionales indicados anteriormente, es brindar acceso a los datos para su análisis, visualización y generación de informes.

Fase IV: se evaluaron los resultados obtenidos para verificar si el acceso a datos para su análisis, visualización y generación de informes se estaba cumpliendo.

Fase V: se interpretaron los resultados obtenidos, para validar las preguntas planteadas inicialmente, que sirvieron como insumo para las conclusiones y recomendación. Por último, se redactó el informe final del estudio.

Técnicas de análisis de información

A continuación, se describen las técnicas de análisis de información aplicadas a la investigación:

- Diagramas BPM: se utilizaron para modelar el proceso de implementación del sistema de inteligencia de negocio a los sistemas transaccionales.
- Tablas de comparación: con base en esta técnica se compararon las distintas herramientas que sirven para implementar un sistema de inteligencia de negocio.
- Diagramas entidad relación: estos diagramas se utilizaron para analizar y comprender la estructura de los datos de los sistemas transaccionales, así como definir los modelos dimensionales para su implementación en el sistema de inteligencia de negocio.
- Diagrama de despliegue: se utilizó para analizar y representar la distribución física de los componentes de software y hardware que permitieron la implementación del sistema de inteligencia de negocio.
- Análisis estadístico descriptivo: aplicado a los datos obtenidos de las encuestas y sirvió para describir de forma general las respuestas de los entrevistados respecto al sistema de inteligencia de negocio.

Para determinar la muestra a utilizar en el análisis estadístico se hizo uso de la ecuación:

$$n = \frac{N * Z^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * p * q}$$

(Ec. 1)

$$n = \frac{6 * (1.96)^2 * 0.5 * 0.5}{(0.03)^2 * (6 - 1) + (1.96)^2 * 0.5 * 0.5} = 5.97$$

Donde:

n = Tamaño e muestra buscado, el resultado $n = 6$.

N = Tamaño de la población, para este caso $N = 6$ roles dentro de la organización que cuentan con acceso a los resultados obtenidos de esta investigación.

Z = Parámetro estadístico que depende del Nivel de Confianza (NC). Para este caso el $NC = 95 \%$, por lo cual $Z = 1$

e = Error de estimación máximo aceptado, para este caso $e = 3 \%$.

p = probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito).

q = probabilidad de que no ocurra el evento estudiado.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo es un sistematización porque orienta el proceso de implementación de un sistema de inteligencia de negocio que provea acceso a datos institucionales a las distintas áreas de la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT) para la generación de información y que por medio del análisis, visualización y desarrollo de informes, se apoye el proceso de toma de decisiones, así mismo este estudio está alineado al área de investigación: sistemas para impulsar la inteligencia de negocios.

La SENACYT, por medio de la plataforma de servicios en línea, recolectan datos institucionales, lo cuales son almacenados en sistemas gestores de bases de datos y organizados con modelos relacionales. El acceso a estos datos se realiza por medio de lenguaje estructurado para consultas (SQL) y reportes que algunos sistemas de información otorgan. Sin embargo, existe demanda del acceso a los datos y generación de reportes por parte de los colaboradores de esta institución. El problema identificado se refiere a que la SENACYT no cuenta con la infraestructura y sistema tecnológico que provea todas las capacidades computacionales y herramientas necesarias para el fácil acceso a los datos institucionales para su análisis, visualización y generación de informes por parte de las distintas áreas, y con ello apoyarse para la toma de decisiones oportunas, rápidas, informadas, efectivas y eficientes.

La importancia de llevar a cabo este estudio es generar las capacidades a la SENACYT para proveer acceso a los datos y al uso estratégico de estos por medio de la implementación de un sistema de inteligencia de

negocio, que les permita tomar decisiones oportunas, rápidas, informadas, efectivas y eficientes, para cumplir con el mandato institucional de formular, coordinar y ejecutar políticas que contribuyan al desarrollo económico y social del país.

La metodología acerca de la cual se desarrolla el estudio tiene un enfoque de investigación mixta (cualitativo y cuantitativo), con alcance descriptivo y diseño experimental.

Los principales aportes del estudio son: propuesta de una arquitectura funcional y herramientas tecnológicas para la implementación de un sistema de inteligencia de negocio aplicable a una institución pública y definición de un modelo general para la aplicación de inteligencia de negocio a cualquier otro sistema transaccional de la SENACYT.

El estudio se desarrolló por medio de las siguientes fases: revisión documental sobre los sistemas de inteligencia de negocio, sus arquitecturas y herramientas para su implementación; diseño e implementación del sistema de inteligencia de negocio; experimentación por medio de la aplicación del modelo de inteligencia de negocio a dos sistemas transaccionales; evaluación de resultados para la verificación del cumplimiento de los objetivos; interpretación y redacción de los resultados para validar las preguntas planteadas y dar a conocer los resultados obtenidos del estudio.

El estudio fue factible, dado que se contó con el apoyo institucional por parte de la SENACYT, acceso a la infraestructura tecnológica, datos, recurso técnico y humano necesarios para la implementación del sistema de inteligencia de negocio.

La estructura del informe final está integrada por los siguientes capítulos:
Capítulo I: marco referencial, el cual expone los antecedentes relacionados con sistemas de inteligencia de negocio y su aplicación en instituciones del sector público.

Capítulo II: marco teórico, presenta los distintos conceptos relacionados con inteligencia de negocio, sistemas de inteligencia de negocio y sus componentes, así como las herramientas tecnológicas que permiten la implementación de este tipo de sistemas.

Capítulo III: resultados obtenidos, presenta de manera objetiva los resultados alcanzados del proceso de investigación, así como su relación con el cumplimiento de los objetivos específicos y general.

Capítulo IV: discusión de resultados, por medio del análisis interno y externo de los mismos.

Se hacen las conclusiones y recomendaciones pertinentes al estudio.

1. MARCO REFERENCIAL

Las personas así como las organizaciones necesitan información por distintas razones y causas, ya sea para adquirir productos y servicios, hacer negocios, navegar por Internet o tomar decisiones de la vida cotidiana, es necesario tener información que oriente; es así que las organizaciones también necesitan información para tomar decisiones y resolver problemas, para mejorar la estrategia organizacional, o para implementar nuevas formas de hacer negocios con enfoque en el cumplimiento de sus objetivos claves. Esta necesidad de la información es planteada en el libro *Administración de los Sistemas de Información*. (Oz, 2008)

Las tecnologías de la información (entre las cuales se incluyen a los sistemas de información computarizados), son componentes fundamentales para las organizaciones o empresas, dado que estos apoyan fuertemente en la mejora de la eficiencia y eficacia de sus procesos, en las áreas administrativas, en la generación de nuevos productos y servicios, así como en el proceso de la toma de decisiones de nivel gerencial, para lograr una mejor y mayor ventaja competitiva respecto a la competencia. (O'brien, Marakas y Barranza, 2006)

Sobre la base de la importancia de la información y de los sistemas de información (computarizados) en el ámbito organizacional para satisfacer todas las necesidades de información, se establecen enfoques de los sistemas de información según el nivel de decisión, por ejemplo, sistemas de información para el nivel operativo, táctico y estratégico. El nivel operativo se refiere a

sistemas de información que procesan información sobre las operaciones y transacciones, el nivel táctico información sobre control y monitoreo de la evolución de las operaciones y el nivel estratégico información que apoye al desarrollo de estrategias a largo plazo. (Arjonilla y Medina, 2013)

De este último enfoque de sistemas de información (nivel estratégico), surgen los sistemas de información denominados “sistemas de soporte a decisiones” o “sistemas de apoyo a decisiones”, según sus siglas en inglés DSS (*Decision Support System*), los cuales están contruidos específicamente para servir de apoyo a la toma de decisiones a nivel directivo, en donde en ocasiones no existen procedimientos claros para tomarlas y ni la identificación de los factores a tomar en cuenta para la decisión. (Devence, Lapiedra y Guiral, 2011)

Las organizaciones a través de los años les han dado mayor uso a los sistemas de apoyo a la toma de decisiones, y a esto se le suma la aparición de nuevas herramientas tecnológicas, y es así como surge la Inteligencia de Negocio o Inteligencia Empresarial, conocido también como *Business Intelligence* (BI) por su origen en inglés, la cual hace referencia a estrategias y herramientas enfocadas en la creación de conocimiento por medio del análisis de los datos que posee una organización. (Pérez, 2015)

Por medio de la revisión de distintas fuentes de información, se observa la existencia de diversas arquitecturas para implementar sistemas de inteligencia de negocio, como las que plantean que definen una arquitectura de inteligencia de negocio integrada por cuatro componentes principales: 1) Integración de datos, 2) Almacén de datos, 3) Acceso a datos y 4) Aplicaciones de inteligencia de negocio. (Baars y Kemper, 2008); (Balaceanu, 2007); (Watson ,2009),

(Kimball y Ross 2013); (Sherman, 2015) Mientras que otros establecen que la arquitectura adecuada debe contener: 1) Entorno para el almacén de datos 2) Entorno para análisis del negocio y 3) Un portal de inteligencia de negocio. (Shiarat y Hightower 2017); (Delen, Sharda y Turba 2013). Por último, Ong, Siew, y Wong (2011) proponen una arquitectura de cinco capas: 1) Capa de fuente de datos 2) Capa de extracción, transformación y carga de datos 3) Capa de almacén de datos 4) Capa de usuario final y 5) Capa de metadatos.

Las arquitecturas para inteligencia de negocio son diferentes en sus estructuras, componentes, relaciones, procesos y nomenclaturas, sin embargo, es conveniente generalizar y hacer abstracciones sobre estas, de manera que se pueda adoptar una arquitectura de inteligencia de negocio se adapten a las necesidades organizacionales y que cumpla con el objetivo principal. (Shiarat y Hightower, 2017)

Haciendo una analogía se puede decir que la arquitectura de una solución de inteligencia de negocio es como el motor de un vehículo, es necesario definir las herramientas con las cuales se hará mover este. Las herramientas son importantes, porque soportarán todas las operaciones y brindarán acceso y capacidades a las personas que hagan de los sistemas. (Howson, 2007)

Aunque las herramientas para inteligencia de negocio han existido por más de dos décadas, la variedad, capacidades y estilos de resolver problemas de estas sigue expandiéndose y cambiando constantemente, ejemplo de ello es la generación de reportes predefinidos en formato PDF, evolucionando a informes dinámicos en línea hasta llegar hoy en día a dispositivos móviles, pero también existen las opciones del uso de cuadro o tableros de control que, de

cierta forma, sustituyen a los reportes predefinidos, y posterior a estos, herramientas que permitan hacer consultas ad hoc. (Sherman, 2014)

Con datos provistos por el analista Howard Dresner de Gartner Inc. se estima que el diez por ciento (10 %) de las dos mil (2,000) empresas más grandes del mundo cuentan con centros dedicados a la inteligencia de negocios, lo cual hace ver que el uso de la inteligencia de negocio genera ventajas competitivas y que en el ámbito empresarial se traduce en utilidades. (Norris, 2020)

Ejemplo de ello se presenta en el trabajo realizado por O'Brien y Marakas (2006) en su libro *Sistemas de Información Gerencial*, donde la empresa Cisco System implementa tableros de instrumentos para los gerentes del área de ventas que ofrecen vistas en tiempo real de todas las actividades de sus ventas tales como alertas cuando las ventas de algún área alcanzan el máximo de ventas predefinido o la identificación de problemas en la cadena de distribución de productos para la venta que puedan materializarse.

Otro ejemplo en esta obra es el de incluir a la empresa PepsiCo y a la segunda corredora de seguros más grande del mundo, Sedgwick James Inc., los cuales desarrollaron un sistema con enfoque en la administración de riesgos denominado INFORM con el fin de minimizar los gastos de PepsiCo relacionados a los accidentes que se dan dentro de la empresa. A través de dicho sistema, la corredora de seguros Sedgwick James Inc. proporciona datos de reclamos de los principales proveedores de seguros en los Estados Unidos con lo cual los administradores y analistas de negocio de PepsiCo analizan, grafican y modelan

los datos, para identificar tendencias, problemas potenciales, así como definir estrategias para minimizar riesgos y con ello aumentar sus utilidades.

La implementación de sistemas de inteligencia de negocio en el sector público no es la excepción, solo que el enfoque es distinto por la naturaleza institucional. Adelakun (2012) indica que la aplicación de las capacidades de la inteligencia de negocio como realizar análisis, pronósticos y reportes, pueden generar impactos potenciales que beneficien a la sociedad y a los tomadores de decisiones de gobierno. Concluye que la inteligencia de negocio puede apoyar a obtener una mejor comprensión de las necesidades de los residentes, y con ello la administración pública podrá planificar e implementar nuevos servicios y mejorar otros. Sánchez (2003) indica que las razones de interés público que los ciudadanos expresan deben ser consideradas en la definición de estrategias y políticas públicas, para lograr al cansar lo que denomina “sueño del buen gobierno”.

De la misma forma Teixeira, *et al.*, (2014) con base en la ejecución del proyecto, concluyen que, con la implementación de soluciones de inteligencia en el gobierno local, se está brindando información a los tomadores de decisiones de gobierno, basado en las tendencias y necesidades del ciudadano, para optimizar los servicios que se brindan a la comunidad.

En Guatemala existe poca o casi nula evidencia documentada de implementación de soluciones de Inteligencia de Negocio a nivel de sector público, sin embargo, sí existen diversas iniciativas de instituciones gubernamentales, principalmente ministerios, que han desarrollado plataformas de consulta y visualización de datos acerca de programas y proyectos sociales

que estos están realizando. El enfoque de estas soluciones está orientado a la transparencia y rendición de cuentas. Por ejemplo, el Ministerio de Finanzas Públicas desarrolló el observatorio del presupuesto público. (MINFIN, 2020) Esto con el fin de brindar a la población un espacio para observar y analizar el presupuesto público; el Ministerio de Desarrollo Social está en proceso de construcción del tablero de mando que muestra los reportes sobre los beneficiarios de los programas sociales, aunque se encuentra en versión prototipo. (MIDES, 2020) Por su parte, el Ministerio de Salud Pública y de Asistencia Social en función de la pandemia que está atravesando el país, generó el tablero COVID-19 que muestra la situación actual del país con el fin de informar a la población y apoyar a la toma de decisión de cara a la pandemia. (MSPAS, 2020)

A partir de los antecedentes presentados anteriormente, se puede observar cómo los distintos autores indican que la inteligencia de negocio genera ventajas competitivas en cualquier tipo de institución, sea privada o pública. A partir de estas ideas y antecedentes, surge el interés de implementar un sistema de inteligencia de negocio en una institución estatal, que permita habilitar el acceso a los datos institucionales y apoyar en los procesos de tomas de decisiones.

Establecer los antecedentes de la investigación, permitió definir lo que es inteligencia de negocio, así como comprender su importancia, las ventajas y oportunidades que la implementación de esta genera en las instituciones. Así mismo se pudo observar la carencia de implementación de este tipo de soluciones en el sector público guatemalteco, a pesar de las ventajas que se podrían obtener, como por ejemplo la creación de políticas públicas con base en

datos. Por último, los antecedentes apoyaron a conocer las distintas arquitecturas que sirven para la implementación de sistemas de inteligencia de negocio, lo cual incluye metodologías, procesos, herramientas y tecnologías, y con base a estos aspectos técnicos, se realizó la implementación de un sistema de inteligencia de negocio en la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología.

2. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presenta el soporte teórico y contextual que sustenta el presente estudio.

2.1. Inteligencia de negocio

A continuación, se presenta la definición de lo que es inteligencia de negocios, según algunos autores.

2.1.1. Definición

La inteligencia de negocios o *Business Intelligence* (BI por sus siglas en inglés), es un concepto amplio y definido de distintas maneras, por lo cual es importante hacer referencia a varias de estas definiciones.

Bentley (2017) indica que la inteligencia de negocios puede ser descrita como un conjunto de técnicas y herramientas para la adquisición y transformación de datos en información útil y significativa para propósito de análisis de negocio, así mismo el objetivo de la inteligencia de negocio es permitir la interpretación de grandes volúmenes de datos, para identificar nuevas oportunidades e implementar estrategias efectivas basadas en conocimiento, así mismo la inteligencia de negocio puede ser usada como soporte para la toma de decisiones de lo operacional a lo estratégico.

La inteligencia de negocio es el conjunto de tecnologías y procesos que permiten a personas de todos los niveles de la organización acceder y analizar datos; sin personas para interpretar la información y tomar acción con base en estas, la inteligencia de negocios no logra nada, y la tecnología habilita la inteligencia de negocio. (Howson, 2007)

Inteligencia de negocio puede ser definida como el conjunto de modelos matemáticos y metodologías de análisis que explotan la disponibilidad de datos para generar información y conocimiento útil para procesos de toma de decisiones complejos. (Vercellis, 2009)

Negash (2004) dice que la inteligencia de negocio es la combinación de datos recopilados, almacenamiento de los datos, y gestión del conocimiento con herramientas analíticas para presentar información interna y competitiva para los planificadores y tomadores de decisiones.

La inteligencia de negocios combina arquitecturas, herramientas, bases de datos, herramientas analíticas, aplicaciones y metodologías para habilitar acceso interactivo (algunas veces en tiempo real) a los datos, para manipularlos y dar a los administradores de negocio y analistas que los habiliten para conducir análisis apropiados; el proceso de inteligencia es basado en la transformación de datos a información, luego decidir y finalmente tomar acciones. (Sharda, Delen y Turban, 2013)

La inteligencia de negocios se presenta como una categoría amplia de aplicaciones, tecnologías y procesos para recolectar, almacenar, acceder y

analizar datos para ayudar a usuarios de negocio en la toma de decisiones. (Watson, 2009)

2.1.2. Beneficios

La inteligencia de negocios provee acceso, interacción y análisis de datos a las personas de todo nivel en la organización para gestionar los negocios. (Howson, 2007) Entre los beneficios principales de la inteligencia de negocios es que a través de herramientas y metodologías se pueden tomar decisiones efectivas y en tiempo, efectivas porque la información y el conocimiento son más confiables que la suposición y en tiempo porque la capacidad de respuesta o reacción antes los competidores o condiciones del mercado es más rápida y efectiva, así mismo un sistema de inteligencia de negocios les facilitará todo el proceso de toma de decisiones. (Vercellis, 2009)

Con información obtenida por medio de una encuesta realizada en el año 2001 a cargo de TDWI conference, se clasifican como beneficios tangibles: ahorro de tiempos, ahorro de costos en las operaciones, retorno de inversión y ganancias, mientras que los beneficios intangibles: conocimiento de la “verdad”, mejora en los planes y estrategias, mejorar tácticas y decisiones, procesos más eficientes, satisfacción de los proveedores, satisfacción del cliente y satisfacción de los empleados. (Eckerson, 2003)

Según Sherman (2015), una organización no solo debe obtener beneficios intangibles como “la verdad” o “mejora en la toma de decisiones”, sino que debe obtener beneficios tangibles o cuantificables, los cuales se pueden categorizar en: optimización de los ingresos, reducción de costos, reducción de los riesgos,

cumplimiento normativo y la capacidad para ingresar y desarrollar nuevos productos al mercado.

La tabla II muestra algunos beneficios tangibles obtenidos a partir de la aplicación de la inteligencia de negocio en la organización.

2.1.3. Sistema de inteligencia de negocio

Sistemas de información que tienen por objetivo principal apoyar al tomador de decisiones en aquellas situaciones en las que se requiere procesamiento por medio de la computadora combinada con el criterio del tomador de decisiones. (Devence, Lapiedra y Guiral, 2011)

Tabla II. **Beneficios tangibles de la inteligencia de negocio**

Beneficios tangibles	Ejemplos
Optimización de los ingresos	• Incrementar la cantidad de ingresos por ventas por cada \$ gastado en la campaña de ventas. • Aumentar los ingresos de ventas por visitas del administrador de cuentas.
Reducción de costos	• Reducir el tiempo y las personas involucradas en los informes de gastos. • Reducir los costos de inventario mediante el uso de análisis predictivos.
Reducción de riesgos	• Automatizar la detección de fraudes con el uso de análisis predictivos. • Reducir los impagos de préstamos utilizando análisis de clientes.

Continuación tabla II.

Cumplimiento normativo	• Determinar las métricas contractuales para obtener las mejores condiciones de pago y mejorar los ingresos. • Cumplir con los requisitos de informes reglamentarios gubernamentales evitando sanciones.
Capacidad para ingresar y desarrollar nuevos productos al mercado	• Determinar nuevos territorios o industrias a las que dirigirse con productos específicos. • Diseñar nuevos productos basados en análisis de clientes, productos y competencia.

Fuente: Sherman, R. (2014). *Business Intelligence Guidebook from Data Integration to Analytics*.

Díaz (2006) indican algunas de las principales características de estos sistemas de información son:

- Intensivos en cálculos
- Diseñados a la medida de cada organización
- Considerados como soluciones que apoyan al mejoramiento organizacional y estrategia para lograr una ventaja competitiva.
- El sistema está soportado por elementos especializados de hardware y software.

2.1.4. Componentes

A continuación, se describen los componentes que integran a un sistema de inteligencia de negocio.

2.1.4.1. Sistema de información transaccional

Son sistemas de información con enfoque en el procesamiento de transacciones: adquirir, procesar y mantener los datos de forma rápida, ordenada y eficiente. Las transacciones se refieren a las distintas actividades de una empresa como ventas, compras, cobros, entre otros. Estos sistemas ofrecen una mayor velocidad y automatización para la ejecución de procesos manuales o repetitivos por medio de tareas en una computadora. (Devence, Lapiedra y Guiral, 2011)

Los sistemas de información transaccional son el punto de partida de los datos que más adelante analizaremos (con inteligencia de negocios). Si no existe captura de datos en los sistemas transaccionales, no se podrán analizar. Si el sistema transaccional contiene errores, esos errores aparecerán cuando se computen, analicen o combinen los datos con otros. Cuando sistemas de información son integrados a sistemas de inteligencia de negocios a estos se les denomina sistemas fuentes o fuentes de datos. (Howson, 2007)

Estos sistemas de información que respaldan las transacciones también son denominados sistemas de procesamiento de transacciones en línea o su nombre en inglés *Online Transaction Processing* (OLTP), debido a que están constantemente involucrados en el manejo de actualizaciones de base de datos operativas, que resguardan transacciones como: retiro de dinero de un cajero automático, depósito bancario, compra en una tienda, entre otros. (Sharda, Denle y Turban, 2013)

Los sistemas OLTP usan bases de datos relacionales para resguarda los datos. Estas bases pueden gestionar volúmenes grandes de usuarios concurrentes, consultas y actualizaciones frecuentes, con respuestas rápidas. Sistemas OLTP son optimizados para la ejecución de transacciones de bases de datos en línea. (IBM Cloud Education, 2020)

2.1.4.2. Extracción, transformación y carga (ETL)

La inteligencia de negocios implica analizar datos resumidos y combinarlos con distintas fuentes de datos, por lo cual es imperativo realizar la transferencia de datos de los sistemas transaccionales al almacén de datos.

El proceso que permite trasladar los datos de múltiples fuentes de datos, limpiarlos, transformarlos y cargarlos a otra base de datos o almacén de datos para su posterior análisis o visualización se denomina proceso de Extracción, Transformación y Carga (*Extraction, Transform and Load* en inglés, abreviado como ETL), el cual puede ser automático o semiautomático. (Banizi, Fleitas y Secondi, 2011)

- Extracción: primera fase dentro del proceso ETL, y su función es conectarse y extraer los datos de los sistemas transaccionales (fuentes de datos). Los formatos en que se encuentran las fuentes de datos frecuentemente son bases de datos relacionales o archivos planos (separados por comas), pero pueden incluir otros formatos. Un aspecto de la extracción es la de analizar los datos extraídos con el objetivo de verificar y analizar si estos cumplen con las estructuras deseadas para ser transformados o rechazados.

- Transformación: una vez extraídos los datos, transformaciones son aplicadas a estos, dichas transformación son reglas de negocio definidas y el objetivo es que los datos tengan formatos y estructuras acordes a las necesidades del negocio independientemente su origen. Algunos ejemplos de transformaciones son: cambiar el formato de la fecha de venta, procesar valores calculados (total venta = unidades * precio), unificar datos de distintas fuentes, dividir una columna en varios campos, girar columnas a filas o viceversa (pivotear), entre otros. A mayor cantidad de fuentes de datos mayores será la cantidad de transformaciones a aplicar. Otra transformación importante es la limpieza de datos que tiene por objetivo corregir, remover o sustituir datos incompletos, incorrectos, duplicados o con formato inadecuado.
- Carga: como última fase, los datos que han sido transformados son cargados de forma automática a la base de datos o almacén de datos destino en un formato y estructura optimizada para la consulta.

2.1.4.3. Almacén de datos

El almacén de datos o *data warehouse* es uno de los componentes principales de la inteligencia de negocios, porque representa una sola fuente integrada de datos. Es una colección de datos orientados al tema, integrados, no volátiles e históricos para apoyar a los tomadores de decisiones. El almacén de datos es orientado al tema porque los datos son almacenados y agrupados en áreas temáticas comunes en la organización, por ejemplo: ventas, clientes y productos; integrado porque recopila información de varias fuentes de datos y se almacenan con las mismas características, reglas, nomenclaturas, formatos y

otras características relacionadas; no volátiles porque cada vez son agregados más datos al almacén para hacerlos permanentes y en modo de lectura, lo cual implica que los usuarios no pueden actualizar, eliminar o sobrescribir los datos almacenados; históricos porque cada dato almacenado representa una dimensión temporal que le permite dar seguimiento a los cambios o tendencias, dicho de otra forma, el almacén de datos guarda los cambios históricos de cada dato. (Inmon, 2005)

A continuación, se definen los componentes más importantes de implementación de un almacén de datos:

2.1.4.3.1. Data mart

Subconjunto de datos que pertenecen almacén de datos o *data warehouse*; el enfoque de este subconjunto está orientado a un proceso de negocio o un grupo de personas, en lugar de cubrir toda la organización como lo hace el almacén de datos empresarial. (Sherman, 2014)

Vercellis (2009) indica que los *data marts* son sistemas que recopilan todos los datos requeridos por un departamento específico de la empresa, como mercadeo o logística, con el fin de realizar análisis de inteligencia empresarial y ejecutar aplicaciones de apoyo a la decisión específicas de la función en sí. Así mismo, los almacenes de datos y los *data marts* comparten el mismo marco tecnológico. Algunas empresas prefieren diseñar y desarrollar de manera incremental una serie de *data marts* integrados en lugar de un *data warehouse* central, con el fin de reducir el tiempo de implementación y las incertidumbres relacionadas con el proyecto.

2.1.4.3.2. Modelo dimensional

El modelado o modelo dimensional es la técnica aceptada ampliamente para presentar datos analíticos, porque cumple con los requisitos de entrega de datos comprensibles y simples para los usuarios de negocio, así mismo ofrece rendimiento para realizar consultas rápidas sobre grandes volúmenes de datos. Los modelos dimensionales a menudo son implementados con sistema de bases de datos relacionales. (Kimball y Ross, 2013)

Sherman (2015) define al modelo dimensional como una técnica de diseño lógico de datos, y es mucho más adecuado para aplicaciones de inteligencia de negocio y almacenamiento de datos (*data warehousing*). El propósito de los modelos dimensionales es habilitar reportes, consultas y análisis para inteligencia de negocios. Los conceptos claves en un modelo dimensional son: hechos y dimensiones.

2.1.4.3.3. Hechos y tabla de hechos

El término hecho representa una medida de negocio, por ejemplo, en una tienda cada vez que se vende algún producto (hecho) se registra la cantidad de productos vendidos y el precio pagado por cada uno de ellos (medidas); estas medidas son capturadas a través de los sistemas transaccionales, mientras que un hecho se compone de medidas y de contexto; la tabla de hechos (*fact table*) en un modelo dimensional almacena todas las medidas resultantes de la ejecución de los eventos o hechos de los procesos de negocio de una organización y cada registro o fila en una tabla de hechos corresponde a las medidas de un evento. (Kimball y Ross, 2013)

Una tabla de hechos está compuesta por hechos, medidas y llaves foráneas a distintas tablas de dimensiones, así mismo expresa relaciones de muchos a muchos hacia las otras tablas de dimensiones. (Karitani, 2014)

La tabla III representa una tabla de hechos para ventas en una tienda, y se pueden observar las medidas y las llaves foráneas hacia las dimensiones.

Tabla III. **Tabla de hechos para ventas de una tienda**

Ventas	
FK	tienda_fk
FK	cliente_key
FK	producto_key
FK	fecha_key
	no_transaccion
	unidades_vendidas
	monto_venta

Fuente: elaboración propia.

2.1.4.4. Dimensiones y tabla de dimensiones

Las dimensiones son información contexto para los hechos, describen el quién, qué, dónde, cuándo, cómo y por qué del evento. Las tablas de dimensiones como complemento de la tabla de hechos. Estas tablas contienen el contexto o descripción de un hecho o evento de negocio. Las tablas de dimensiones están integradas por atributos y estos sirven como fuente principal de consultas, agrupaciones y etiquetas para desarrollar informes. Por ejemplo, cuando un usuario desea ver las ventas (hechos) en dólares por marca, la marca debe estar disponible como atributo de dimensión. (Kimball y Ross, 2013)

Las tablas de dimensiones son estructuras, generalmente compuesta por una o más jerarquías que categoriza los datos. Las claves primarias de cada una de las tablas de dimensiones son parte de la clave primaria compuesta de la tabla de hechos, los atributos dimensionales ayudan a describir el valor dimensional; normalmente son valores textuales descriptivos y las tablas de dimensiones son generalmente más pequeñas que las tablas de hechos. (Almeida, 2017)

En la tabla IV se muestra un ejemplo de una tabla dimensión de producto, en la cual se puede observar la descripción del contexto de las ventas que se efectuaron en una tienda.

2.1.4.4.1. Llave sustituta y natural

Cada tabla de dimensiones se le asigna una llave sustituta, esta llave no representa una transferencia o transacción de los sistemas de información transaccionales, sino que se crea especialmente para el almacén de datos. Las llaves sustitutas suelen ser números enteros, generados y administrados como parte del proceso de extracción, transformación y carga (ETL) que se carga en el esquema estrella. En cada fila de la tabla de dimensiones, el sustituto tiene un valor único. Las llaves naturales son identificadores transferidos desde los sistemas origen o transaccionales. A diferencia de los valores de llave sustituta, los valores de las columnas de llave natural pueden tener significado para los usuarios del almacén de datos. (Adamson, 2010)

Tabla IV. **Tabla de dimensión de productos**

Producto	
PK	<u>codigo_producto</u>
	SKU
	nombre
	marca
	categoría
	peso

Fuente: elaboración propia.

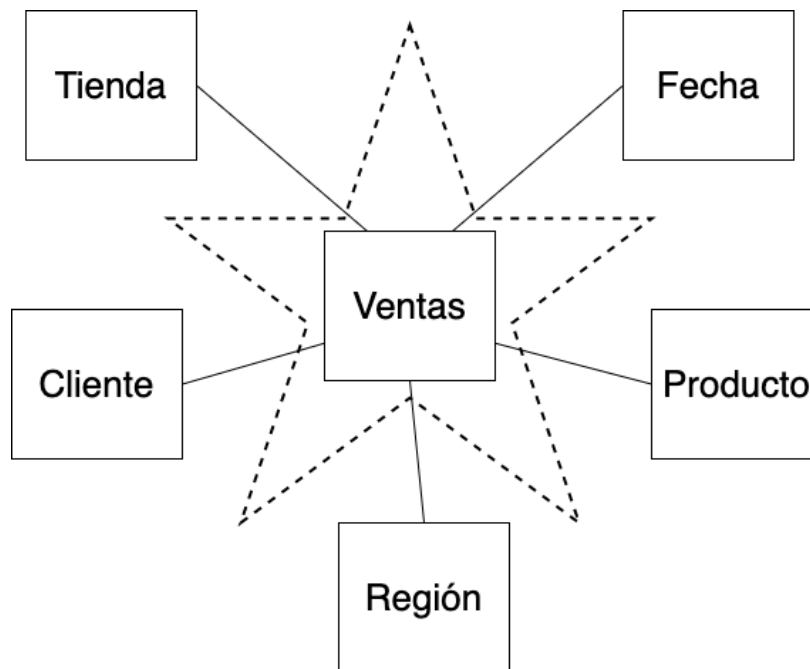
2.1.4.4.2. Esquema estrella

Los modelos dimensionales implementados con sistemas de bases de datos relacionales se denominan esquemas estrella debido a su parecido con una estructura en forma de estrella. (Adamson, 2010)

El esquema en estrella (a veces denominado esquema de unión en estrella) es el estilo de modelado dimensional más utilizado y simple. Un esquema en estrella contiene una tabla de hechos central rodeada y conectada a varias tablas de dimensiones. (Sharda, Delen y Turban, 2013)

La figura 1 muestra un esquema estrella que representa un modelo dimensional para el proceso de negocio “ventas”, en el cual las ventas representan los hechos y la información descriptiva como producto, tienda, región, fecha y clientes las dimensiones.

Figura 1. **Esquema estrella**



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio.

2.1.5. Herramientas de inteligencia de negocio

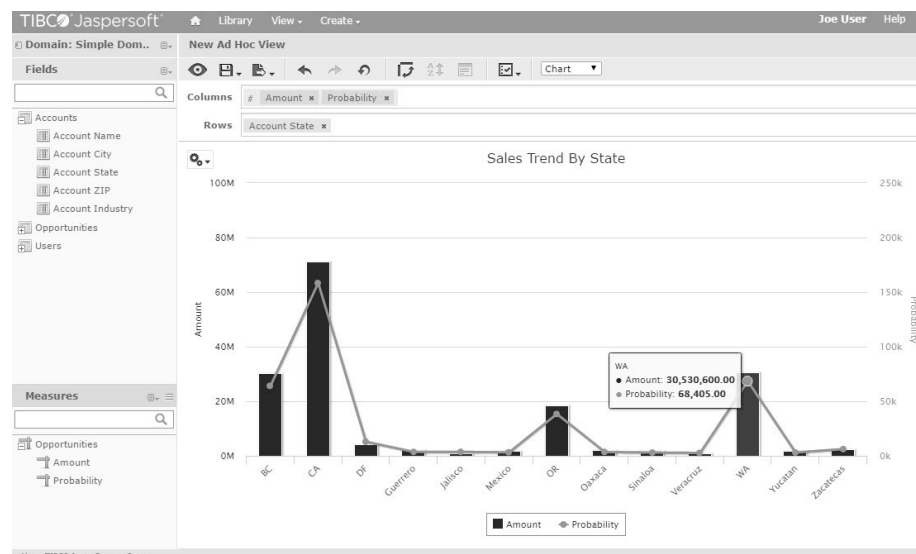
Esta es la capa que consta de herramientas que muestran información obtenida del almacén de datos en diferentes formatos para diferentes usuarios. Dentro de la diversidad de herramientas existentes se hace referencia a:

2.1.5.1. Generadores de informes

Son herramientas que permiten acceder a los datos, formatearlos y presentarlos en formatos de informes o reportes por medio de tablas, gráficos, informes maestro detalle, así mismo proveen un conjunto de plantillas para crear informes con un formato y apariencia corporativa. A estas herramientas también se les conoce como herramientas de consulta ad hoc, porque permiten al usuario generar sus informes según sus necesidades. (Sherman, 2014)

Un ejemplo de herramientas que sirven para la generación de informes se muestra en la figura 2.

Figura 2. Herramienta para generar informes



Fuente: Jaspersoft (2020). *JasperReports Server Interactive Reports and Scheduling*.

Consultado el 25 de septiembre de 2020. Recuperado de

[https://community.jaspersoft.com/wiki/jasperreports-server-interactive-reports-and-scheduling-](https://community.jaspersoft.com/wiki/jasperreports-server-interactive-reports-and-scheduling-video)

video

2.1.5.2. Visualizadores de datos

A través de estas herramientas se pueden desarrollar visualización de datos como tableros (*dashboards*) y cuadros de mando (*scorecards*), para los gerentes y ejecutivos que necesitan una visión general de la organización. Los tableros son herramienta útil que permite a los usuarios visualizar datos utilizando gráficos, métricas de colores o tablas. Los usuarios también pueden ver información más detallada sobre los indicadores clave de rendimiento en sus organizaciones. (Ong, Siew y Wong, 2011)

La figura 3 es un ejemplo de una herramienta para visualización de datos y creación de tableros, su nombre es Power BI y fue desarrollada por Microsoft (Microsoft, 2020).

Figura 3. Herramienta para visualización de datos



Fuente: Microsoft (2020). *Dashboards for Power BI designers*. Consultado el 26 de septiembre de 2020. Recuperado de <https://docs.microsoft.com/en-us/power-bi/create-reports/service-dashboards>

2.1.5.3. Procesos analíticos en línea

OLAP (por su nombre en *inglés on-line analytical processing*) es un *software* para ejecutar análisis multidimensional con alta velocidad sobre grandes volúmenes de datos provenientes de los almacenes de datos (*data warehouse*), *data mart* o alguna otra unidad centralizada de almacenamiento. (IBM Cloud Education, 2020)

Las herramientas OLAP son genéricas y funcionan sobre sistemas de información o almacenes de datos, permitiendo realizar operaciones de agregación y combinaciones sobre datos de una forma compleja. Las operaciones fundamentales de una herramienta OLAP son: *drill*, *roll*, *pivot*, *slice* y *dice*. Así mismo estas herramientas apoyan el análisis de datos porque proveen distintos puntos de vista. (Pérez, 2015)

Las arquitecturas más comunes para herramientas OLAP son: MOLAP (*Multi-dimensional OLAP*), ROLAP (*Relation On-Line Analytical Process*) y HOLAP (*Hybrid OLAP*). (Almeida, 2017)

ROLAP es un sistema OLAP en el cual los datos se encuentran almacenados en un sistema de base de datos relacional. Estos sistemas simulan datos en formato multidimensional por medio de indexación, metadatos, caché entre otros. (Banizi, Fleitas y Secondi, 2011)

La tabla V muestra un reporte creado con la herramienta OLAP MicroStrategy.

Tabla V. **Herramienta para procesamiento analítico en línea**

View filter  

New Clear ☒ Auto-Apply changes

Revenue Greater than 2000000

[Click here to start a new qualification](#)

Region	Employee	Metrics	Revenue	Cost	Profit	
Central	Gale Loren		\$2,262,146	\$1,907,140	\$355,006	
	Torrison Mary		\$2,364,993	\$1,992,733	\$372,260	
Mid-Atlantic	Bernstein Lawrence		\$5,295,910	\$4,373,395	\$922,515	
	Folks Adrienne		\$5,708,091	\$4,727,075	\$981,016	
	Hollywood Robert		\$5,272,618	\$4,363,948	\$908,670	
Northeast	Kelly Laura		\$3,135,209	\$2,579,374	\$555,835	
	Sawyer Leanne		\$3,131,556	\$2,579,820	\$551,737	
	Yager Beth		\$3,081,539	\$2,537,695	\$543,844	

Execution Time: 00:00:01

Rows: 13

Columns: 3

 Local Template

 OLAP

Fuente: MicroStrategy (2020). *MicroStrategy Community*. Consultado el 26 de septiembre de 2020. Recuperado de [https://docs-archives.microstrategy.com/producthelp/10.8/InMemoryAnalytics/WebHelp/Lang_1033/Content/InMemoryAnalysis/Report_types__Standard_and_OLAP_reports.htm](https://docs.archives.microstrategy.com/producthelp/10.8/InMemoryAnalytics/WebHelp/Lang_1033/Content/InMemoryAnalysis/Report_types__Standard_and_OLAP_reports.htm)

2.2. **Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología**

Como órgano de coordinación, es la responsable de apoyar y ejecutar las decisiones que emanen del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT) y dar seguimiento a sus respectivas acciones, por medio de la utilización eficiente de los recursos financieros del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT). Asimismo, constituye el vínculo entre las instituciones que integran el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología [SINCYT]. (SENACYT, 2021)

2.2.1. Misión

Promover la generación y el uso de la Ciencia, Tecnología e Innovación, construyendo espacios de colaboración entre los sectores académicos, público, productivo y sociedad civil, para impulsar el desarrollo de Guatemala. (SENACYT, 2021)

2.2.2. Visión

Ser promotores del desarrollo de Guatemala, poniendo la ciencia, tecnología e innovación al servicio de la sociedad. (SENACYT, 2021)

2.2.3. Funciones

- Someter a consideración del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, las propuestas de actividades, planes, proyectos, programas o eventos de desarrollo científico tecnológico nacional.
- Ejecutar el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT).
- Coordinar la preparación y seguimiento del Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2005-2014.
- Coordinar con las Comisiones Técnicas Sectoriales e Intersectoriales la presentación de programas y proyectos de cooperación técnica internacional.

- Darle seguimiento a las actividades, proyectos y programas aprobados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, a efecto de mantener un informe actualizado para su adecuada coordinación.

2.2.4. Plataforma de servicios

La plataforma de servicios digitales de la SENACYT permite acceder a todos los servicios de la secretaría de forma fácil, ágil, estructurada y segura, a través de internet. (SENACYT, 2022)

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo con los objetivos específicos definidos, se obtuvieron los siguientes resultados:

3.1. Diseño de la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT

El diseño definido para la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT corresponde al objetivo:

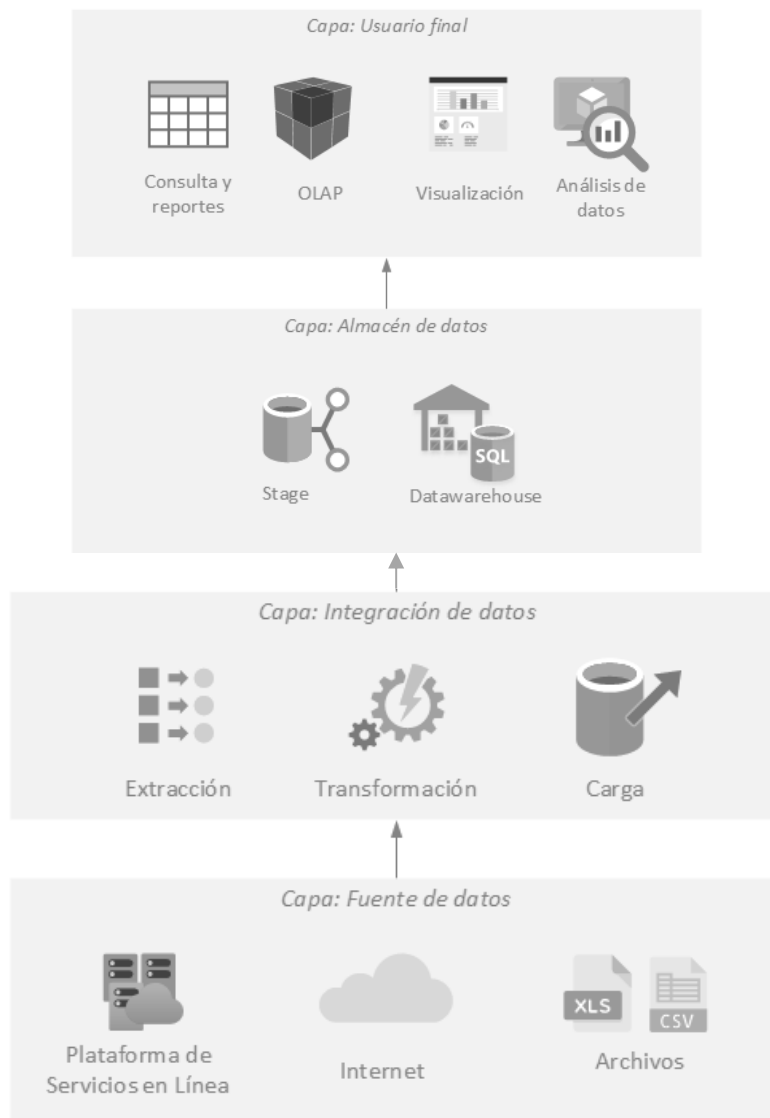
Objetivo 1. Diseñar la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT, que brinde las capacidades técnicas para analizar, visualizar y generar informes a partir de los datos del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT.

Con base en los modelos de arquitecturas para la implementación de sistemas de inteligencia de negocio descritos en los antecedentes y marco teórico, la figura 4 muestra el diseño final de la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio implementado en la SENACYT.

La arquitectura implementada como lo muestra la figura 4 está integrada por las siguientes capas:

- Capa de fuente de datos: son las fuentes internas y externas de donde se obtienen los datos, por ejemplo: una base de datos, un archivo delimitado por comas, una hoja electrónica, entre otros.

Figura 4. **Arquitectura del sistema de inteligencia de negocio**



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio.

- Capa de integración de datos: procesos y programas informáticos que permiten combinar, transformar y cargar los datos obtenidos de la capa de fuente de datos hacia un almacén de datos.
- Capa de almacén de datos: mecanismo por medio del cual los datos son almacenados, consultados y accedidos a través de un manejador de base de datos.
- Capa de usuario final: herramientas que permiten a los tomadores de decisiones (usuarios) generar información a partir de los datos por medio de consultas personalizadas, reportes, procesamiento de la información, visualización, análisis de datos entre otros.

3.1.1. Capa de fuente de datos

Las fuentes de datos identificadas para la implementación del sistema de inteligencia de negocio fueron:

3.1.1.1. Sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos

Sistema que tiene como función el registro de todos los eventos que la SENACYT realiza, así mismo permite registrar los datos de cada uno de los participantes. Este sistema está integrado por un módulo de registro de eventos y participantes, y un módulo de consulta general. La figura 8 muestra de forma general la interfaz gráfica del sistema y la figura 9 los reportes que son generados desde el sistema.

Tabla VI. Sistema de eventos científicos y tecnológicos

INGRESO INFORMACION LISTA DE ASISTENCIA	
XXX	
XXX	
TOTAL DE REGISTROS: 1	
GENERO:	☒ MASCULINO ☐ FEMENINO
AUTO-IDENTIFICACION:	☐ 0.-NINGUNO ☐ 1.-MAYA ☐ 2.-GARIFUNA ☐ 3.-XINCA ☒ 4.-MESTIZO ☐ 5.-OTRO
COMUNIDAD LINGUISTICA:	CASTELLANO---99
EDAD:	0 Sí no tiene edad ingresar cero (0)
SECTOR:	☒ 0.-NINGUNO ☐ 1.-PÚBLICO ☐ 2.-PRIVADO ☐ 3.-ACADÉMICO ☐ 4.-OTRO
GRADO ACADEMICO:	☒ 0.-NINGUNO ☐ 1.-PRIMARIA ☐ 2.-SECUNDARIA ☐ 3.-DIVERSIFICADO ☐ 4.-LICENCIATURA ☐ 5.-MAESTRÍA ☐ 6.-DOCTORADO
TIPO DISCAPACIDAD:	NO TIENE DISCAPACIDAD---1

Grabar Información

GRADO ACADEMICO	GENERO	AUTO-IDENTIFICACION	EDAD	SECTOR	COMUNIDAD LINGUISTICA	TIPO DISCAPACIDAD	ELIMINAR
NINGUNO	FEMENINO	MAYA	0	NINGUNO	CASTELLANO	NO TIENE DISCAPACIDAD	

Fuente: SENACYT (2022). Documentación de sistemas internos SENACYT.

Tabla VII. Reporte del sistema de eventos científicos y tecnológicos

Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología
Registro de participantes de actividades de capacitación y formación en SENACYT y de FONACYT

BENEFICIARIOS POR GENERO		
DATOS DEL 01/05/2017 AL 18/05/2021		
GENERO	CANTIDAD DE PERSONAS	PORCENTAJE
MASCULINO	19075	41.64%
FEMENINO	26734	58.36%
TOTALES:	45809	100%
TOTALES DE EVENTOS: 294		

Fuente: SENACYT (2022). Documentación de sistemas internos SENACYT.

Este sistema está implementado con una base de datos relacional como mecanismo de almacenamiento basado en la tecnología *MySQL*. Al inspeccionar la base de datos se pudo observar que esta carece de relaciones entre tablas y fue implementada de esta forma por decisiones del desarrollador del sistema.

La base de datos está conformada por una serie de tablas que almacenan los datos de los eventos, participantes y catálogos que permiten describir cada uno de estos elementos. El modelo de datos está conformado por 15 tablas tal y como lo muestra la figura 5.

3.1.1.2. Sistema de registro histórico de proyectos

Sistema que tiene la función del resguardo y mantenimiento de la información de los proyectos de científicos, tecnológicos y de innovación que han sido financiados por medio del Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología (FONACYT), el cual es administrado por la SENACYT. Este sistema está alimentado por toda la información histórica registrada en archivos físicos de los proyectos, así como la información de las propuestas de proyectos que ingresan por medio de la Plataforma de Servicios en Línea (PSL).

La figura 6 muestra de forma general la interfaz gráfica del sistema y la tabla VIII los reportes que son generados desde el sistema.

Figura 5. Base de datos del sistema de eventos científicos y tecnológicos



Fuente: SENACYT (2022). Documentación de sistemas internos SENACYT.

Figura 6. Sistema de registro histórico de proyectos

Resumen

ESTADO

Finalizado

CONTRATO

FONACYT/FACYT 01-1996

MONTO AUTORIZADO

Q 50000

MONTO EJECUTADO

Q 35260

EJECUCIÓN

70.52%

PROYECTO DE TRASLADO

No tiene traslado

Ver proyecto de arrastre

Nombre del proyecto/actividad

Identificación de prioridades y formulación de proyectos de Investigación científica y desarrollo Tecnológico para incrementar la competitividad. -extra título-

«

Ficha técnica

Resumen

Interesado y Entidad

Información Financiera

Infor»

Nombre de proyecto

Identificación de prioridades y formulación de proyectos de Investigación científica y desarrollo Tecnológico para

No. de Contrato

FONACYT/FACYT 01-1996

Fondo

FONACYT

Línea de financiamiento

FACYT

Estado del proyecto

Finalizado

Convocatoria

0

Fuente: SENACYT (2022). Documentación de sistemas internos SENACYT.

Tabla VIII. Reporte del sistema de registro histórico de proyectos

Criterios de búsqueda

Puede realizar una consulta ingresando uno o más criterios de búsqueda.

Fondo:

Línea:

Año del proyecto:

Todos

Todas

Todos

Convocatoria:

Estado:

No. de Contrato:

Todos

Todos

Investigador principal:

Entidad contraparte

Seleccione un investigador

Seleccione una institución

Búsqueda avanzada

Buscar

Borrar búsqueda

Para ver detalles del proyecto, haga doble click sobre el nombre del mismo

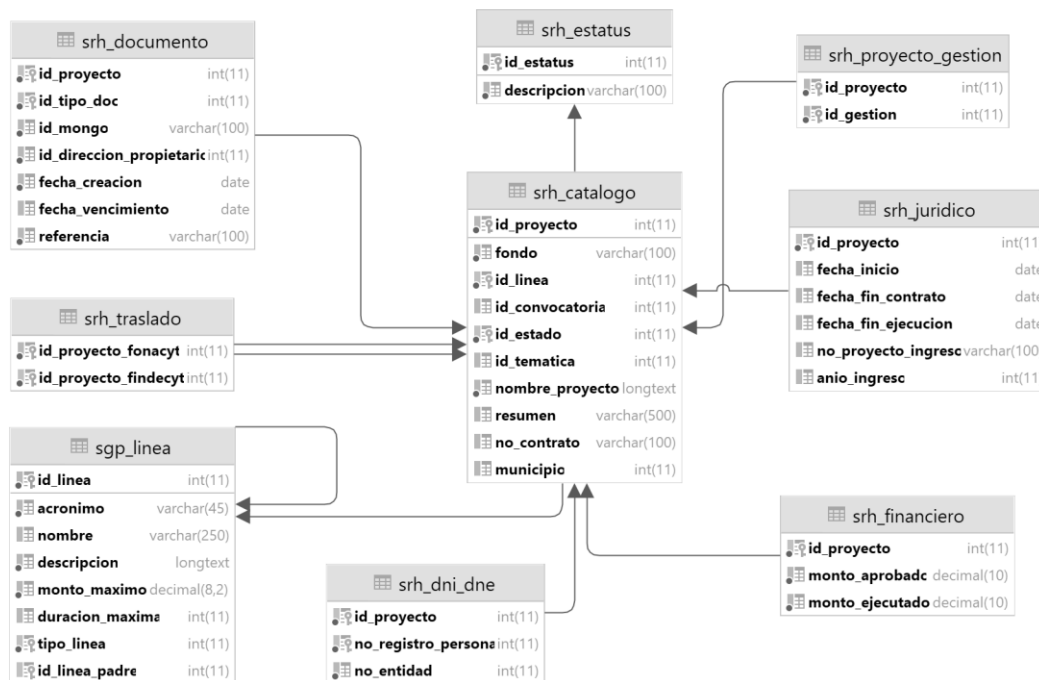
	No. Contrato	No. Ingreso	Nombre proyecto	Línea	% Ejecución	Estatus
1	FONACYT/FACYT 01-1996	01-96	Identificación de prioridades y formulación de proyectos de Investigación científica y desarrollo Tecnológico para incrementar la competitividad. -extra título-	FACYT	70.52	Finalizado
2	FONACYT/FACYT 02-1996	02-96	Identificación de prioridades de Investigación científica y desarrollo Tecnológico para el desarrollo sostenible, diagnostico de capacidad nacional por desarrollarse, identificación y elaboración de proyectos que la impulsen.	FACYT	84.47	Finalizado
3	FONACYT/FACYT 03-1996	03-96	Identificación de prioridades de Investigación científica y desarrollo Tecnológico en salud.	FACYT	72.78	Finalizado
4	FONACYT/FACYT 04-1997	04-97	Programa de visitas recíprocas entre generadores y usuarios de ciencia y tecnología agropecuaria.	FACYT	54.02	Finalizado

Fuente: SENACYT (2022). Documentación de sistemas internos SENACYT.

Este sistema está implementado con una base de datos relacional como mecanismo de almacenamiento basado en la tecnología *MySQL*.

La base de datos está conformada por una serie de tablas que almacenan los datos de los proyectos, organizados en forma categórica según el tipo de información que estos representan, por ejemplo: información financiera, técnica, entre otros, así mismo se auxilia de otras bases de datos que almacenan información relacionada a los proyectos. En total la cantidad de tablas que integran el modelo de datos completo son 82, la figura 7 representa un segmento de la base de datos.

Figura 7. **Segmento de la base de datos del sistema de registro histórico de proyecto**



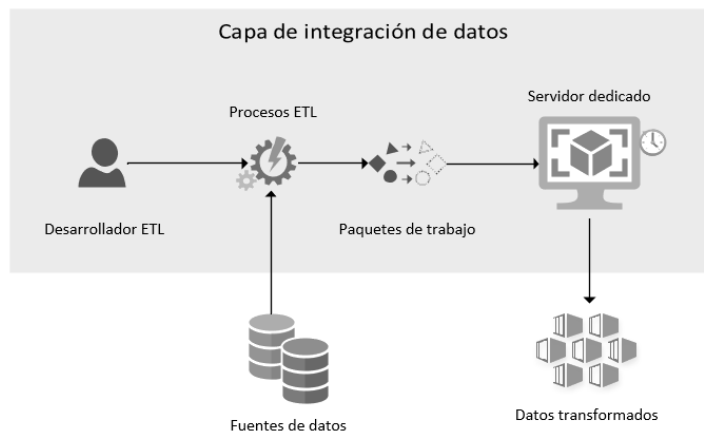
Fuente: SENACYT (2022). *Documentación de sistemas internos SENACYT*.

3.1.2. Capa de integración de datos

Esta capa o componente de la arquitectura es representada como un software o programa especializado en Extracción, Transformación y Carga de datos (*ETL*), así como un servidor que permitirá ejecutar los procesos *ETL* de forma planificada.

La figura 8 representa el diseño y funcionamiento de esta capa de integración de datos.

Figura 8. **Capa de integración de datos**



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio.

A continuación, se describe el diseño del funcionamiento de la capa de integración de datos:

- El encargado del desarrollo de los procesos *ETL*, tiene instalada la herramienta en su computadora y realiza todos los procedimientos técnicos

correspondientes como: conectarse a la fuente de datos, transformar los datos y cargarlos al almacén de datos.

- El encargado crea los paquetes de trabajo que ejecutarán las acciones definidas en *ETL*.
- El encargado registra y calendariza los paquetes de trabajo en el servidor dedicado a la ejecución de tareas orientadas a la inteligencia de negocio.
- El servidor dedicado con base a la planificación ejecuta los procesos *ETL* correspondientes y los datos son enviados al almacén de datos.

3.1.3. Capa de almacén de datos

El diseño del almacén de datos tiene dos enfoques para su posterior implementación: el diseño técnico que se refiere a la tecnología y motor de base de datos y el diseño de modelado dimensional que hace referencia a la forma de cómo los datos son organizados y almacenados para su posterior uso.

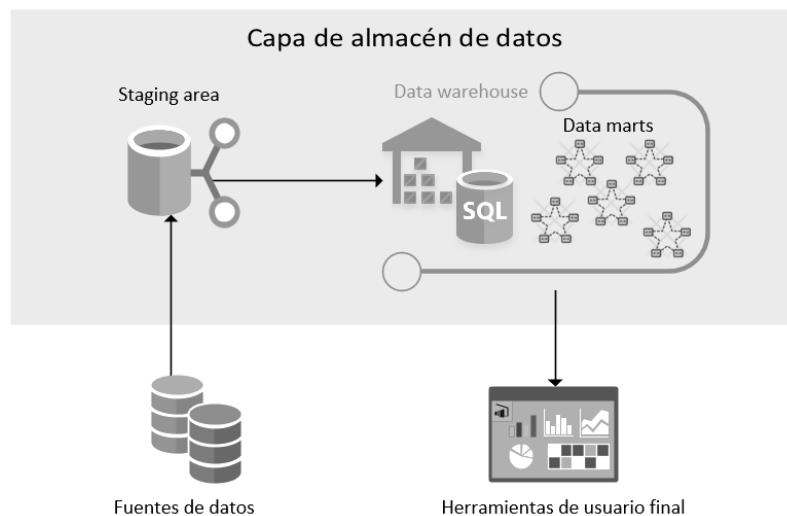
Desde el diseño técnico el almacén de datos fue implementado con un motor de base de datos relacional, para el cual se asignó en un servidor dedicado a esta labor.

El diseño de modelado dimensional se basó en el propuesto por Kimball, que plantea la construcción de un almacén de datos basado en áreas específicas (*data mart*), para que este conforme el almacén de datos vaya creciendo en el

tiempo se llegue a cubrir la totalidad de las áreas de la organización. A continuación, se indica las reglas que el modelado dimensional debe atender:

- Cada *data mart* es diseñado con un modelo dimensional conformado por una tabla de hechos y un conjunto de dimensiones que describen los hechos.
- El almacén de datos debe estar compuesto por una serie de *data marts* los cuales son implementados con una base de datos relacional.
- El almacén de datos debe tener un área de preparación (*staging area*) que como su nombre lo indica, esta área sirve como paso intermedio entre la fuente de datos y los *data marts*, cumpliendo con el objetivo de ser un espacio temporal de almacenamiento de datos, para su posterior transformación y carga al destino.
- El área de preparación (*staging area*) debe ser implementado con el mismo motor de base de datos que se utilizó para los *data marts*.

Figura 9. **Capa de almacén de datos**



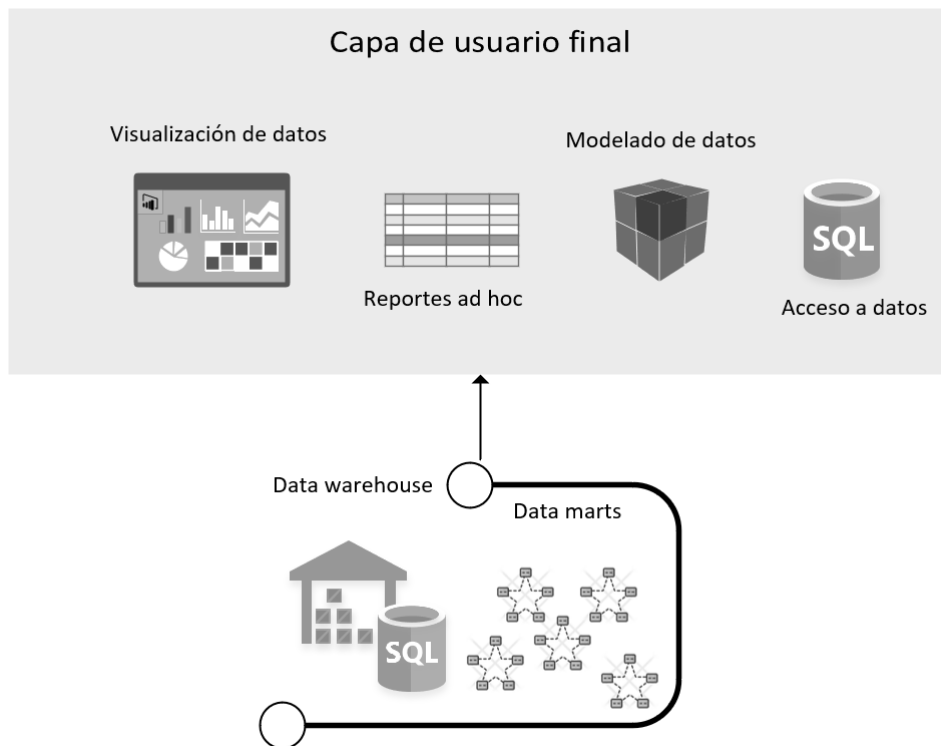
Fuente: elaboración propia, utilizando Visio.

La figura 9 muestra el diseño de implementación de la capa de almacén de datos, así como cada uno de sus componentes, entrada y salida.

3.1.4. Capa de usuario final

Es la representación de las herramientas que proveen funciones específicas para el usuario final en cuanto a acceso y reportería de los datos. La figura 10 muestra el diseño y la interacción de las herramientas de usuario final respecto al almacén de datos.

Figura 10. **Capa de usuario final**



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio.

A continuación, se detallan aspectos de diseño técnicos relacionados con la implementación de estas herramientas de usuario final:

- Visualización de datos: la herramienta de visualización es instalada en cada computadora del usuario, así como configurado el conector de comunicación con el almacén de datos. Por medio de la herramienta el usuario de forma fácil y sencilla se conecta al almacén de datos, selecciona los datos y con apoyo de dicha herramienta realiza las visualizaciones correspondientes. La figura 11 muestra un ejemplo de uso de la herramienta de visualización de datos.

Figura 11. Herramienta de visualización de datos



Fuente: elaboración propia, utilizando Power BI Desktop.

- Reportes ad hoc: son reportes compuestos por filas y columnas que cumplen que muestran los registros o bien resúmenes de estos. Esta herramienta es implementada por medio de un servidor de reportes, el cual se conecta de forma directa al almacén de datos. Estos reportes son predefinidos en su estructura, por lo cual el usuario solo debe acceder al sistema y solicitar la generación de un reporte, seleccionar el formato de salida como por ejemplo Excel, PDF, entre otros. La figura 12 muestra el ejemplo de uso de un reporte ad hoc o específico.

Figura 12. Reporte específico



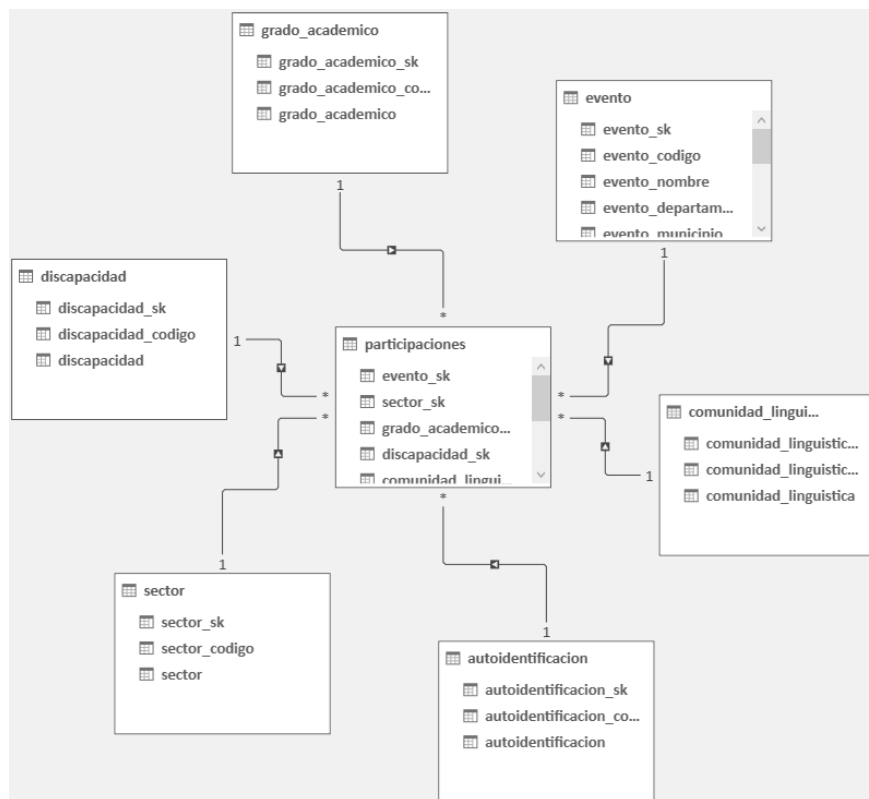
The screenshot shows a web application interface. A dropdown menu is open, displaying various export formats: Java, HTML, PDF, RTF, DOCx, ODT, ODS, PPTx, Text, XLS, XLSx, CSV, XLS Metadata, CSV Metadata, JSON Metadata, XML, and XML With Images. The background shows a report titled 'Idades Lingüísticas' with the subtitle 'Financiados por Fonacyt' and a date '04/05/2022'. The report table has columns for 'Hombres', 'Mujeres', and 'Total'. The data is organized by linguistic groups, with 'NINGUNO' having the highest total count.

	Hombres	Mujeres	Total
	19	51	70
	4	6	10
	0	5	5
	15,680	22,634	38,314
	2	6	8
	2	1	3
	0	5	5
	5	25	30
	2	1	3
	1	12	13
	25	12	37
	72	152	224
KICHE	87	181	268
MAM	40	70	110
MOPAN	1	10	11
NINGUNO	9,250	7,989	17,239
POQOMAN	4	7	11
POQOMCHI	9	56	65
QANJOBAL	11	24	35

Fuente: elaboración propia, utilizando *Jaspersoft Studio*.

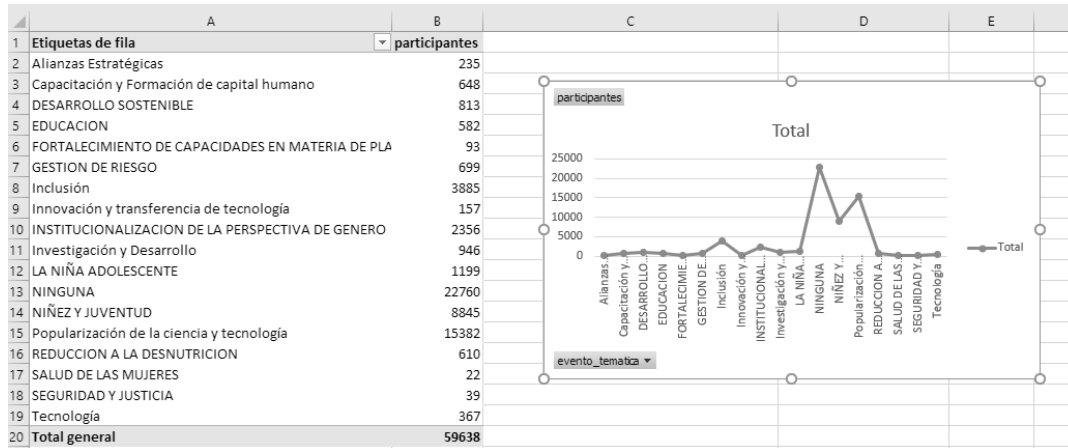
- Modelado y análisis de datos: esta herramienta es instalada en cada computadora de los usuarios, es configurado un conector de comunicación para conexión al almacén de datos, para su posterior modelado y uso de los datos. El uso principal de esta herramienta es modelar los datos en forma de cubo, para que estos posteriormente sean analizados por medio de tablas o gráficos dinámicos. La figura 13 muestra el ejemplo del modelado de datos y la figura 14 uso del modelo de datos en tablas o gráficos dinámicos.

Figura 13. **Modelado de datos**



Fuente: elaboración propia, utilizando *Power Pivot*.

Figura 14. Tablas y gráficos dinámicos



Fuente: elaboración propia.

- Acceso a datos: herramientas con enfoque en el área de Tecnologías de la Información y su función es acceder al almacén de datos por medio de *SQL*. La ventaja del uso de estas herramientas es que el usuario técnico puede realizar consultas analíticas de una forma más fácil debido a las funcionalidades que el motor de base de datos brinda y almacenamiento de los datos que están preparados para la consulta. La tabla IX muestra un ejemplo de una consulta analítica realizada por medio de *SQL* al almacén datos.

Tabla IX. Consulta analítica con SQL

REPORT 7				
Reporte que muestra los participantes y % clasificados por el rango de edad en las fechas de inicio y fin (parámetros)				
WITH R7 AS (				
SELECT s.rangoedad rangoedad,				
s.genero genero,				
COUNT(s.rangoedad) participantes				
FROM (SELECT CASE				
WHEN p.edad <= 13 THEN 'Niñez'				
WHEN p.edad > 13 AND p.edad <= 30 THEN 'Juventud'				
WHEN p.edad > 30 AND p.edad <= 60 THEN 'Adultos'				
ELSE 'Tercera Edad'				
END rangoedad,				
CASE				
WHEN p.genero = 1 THEN 'Hombres'				
ELSE 'Mujeres'				
END genero				
FROM sp.participaciones p				
INNER JOIN sp.evento e				
ON e.evento_sk = p.evento_sk				
WHERE e.evento_fecha >= '01-10-2020'				
AND e.evento_fecha <= '31-12-2020') AS s				
GROUP BY s.rangoedad, s.genero)				
SELECT rangoedad,				
genero,				
participantes,				
CASE				
WHEN participantes > 0 THEN ROUND((participantes / SUM(participantes) OVER ()), 3)				
ELSE 0				
END				
porcentaje participacion				
FROM R7				
7 rows				
	rangoedad	genero	participantes	porcentaje participacion
1	Adultos	Hombres	428	0.177
2	Adultos	Mujeres	636	0.263
3	Juventud	Mujeres	598	0.247
4	Juventud	Hombres	401	0.166
5	Niñez	Mujeres	219	0.09
6	Tercera Edad	Hombres	77	0.032
7	Tercera Edad	Mujeres	63	0.026

Fuente: elaboración propia.

3.2. Herramientas tecnológicas implementadas para el desarrollo del sistema de inteligencia de negocio

Las herramientas tecnológicas implementadas para el desarrollo del sistema de inteligencia de negocio corresponden al objetivo:

Objetivo 2. Implementar las herramientas tecnológicas necesarias para el desarrollo del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT.

3.2.1. Selección de herramientas

Para la implementación de la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio presentada anteriormente, se desarrolló un instrumento para la evaluación que sirva como base para la selección de las herramientas tecnológicas.

Las herramientas se categorizaron en:

- Integración de datos: herramientas para implementar la capa de integración de datos.
- Almacén de datos: motores gestores de bases de datos para implementar la capa de almacén de datos.
- Usuario final: herramientas de reportería, visualización y acceso a datos para implementar la capa de usuario final.

Las variables que se usaron para analizar las herramientas tecnológicas son:

- Funciones: se refiere a la diversidad de operaciones y funciones que la herramienta permite realizar. Representa el 20 % de la nota final.
- Licenciamiento: autorización que otorga el autor que permite el derecho a terceras personas de utilizar su programa. Representa el 15 % de la nota final.
- Soporte técnico: soporte por parte del desarrollador del programa o documentación técnica u otros recursos existentes en internet. Representa el 10 % de la nota final.
- Compatibilidad con la infraestructura: grado de compatibilidad con la infraestructura tecnológica de la SENACYT. Representa el 20 % de la nota final.
- Curva de aprendizaje: facilidad con la que un usuario aprende a usar la herramienta. Representa el 20 % de la nota final.
- Costo: grado de inversión monetaria que se debe realizar para la implementación de la herramienta. El punteo de esta variable está distribuido de la siguiente forma: 5 % inversión alta, 10 % inversión media y 15 % ninguna inversión. Representa el 15 % de la nota final.

La tabla X muestra los resultados obtenidos de la evaluación de las herramientas tecnológicas y con base a esta tabla, las herramientas seleccionadas para la implementación de la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio fueron:

- Integración de datos: *Talend*.
- Almacén de datos: *Postgres*.
- Usuario final: *Power Bi*, *Jasper reports* y *Power Pivot*.

Tabla X. Evaluación de herramientas tecnológicas

Categoría	Herramienta	Funciones	Licencia	Soporte técnico	Compatibilidad con la infraestructura	Curva de aprendizaje	Costo	Total
		20%	15%	10%	20%	20%	15%	100 %
Integración de datos	<i>Talend</i>	15	15	10	20	20	15	95
	<i>Pentaho Data Integration</i>	15	15	10	20	18	15	93
	<i>Integration Services (SSIS)</i>	20	10	10	10	15	5	70
	<i>Oracle Data Integrator</i>	20	10	10	10	15	5	70
Almacén de datos	<i>MySQL</i>	10	15	10	20	20	15	90
	<i>Postgres</i>	20	15	10	20	20	15	100
	<i>Oracle</i>	20	10	10	10	20	5	75
	<i>SQL Server</i>	20	10	10	10	20	5	75

Continuación de la tabla X.

Categoría	Herramienta	Funciones	Licencia	Soporte técnico	Compatibilidad con la infraestructura	Curva de aprendizaje	Costo	Total
		20 %	15 %	10 %	20 %	20 %	15 %	100 %
Usuario final	<i>Power BI</i>	20	10	10	20	20	15	95
	<i>Tableau</i>	20	10	10	20	20	5	85
	<i>TIBCO Spotfire</i>	20	10	10	20	15	10	85
	<i>Power Pivot</i>	20	15	10	20	15	15	95
	<i>Jasper reports</i>	20	15	10	20	20	10	95
	<i>Crystal reports</i>	20	10	10	20	15	5	80
	<i>Qlink View</i>	20	15	10	15	15	10	85
	<i>Oracle BI</i>	20	10	10	10	15	5	70
	<i>MicroStrategy</i>	20	10	10	10	15	5	70
	<i>SAP BI</i>	20	10	10	10	15	5	70

Fuente: elaboración propia.

3.2.2. Implementación de herramientas

Con base en las herramientas seleccionadas, estas fueron instaladas, configuradas y probadas en los servidores y equipos de computación correspondientes. A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la implementación de estas herramientas, según la capa de la arquitectura a la que pertenecen.

3.2.2.1. Capa integración de datos

Como se definió en el diseño de la capa de integración de datos, esta está compuesta por el *software* para realizar la extracción, transformación y carga de datos, y el servidor dedicado para ejecutar de forma periódica los trabajos ETL.

3.2.2.1.1. Software para extracción, transformación y carga de datos

El *software* instalado fue *Talend Open Studio for Data Integration* versión *Community*, la cual se obtuvo desde el sitio web oficial de talend.

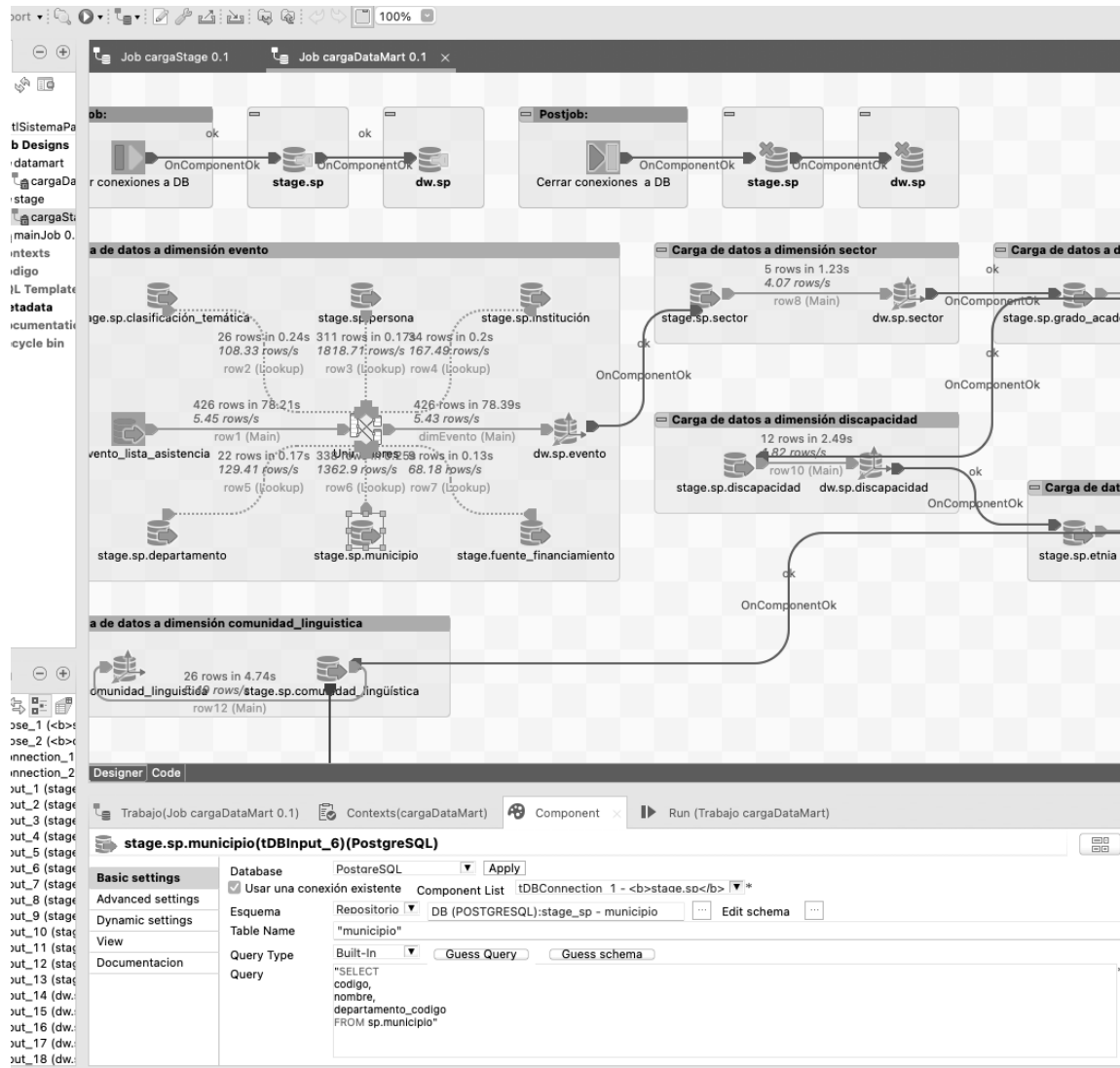
La figura 15 muestra el *software* instalado en una computadora que pertenece al ingeniero a cargo de la ingeniería de datos.

A continuación, se indican los datos técnicos de la instalación de *Talend Open Studio for Data Integration*:

- Versión: 7.3.1 y 8.0.1
- Java: 1.8.0 y 17.0.2
- Recursos de los equipos donde se instaló: Macbook Pro de 16 GB de RAM, 500 GB de disco duro, procesador Intel i7 y Laptop de 12 GB de RAM, 500 GB de disco duro, procesador i5 11va generación.
- Sistemas operativos: Windows 10 y 11, MacOS Big Sur y GNU/Linux Ubuntu 20.04.4 LTS.
- Requerimientos mínimos: 8 GB de memoria RAM y 20GB de disco duro.

Por último, cada programa creado con este *software* es denominado trabajo ETL, el cual debe ser exportado a un formato *.jar* para su ejecución periódica en el servidor dedicado a esta actividad.

Figura 15. Programa para extracción, transformación y carga de datos



Fuente: elaboración propia, utilizando Talend Open Studio for Data Integration.

3.2.2.1.2. Servidor para la ejecución de trabajos ETL

La implementación de este servidor se realizó sobre la arquitectura de servidores de la SENACYT por medio de un servidor virtual, a continuación, se indican las especificaciones del servidor:

- Nombre de servidor: senacyt-bi y tipo de servidor: virtual
- Recursos del servidor: Procesador 2.10 GHz, 16GB de memoria ram y 250GB de disco duro.
- Sistema operativo: *Windows Server* 2016 de 64 bits.

Para que el servidor cumpliera su función de ejecución de los trabajos ETL, se configuraron e instalaron respectivamente las siguientes herramientas:

- Programador de tareas: herramienta del sistema operativo por medio de la cual se programaron las ejecuciones de los trabajos ETL. Para el resguardo de los trabajos ETL se usó la carpeta C: \JOBS.
- Puerta de enlace: programa para realizar la conexión entre el almacén de datos y la herramienta de visualización *Power BI en la nube*. Con este programa los reportes y visualizaciones de manera automática actualizan sus fuentes de datos a la más recientes. La información técnica del sitio oficial.

3.2.2.2. Capa almacén de datos

Para la implementación del almacén de datos se instaló un servidor sobre la infraestructura de servidores de la SENACYT y el manejador de base de datos relacional *postgreSQL*.

Las especificaciones técnicas del servidor son:

- Nombre de servidor: dbpostgresql
- Tipo de servidor: virtual
- Recursos del servidor: Procesador 2.20 GHz, 16GB de memoria ram y 250GB de disco duro.
- Sistema operativo: Windows Server 2016 de 64 bits.
- Recursos del servidor: Procesador 2.10 GHz, 16GB de memoria ram y 1 TB de disco duro.
- Sistema operativo: GNU/Linux Ubuntu 18.04.1 LTS *bionic*.

El manejador de base de datos sobre el cual se creó el almacén de datos y el área de preparación (*staging area*), tiene las siguientes especificaciones:

- Manejador de base de datos: PostgreSQL.
- Versión: 10.14.
- Puerto: 5433.
- Extensiones instaladas: *tablefunc*.
- Parámetros modificados de memoria: *max_connections*, *shared_buffers*, *effective_cache_size*, *work_mem* y *maintenance_work_mem*.

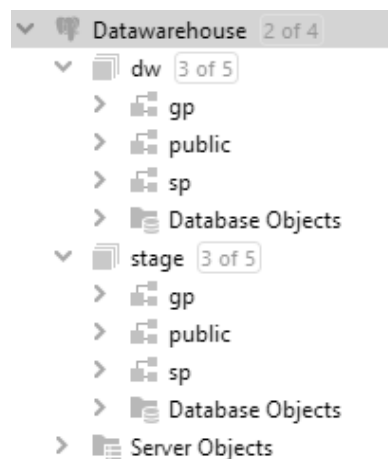
- Parámetros modificados de procesador: *max_worker_processes*, *max_parallel_workers_per* y *max_parallel_workers*

El almacén de datos fue implementado con las siguientes bases de datos y esquemas:

- Base de datos *stage* para el área de preparación, compuesto por los esquemas *sp* y *gp*, para almacenar de manera temporal los datos de cada uno de los sistemas transaccionales en estudio.
- Base de datos *dw* para el almacén de datos, compuesto por los esquemas *sp* y *gp*, que representan y almacenan los modelos dimensionales de cada uno de los sistemas transaccionales en estudio.

La figura 16, muestra las bases de datos y esquemas por medio de los cuales el almacén de datos fue implementado.

Figura 16. **Almacén de datos**



Fuente: elaboración propia, utilizando *Datagrip*.

3.2.2.3. Capa usuario final

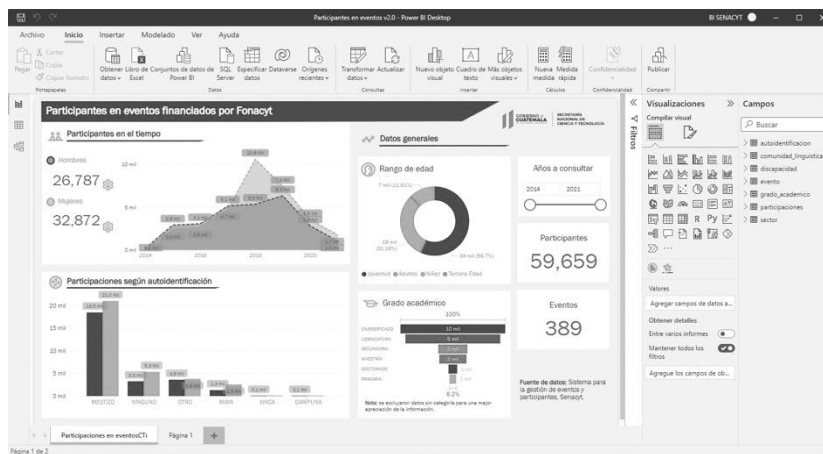
Las herramientas de la capa de usuario final con base a las categorías y herramientas definidas en el diseño de la arquitectura y herramientas seleccionadas para la implementación del sistema de inteligencia de negocio respectivamente fueron instaladas y configuradas, obteniendo los siguientes resultados:

3.2.2.3.1. Visualización de datos

La implementación de la herramienta de visualización de datos se realizó a través de *Power BI Desktop de Microsoft*, dicha herramienta fue instalada en la computadora de la persona encargada de realizar las visualizaciones de datos.

Las figuras 17 y 18 muestra unas capturas de *Power BI Desktop* y del servicio de *Power BI* en la nube respectivamente.

Figura 17. Programa de visualización de datos



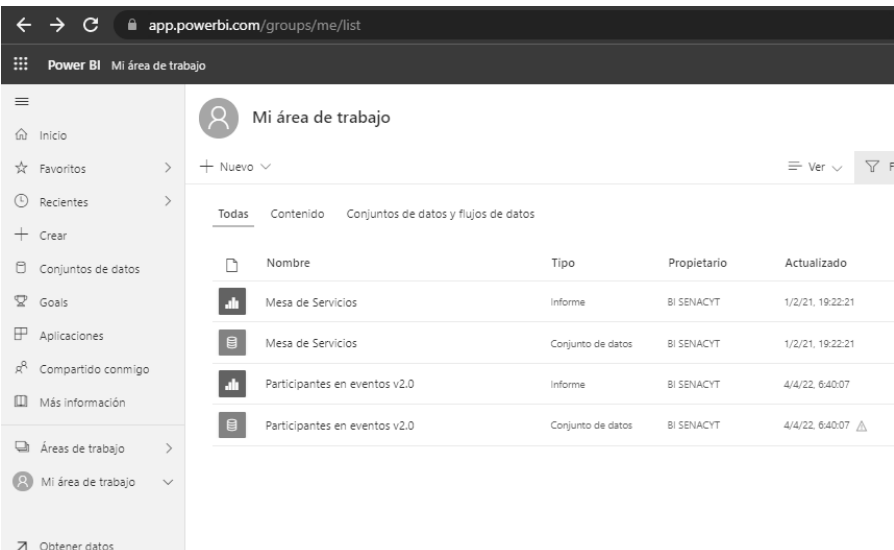
Fuente: elaboración propia, utilizando *Power BI Desktop*.

Las características del entorno y de instalación de la herramienta *Power BI Desktop* se indican a continuación:

- Recursos del equipo donde se instaló: Laptop de 12 GB de ram, 500 GB de disco duro, procesador i5 11va generación.
- Sistemas operativos: Windows 10 y 11
- Requerimientos mínimos: 8 GB de memoria ram y 20GB de disco duro.

Se debe tomar en cuenta que todas las visualizaciones generadas en *Power BI* únicamente pueden ser visualizadas en la computadora en donde fue creada, sin embargo, para que estas sean accesibles para todos y publicadas por medio de internet, se utilizó el servicio de *Power BI* en la nube, el cual está a disposición de la SENACYT, dado que esta cuenta con licencias de Office 365 Business Standard, las cuales incluyen dicho servicio.

Figura 18. Servicio de visualización de datos en la nube



The screenshot shows the Power BI web application interface. The left sidebar contains navigation options: Inicio, Favoritos, Recientes, Crear, Conjuntos de datos, Goals, Aplicaciones, Compartido conmigo, Más información, Áreas de trabajo, Mi área de trabajo (selected), and Obtener datos. The main area displays the 'Mi área de trabajo' workspace with a '+ Nuevo' button and a filter icon. Below this, there are tabs for 'Todas', 'Contenido', and 'Conjuntos de datos y flujos de datos'. A table lists the data sets:

Nombre	Tipo	Propietario	Actualizado
Mesa de Servicios	Informe	BI SENACYT	1/2/21, 19:22:21
Mesa de Servicios	Conjunto de datos	BI SENACYT	1/2/21, 19:22:21
Participantes en eventos v2.0	Informe	BI SENACYT	4/4/22, 6:40:07
Participantes en eventos v2.0	Conjunto de datos	BI SENACYT	4/4/22, 6:40:07

Fuente: elaboración propia, utilizando servicios de *Power BI en la nube*.

Para lograr la comunicación entre el almacén de datos y *Power BI*, se instaló y configuró un conector para *Windows* tipo ODBC para la base de datos PostgreSQL, denominado psqLODBC, para este caso se usó la versión 13.02, la cual puede ser descargada del sitio oficial.

Como se indicó en la sección de las herramientas implementadas para la capa de integración de datos, el componente denominado puerta de enlace debe ser configurado con el servicio de Power BI en la nube, para que las fuentes de datos siempre estén actualizadas.

3.2.2.3.2. Reportes *ad hoc*

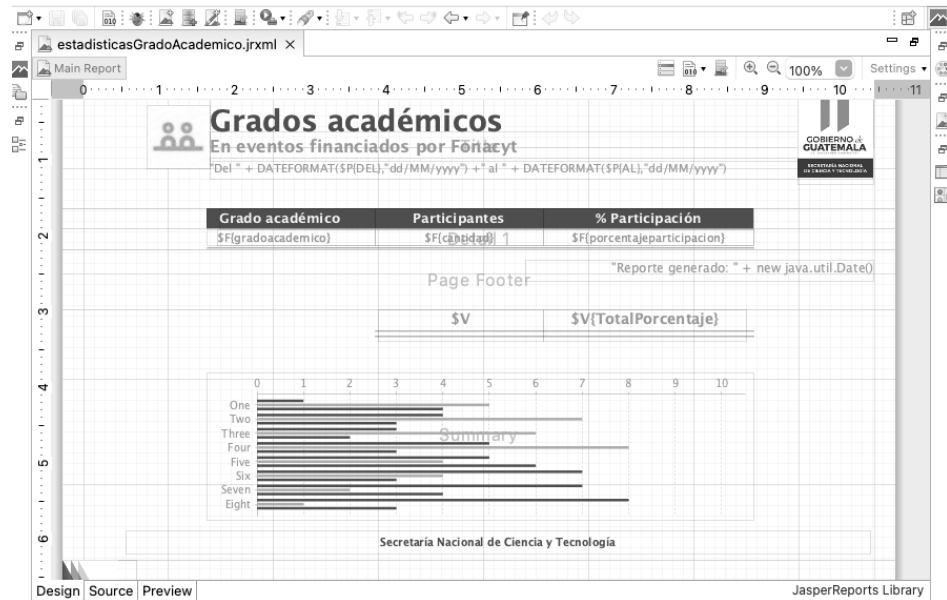
La implementación de la herramienta de Reportes *ad hoc* consta de dos componentes: el *software* para diseñar los reportes y el servicio para la publicación de estos.

Para el primer componente se instaló *Jaspersoft Studio* en la computadora de la persona encargada de diseñar los reportes ad hoc, a continuación, se indican la información técnica del *software* y del entorno en el que este fue instalado:

- Versión: 6.19.0
- Java: 1.8.0 y 17.0.2
- Recursos de los equipos donde se instaló: Macbook Pro de 16 GB de ram, 500 GB de disco duro, procesador Intel i7 y Laptop de 12 GB de ram, 500 GB de disco duro, procesador i5 11va generación.
- Sistemas operativos: Windows 10 y 11, y MacOS Big Sur.

La figura 19 representa el *software* para diseño de los reportes *Jaspersoft Studio* en ejecución.

Figura 19. Reportes con herramienta de reportería



Fuente: elaboración propia, utilizando *Jasper Studio*.

Para la implementación del segundo componente, la SENACYT ya contaba con un servidor y un servicio instalado y configurado para publicación de reportes ad hoc, se detalla la información del servidor y servicio respectivamente.

Especificaciones técnicas del servidor son:

- Nombre de servidor: projasper
- Tipos de servidor: virtual

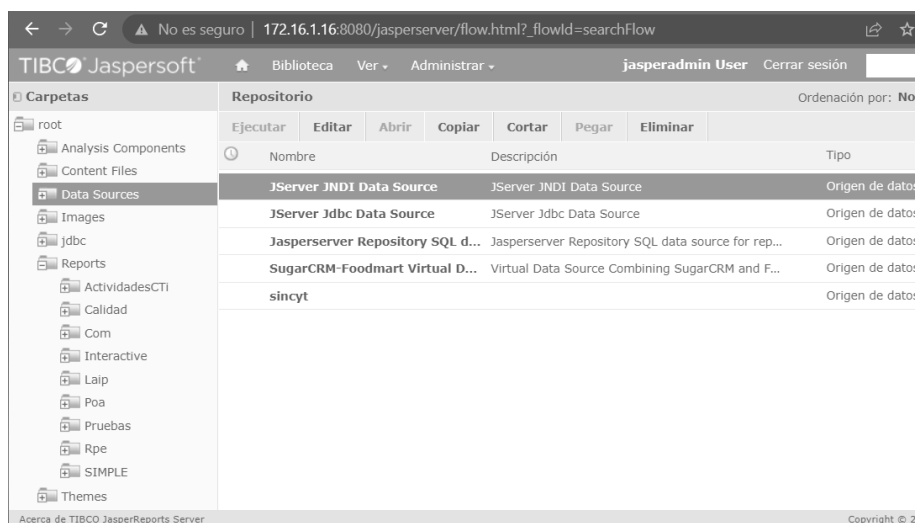
- Recursos del servidor: Procesador 2.20 GHz, 8GB de memoria ram y 250GB de disco duro.
- Sistema operativo: GNU/Linux Ubuntu 16.04.4 LTS.

Especificaciones técnicas del servicio de publicación de reportes ad hoc:

- Nombre servicio: *Jasper Report Server Community Edition*.
- Versión: 6.4.2.
- Puerto: 8080.
- Servidor web sobre el que se ejecuta: *Apache tomcat*
- Versión servidor web: 8.5.20.

La tabla XI representa una captura al servidor de reportes ad hoc implementado con *Jasper Report Server Community Edition*.

Tabla XI. Servicio de publicación de reportes



TIBCO Jaspersoft		
Repositorio		
Ejecutar	Editar	Eliminar
Nombre	Descripción	Tipo
JServer JNDI Data Source	JServer JNDI Data Source	Origen de datos
JServer Jdbc Data Source	JServer Jdbc Data Source	Origen de datos
Jasperserver Repository SQL d...	Jasperserver Repository SQL data source for rep...	Origen de datos
SugarCRM-Foodmart Virtual D...	Virtual Data Source Combining SugarCRM and F...	Origen de datos
sincyt		Origen de datos

Fuente: elaboración propia, utilizando el servidor de reportes de SENACYT.

3.2.2.3.3. Modelado y análisis de datos

La implementación de la herramienta de modelado y análisis de datos se hizo por medio de *Power Pivot*, la cual es una herramienta incluida dentro de *Microsoft Excel 365*, del cual la SENACYT cuenta con licencias para todos los usuarios. Para instalar *Power Pivot* en *Microsoft Excel* es obligatorio habilitar dicha extensión en sus configuraciones.

La tabla XII muestra el uso de *Power Pivot* en la computadora de un usuario.

Tabla XII. Programa para modelado y análisis de datos

The screenshot displays the 'Power Pivot para Excel - Libro1' window. The ribbon includes 'Inicio', 'Diseñar', and 'Opciones avanzadas'. The 'Opciones avanzadas' ribbon is active, showing options like 'Portapapeles', 'Obtener datos externos', 'Actualizar', 'Tabla dinámica', 'Formato', 'Ordenar y filtrar', 'Buscar', 'Cálculos', and 'Ver'. Below the ribbon, a data table is visible with columns: 'event...', 'secto...', 'grado_academic...', 'discapacida...', and 'comunidad'. The table contains 12 rows of data. At the bottom, a summary row shows 'TotalParticipantes: 61677'. The status bar at the bottom indicates 'Registro: 1 de 61,677'.

	event...	secto...	grado_academic...	discapacida...	comunidad
1	59	4	1	1	
2	59	4	1	1	
3	59	4	1	1	
4	59	4	1	1	
5	59	4	1	1	
6	59	4	1	1	
7	59	4	1	1	
8	59	4	1	1	
9	59	4	1	1	
10	59	4	1	1	
11	59	4	1	1	
12	59	4	1	1	
			TotalParticipantes: 61677		

Fuente: elaboración propia, utilizando *Power Pivot*.

Power Pivot al estar incluido dentro de *Microsoft Excel 365*, es de acceso para todos los colaboradores de la SENACYT, previo hay que configurar la comunicación con el almacén de datos. Para la comunicación entre el almacén de datos y *Power Pivot*, se utilizó el conectar instalado y configurado descrito en la sección de herramienta de visualización.

3.3. Proceso de inteligencia de negocio aplicado al sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos

El proceso de inteligencia de negocio aplicado al sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos corresponde al objetivo:

Objetivo 3. Desarrollar el proceso de inteligencia de negocio para el sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos realizados por la SENACYT para generar informes y visualizar la información.

3.3.1. Modelo dimensional

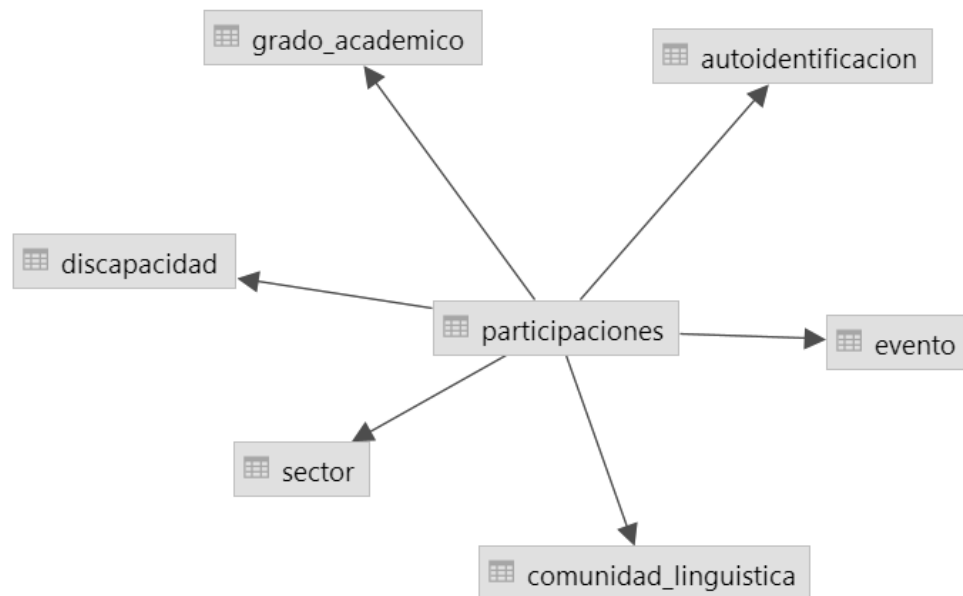
Para la creación del diseño del modelo dimensional para este sistema de información se definió lo siguiente:

- Proceso de negocio: Participaciones de personas en eventos de ciencia, tecnología e innovación realizados por la SENACYT.
- Nivel de granularidad: Cada registro de la tabla de hechos representa los datos de un participante en un evento de ciencia, tecnología e innovación realizado por la SENACYT.

- Identificación de dimensiones: las dimensiones que describen los hechos son: evento, sector, grado académico, discapacidad, autoidentificación y comunidad lingüística.
- Identificación de hechos: cantidad de eventos, cantidad de participantes, edad promedio de los participantes.

Con base en el modelo de datos transaccional del sistema de registro de participantes en eventos científico y tecnológicos (indicado en los resultados del Objetivo 1) e información del modelo de datos dimensional descritos anteriormente, se definió el diseño del modelo de datos dimensional a implementar, el cuál es mostrado en la figura 20.

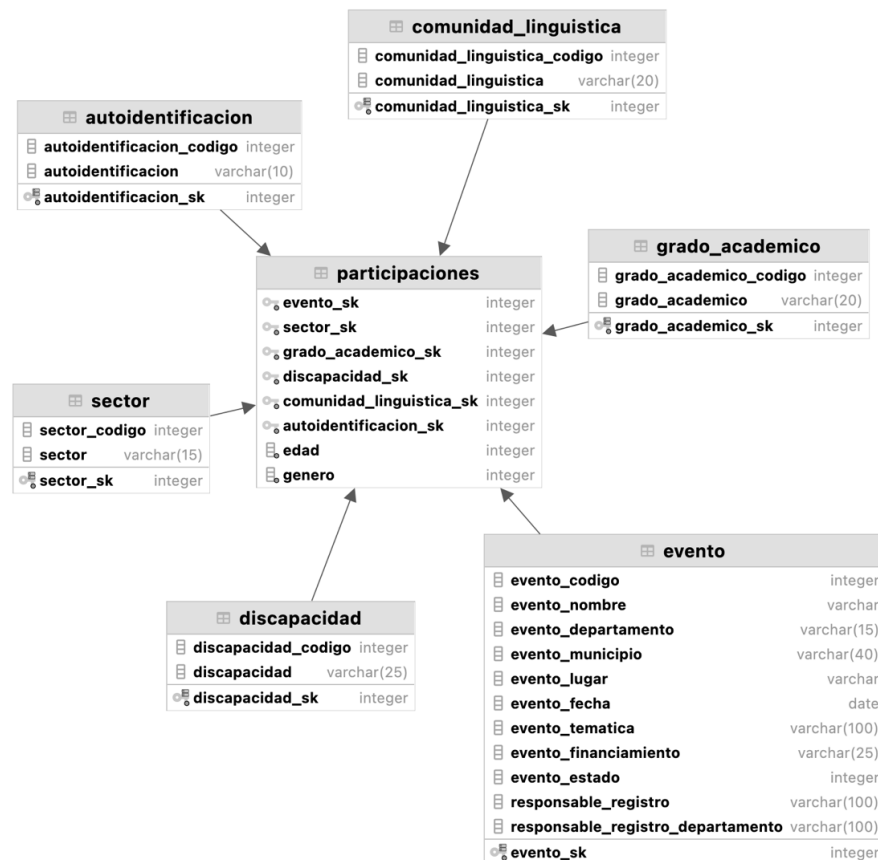
Figura 20. **Diseño del modelo dimensional para el sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos**



Fuente: elaboración propia, utilizando *Datagrip*.

El diseño del modelo de datos dimensional fue implementado por medio del motor de base de datos relacional *PostgreSQL* (almacén de datos). La figura 21 muestra el modelo dimensional implementado y sus componentes correspondientes: llave primaria, llaves sustitutas, tablas de dimensiones con sus atributos, tabla de hechos y métricas.

Figura 21. **Modelo dimensional implementado para el sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos**



Fuente: elaboración propia, utilizando *Datagrip*.

3.3.2. ETL

El proceso de extracción, transformación y carga de datos, se implementó por medio de tres etapas: la primera se refiere al traslado de los datos desde la fuente de origen (base de datos de sistemas transaccionales) hacia el área de preparación (*staging area*), la segunda fase la de transformación de los datos del área de preparación a un enfoque dimensional y carga de estos hacia el almacén de datos, y la tercera fue la de planificación y programación de la ejecución del ETL en el servidor dedicado a esta actividad.

La tabla XIII presenta los resultados obtenidos del desarrollo, implementación, programación y ejecución del proceso de ETL en el cual se transformaron 62,918 datos en 60,104. Se debe tomar en consideración que estos resultados se obtuvieron durante la primera ejecución del proceso ETL.

Tabla XIII. **Resultados del proceso ETL para el sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos**

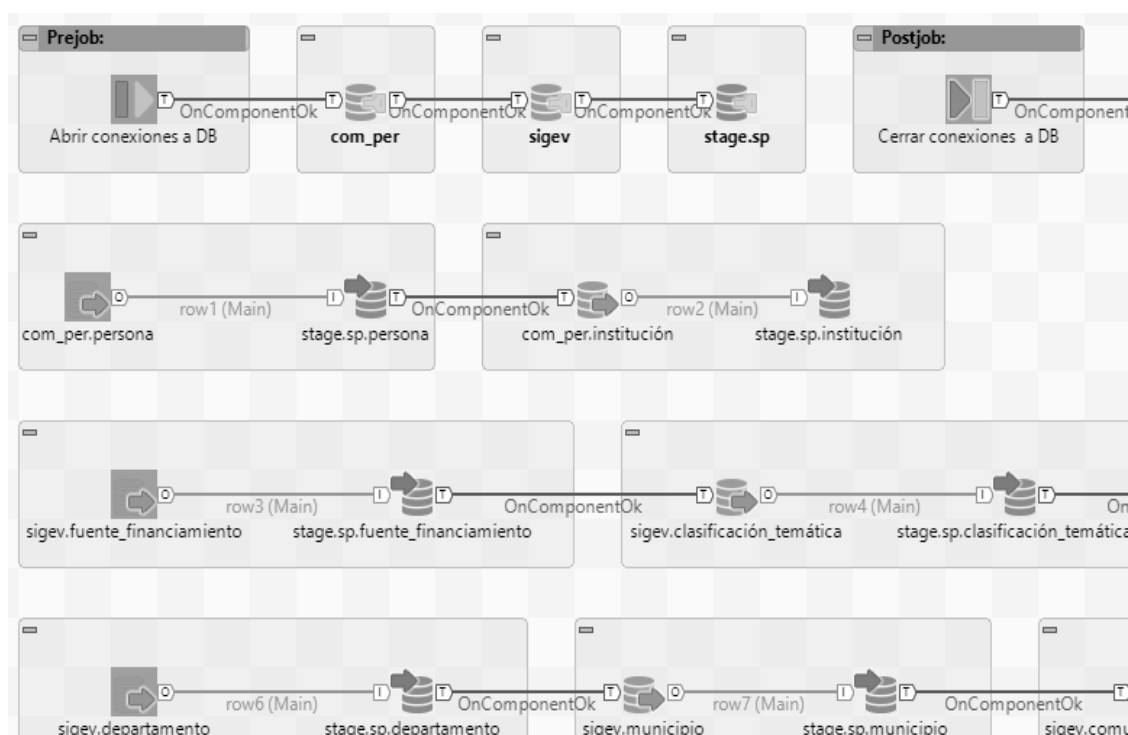
Tabla	Cantidad de datos
evento	389
sector	5
disciplina	12
autoidentificacion	6
comunidad_linguistica	26
participaciones	59,659
Total	60,104

Fuente: elaboración propia.

3.3.2.1. Primera etapa

En esta etapa se desarrolló el siguiente flujo de trabajo: 1. Conexión a la base de datos del sistema de registro de participantes 2. Realizar una copia de los datos y cargarlos a las tablas del área de preparación. Esto se hizo con el objetivo que el desarrollador del ETL pueda tener un ambiente de pruebas, sin comprometer el rendimiento de la base de datos transaccional. La figura 22 muestra el ETL implementado para la primera etapa.

Figura 22. **Implementación de la primera etapa del ETL para el sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos**



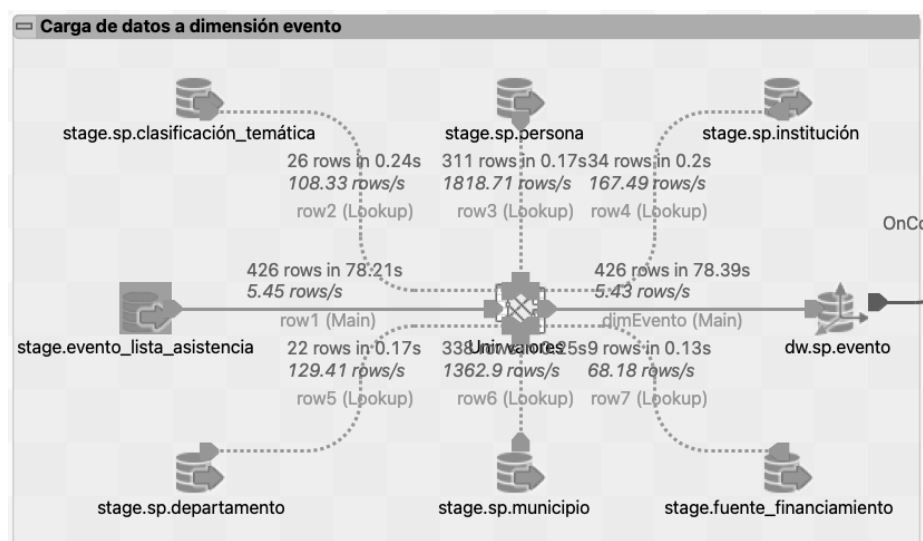
Fuente: elaboración propia, utilizando *Talend Open Studio for Data Integration*.

3.3.2.2. Segunda etapa

La segunda etapa fue desarrollada con base al siguiente flujo de trabajo: 1. Conexión al área de preparación 2. Transformación de los datos por medio de la combinación entre datos (*mapping*) 3. Carga de los datos transformados al modelo dimensional en el almacén de datos.

La figura 23 presenta una representación de la segunda etapa del ETL para el sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos que incluyen la técnica de combinación de datos (*mapping*), generación de llaves sustitutas e implementación de Slow Changing Dimension type 1.

Figura 23. **Representación de la segunda etapa del ETL para el sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos**



Fuente: elaboración propia, utilizando *Talend Open Studio for Data Integration*.

A continuación, se indican las consideraciones técnicas implementadas en esta etapa:

- A cada tabla de dimensión y de hechos se le generaron llaves sustitutas, para la identificación única a nivel de modelo dimensional, conservado de esta forma la llave primaria original e interpretándola como identificado única a nivel del negocio.
- Para la actualización de algunos campos de las tablas de dimensiones se usó la estrategia *Slow Changing Dimension type 1* (SCD 1), dado que únicamente se requiere la actualización de estos sin resguardar la trazabilidad de los cambios.

3.3.2.3. Tercera etapa

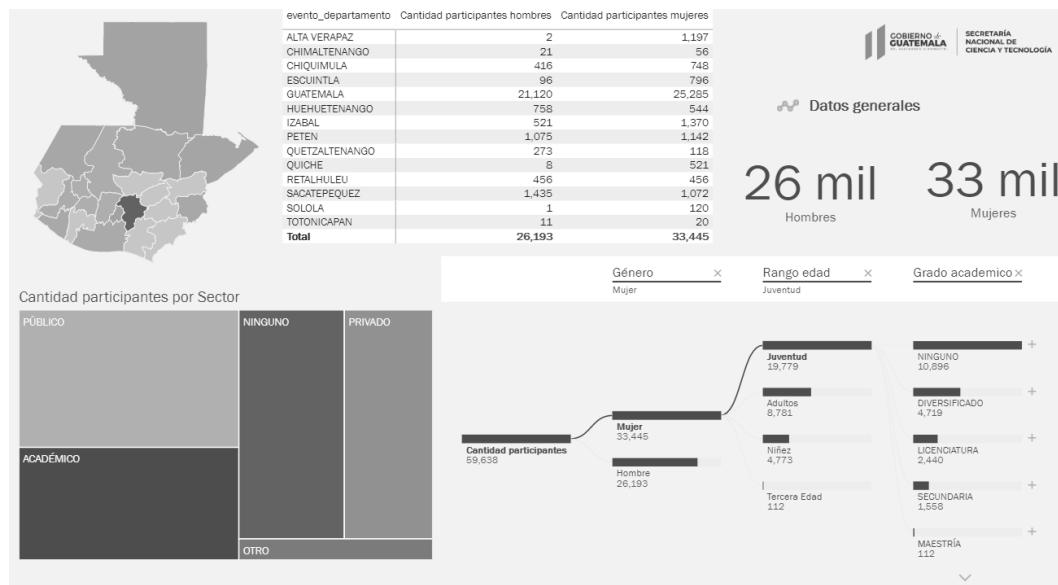
En esta etapa se registró y programó la ejecución del trabajo *ETL* de forma periódica y automática en el servidor dedicado a la ejecución de tareas de inteligencia de negocio. A conveniencia de la SENACYT, la ejecución de este trabajo se realiza todos los viernes a las 16:30 hrs., sin embargo, este también puede ser ejecutado de forma manual.

3.3.3. Análisis y reportería

Con base en las formas definidas en la sección de capa de usuario para el uso de los datos, se implementó:

- Visualización de datos: se desarrollaron tableros interactivos sobre los datos almacenados en el modelo dimensional. Los tableros incluyen elementos visuales como gráficos, tablas, mapas, filtros y otros objetos que permiten observar distintas perspectivas de los datos. El enfoque principal de uso de estos tableros es para la Unidad de Género, Unidad de Planificación y Desarrollo, Dirección de Popularización Científica y Tecnológica, Despacho Superior y su posible publicación en el Sistema Nacional de Información Científico-Tecnológico. La figura 24 muestra un tablero desarrollado de las participaciones de personas en los eventos científicos y tecnológicos con enfoque geográfico y algunas variables sociodemográficas.

Figura 24. **Tablero con enfoque geográfico y variables sociodemográficas**



Fuente: elaboración propia, utilizando servicios *Power BI* en la nube.

- Reportes ad hoc: en sustitución a los reportes que originalmente el sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos entregaba, se desarrollaron seis propuestas reportes que obtienen los datos del modelo dimensional. Los reportes están enfocados en mostrar información sobre: estadísticas de comunidad, etnia, género, grado académico y sector, así como la lista de los eventos realizados. Los reportes pueden ser exportados a los siguientes formatos: PDF, HTML, RTF, Docx, Odt, Ods, Power Point, Text, XLS, XLSx, CSV, JSON Metadata, XML, entre otros, así mismo estos reportes cuenta con filtros como rango de fecha para seleccionar los eventos que se realizaron en ciertas fechas. La figura 25 muestra un reporte exportado a formato PDF.

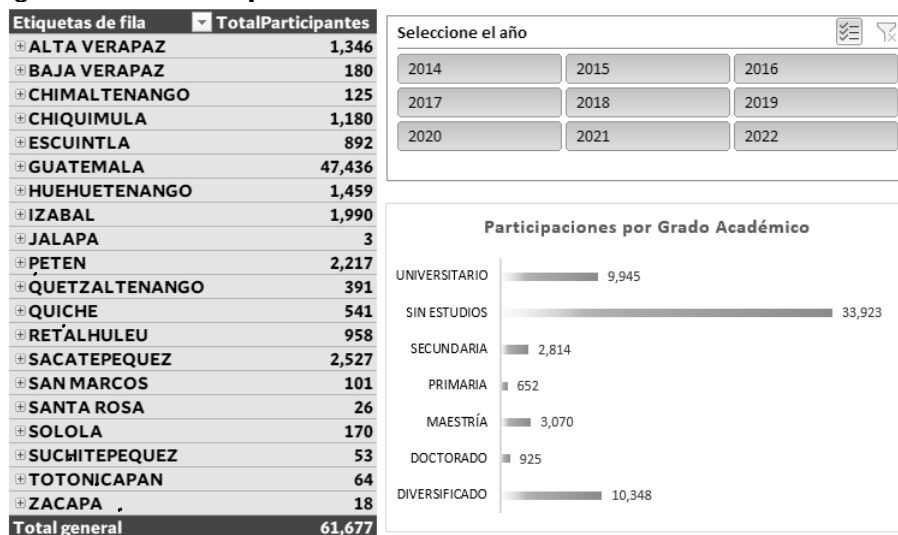
Figura 25. Reporte exportado a PDF



Fuente: elaboración propia, utilizando Jasper Studio.

- Modelado y análisis de datos: con enfoque en el personal de la Unidad Género y Unidad de Desarrollo y Planificación, se desarrolló por medio de *Microsoft Excel* y *Power Pivot*, una propuesta de tablero que muestra los datos a partir de tablas y gráficos dinámicos. La figura 26 muestra el ejemplo de implementación de la propuesta de tablero con *Microsoft Excel*.
- Acceso a datos: con enfoque en el personal de la Dirección de Tecnologías de la Información, el acceso a los datos se implementó con el desarrollo del almacén, estructurando los datos de forma optimizada para su consulta. El personal de la Dirección de Tecnologías de la Información puede acceder a los datos haciendo uso de cualquier programa de administración de bases de datos con soporte a *PostgreSQL*, así mismo pueden hacer uso de las funciones analíticas que la base de datos otorga.

Figura 26. **Propuesta de tablero creado con *Microsoft Excel***



Fuente: elaboración propia.

3.4. Proceso de inteligencia de negocio aplicado al sistema de registro histórico de proyectos

El proceso de inteligencia de negocio aplicado al sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos corresponde al objetivo:

Objetivo 4. Desarrollar el proceso de inteligencia de negocio para el sistema de registro histórico de proyectos de la SENACYT, para generar informes y visualizar la información.

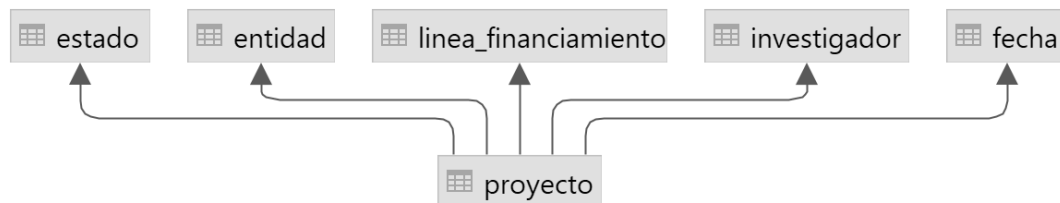
3.4.1. Modelo dimensional

Para la creación del diseño del modelo dimensional para este sistema de información se definió lo siguiente:

- Proceso de negocio: Proyectos históricos de ciencia, tecnología e innovación financiados por la SENACYT.
- Nivel de granularidad: Cada registro de la tabla de hechos representa un proyecto de ciencia, tecnología e innovación financiado por la SENACYT.
- Identificación de dimensiones: las dimensiones que describen los hechos son: entidad, estado, línea de financiamiento, investigador y fecha.
- Identificación de hechos: cantidad de proyectos financiado, cantidad de investigadores en proyectos, promedio monto aprobado, promedio monto ejecutado.

Tomando como base el modelo de datos transaccional del sistema de registro histórico de proyectos (indicado en los resultados del objetivo 1) e información del modelo de datos dimensional descritos anteriormente, se definió el diseño del modelo de datos dimensional a implementar, el cuál es mostrado en la figura 27.

Figura 27. **Diseño del modelo dimensional para el sistema de registro histórico de proyectos**



Fuente: elaboración propia, utilizando *Datagrip*.

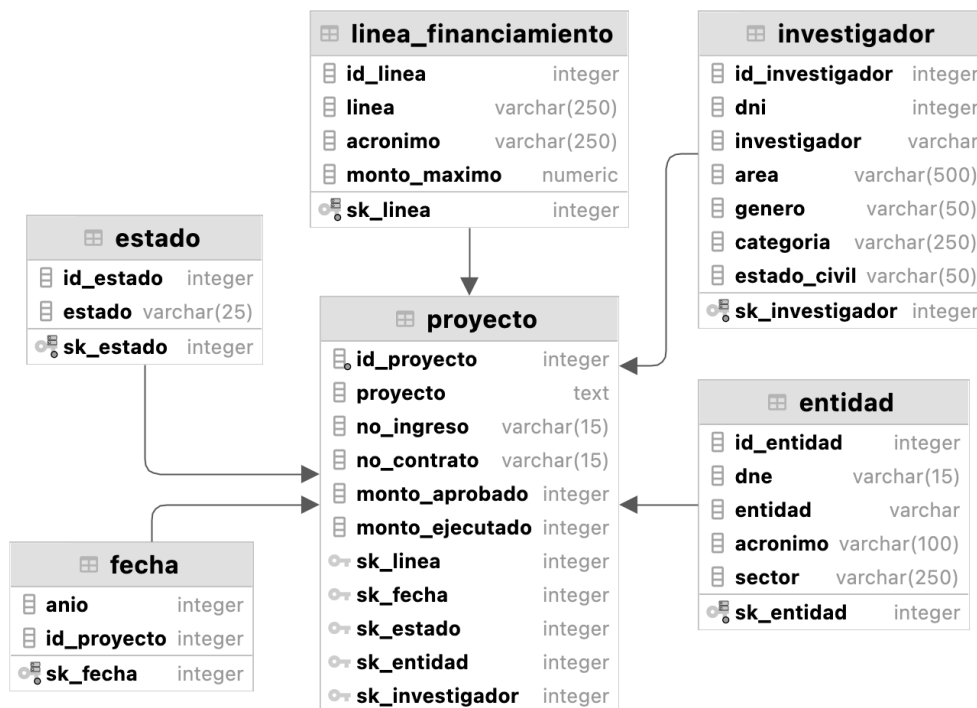
El modelo de datos dimensiona fue implementado en el almacén de datos por medio del motor de base de datos *PostgreSQL*. La figura 28 muestra el modelo de datos dimensional y sus componentes: llave primaria, llaves sustitutas, tablas de dimensiones con sus atributos, tabla de hechos y métricas.

3.4.2. ETL

El proceso de extracción, transformación y carga de datos, se implementó por medio de tres etapas: la primera se refiere al traslado de los datos desde la fuente de origen (base de datos de sistemas transaccionales) hacia el área de preparación (*staging area*), la segunda fase la de transformación de los datos del

área de preparación a un enfoque dimensional y carga de estos hacia el almacén de datos, y la tercera fue la de planificación y programación de la ejecución del ETL en el servidor dedicado a esta actividad.

Figura 28. **Modelo dimensional implementado para el sistema de registro histórico de proyectos**



Fuente: elaboración propia, utilizando *Datagrip*.

Del desarrollo, implementación, programación y ejecución del proceso de ETL se transformaron 33,549 datos en 9,580. Los resultados se muestran en la Tabla XIV. Estos resultados se obtuvieron durante la primera ejecución del proceso ETL.

Tabla XIV. **Resultados del proceso ETL para el sistema de registro histórico de proyectos**

Tabla	Cantidad de datos
estado	11
fecha	2,087
entidad	856
investigador	4,512
linea_financiamiento	27
proyecto	2,087
Total	9,580

Fuente: elaboración propia.

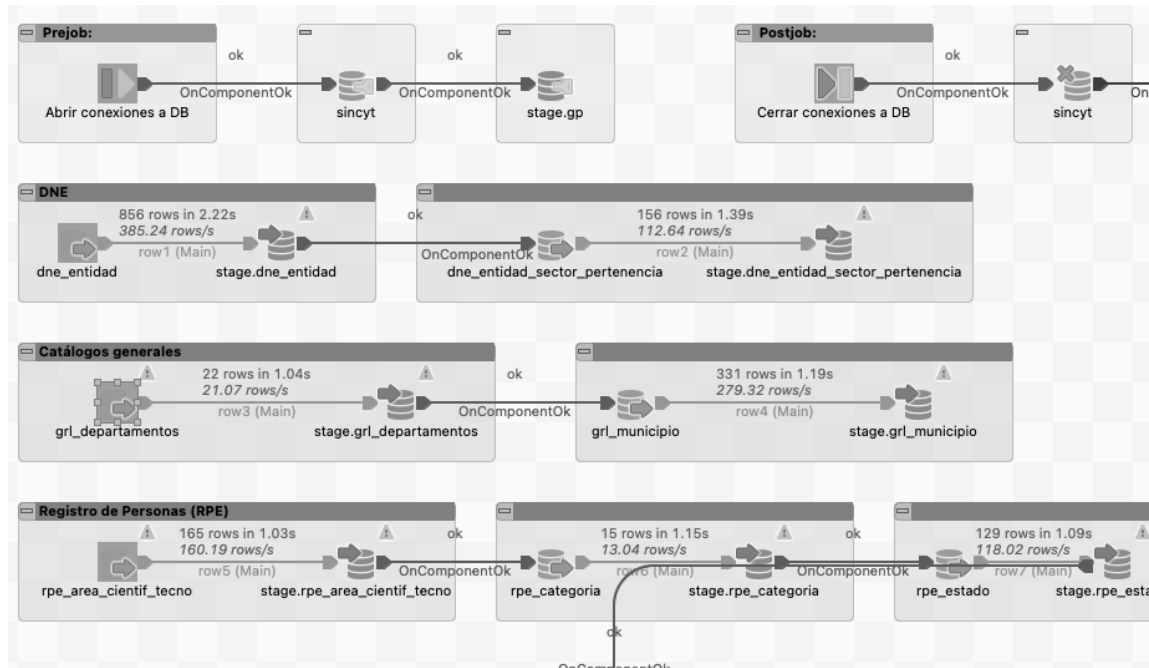
3.4.2.1. Primera etapa

El desarrollo de esta primera etapa incluyó los siguientes pasos: 1. Conexión a la fuente de datos (base de datos del sistema de registro histórico de proyectos) 2. Realizar copia y carga de los datos del origen hacia las tablas del área de preparación respectivamente. La figura 29 muestra la implementación de esta primera etapa.

3.4.2.2. Segunda etapa

Esta fue implementada con los siguientes pasos: 1. Conexión al área de preparación 2. Transformación de los datos por medio de la técnica de combinación entre datos (*mapping*) 3. Carga de los datos transformados al modelo dimensional en el almacén de datos.

Figura 29. **Implementación de la primera etapa del ETL para el sistema de registro histórico de proyectos**



Fuente: elaboración propia, utilizando *Talend Open Studio for Data Integration*.

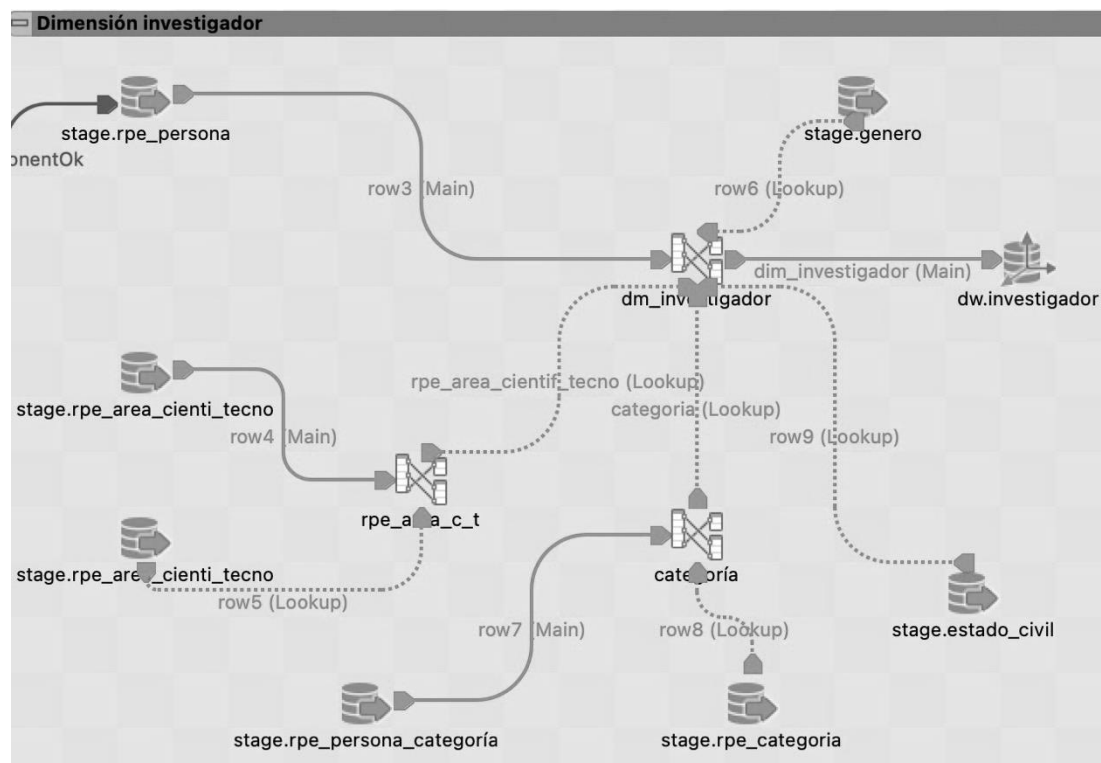
Para esta etapa se definieron e implementaron las siguientes consideraciones técnicas:

- A cada tabla de dimensión y de hechos se le generaron llaves sustitutas, para la identificación única a nivel de modelo dimensional, conservado de esta forma la llave primaria original e interpretándola como identificado único a nivel del negocio.

- Para la actualización de algunos campos de las tablas de dimensiones se usó la estrategia *Slow Changing Dimension type 1* (SCD 1), dado que únicamente se requiere la actualización de estos sin resguardar la trazabilidad de los cambios.

La figura 30 muestra la representación de un extracto del ETL implementado en esta etapa.

Figura 30. **Representación de la segunda etapa del ETL para el sistema de registro histórico de proyectos**



Fuente: elaboración propia, utilizando *Talend Open Studio for Data Integration*.

3.4.2.3. Tercera etapa

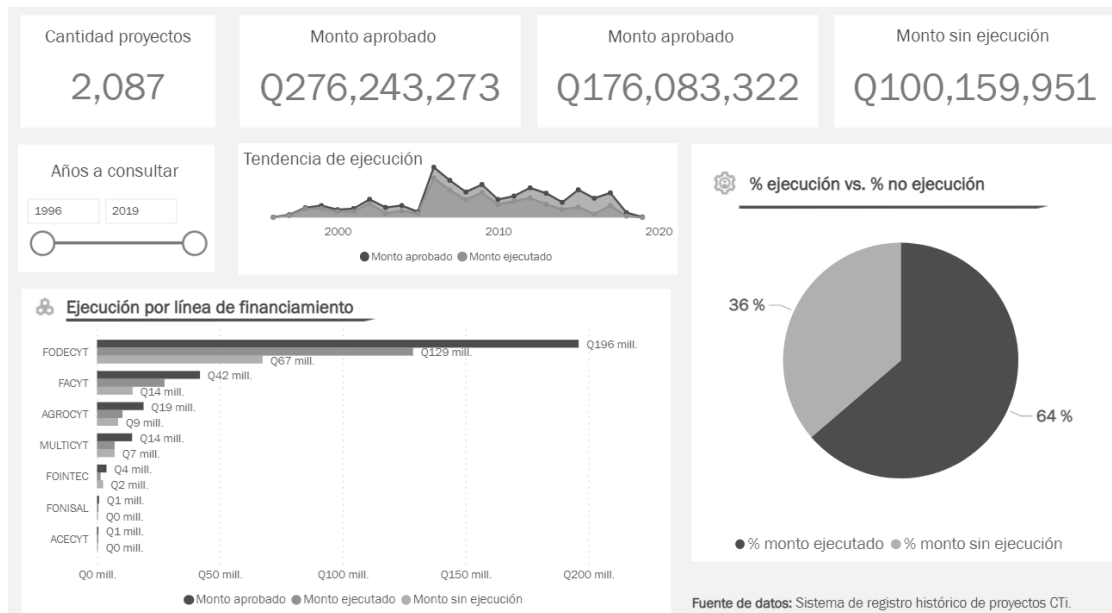
La tercera etapa consistió en el registro y programación de la ejecución del trabajo *ETL* de forma periódica y automática en el servidor dedicado a la ejecución de tareas de inteligencia de negocio. La ejecución de este trabajo se realiza todos los días a las 17:00 hrs, según requerimientos de la SENACYT.

3.4.3. Análisis y reportería

Según las formas definidas en la sección de capa de usuario para el uso de los datos, se implementaron las siguientes formas de uso:

- Visualización de datos: por medio del programa *Power BI*, se desarrollaron tableros interactivos con base a los datos almacenados en el modelo dimensional correspondiente. Los tableros son interactivos porque incluyen elementos visuales como gráficos, tablas, mapas, filtros y otros objetos que permiten observar distintas perspectivas de los datos. El enfoque principal de uso de estos tableros es para Despacho Superior, Unidad de Planificación y Desarrollo, Dirección de Popularización Científica y Tecnológica y Dirección de Generación y Transferencia de Conocimiento, así como su posible publicación en el Sistema Nacional de Información Científico-Tecnológico. La figura 31 muestra un ejemplo del tablero desarrollado con enfoque en la distribución de los proyectos en las líneas de financiamiento.

Figura 31. **Tablero con enfoque en la distribución de los proyectos en las líneas de financiamiento**



Fuente: elaboración propia, utilizando servicios *Power BI* en la nube.

- Reportes ad hoc: como apoyo a las actividades operativas y de gestión de las distintas Unidades y Direcciones relacionadas con la gestión de proyectos, se desarrollaron cuatro propuestas de reportes para su uso. Los reportes pueden ser exportados a los siguientes formatos: PDF, HTML, RTF, Docx, Odt, Ods, Power Point, Text, XLS, XLSx, CSV, JSON Metadata, XML, entre otros, así mismo estos reportes cuenta con filtros como rango de fecha para seleccionar los proyectos que se realizaron en ciertas fechas. La tabla XV representa el reporte ad hoc que muestra la lista de proyectos históricos financiados por el FONACYT, el cual ha sido exportado a formato PDF.

Tabla XV. **Reporte exportado a PDF**

Lista de proyectos

Financiados por Fonacyt

Del año 2018 al 2019

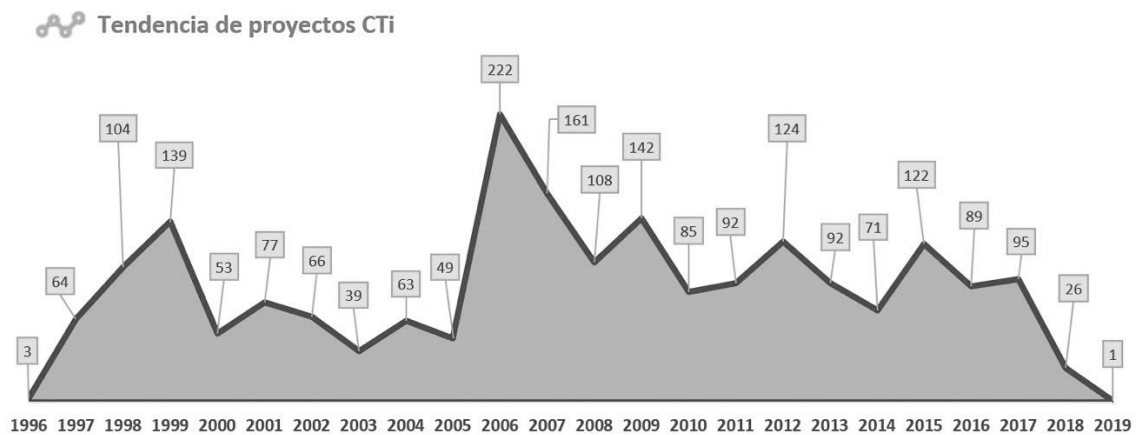
No Proyecto	Año	No contrato	
1	Análisis de la interacción genotipo ambiente para densidad de población y rendimiento de cuatro genotipos de camote (<i>Ipomoea batatas</i> L. Poir) biofortificado en ocho municipios con vulnerabilidad a desnutrición crónica del departamento de Huehuetenango, Guatemala.	2019	FINDECYT/FODECYT 01-
2	Evaluación de Técnicas In Vitro y Moleculares para la Propagación de Cítricos, con Énfasis en Naranja Rabinal (<i>citrus</i> spp.) Libres de Virus con Fines de Producción Masiva y Conservación de Germoplasma	2018	FINDECYT/FODECYT 006-
3	Evaluación agronómica y molecular para tolerancia a sequía de líneas isogénicas de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>) para el corredor seco de	2018	FINDECYT/FODECYT 005-
4	Evaluación de la calidad del agua en la red hidrológica superficial de la ciudad de Chiquimula y propuesta de plan maestro de agua y saneamiento.	2018	FINDECYT/FODECYT 010-
5	Valoración de la respuesta productiva y económica del cultivo de hortalizas originarias en la zona oriental guatemalteca, utilizando parcelas de campo bajo el sistema hidropónico en los departamentos de Jalapa y Chiquimula, como medida de mitigación y adaptación al cambio climático.	2018	FINDECYT/FODECYT 002-

Fuente: elaboración propia.

- Modelado y análisis de datos: con enfoque en el personal de la Dirección de Generación y Transferencia de Conocimiento y la Unidad de Desarrollo y Planificación, se desarrolló medio de *Microsoft Excel* y *Power Pivot*, una propuesta de tablero integrado por tablas y gráficos dinámicos. La figura 32 muestra el uso de los datos por medio de tablas dinámicas realizadas con *Microsoft Excel*.

Figura 32. Tablas dinámicas creadas con *Microsoft Excel*

Etiquetas de fila	Cantidad proyectos	Total monto aprobado	Total monto ejecutado	Total monto sin ejecución	% monto ejecutado	% monto sin ejecución
ACECYT	3	Q556,000	Q531,708	Q24,292	96%	✓ 4%
AGROCYT	71	Q18,907,344	Q10,355,425	Q8,551,919	55%	✗ 45%
FACYT	1,013	Q41,883,476	Q27,441,819	Q14,441,657	66%	⚠ 34%
FODECYT	926	Q195,981,131	Q128,596,999	Q67,384,132	66%	⚠ 34%
FOINTEC	15	Q3,838,025	Q1,410,262	Q2,427,763	37%	✗ 63%
FONISAL	16	Q811,829	Q594,093	Q217,736	73%	⚠ 27%
MULTICYT	43	Q14,265,468	Q7,153,016	Q7,112,452	50%	✗ 50%
Total general	2,087	Q276,243,273	Q176,083,322	Q100,159,951	64%	36%



Fuente: elaboración propia.

- Acceso a datos: se implementó con el desarrollo del almacén, estructurando los datos de forma optimizada para su consulta. El personal de la Dirección de Tecnologías de la Información puede acceder a los datos haciendo uso de cualquier programa de administración de bases de datos con soporte a *PostgreSQL*, así mismo pueden hacer uso de las funciones analíticas que la base de datos otorga.

3.5. Implementación del sistema de inteligencia de negocios en la SENACYT

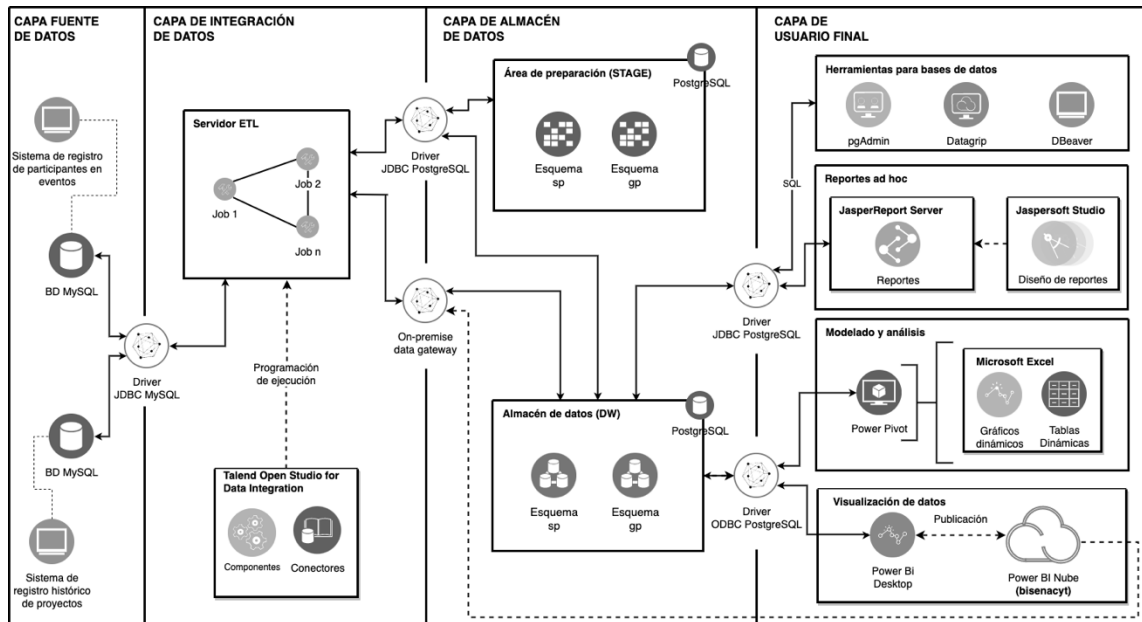
La implementación del sistema de inteligencia de negocios en la SENACYT se logró por medio de la combinación de: procesos de negocio, infraestructura de datos y tecnológica, y el uso de las herramientas para obtener información que sirva como apoyo al proceso de toma de decisiones. Esta implementación corresponde al objetivo:

Objetivo general: Implementar un sistema de inteligencia de negocio que provea acceso a datos institucionales a las áreas de planificación y desarrollo, popularización de la ciencia, unidad de género, generación y transferencia de conocimiento, y despacho superior de la SENACYT para la generación de información para su análisis, visualización y desarrollo de informes, que permita apoyar el proceso de toma de decisiones.

3.5.1. Despliegue del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT

Con base en el diseño definido de la arquitectura del sistema, la selección, instalación y configuración de las herramientas tecnológicas, así como la aplicación de inteligencia de negocio a dos sistemas transaccionales, se implementó en la SENACYT un sistema de inteligencia de negocios, el cual está representado por medio de un diagrama de despliegue (figura 33) con el objetivo de mostrar los componentes de hardware y software utilizados, así como la comunicación que existe entre estos.

Figura 33. **Despliegue del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT**



Fuente: elaboración propia, utilizando Draw.io.

3.5.2. Modelo general para la aplicación de inteligencia de negocio a sistemas transaccionales de la SENACYT

Al aplicar la inteligencia de negocio a dos sistemas transaccionales de la SENACYT (Objetivos específicos 3 y 4), se obtuvo como resultado la definición del modelo general para la aplicación de inteligencia de negocio a cualquier otro sistema transaccional de la SENACYT, dicho modelo es presentado en la figura 34.

Figura 34. **Modelo general de aplicación de inteligencia de negocio a sistemas transaccionales de la SENACYT**



Fuente: elaboración propia, utilizando Visio.

El modelo de aplicación consta de cuatro etapas:

- Preguntas del negocio: son aquellas preguntas sobre los procesos de negocio de la SENACYT que sus colaboradores desean resolver. Estas preguntas deberán estar orientadas para su resolución con análisis descriptivo (describir un evento en función de los datos recopilados durante un período de tiempo).
- Modelo dimensional: aplicación de técnicas de diseño lógico al modelo de datos de la base de datos relacional y como resultado se obtiene un modelo de datos orientado a la consulta. Para crear un modelo dimensional se debe definir lo siguiente: el proceso de negocio, el nivel de granularidad, identificación de las dimensiones y la identificación de los hechos.

- ETL: implementación de procesos técnicos que permiten la transformación de los datos del modelo de datos transaccional al modelo de datos dimensional, así como el resguardo de estos en el almacén de datos.
- Análisis y reportería: uso de herramientas de visualización, reportería y análisis sobre los datos del modelo dimensional almacenados en el almacén de datos, que permitan su interpretación, identificación de hallazgos y apoyo a la toma de decisiones.

3.5.3. Formas de acceso a los datos

La implementación del sistema de inteligencia de negocio proveyó distintas formas de acceso a los datos de los dos sistemas de información, a los cuales les fue aplicado el proceso de inteligencia de negocio.

Con base en el cuestionario realizado por el personal (7 personas) de la SENACYT respecto al sistema de inteligencia de negocio implementado, el 100 % de los entrevistados indicó:

- Que están totalmente de acuerdo que para mejorar los procesos de toma de decisiones es importante tener acceso a datos. La figura 35 muestra los resultados obtenidos de la pregunta 1 del cuestionario.

Figura 35. **Pregunta 1**

¿Para mejorar los procesos de toma de decisiones es importante tener acceso a datos?



Fuente: elaboración propia.

- Que están totalmente de acuerdo que la implementación del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT apoyará el proceso de toma de decisiones. La figura 36 muestra los resultados obtenidos de la pregunta 2 del cuestionario.

Figura 36. **Pregunta 2**

¿La implementación del sistema de negocio en la SENACYT apoyará el proceso de toma de decisiones?



Fuente: elaboración propia.

- Que están totalmente de acuerdo en que se identifican y consideran que podrían utilizar alguno de los tipos de acceso a los datos implementados con el sistema de inteligencia de negocio. La figura 37 muestra los resultados obtenidos de la pregunta 3 del cuestionario.

Figura 37. **Pregunta 3**

¿Se identifica y considera que podría utilizar alguno de los tipos de acceso a los datos implementados con el sistema de inteligencia de negocio ?



Fuente: elaboración propia.

La tabla XVI muestra las distintas formas de acceso a los datos, la Unidad o Dirección con acceso, así como la herramienta tecnológica con la que fue implementado el acceso.

Tabla XVI. **Formas de acceso a los datos**

Forma de acceso	Unidad/Dirección con acceso	Herramienta tecnológica
Tableros y visualizaciones	PyD, Pop, UG, DGTC y DS	<i>Power BI Desktop / Servicio de la nube de Power BI</i>
Reportes	PyD, Pop, UG, DGTC y DS	<i>JasperReport Server / Jaspersoft Studio</i>
Tablas y gráficos dinámicos	PyD, UG, Pop y DGTC	<i>Power Pivot / Microsoft Excel</i>
Acceso directo	DTI	<i>SQL con herramientas de bases de datos</i>

Fuente: elaboración propia.

Donde PyD = Unidad de Planificación y Desarrollo, Pop = Dirección de Popularización de la Ciencia, UG = Unidad de Género, DGTC = Dirección de Generación y Transferencia de Conocimiento, DS = Despacho Superior y DTI = Dirección de Tecnologías de la Información.

3.5.4. Casos de uso al sistema de inteligencia de negocio

De acuerdo con el cuestionario, el personal de la SENACYT indicó que con el sistema de inteligencia de negocio pueden realizar los siguientes casos de uso:

- Control de recursos humanos
- Gestión de recursos (almacén)
- Gestión de procesos
- Verificar objetivos estratégicos
- Comunicación institucional
- Control del Plan Operativo Anual
- Comercialización y ventas
- Control de investigadores
- Cualquier proceso institucional que implique toma de decisiones

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con la implementación de un sistema de inteligencia de negocio en la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT), se logró proveer diversas formas de acceso a los datos institucionales de acuerdo con las necesidades de las Unidades y Direcciones de dicha institución, lo cual habilitó la capacidad institucional para la generación de información a partir de los datos, que servirá como base para apoyar el proceso de toma de decisiones.

A continuación, se presenta un análisis interno y externo de los resultados obtenidos en el presente estudio.

- **Análisis interno del estudio**

El diseño de la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio permite garantizar: la obtención de los datos desde la fuente original de estos, la transformación de los datos a formas adecuadas para su consulta y análisis, el almacenamiento de los datos transformados y el uso estratégico de estos, por medio de herramientas tecnológicas. La arquitectura está diseñada en función de las necesidades y limitantes institucionales como tecnológicas de la SENACYT.

La transformación de los datos originales a formas adecuadas para su consulta y análisis, así como el almacenamiento de estos, es una de las piezas claves de cualquier sistema de inteligencia de negocio. La forma de la estructura

de los datos para su consulta y análisis sigue el modelo dimensional, ya que según Adamson (2010), esta es una de las técnicas más utilizadas y aceptadas en este contexto, así mismo puede ser implementada con sistemas de bases de datos relacionales, lo cual tiene compatibilidad con la infraestructura tecnológica de la SENACYT.

Conforme a las necesidades institucionales, es importante que el almacén de datos tenga la capacidad de ir integrando y resguardando nuevos modelos dimensionales, por ello se utilizó el modelo propuesto por Kimball y Ross (2010), que consiste en crear un almacén de datos a partir de colecciones de datos orientados a temas (*data mart*).

Respecto al uso estratégico de los datos que se encuentran en almacén de datos organizados según el modelo dimensional, existen diversidad de opciones, sin embargo con base a las necesidades (acceso rápido y facilidad de uso) de los colaboradores de la SENACYT, se definieron cuatro formas principales, la primera es la visualización de datos, que muestra información descriptiva de forma gráfica e interactiva, la segunda reportes ad hoc, los cuales son utilizados para entregar información de manera recurrente, tercero modelado y análisis de los datos por medio de gráficos y tablas dinámicas (es los más usan los colaboradores de forma recurrente) y por último el acceso directo a los datos por medio de *SQL* al personal técnico.

Con base en el diseño de la arquitectura definida, así como las formas de estructurar, almacenar y usar los datos, se considera que la arquitectura del sistema de negocio propuesta para la SENACYT cuenta las características mínimas y comunes que permitan proveer acceso a los datos institucionales para

la generación de información para su análisis, visualización y desarrollo de informes, que apoyen el proceso de toma de decisiones.

En la implementación del sistema de inteligencia de negocio, se definieron las herramientas tecnológicas adecuadas, según los lineamientos definidos anteriormente, así mismo se tomaron en consideración las limitantes institucionales como: compatibilidad con la infraestructura tecnológicas y erogación de dinero para la adquisición de nuevo *hardware* y *software*. Con base en las limitantes y opciones disponibles de herramientas se priorizó el uso de *software* de código abierto y *software* propietario siempre y cuando la SENACYT ya haya realizado una inversión previa por pago de licencias. En lo que a *hardware* se refiere, se utilizó la infraestructura de servidores (entorno virtualizado) con la que cuenta SENACYT.

Para comprobar que el sistema de inteligencia de negocio implementado en la SENACYT funcionara y cumpliera los objetivos, se experimentó con dos sistemas transaccionales: Registro de Participantes en Eventos Científicos y Tecnológicos y Sistema de Registro Histórico de Proyectos.

De estos experimentos se observó que uno de los pasos más complejos pero importante es la definición del modelo dimensional, dado que este debe entregar datos comprensibles y simples a usuarios del negocio, y al mismo tiempo ofrecer rendimiento para realizar consultas rápidas sobre grandes cantidades de datos. Dicho de otra manera, la definición del modelo dimensional trata de definir las preguntas de negocio que necesitan ser resueltas, luego identificar dónde están los datos que pueden ayudar a responder las preguntas para que con base a estos se diseñe e implemente el modelo dimensional en el

almacén de datos y posteriormente realizar todo el proceso técnico de extracción, transformación y carga de datos. Por ejemplo, para el sistema de registro histórico de proyectos los datos identificados que podían apoyar a contestar las preguntas de negocio estaban almacenados de forma distribuida en aproximadamente 82 tablas de la base de datos y fueron transformados a 6 tablas que representan el modelo dimensional en el almacén de datos.

Posterior a la extracción, transformación y carga de los datos a los modelos dimensionales, los colaboradores de las distintas unidades y direcciones tuvieron acceso fácil y rápido a estos datos, y con el apoyo de las herramientas de la capa final de usuario pudieron generar información que les apoyara a la toma de decisiones o darle cualquier otro uso, como por ejemplo usar los tableros de visualización de datos para publicarlos en el Sistema Nacional de Información Científica y Tecnológica o bien utilizar las tablas dinámicas para obtener los datos e integrarlos a los informes de rendición de cuentas que la SENACYT realizada a las instituciones fiscalizadoras.

Por último, es importante considerar que el sistema de inteligencia de negocio implementado en la SENACYT, no se refiere únicamente a la instalación y configuración de herramientas tecnológicas, sino que este sistema debe ir acompañado de una estrategia institucional basada en el análisis de datos para lograr sus objetivos institucionales.

- Análisis externo del estudio

Pérez (2015) indica que las organizaciones han dado mayor uso a los sistemas de apoyo para la toma de decisiones, por ello surge la necesidad

implementar estrategias y herramientas enfocadas en la creación de conocimiento por medio del análisis de los datos. Con base en esta definición la implementación del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT cumple con esta función de generar conocimiento por medio del análisis con el apoyo de herramientas.

Hay un tipo de arquitectura para sistemas de inteligencia de negocio basado en 4 capas. (Baars y Kemper, 2008); (Balaceanu, 2007); (Watson,2009); (Kimball y Ross, 2013) y (Sherman, 2015)

Delen, Sharda y Turba (2013) establecen una arquitectura de 3 capas, Ong, Siew, y Wong (2011) propone una arquitectura de 5 capas y para la SENACYT se definió una arquitectura integrada por 4 capas, todas la arquitecturas propuestas cumplen con el objetivo central de la inteligencia de negocio, tienen características comunes y capacidades mínimas que cualquier sistema de inteligencia de negocio debe tener, y para el caso de la SENACYT dicha arquitectura está adaptada a las necesidades institucionales.

Adelaku (2012) indica que la aplicación de la inteligencia de negocio en el sector público puede generar impactos potenciales que beneficien a la sociedad y a los tomadores de decisiones de gobierno, así mismo Teixeira, Afonso, Oliveira, Portela, y Santos (2014) concluyen que la implementación de soluciones de inteligencia en el gobierno local, con base a los datos de las tendencias y necesidades del ciudadano, este está proporcionando información a los tomadores de decisiones para optimizar los servicios que se brindan a la comunidad. Si bien es cierto la aplicación y uso de la inteligencia de negocio en la SENACYT es un proceso que debe seguir siendo gestionado y apoyado, se

espera que en un futuro las decisiones que se tomen con base a estos análisis generen beneficios para la sociedad.

Instituciones del sector público guatemalteco como MINFIN (2020), MIDES (2020) y MSPAS (2020) han desarrollado plataformas de consulta y visualización de datos sobre programas y proyectos que estas ejecutan, pero el objetivo principal es mostrar avances, información relevante o rendición de cuentas, sin embargo existe poca o casi nula evidencia documentada de implementación de soluciones de inteligencia de negocio a nivel de sector público, por ello este estudio propone la implementación de un sistema de inteligencia de negocio en una institución pública como lo es la SENACYT, que sirva como referencia o bien genere interés de implementar un sistema de inteligencia de negocio en otras instituciones que les permita acceso a los datos y apoyo en el proceso de toma de decisiones.

CONCLUSIONES

1. Se diseñó la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio la cual proporcionó las capacidades técnicas de análisis, visualización y generación de informes a partir de los datos.
2. Se implementaron las herramientas tecnológicas necesarias para el desarrollo del sistema de inteligencia de negocio, de acuerdo con las necesidades institucionales y capacidades técnicas de la SENACYT.
3. Se desarrolló el proceso de inteligencia de negocio al sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos realizados por la SENACYT, lo que permitió probar el funcionamiento de dicho sistema y lograr generar informes y visualizaciones de la información, para apoyar el proceso de toma de decisiones.
4. Se aplicó el proceso de inteligencia de negocio al sistema de registro histórico de proyectos de la SENACYT, por medio del cual se confirmó el funcionamiento del sistema y lograr generar informes y visualizaciones de la información, para apoyar el proceso de toma de decisiones.
5. Se implementó un sistema de inteligencia de negocio que proveyó acceso a datos institucionales a las distintas unidades de la SENACYT, permitiendo la generación de información para su análisis, visualización y

desarrollo de informes, que permita apoyar el proceso de toma de decisiones.

RECOMENDACIONES

1. Validar de forma periódica la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio implementada, para que esta siga cumpliendo su función principal y esté acorde a las demandas de uso, necesidades y capacidades de la SENACYT.
2. Velar constantemente por el correcto funcionamiento de las herramientas implementadas para el sistema de inteligencia de negocio y gestionar la adquisición o implementación de otras herramientas que potencien las capacidades del sistema.
3. Revisar y actualizar el modelo dimensional, los trabajos *ETL*, visualizaciones y reportes aplicados al sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos realizados por la SENACYT, para que este funcione de acuerdo con los cambios que sean aplicado a dicho sistema.
4. Integrar al proceso de inteligencia de negocio aplicado al sistema de registro histórico de proyectos de la SENACYT, los proyectos de años actuales que ha sido y están siendo registrados de manera digital de acuerdo con las nuevas plataformas implementadas por la SENACYT.

5. Institucionalizar el uso del sistema de inteligencia de negocio, por medio de un acuerdo interno o similar, con el objetivo de potenciar las capacidades para la toma de decisiones en la SENACYT, sin depender de la administración de turno.
6. A las altas autoridades de SENACYT aplicar inteligencia de negocio en procesos estratégicos institucionales, para que a partir de esta aplicación puedan obtener información que les permitan tomar decisiones con impacto social, generar políticas públicas y poner la ciencia al servicio de la sociedad.

REFERENCIAS

1. Adamson, C. (2010). *The complete reference Star Schema*. Estados Unidos: McGraw-Hill. Recuperado de <http://chrisadamson.com/star-schema-complete-reference>
2. Adelakun, O. (2012). *The Role of Business Intelligence in Government: A Case Study of a Swedish Municipality Contact Center*. (Tesis de maestría). Universidad del Oeste. Suecia. Recuperado de <https://docs.google.com/viewer?url=https%3A%2F%2Fwww.diva-portal.org%2Fsmash%2Fget%2Fdiva2%3A609244%2FFULLTEXT01.pdf>
3. Almeida, F. (2017). *Concepts and Fundaments of Data Warehousing and OLAP*. Portugal :INESC TEC y University of Porto. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/319852408_Concepts_and_Fundaments_of_Data_Warehousing_and_OLAP
4. Arjonilla, S. J. y Medina, J. A. (2013). *La gestión de los sistemas de información en la empresa, Teoría y casos prácticos*. (3ª edición). España: Ediciones Pirámide. Recuperado de <https://dokumen.pub/la-gestion-de-los-sistemas-de-informacion-en-la-empresa-1a-ed-9788436829990-8436829999.html>

5. Baars, H. y Kemper, H. G. (2008). *Management Support with Structured and Unstructured Data—An Integrated Business Intelligence Framework*. Alemania: Taylor y Francis Group. Doi: 10.1080/10580530801941058
6. Balaceanu, D. (2007). Components of a Business Intelligence software solution. *Revista Informatica Economica*, 2 (42) 67-73. Recuperado de <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.972.8785&rep=rep1&type=pdf>
7. Banizi, G.; Fleitas, V. y Secondi, C. (2011). *Aplicación de herramientas de Business Intelligence para el Control de Gestión*. (Tesis de licenciatura). Facultad de Ciencias Económicas y de Administración, Universidad de la República Uruguay. Uruguay. Recuperado de <https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/handle/20.500.12008/389>
8. Bentley, D. (2017). *Business Intelligence and Analytics*. Nueva York, Estados Unidos: Library Press. Recuperado de https://www.academia.edu/40285447/Business_Intelligence_and_Analytics
9. Devence, C.; Lapiedra, R., y Guiral, J. (2011). *Introducción a la gestión de sistemas de información en la empresa*. España: Universitat Jaume I. Recuperado de <https://docs.google.com/viewer?url=https%3A%2F%2Flibros.meta>

biblioteca.org%2Fbitstream%2F001%2F193%2F8%2F978-84-693-9894-4.pdf

10. Eckerson, W. (2003). *Smart Companies in the 21st Century: The Secrets of Creating Successful Business Intelligence Solutions*. Estados Unidos: TDWI Report Series. Recuperado de https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Fdownload.101com.com%2Ftdwi%2Fresearch_report%2F2003BIReport_v7.pdf
11. Howson, C. (2007). *Successful Business Intelligence*. Nueva York, Estados Unidos: Tata McGraw-Hill Education. Recuperado de <https://www.amazon.com/-/es/Cindi-Howson/dp/0071498516>
12. IBM Cloud Education. (24 de 09 de 2020). What is OLTP. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.ibm.com/cloud/learn/oltp>
13. IBM Cloud Education. (26 de 09 de 2020). What is OLAP. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.ibm.com/cloud/learn/olap>
14. Inmon, W. (2005). *Building the Data Warehouse*. Estados Unidos: Wiley. Recuperado de <https://www.semanticscholar.org/paper/Building-the-Data-Warehouse%2C3rd-Edition-Inmon/547dd56fd748bf5f78fae509e9c04ccebdfa0a60>
15. Jaspersoft. (25 de 09 de 2020). Interactive Reports and Scheduling. [Archivo de Video]. Recuperado de

<https://community.jaspersoft.com/wiki/jasperreports-server-interactive-reports-and-scheduling-video>

16. Karitani, T. (2014). *Implementacion of an enterprise Data Warehouse System: A case study of Uganda technical college*. Kichwamba, Kampala: International University. doi: 10.13140/RG.2.2.26482.20165
17. Kimball, R. y Ross, M. (2013). *The Data Warehouse Toolkit, the definitive guide to dimensional modeling*. Estados Unidos: Wiley. Recuperado de https://docs.google.com/viewer?url=https%3A%2F%2Faatinegar.com%2Fwp-content%2Fuploads%2F2016%2F05%2FKimball_The-Data-Warehouse-Toolkit-3rd-Edition.pdf
18. Microsoft. (26 de 09 de 2020). *Introduction to dashboards for Power BI designers*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://docs.microsoft.com/en-us/power-bi/create-reports/service-dashboards>
19. MicroStrategy. (26 de 09 de 2020). *Report types estándar and OLAP reports*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de https://docarchives.microstrategy.com/producthelp/10.8/InMemoryAnalytics/WebHelp/Lang_1033/Content/InMemoryAnalysis/Report_types__Standard_and_OLAP_reports.htm

20. MIDES. (26 de 09 de 2020). *Sistema estratégico de información*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.mides.gob.gt/sistema-estrategico-de-informacion-del-mides-reporteador/>
21. MINFIN. (26 de 09 de 2020). *Observatorio del presupuesto público*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://observatorio.minfin.gob.gt/>
22. MSPAS. (26 de 09 de 2020). *Situación de COVID-19 en Guatemala*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://tablerocovid.mspas.gob.gt/>
23. Negash, S. (febrero, 2004). Communications of the Association for Information Systems. *Business Intelligence*. (13), 177-195.
24. Norris, S. (26 de 08 de 2020). *Centralized intelligence at work*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.informationweek.com/software/information-management/centralized-intelligence-at-work/d/d-id/1024532>
25. O'brien, J.; Marakas, G. y Barranza, C. (2006). *Sistemas de Información Gerencial*. Estados Unidos: McGraw-Hil Interamericana. Recuperado de <https://docs.google.com/viewer?url=http%3A%2F%2Fcotana.informatica.edu.bo%2Fdownloads%2FId->

26. Ong, I.; Siew, P. y Wong, S. (2011). *A five-layered business intelligence architecture*. Malaysia: IBIMA. doi: 10.5171/2011.695619.
27. Oz, E. (2008). *Administración de los Sistemas de Información*, 5a. ed. Estados Unidos: Cengage Learning Editores. Recuperado de https://www.academia.edu/28968219/Administracion_de_los_sistemas_de_informacion_Effy_Oz_5ta_Ed
28. Pérez, M. (2015). *Business Intelligence. Técnicas, herramientas y aplicaciones*. España: RC Libros. Recuperado de <https://www.amazon.com/Business-Intelligence-T%C3%A9cnicas-herramientas-aplicaciones/dp/8494305522>
29. Sánchez, F. (2003). *Planificación estratégica y gestión pública por objetivos*. Estados Unidos: Naciones Unidas. Recuperado de <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/7284>
30. Scheps, S. (2017). *Business Intelligence for Dummies*. Estados Unidos: Wiley. Recuperado de <https://www.dummies.com/article/business-careers-money/business/data-management/business-intelligence-for-dummies-cheat-sheet-207501/>
31. SENACYT. (11 de 03 de 2022). *Plataforma de servicios*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de

<https://www.senacyt.gob.gt/portal/index.php/component/sppagebuilder/72-plataforma-de-servicios>

32. SENACYT. (13 de 03 de 2021). *Nosotros*. [Mensaje en un blog]. Recuperado de <https://www.senacyt.gob.gt/portal/index.php/nosotros/senacyt>
33. Sharda, R.; Delen, D. y Turban, E. (2013). *Business Intelligence: A Managerial Perspective on Analytics*. Estados Unidos: Prentice Hall Press. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/302295983_Business_Intelligence_A_Managerial_Perspective_on_Analytics
34. Sherman, R. (2014). *Business Intelligence Guidebook: from data integration to analytics*. Estados Unidos: Elsevier. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/book/9780124114616/business-intelligence-guidebook>
35. Shiarat, M., y Hightower, R. (2017). *Conceptualizing Business Intelligence Architecture*. (Tesis de doctorado). Universidad AM, Florida. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/237013221_Conceptualizing_Business_Intelligence_Architecture
36. Teixeira, R.; Afonso, F.; Oliveira, B.; Portela, F. y Santos, M. (2014). *Business Intelligence to Improve the Quality of Local Government Services - Case-study in a Local Government Town Hall*. doi: 10.5220/0005051601530160

37. Vercellis, C. (2009). *Business Intelligence: Data Mining and Optimization for Decision Making*. Estados Unidos: Wiley. Recuperado de <https://www.amazon.com/-/es/Carlo-Vercellis/dp/0470511397>
38. Watson, H. (mayo 2009). Tutorial: Business Intelligence – Past, Present, and Future. *Communications of the Association for Information Systems*. (25), 487-511.

APÉNDICES

Apéndice 1. Matriz de coherencia

Problemas	Objetivos	Metodología	Resultados	Conclusiones	Recomendaciones
1. Problema principal	1. Objetivo General	Enfoque: mixto, ya que en el estudio fueron empleados datos descriptivos para determinar la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio, así como su aplicación, y datos cuantitativos para la selección de las herramientas por medio de las cuales se implementó dicho sistema.	Implementación del sistema de inteligencia de negocios en la SENACYT.	1. Conclusión General	
¿Cómo se podría implementar un sistema de inteligencia de negocio que provea acceso a los datos institucional para análisis, visualización y generación de informes, que permita apoyar el proceso de toma de decisiones?	Implementar un sistema de inteligencia de negocio que provea acceso a datos institucionales a las áreas de planificación y desarrollo, popularización de la ciencia, unidad de género, generación y transferencia de conocimiento, y despacho superior de la SENACYT para la generación de información para su análisis, visualización y desarrollo de informes, que permita apoyar el proceso de toma de decisiones.	Diseño: experimental, porque con base al sistema de inteligencia de negocio implementado, se aplicó el proceso de inteligencia		Se implementó un sistema de inteligencia de negocio que proveyó acceso los datos institucionales a las distintas unidades de la SENACYT, permitiendo la generación de información para su análisis, visualización y desarrollo de informes, que permita apoyar el proceso de toma de decisiones.	Se hace necesario dar seguimiento al uso del sistema de inteligencia de negocio a nivel institucional, así como la integración de nuevas colecciones de datos que permitan potenciar las capacidades para la toma de decisiones en la SENACYT.

Continuación apéndice 1.

2. Problemas Secundarios	2. Objetivos Específicos	de negocio a dos sistemas transaccionales, para experimentar con ellos y verificar los resultados obtenidos.	1. Conclusiones Específicas
a. ¿Cuál debe ser la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio que brinde las capacidades técnicas para analizar, visualizar y generar informes a partir de los datos?	a. Diseñar la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT, que brinde las capacidades técnicas para analizar, visualizar y generar informes a partir de los datos.	Alcance: descriptivo, dado que se presentó y describió el diseño de la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio, los componentes técnicos que lo integran, así como el modelo del proceso de aplicación de inteligencia de negocio a sistemas transaccionales.	a. Se sugiere validar de forma periódica la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio implementada, para que esta siga cumpliendo su función principal y esté acorde a las demandas de uso, necesidades y capacidades de la SENACYT.
b. ¿Qué herramientas son necesarias para implementar el sistema de inteligencia de negocio?	b. Implementar las herramientas tecnológicas necesarias para el desarrollo del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT.	Unidad de análisis: Sistema de inteligencia de negocio (arquitectura, herramientas y usos). Variables: las que definen	b. Se hace necesario velar por el correcto funcionamiento de la herramientas implementadas para el
		a. Diseño de la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio en la SENACYT, la cual está integrada por la capa de fuente de datos, capa de integración de datos, capa de almacén de datos y capa de usuario final.	a. Se diseñó la arquitectura del sistema de inteligencia de negocio la cual proporcionó las capacidades técnicas de análisis, visualización y generación de informes a partir de los datos.
		b. Herramientas tecnológicas implementadas para el desarrollo del sistema de inteligencia	

Continuación apéndice 1.

		la implementación del sistema de inteligencia de negocio. Esta son: acceso a datos, beneficiarios, usos del sistema y herramientas de implementación.	de negocio. La Tabla I muestra las tecnologías utilizadas de acuerdo con la capa de arquitectura a la que pertenecen	b. Se implementaron las herramientas tecnológicas necesarias para el desarrollo del sistema de inteligencia de negocio, de acuerdo a las necesidades institucionales y capacidades técnicas de la SENACYT.	sistema de inteligencia de negocio y gestionar la adquisición o implementación de otras herramientas que potencien las capacidades del sistema.
c. ¿De qué forma se podrá aplicar un modelo de inteligencia de negocio para el Sistema de Registro de Participantes en Eventos Científicos y Tecnológicos realizados por la SENACYT	c. Desarrollar el proceso de inteligencia de negocio para el Sistema de Registro de Participantes en Eventos Científicos y Tecnológicos realizados por la SENACYT para generar informes y visualizar la información.	Técnicas de análisis de información: tablas de comparación, diagramas entidad relación y diagrama de despliegue, análisis estadístico descriptivo.	c. Proceso de inteligencia de negocio aplicado al sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos. Con el desarrollo de este proceso, se obtuvo acceso a 60,047 datos a través de las herramientas implementadas en la capa de usuario final.		c. Se sugiere revisar y actualizar el modelo dimensional, los trabajos ETL, visualizaciones y reportes aplicados al sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológicos realizados por la SENACYT, para que este funcione de acuerdo a los cambios que sean aplicados a dicho sistema.
para generar informes y visualizar la información?	d. Desarrollar el proceso de inteligencia de negocio para el Sistema de Registro Histórico de Proyectos de la SENACYT, para generar informes y visualizar la información.	Fases del estudio Fase I: revisión documental de los sistemas de inteligencia de negocio, sus arquitecturas y herramientas para su		c. Se desarrolló el proceso de inteligencia de negocio al sistema de registro de participantes en eventos científicos y tecnológico	

Continuación apéndice 1.

d. ¿De qué forma se podrá aplicar un modelo de inteligencia de negocio para el Sistema de Gestión de Proyectos y Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación para generar informes y visualizar la información?	implementación.	s realizados por la SENACYT, lo que permitió probar el funcionamiento de dicho sistema y lograr generar informes y visualizaciones de la información, para apoyar el proceso de toma de decisiones.	d. Se sugiere integrar al proceso de inteligencia de negocio aplicado al sistema de registro histórico de proyectos de la SENACYT, los proyectos de años actuales que ha sido y están siendo registrados de manera digital de acuerdo a las nuevas plataformas implementadas por la SENACYT.
	Fase II: diseño e implementación del sistema de inteligencia de negocio.	d. Proceso de inteligencia de negocio aplicado al sistema de registro histórico de proyectos. Con el desarrollo de este proceso, se obtuvo acceso a 9,425 datos a través de las herramientas implementadas en la capa de usuario final.	
	Fase III: experimentación por medio de la aplicación del modelo de inteligencia de negocio a dos sistemas transaccionales.		
	Fase IV: evaluación de resultados para la verificación del cumplimiento de los objetivos.		
	Fase V: interpretación y redacción de los resultados para validar	d. Se desarrolló el proceso de inteligencia de negocio al sistema de registro histórico de proyectos de la SENACYT, por medio del cual se confirmó el funcionamiento del sistema y lograr generar informes y visualizaciones de la información, para apoyar el proceso	

Continuación apéndice 1.

las preguntas
planteadas.

de toma de
decisiones.

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Cuestionario

Implementación de un sistema de inteligencia de negocio: Caso de estudio en la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología

Dirección/Unidad a la que pertenece: _____

¿Considera que para mejorar los procesos de toma de decisiones es importante tener acceso a datos?

Totalmente en desacuerdo ☐	En desacuerdo ☐	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo ☐	De acuerdo ☐	Totalmente de acuerdo ☐
---	--	--	-------------------------------------	--

¿Considera que la implementación de un sistema de inteligencia de negocio en la Senacyt apoya el proceso de toma de decisiones?

Totalmente en desacuerdo ☐	En desacuerdo ☐	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo ☐	De acuerdo ☐	Totalmente de acuerdo ☐
---	--	--	-------------------------------------	--

¿Se identifica y considera que podría utilizar alguno de los tipos de acceso a los datos implementados con el sistema de inteligencia de negocio (tableros, reportes, acceso directo a datos, tablas y gráficos dinámicos)?

Totalmente en desacuerdo ☐	En desacuerdo ☐	Ni de acuerdo, ni en desacuerdo ☐	De acuerdo ☐	Totalmente de acuerdo ☐
---	--	--	-------------------------------------	--

¿Qué otros casos de uso podría implementar con el sistema de inteligencia de negocio?

¿Para que el sistema de inteligencia de negocio sea una iniciativa aceptada y adoptada a nivel institucional, qué acciones considera que la Senacyt debería implementar?

Fuente: elaboración propia.