



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA DE
NEGOCIOS SOBRE LOS DATOS DEL POSDESPACHO DIARIO PARA EL ANÁLISIS
DESCRIPTIVO DEL MERCADO MAYORISTA GUATEMALTECO**

Kevin Raúl Franco Enriquez

Asesorado por el Maestro Ing. Luis Arturo Cerna Rich

Guatemala, febrero de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA DE
NEGOCIOS SOBRE LOS DATOS DEL POSDESPACHO DIARIO PARA EL ANÁLISIS
DESCRIPTIVO DEL MERCADO MAYORISTA GUATEMALTECO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

KEVIN RAÚL FRANCO ENRIQUEZ

ASESORADO POR EL MAESTRO ING. LUIS ARTURO CERNA RICH

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO ELECTRÓNICO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2021

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. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADORA	Inga. Ingrid Rodríguez García de Loukota
EXAMINADOR	Ing. Julio César Solares Peñate
EXAMINADOR	Ing. Helmunt Federico Chicol Cabrera
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:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA DE NEGOCIOS SOBRE LOS DATOS DEL POSDESPACHO DIARIO PARA EL ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL MERCADO MAYORISTA GUATEMALTECO

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 11 de noviembre de 2020.

Kevin Raúl Franco Enriquez

Ref. EEPFI-1452-2020
Guatemala, 12 de noviembre de 2020


Director
Armando Alonso Rivera Carrillo
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Presente.

Estimado Ing. Rivera:

Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado. El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA DE NEGOCIOS SOBRE LOS DATOS DEL POSDESPACHO DIARIO PARA EL ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL MERCADO MAYORISTA GUATEMALTECO**, presentado por el estudiante **Kevin Raúl Franco Enríquez** carné número **201213095**, quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en Artes en Gestión de Mercados Eléctricos Regulados.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

Atentamente,

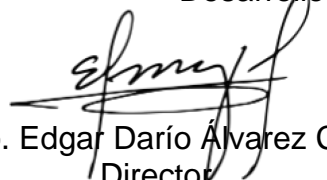

Mtro. Luis Arturo Cerna Rich
Asesor

Luis Arturo Cerna Rich
Ing. Mecánico Electricista
Colegiado 6247

"Id y Enseñad a Todos"


Mtro. Juan Carlos Fuentes Montepeque
Coordinador de Área
Desarrollo Socio-Ambiental y Energético




Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP-EIME-031-2020

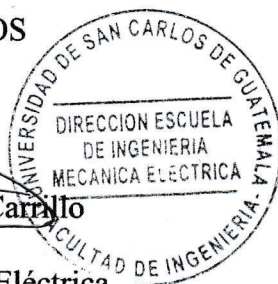
El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA DE NEGOCIOS SOBRE LOS DATOS DEL POSDESPACHO DIARIO PARA EL ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL MERCADO MAYORISTA GUATEMALTECO**, presentado por el estudiante universitario Kevin Raúl Franco Enríquez, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'AR' followed by a flourish.

Ing. Armando Alonso Rivera Carrillo
Director

Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica



Guatemala, noviembre de 2020

DTG. 048.2021.

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 Ingeniería Eléctrica, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN PARA LA APLICACIÓN DE LA INTELIGENCIA DE NEGOCIOS SOBRE LOS DATOS DEL POSDESPACHO DIARIO PARA EL ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL MERCADO MAYORISTA GUATEMALTECO**, presentado por el estudiante universitario: **Kevin Raúl Franco Enriquez**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
DECANA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Inga. Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, febrero de 2021.

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por haberme dado la vida y colocar en mi camino todas las oportunidades para seguir adelante.
- Mis padres** Por su sacrificio a lo largo de los años, hasta este punto de mi vida y por haber inculcado en mí los valores que me han formado.
- Mi novia** Betsaida Paredes, por haberme apoyado en los días buenos y malos a lo largo de mi carrera, a pesar de las circunstancias.
- Mis amigos** Dulce Asensio, Pablo Orellana, Jorge Gutiérrez, Luis Aguirre, Francisco Morales y demás, por su apoyo incondicional.
- Dr. Jaime Ramírez** Por ser una importante influencia en mi vida, así como el brindarme su apoyo para alcanzar mis metas, entre otras cosas.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios durante todos estos años y formarme profesionalmente.
Facultad de Ingeniería	Por brindarme los conocimientos necesarios para ser un excelente profesional.
Escuela de Estudios de Postgrado	Por permitirme desarrollar el presente diseño de investigación y ampliar mis conocimientos profesionales.
Asesor	Maestro Ing. Luis Arturo Cerna Rich, por su tiempo, paciencia y buena voluntad para compartir su conocimiento durante la elaboración de este trabajo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
3.1. Contexto general	7
3.2. Descripción del problema	8
3.3. Formulación del problema	10
3.4. Delimitación del problema	11
4. JUSTIFICACIÓN	13
5. OBJETIVOS	15
5.1. General.....	15
5.2. Específicos	15
6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	17
7. MARCO TEÓRICO.....	19
7.1. Subsector eléctrico guatemalteco.....	19

7.1.1.	Marco Legal.....	19
7.1.2.	Marco institucional.....	22
7.1.3.	Mercado eléctrico guatemalteco.....	24
7.1.3.1.	Agentes del mercado	25
7.1.3.2.	Operación del Mercado Mayorista.....	25
7.2.	Inteligencia de negocio.....	27
7.2.1.	Los datos.....	27
7.2.1.1.	Tipos de datos.....	27
7.2.1.2.	Datos abiertos	28
7.2.1.3.	Calidad de los datos abiertos	29
7.2.1.4.	Datos como materia prima	30
7.2.2.	Definición de la inteligencia de negocio	30
7.2.3.	Modelo de negocio	31
7.2.3.1.	Indicadores clave de negocio (KPI).....	31
7.2.4.	Arquitectura de la inteligencia de negocio	31
7.2.5.	Beneficio del <i>business intelligence</i>	34
7.2.6.	Tipo de análisis sobre los datos	34
7.2.7.	Descripción y visualización de los datos	35
7.3.	Inteligencia de negocio en el sector eléctrico.....	36
7.3.1.	Modelo de negocio del mercado eléctrico guatemalteco.....	37
7.3.2.	Requisitos para el modelo del mercado eléctrico guatemalteco.....	40
7.3.3.	Materia prima de datos del mercado eléctrico.....	41
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO	45
9.	METODOLOGÍA	49
9.1.	Características del estudio	49

9.2.	Unidades de análisis	49
9.3.	Hipótesis.....	49
9.4.	Variables.....	50
9.5.	Fases del estudio	53
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN.....	57
11.	CRONOGRAMA.....	59
12.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	61
13.	REFERENCIAS.....	63

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Árbol del problema	9
2.	Jerarquía del Marco Legal del subsector eléctrico guatemalteco.....	20
3.	Marco Institucional	24
4.	Valor de los datos	28
5.	Arquitectura de <i>business intelligence</i>	33
6.	Curva de oferta	39
7.	Detalle del precio de oportunidad de la energía del informe de posdespacho diario	42
8.	Cronograma de actividades	59

TABLAS

I.	Definición teórica y operativa de variables	50
II.	Caracterización de variables	52
III.	Presupuesto de la investigación.....	62

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
US\$	Dólares americanos
US\$/MWh	Dólares americanos por mega Watt hora
MWh	Energía en mega Watt por hora
GB	Giga Byte
kW	Kilo Watt
MHz	Mega Hertz
MW	Mega Watt
Q/kWh	Quetzales por kilo Watt hora

GLOSARIO

AMM	Administrador del Mercado Mayorista.
Base de datos	Conjunto de datos organizados que puede o no estar relacionados entre sí.
BI	<i>Business Intelligence</i> (Inteligencia de Negocios).
CNEE	Comisión Nacional de Energía Eléctrica.
Commodity	Tipo de bien que no tiene diferenciación entre sí.
CRIE	Comisión Regional de Interconexión Eléctrica
Curva horaria	Gráfica que representa el consumo de energía eléctrica durante un período de 24 horas.
Datos crudos	Datos en texto plano que carecen de formato.
Energía eléctrica	Es la energía generada por el movimiento de cargas eléctricas debido a una diferencia de potencial.
Informe	Documento que se presenta con información relevante y resultados del estudio de un tema específico.

Inteligencia artificial	Inteligencia que demuestran las máquinas al aprender del entorno y tomar decisiones para alcanzar objetivos específicos.
KPI	<i>Key Performance Indicator</i> (Indicador clave de desempeño).
LGE	Ley General de Electricidad.
MEM	Ministerio de Energía y Minas.
MM	Mercado Mayorista.
NCC	Norma de Coordinación Comercial.
POE	Precio de Oportunidad de la Energía.
Posdespacho	Estado temporal luego del período de transacciones de energía y potencia en el mercado eléctrico.
Pre despacho	Estado temporal antes del período de transacciones de energía y potencia en el mercado eléctrico.
SEN	Sistema Eléctrico Nacional.
SNI	Sistema Nacional Interconectado.
Spot	Mercado de transacciones a corto plazo.

RESUMEN

El objetivo principal de este diseño de investigación se centra en la manera de facilitar la adquisición y procesamiento de datos de los informes de posdespacho diario del Mercado Mayorista guatemalteco, mediante la implementación de la inteligencia de negocios. Por lo que a través del documento se describe la importancia que los datos representan en la actualidad como materia prima y lo indispensable que es gestionarlos de manera eficiente manteniendo la calidad de estos, además se desarrollan los conceptos básicos para la implementación de la inteligencia de negocios. El diseño se delimita a los informes del posdespacho diario, generados entre el período de enero a octubre del 2020 disponibles en el portal oficial del AMM, con la finalidad de realizar un análisis descriptivo del comportamiento del Mercado Mayorista en dicho período.

Asimismo, se establecen las variables de interés y las técnicas de análisis que permitirán evaluar su comportamiento y cumplir con los objetivos del posterior diseño de investigación. Por último, mediante una evaluación económica se determina la factibilidad del estudio, siendo esta satisfactoria.

1. INTRODUCCIÓN

El Mercado Mayorista (MM) guatemalteco, es una fuente voluminosa de datos que pueden reflejar el comportamiento de dicho mercado ante acciones operativas del sistema eléctrico nacional por parte del Administrador del Mercado Mayorista (AMM), factores externos como la variación en los precios del combustible, cambios climáticos y de estacionalidad, estados de comportamiento humano entre otros. Asimismo, estos datos pueden representar el desarrollo del país con base a su curva de carga horaria. Por lo tanto, estos datos son una fuente rica en información y pueden ser considerados como materia prima para todo aquél que tenga interés sobre ellos.

Actualmente los datos de las operaciones del MM se disponen públicamente por parte del AMM en su sitio web oficial, sin embargo, los datos al estar en hojas de cálculo y no regirse bajo algún formato estándar, dificultan su adquisición y gestión para todo aquel interesado en analizar el comportamiento del mercado.

El presente diseño de investigación pretende demostrar como la inteligencia de negocios puede ser aplicada a los datos del mercado eléctrico para facilitar la adquisición y gestión de estos, con lo cual el análisis descriptivo del mercado mayorista guatemalteco podrá ser realizado por cualquier interesado en un lapso considerablemente corto. Por lo cual se toman como datos de estudio los informes del posdespacho diario de los meses entre enero a octubre del 2020.

A través del desarrollo de este diseño se describe el marco regulatorio bajo el cual se rige el subsector eléctrico guatemalteco, además se desarrollan los conceptos clave que demuestran la importancia que representan los datos en la

actualidad. Asimismo, se presentarán los conceptos concernientes a la inteligencia de negocios que harán posible el procesamiento de los datos para obtener de ellos el mejor provecho en lo que respecta a la descripción del comportamiento del mercado eléctrico guatemalteco.

La inteligencia de negocios permite a través de la recopilación, almacenamiento y procesamiento de datos interpretar estos últimos para establecer y fundamentar la toma de decisiones, siendo por ellos una herramienta de gran valor. En el Mercado Mayorista existe un gran número de agentes que compiten libremente, por lo tanto, al hacer uso de la inteligencia de negocios sobre los datos del mercado pueden tomar decisiones y establecer el rumbo que les permita maximizar sus beneficios sobre sus competidores. Por otro lado, la implementación de la inteligencia de negocios puede facilitar la vigilancia del mercado, lo cual permite evaluar su correcto funcionamiento regido bajo el marco regulatorio del subsector eléctrico guatemalteco.

El presente diseño de investigación se orienta bajo la línea de investigación de “Proyectos de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica en un mercado eléctrico regulado” mediante la sublínea de “Regulación a nivel nacional”.

2. ANTECEDENTES

En la presente sección se detalla de manera breve el estado actual del subsector eléctrico guatemalteco, así como algunos estudios relevantes mediante los que se sustenta la elaboración de la presente investigación.

El mercado eléctrico guatemalteco a partir de 1996, luego de la entrada en vigor de la Ley General de Electricidad, se convirtió en un Mercado Mayorista (MM) separándose las actividades de generación, transporte, comercialización y distribución de la energía eléctrica (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015)

Es en este contexto que el MM es fuente rica en cantidad de datos, generándose a cada instante y siendo agrupados en los distintos informes del AMM, los cuales se publican en formatos de hojas de cálculo en su portal web periódicamente por día, por semana o por años dependiendo del informe.

Los datos pueden ser utilizados como materia prima; pues al adquirir, procesar y analizar los datos es posible optimizar procesos, tomar decisiones, entre otros aspectos (COTEC, 2019). Ante esta situación, Guatemala forma parte desde el 2015 de la Carta Internacional de los Datos Abiertos, cuyo objetivo es fomentar los principios de datos abiertos para liberar el potencial que estos puede traer a la sociedad (Naser y Rosales, 2016).

Los datos publicados en los informes del AMM representan el comportamiento del mercado en forma plana, pero éstos al ser de acceso público pueden ser utilizados. En países europeos donde los mercados eléctricos son

liberalizados y minoristas el tratamiento de los datos generados en estos mercados ha demostrado que es posible obtener valiosa información por medio de ellos. Siendo un ejemplo el mercado eléctrico español donde se ha aprovechado la minería de datos y la visualización de estos fue posible obtener la estrategia de oferta de los distintos agentes y visualizar conjuntamente esta información (Muñoz, Villar, y Sánchez, 2005)

Desde el punto de vista económico la comprensión de los datos puede generar una gran ventaja competitiva en cualquier tipo de mercado, por ejemplo: en lo que respecta al sector eléctrico estudios realizados en Ecuador, han demostrado que es posible realizar pronósticos del mercado *spot* de energía en base al tratamiento de los datos obtenidos del MM, al aplicar técnicas de inteligencia artificial (Hinojosa, 2007). Así mismo un estudio más reciente en Madrid, ha demostrado que con base en la recopilación de los datos de los mercados liberalizados y con análisis dinámicos haciendo uso de técnicas de alisado exponencial multivariable, es posible la predicción del precio a corto plazo de la electricidad (López Asensio, 2015).

Por lo tanto, es así como se ha demostrado la importancia de los datos, pero hay que hacer notar que éstos por sí solos no significan nada, sino hasta después de ser procesados éstos aportan información que sienta las bases para la toma de decisiones, siendo esto lo que se conoce como *Business Inteligencia* o Inteligencia de Negocio (Cano, 2007). La inteligencia de negocio o simplemente BI ha tomado gran importancia en las organizaciones, ya que les permite medir controlar y hasta optimizar sus actividades operativas y financieras.

Es así como en Chile se llevó a cabo un estudio que cuya finalidad fue desarrollar un sistema de monitoreo del mercado eléctrico (González Marroquín, 2012). Mientras que en Guatemala actualmente la CNEE utiliza inteligencia de

negocio para la elaboración de sus informes con la finalidad de monitorear el mercado (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2019). Sin embargo, esto aún presenta el inconveniente respecto a la no uniformidad de los datos, que deben ser depurados antes de aplicar la inteligencia de negocio.

En la búsqueda de antecedentes para este trabajo, no se ha encontrado estudios previos relacionados a la inteligencia de negocio o manejo de datos del sector eléctrico guatemalteco con respecto al mercado mayorista, con lo cual se pretende que el presente trabajo brinde una fuente de conocimiento para aquellos interesados en este mercado y facilite de alguna manera su análisis.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1. Contexto general

Actualmente el Administrador del Mercado Mayorista (AMM) es encargado de operar el Sistema Nacional Interconectado (SNI) y el Mercado Mayorista (MM) con la finalidad de mantener la continuidad del suministro de energía eléctrica en Guatemala. Por otra parte, la Comisión Nacional de Energía Eléctrica (CNEE) es la encargada de velar por el correcto funcionamiento del subsector eléctrico. Por lo tanto, la CNEE es quien supervisa las acciones del AMM.

El AMM tiene la obligación, según lo establece la Norma de Coordinación Comercial (NCC) número 1, de presentar a los agentes participantes del MM los informes de la operación del mercado. Esta información es de carácter público y está disponible en el portal oficial del AMM mediante archivos en formato de hojas de cálculo.

Bajo este contexto cuando la CNEE, agente o persona individual tiene algún interés específico sobre las acciones que ha efectuado el AMM respecto a la operación del mercado o simplemente saber el comportamiento de éste, acuden a los informes previamente mencionados. Sin embargo, el análisis requiere la adquisición de los datos crudos del informe, lo que conlleva tiempo de búsqueda, depuración y ordenamiento de los datos, para poder llegar a una conclusión, lo que complica de alguna manera la vigilancia del mercado mayorista. Actualmente la CNEE ha incursionado en el uso de la inteligencia de negocios para analizar el mercado, pero a pesar de ello el problema de la adquisición y gestión de datos persiste sobre esta labor.

3.2. Descripción del problema

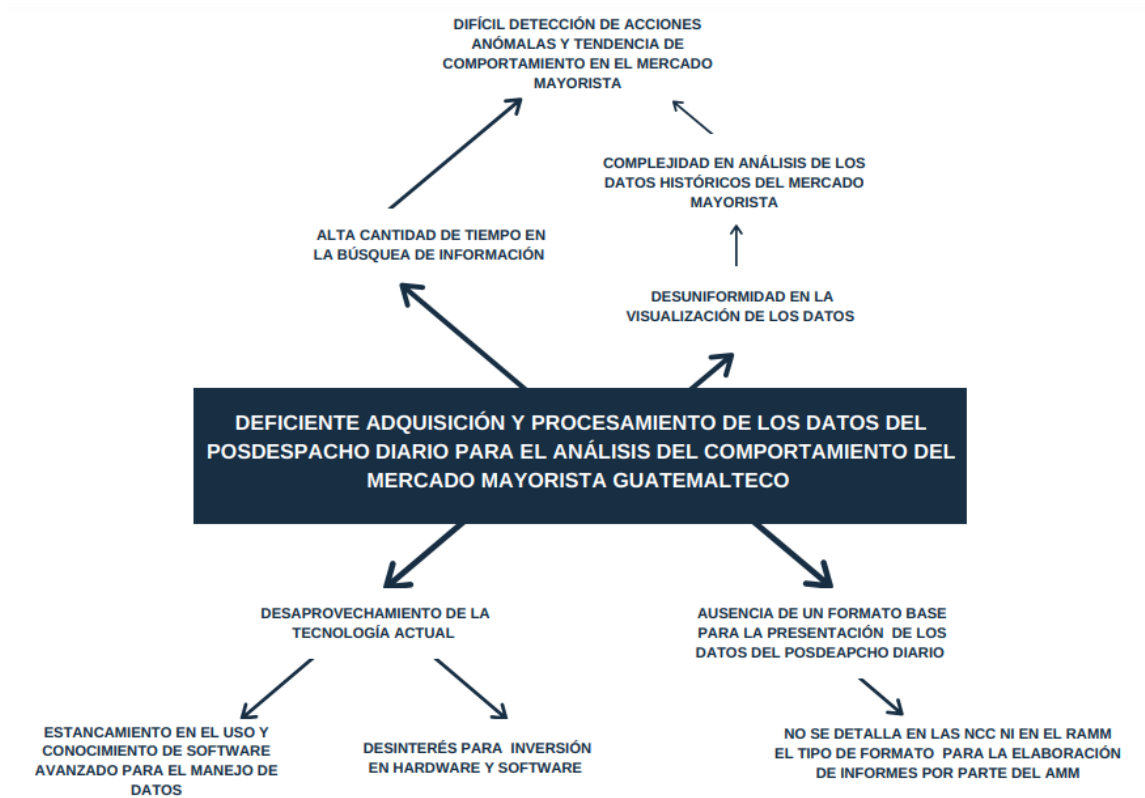
En lo que concierne al subsector eléctrico de Guatemala, es indispensable conocer tanto a nivel técnico como económico, el comportamiento del Mercado Mayorista debido a que ello refleja la situación actual del país, siendo este relacionado con su nivel de desarrollo. Por lo tanto, el análisis del comportamiento del MM debe poder realizarse de manera transparente, clara y sencilla para cualquiera que esté interesado en esta información.

Es posible vigilar el comportamiento del MM a través de los informes del AMM, no obstante, la ausencia de un formato estándar de datos para su presentación, por parte de las NCC, provoca que los datos crudos sean engorrosos de adquirir y gestionar cuando se requiere analizar el mercado. Además, el formato puede ser sujeto a cambios, lo que causaría el desbordamiento de algún software desarrollado con dicha finalidad. Por otro lado, el desaprovechamiento y carencia de conocimiento de las tecnologías de la información y comunicación respecto a softwares de manejo de datos, así como el desinterés de inversión económica tanto en software como en hardware, complica aún más el análisis del comportamiento del MM. Las consecuencias derivadas implican altas inversiones de tiempo para la adquisición y gestión de datos, lo cual puede demorar procesos de auditoría del MM cuya finalidad es la detección de acciones anómalas en el subsector eléctrico o simplemente observar su comportamiento.

Actualmente puede identificarse el correcto funcionamiento del mercado mediante las labores del personal de la CNEE que ocupan su tiempo y funciones ante esta situación, no obstante, para una persona o agente participante que pretenda analizar los datos del mercado deberá invertir demasiado tiempo y recurso humano enfocado a dicha tarea.

A continuación, se presenta el árbol del problema donde se identifican las causas y efectos sobre el cual se centra el desarrollo de este diseño de investigación.

Figura 1. **Árbol del problema**



Fuente: elaboración propia.

3.3. Formulación del problema

Pregunta central

¿Cómo se puede facilitar la adquisición y procesamiento de datos del informe de posdespacho diario para el análisis descriptivo del Mercado Mayorista guatemalteco en el período de enero a octubre de 2020?

Preguntas auxiliares

- ¿Cuáles son los requerimientos mínimos necesarios de software y hardware para aplicar la inteligencia de negocios en el análisis descriptivo de los datos del posdespacho diario del mercado mayorista guatemalteco?
- ¿Cuál debe ser el formato estándar de datos digitales que disminuya el tiempo de adquisición de datos dispuestos por parte del Administrador del Mercado Mayorista respecto al posdespacho diario guatemalteco?
- ¿Qué conjunto de datos del informe de posdespacho diario permitirán visualizar gráficamente el comportamiento del Mercado Mayorista guatemalteco para su análisis descriptivo mediante el uso de la inteligencia de negocios?
- ¿Cómo puede describirse el comportamiento del Mercado Mayorista guatemalteco durante el período de enero a octubre de 2020 mediante los informes de posdespacho diario y la inteligencia de negocios?

3.4. Delimitación del problema

El presente diseño de investigación se centra en la aplicación de la inteligencia de negocios sobre los datos de los informes de posdespacho diario del Mercado Mayorista, correspondientes a los meses de enero a octubre de 2020, con la finalidad de realizar un análisis descriptivo del comportamiento del mercado eléctrico guatemalteco.

4. JUSTIFICACIÓN

El presente diseño se orienta bajo la línea de investigación de “Proyectos de generación, distribución y comercialización de energía eléctrica en un mercado eléctrico regulado” y la sublínea de “Regulación a nivel nacional”. Se plantea la implementación de la inteligencia de negocios sobre los datos del posdespacho diario del Mercado Mayorista guatemalteco, para así facilitar la adquisición y gestión de dichos datos, lo que a su vez permite analizar el mercado y establecer conclusiones en menor tiempo.

Además, el estudio propone un formato estándar de datos que permita obtener datos de calidad para su mejor reutilización, refiriéndose a estos como materia prima. Con el desarrollo de este formato, se pretende proponer su utilización en la norma de coordinación comercial número uno para la presentación de los informes de posdespacho diario. Asimismo, se establece un conjunto de gráficos mediante los datos del posdespacho que representen el comportamiento del mercado eléctrico, explotando al máximo la información que estos datos contienen.

Por último, mediante todo lo descrito anteriormente, se realiza un análisis descriptivo del comportamiento del Mercado Mayorista dentro del período de enero a octubre de 2020 para demostrar las ventajas de utilizar la inteligencia de negocios en el subsector eléctrico.

Por lo tanto, los principales beneficiados de este trabajo serán todos aquellos interesados en el comportamiento del MM tales como la CNEE, agentes del mercado, inversionistas, académicos entre otros.

5. OBJETIVOS

5.1. General

Aplicar las tecnologías de la inteligencia de negocios en la adquisición y procesamiento de los datos del posdespacho diario, para el análisis descriptivo del Mercado Mayorista guatemalteco en el período de enero a octubre de 2020.

5.2. Específicos

- Proponer los requerimientos mínimos necesarios de software y hardware para aplicar la inteligencia de negocios en el análisis descriptivo de los datos del posdespacho diario del Mercado Mayorista guatemalteco.
- Proponer un formato digital de datos estándar, para su especificación en la norma de coordinación comercial número uno del Administrador del Mercado Mayorista, que disminuya el tiempo de adquisición de datos del posdespacho diario guatemalteco.
- Establecer el conjunto de datos del informe de posdespacho diario que permitan visualizar gráficamente el comportamiento del mercado eléctrico guatemalteco para su análisis descriptivo mediante la inteligencia de negocios.
- Describir el comportamiento del Mercado Mayorista guatemalteco mediante los informes del posdespacho diario entre el período de enero a octubre de 2020 y la inteligencia de negocios.

6. NECESIDADES POR CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Se pretende demostrar la importancia de aprovechar las tecnologías de la información y comunicación para el análisis de los datos del Mercado Mayorista del subsector eléctrico de Guatemala desde la perspectiva de la inteligencia de negocios, con lo cual puede superarse las dificultades ante la engorrosa adquisición y manipulación de los datos publicados por el AMM en lo referente a los informes de posdespacho diario. Con lo anterior puede facilitarse la vigilancia del correcto funcionamiento del Mercado Mayorista y el análisis del comportamiento del subsector eléctrico del país.

El contenido que abarca este diseño puede ser una base para quienes deseen ampliar este conocimiento hacia los demás datos contenidos en los informes publicado por el AMM, tales como el predespacho e informe de transacciones económicas.

7. MARCO TEÓRICO

A continuación, se describen los fundamentos para la comprensión del presente diseño, para lo cual se abordan los siguientes temas: subsector eléctrico guatemalteco, Inteligencia de Negocios (BI) y BI aplicada a los mercados eléctricos.

7.1. Subsector eléctrico guatemalteco

En Guatemala se le llama subsector eléctrico debido a que pertenece a una de las ramas del sector energético del país (Dirección General de Energía, 2017)

El subsector eléctrico guatemalteco, de ahora en adelante subsector, se rige bajo un marco regulatorio e institucional conformado por entidades cuyas funciones y dictámenes se basan en leyes, reglamentos, normativas y resoluciones vigentes.

7.1.1. Marco Legal

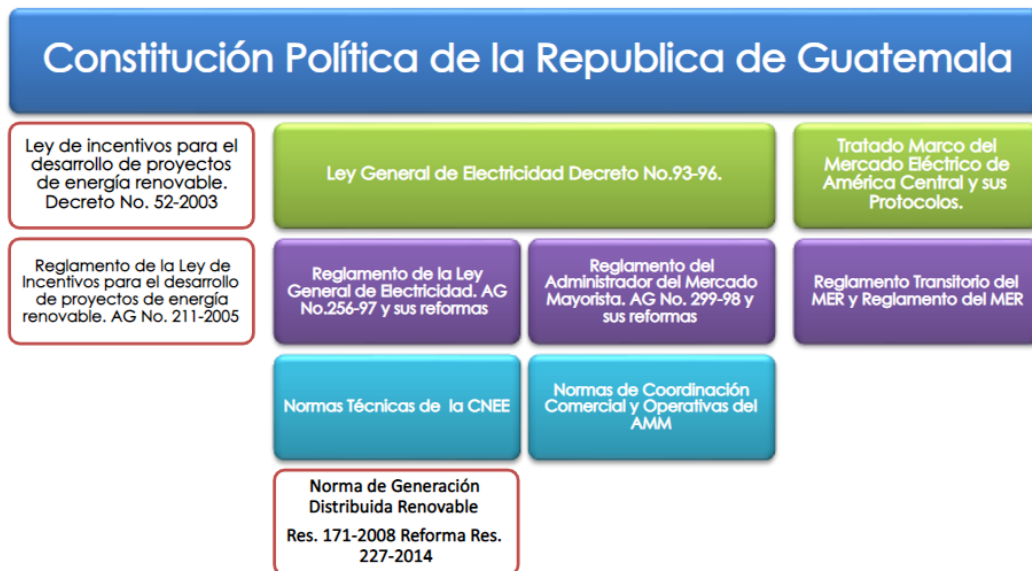
En cuanto al Marco Legal se parte de la Constitución Política, siendo esta la máxima ley del Estado de Guatemala y de la cual se desprenden el resto de leyes, de esta manera el subsector eléctrico se rige bajo lo siguiente:

- “Ley General de Electricidad” (Decreto del Congreso de la República 93-96, 1996) y su Reglamento (Acuerdo Gubernativo Número 256-97, 1997)
- “Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista” (Acuerdo Gubernativo Número 299-98, 1998)

- Normas Técnicas de la CNEE (CNEE, 2020)
- Normas de Coordinación Comercial y Operativas del AMM (AMM, 2020)
- “Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energía Renovable” (Decreto del Congreso de la República 52-2003, 2003) y su Reglamento (Acuerdo Gubernativo Número 21-2005, 2005)
- Tratado Marco del Mercado Eléctrico de América Central y sus Protocolos (CRIE, 2019)
- “Reglamento del Mercado Eléctrico Regional” (CRIE, 2019)

La figura 2 representa de forma jerárquica el Marco Legal del subsector.

Figura 2. **Jerarquía del Marco Legal del subsector eléctrico guatemalteco**



Fuente: Alvarado de Cordova (2015). *Sector eléctrico Guatemala*. Consultado el 29 de septiembre 2020. Recuperado de <https://slideplayer.es/slide/7017843/>.

- Ley General de Electricidad

Objeto:

“Norma el desarrollo del conjunto de actividades de generación, transporte, distribución y comercialización de electricidad” (Decreto del Congreso de la República 93-96, 1996, art. 1).

- Ley de Incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable

Objeto:

“la presente Ley tiene por objeto promover el desarrollo de proyectos de energía renovable y establecer los incentivos fiscales, económicos y administrativos para el efecto” (Decreto del Congreso de la República 52-2003, 2003, art. 2).

Los reglamentos tienen una menor jerarquía que las leyes, sin embargo, detallan y orientan la correcta aplicación de estas, como es el caso de la LGE. Para desarrollo del presente diseño se tomarán en cuenta los siguientes reglamentos:

- “Reglamento de la Ley General de Electricidad” (Acuerdo Gubernativo Número 256-97, 1997)
- “Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista” (Acuerdo Gubernativo Número 299-98, 1998)

Las normas son el conjunto de directrices normalizadas que deben seguirse para el correcto desarrollo técnico, comercial y operativo del subsector eléctrico guatemalteco.

- Normas Técnicas

“Son las disposiciones emitidas por la Comisión de conformidad con la Ley y este Reglamento, en congruencia con prácticas internacionales aceptadas y que servirán para complementar el conjunto de regulaciones sobre las actividades del sector eléctrico” (Acuerdo Gubernativo Número 256-97, 1997, art. 1).

- Normas de Coordinación

Son las disposiciones y procedimientos emitidos por el AMM y aprobados por la CNEE, con el objetivo es coordinar las actividades comerciales y operativas del SIN al mínimo costo (Acuerdo Gubernativo Número 256-97, 1997).

7.1.2. Marco institucional

En Guatemala existe tres instituciones que se encargan del cumplimiento del Marco Legal y el correcto funcionamiento del subsector eléctrico del país. A continuación, se describen cada una de ellas:

- Ministerio de Energía y Minas

“Es el órgano del Estado responsable de formular y coordinar las políticas, planes de Estado, programas indicativos relativos al subsector eléctrico y aplicar la Ley General de Electricidad y su reglamento para dar cumplimiento a sus

obligaciones” (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015, p.13). Además, también es responsable del subsector de hidrocarburos y minería del país.

- Comisión Nacional de Energía Eléctrica

Órgano Técnico del MEM encargado de velar y proteger a usuarios, definir tarifas, dirimir controversias respecto a los agentes del mercado; todo esto mediante el cumplimiento de la LGE y su reglamento (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015).

- Administrador del Mercado Mayorista

“Es entidad privada sin fines de lucro, que coordina las transacciones entre los participantes del Mercado Mayorista de Electricidad, y vela por el mantenimiento de la calidad y la seguridad del suministro de energía eléctrica en Guatemala” (Comisión Nacional de Energía Eléctrica, 2015, p.13).

Figura 3. **Marco institucional**



Fuente: Dirección General de Energía (2017). *Subsector eléctrico de Guatemala*. Consultado el 29 de septiembre de 2020. Recuperado de <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/Subsector-EI%C3%A9ctrico-en-Guatemala.pdf>

7.1.3. **Mercado eléctrico guatemalteco**

El mercado eléctrico guatemalteco a partir de 1996, luego de entrar en vigor la LGE se convirtió en un Mercado Mayorista (MM) para establecer de esta manera que “una misma persona, individual o jurídica, al efectuar simultáneamente las actividades de generar y transportar y/o distribuir energía eléctrica en el Sistema Eléctrico Nacional SEN deberá realizarlo a través de empresas o personas jurídicas diferentes” (Decreto del Congreso de la República 93-96, 1996, art. 7).

En este tipo de mercado se busca la libertad de los agentes para competir en cuanto a la generación y comercialización, transando potencia y energía en períodos de corto y largo plazo.

7.1.3.1. Agentes del mercado

En Guatemala se reconocen cinco tipos de agentes en el Mercado Mayorista según El Reglamento de Ley General de Electricidad:

- Generadores: se reconoce como agente generador a aquel con una potencia máxima mayor a 5MW.
- Transportista: se reconoce como agente transportista a aquel cuya capacidad de transporte sea por lo menos 10MW.
- Comercializador: es aquel agente que puede comprar y vender potencia de por lo menos 2MW.
- Distribuidor: este agente debe poseer al menos 15,000 usuarios.
- Grandes usuarios: es un agente consumidor que supera los 100kW.

7.1.3.2. Operación del Mercado Mayorista

Anualmente el AMM realiza la programación de largo plazo, donde se pretende proyectar la demanda para los siguientes dos años mediante simulaciones computarizadas, determinando así a los agentes generadores que son necesarios para satisfacer dicha demanda, asignándoles Oferta Firme Eficiente, siendo esta la potencia máxima con la que pueden comercializar. Además, el AMM también debe coordinar la operación a corto plazo mediante el despacho diario y la operación del sistema en tiempo real.

Durante el transcurso del año el AMM opera el sistema, asegurando el suministro de electricidad del país mediante la oferta de los agentes generadores programada en el año estacional previo, para satisfacer la demanda al mínimo costo. Sin embargo, dado que la programación a largo plazo puede tener variaciones según lo programado en el largo plazo, es necesario realizar para cada día el predespacho dando las pautas de operación para día siguiente.

El AMM adicionalmente, debe desarrollar para cada día el informe de posdespacho, el cual contiene todos los resultados y detalles de la operación del SIN correspondiente al día anterior. Los distintos informes elaborados por el AMM son dispuestos a los agentes en el rango de tiempos y fechas que estipula la Norma de Coordinación Comercial número uno (Resolución del Congreso de la República 157-01, 2000).

Los informes del AMM actualmente se colocan a disposición pública en el portal web oficial del AMM en formato Excel, es importante recalcar que las NCC no especifican algún formato definido para dicho informe.

El presente diseño de investigación se centra en los datos contenidos en los informes de posdespacho diario, por lo cual no se entrará a detalles sobre los demás informes dispuesto por el AMM.

7.2. Inteligencia de negocio

Antes de brindar una definición de lo que es la inteligencia de negocio, es importante entrar en contexto de lo que significan los datos, siendo estos la base del presente diseño.

7.2.1. Los datos

Actualmente la cantidad de datos que se genera a cada instante es inmensamente grande, debido a los continuos avances tecnológicos e internet. Los datos se generan debido a que la mayor parte del mundo está conectado por medio de fibra óptica submarina entre continentes, a su vez, las redes sociales y otros medios de comunicación que permiten la interacción de personas, instituciones, entre otros. A nivel empresarial estos datos pueden generarse por medio de cada uno de los procesos que se desarrollan para determinado producto o servicio.

7.2.1.1. Tipos de datos

A pesar de la existencia de grandes conjuntos de datos generados a cada momento, estos pueden ser clasificados de tres maneras diferentes; dependiendo de su estructura, como se indica a continuación:

- Estructurados: estos poseen un formato fijo y no presentan cambio en su estructura y disposición.
- Semiestructurados: estos, aunque no poseen un formato fijo, se contemplan por medio de etiquetas o separadores que permite diferenciarlos.

- No estructurados: estos no disponen de algún tipo de orden, por lo cual lidiar con ellos es bastante difícil, sin embargo, su conjunto tiene alguna representación (Joyanes Aguilar, 2013).

Los datos por sí solos no significan nada, estos adquieren valor cuando se estructuran, se agrupan, se clasifican y se depuran convirtiéndose así en información (Ramos, 2016), esta información puede transmitirse e inferirse sobre ella. Es así como a través del tratamiento de los datos estos se convierten en información que aporta conocimiento.

Figura 4. **Valor de los datos**



Fuente: Ramos (2016). *BI & Analytics: El arte de convertir datos en conocimientos*.

7.2.1.2. **Datos abiertos**

Este término se refiere a la libertad que se tiene para acceder a los datos, lo que permite la libre gestión de éstos por parte de terceros con la finalidad de obtener alguna información, los datos abiertos deben ser por lo tanto estructurados (Oviedo Blanco, 2016). El hecho que los datos sean estructurados permite su uso con mayor eficiencia, ya que reducen en gran medida procesos de extracción, tratamiento y limpieza de estos.

7.2.1.3. Calidad de los datos abiertos

Cuando se hace referencia a los datos abiertos, no significa solamente su libre acceso, sino también a su calidad; lo cual depende de la veracidad de estos, lo que a la misma vez da confiabilidad de la información que pueda extraerse de ellos. Por lo tanto, es importante estandarizar y regular la disposición de los datos.

Los criterios para la calidad de los datos abiertos pueden ser tantos como sean necesarios, con la finalidad de obtener el mejor provecho de ellos (Oviedo Blanco, 2016). En lo que respecta al presente trabajo los criterios tomados en cuenta son los siguientes:

- Publicar los datos en formatos estándares: refiriéndose a que la estructura de los datos debe ser tal que permita su reutilización, debe evitarse el uso de formatos propios para facilitar de esa manera su gestión.
- Datos accesibles desde la web: los datos deben ser fáciles de obtener, para ello la mejor manera es utilizar la web, ya que permite su obtención las 24 horas del día en los 365 días del año.
- Vocabulario consensuado: este último se refiere a que debe disponerse de los datos, de tal forma que tengan un significado claro con el fin de que la información contenida en ellos no se tergiverse.

7.2.1.4. Datos como materia prima

En el mundo moderno el aumento de datos es imprescindible y se estima que la tasa de aumento sea aún mayor para los siguientes años, por lo tanto, queda a discreción de las personas individuales u organizaciones tomar provecho de éstos. Las materias primas en general impactan la economía y desarrollo, tal es el caso de los datos considerados como la materia prima, pues su aprovechamiento puede posicionar por encima de sus competidores aquellos que los utilicen con propósitos de innovación y eficiencia, así como el desarrollo de estrategias de competencia.

Sin embargo, como toda materia prima los datos carecen de valor si no se sabe cómo explotarlos, bajo este contexto surgen las disciplinas como la ciencia o ingeniería de datos, por lo que se ha vuelto común escuchar términos como *Big Data*, *Intelligence Artificielle* (inteligencia artificial) o *Business Intelligence*, siendo este último el enfoque del presente diseño.

7.2.2. Definición de la inteligencia de negocio

La inteligencia de negocio o BI (por sus siglas en inglés *Business Intelligence*) es la toma de decisiones basada en la información que puede extraerse del tratamiento de datos (COTEC, 2019)

Así mismo puede definirse como el conjunto de tecnologías y metodologías que permiten convertir datos en información de calidad, con la cual puede tomarse decisiones y mejorar con ello la competitividad (Ramos, 2016)

Es de esta manera que la inteligencia de negocio es comúnmente utilizada por organizaciones que desean posicionarse por encima de sus competidores,

para obtener los mayores beneficios de los datos que ellos mismos pueden generar e incluso de aquellos datos a los que tiene acceso que no necesariamente son parte de sus propios registros, siempre y cuando sea legal su utilización. Con esto las organizaciones pueden dirigir, medir y controlar el rumbo de su línea de negocio para optimizar sus actividades operativas y financieras.

7.2.3. Modelo de negocio

El modelo de negocio se refiere a la actividad operativa o financiera a la que se dedica la organización. Es importante tener claramente definido el modelo de negocio, ya que con ello pueden establecerse los requerimientos y necesidades que debe satisfacer la inteligencia de negocio al momento de ser implementada.

7.2.3.1. Indicadores clave de negocio (KPI)

A raíz del modelo de negocio pueden establecerse el conjunto de indicadores que permitirán evaluar los objetivos del negocio (Cano, 2007). Es así como los KPI son los instrumentos que permiten medir el comportamiento de determinada variable, por lo cual es crucial establecer los KPI que realmente reflejen el modelo de negocio de la organización.

7.2.4. Arquitectura de la inteligencia de negocio

La inteligencia de negocio cuenta con ciertos componentes generales, que, si bien pueden desarrollarse independientemente de su trabajo en conjunto, es importante para el correcto y eficiente funcionamiento del sistema BI. A continuación, se exponen dichos componentes:

- Origen o fuente de datos

Todos los datos tienen una procedencia y se debe tener disposición sobre ellos, ya sea que estos estén dispersos o incluidos en un tipo de archivo (base de datos, Excel, texto, web, entre otros).

- *Data Warehouse*

Esto es básicamente la base de datos donde se almacenarán todos los datos previamente recabados, preferentemente en estructuras que serán fáciles de utilizar. Éstos deben contar con las propiedades de estabilidad, coherencia, fiabilidad e historicidad (Curto, 2010)

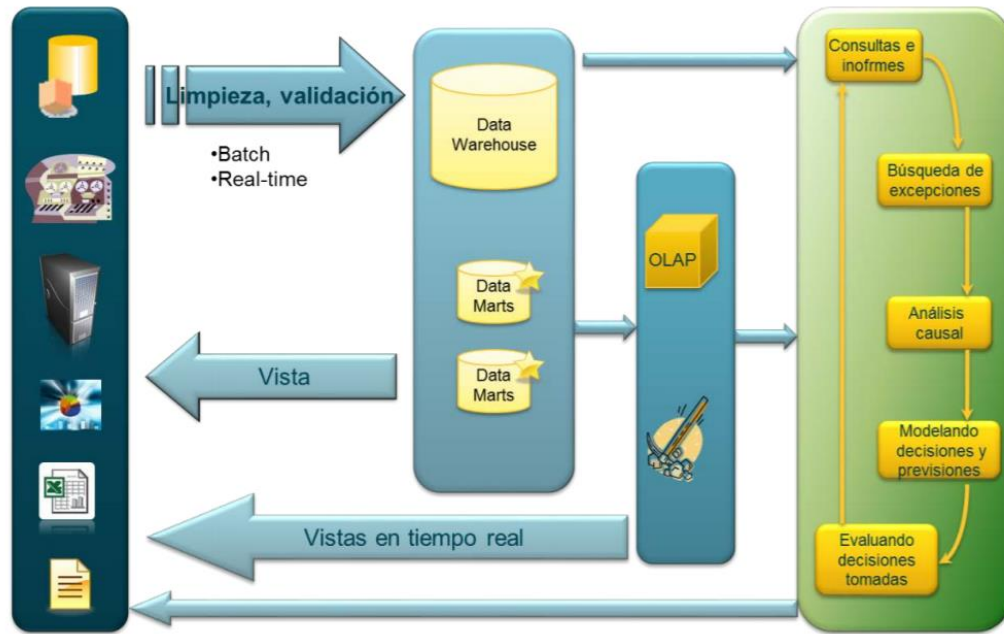
- OLAP

Se refiere a *Online Analytical Processing* y es lo que permite de manera ágil y flexible la organización de datos en jerarquías o sistemas multidimensionales, para así poder recuperar y manipular los datos cuando se ejecuten consultas sobre los mismos.

- Visualización o presentación

Es donde el usuario podrá observar e interactuar con los datos a manera de poder analizarlos y poder generar sus propias conclusiones.

Figura 5. **Arquitectura de *business intelligence***



Fuente: Ramos (2016). *BI & Analytics: El arte de convertir datos en conocimientos*.

Cada uno de los elementos anteriormente descritos se componen a su vez de software y hardware que le permite trabajar de manera eficiente, y dependerá del alcance económico y técnico de quien lo vaya a implementar, así como de las necesidades que se pretenda cubrir.

Es de esa manera que los datos se pueden almacenar e integrar en el *data warehouse* para acceder a ellos por medio del OLAP para que finalmente los usuarios puedan visualizar de manera uniforme y dinámica, lo que brinda la posibilidad de analizar y concluir sobre el comportamiento de la unidad bajo estudio.

7.2.5. Beneficio del *business intelligence*

En la actualidad el implementar un sistema de BI trae consigo varios beneficios ya sea que se aplique nivel empresarial o personal, siendo algunos de estos los que se listan a continuación:

- Crea una gestión de datos altamente eficiente que reduzca tiempo en la adquisición, depuración, organización y visualización de datos.
- Brinda una gran integración de los datos.
- Brinda una visualización histórica de todos los datos.
- Es posible enfocarse fácilmente en valores específicos que tienen gran impacto sobre puntos de interés.
- Incrementa la competitividad empresarial, ya que pueden realizarse conclusiones en tiempo real y en base a datos reales en menor tiempo.

7.2.6. Tipo de análisis sobre los datos

Los análisis que pueden realizarse en los datos dependen de la finalidad que se tenga sobre ellos, y estos pueden ser descriptivos, predictivos y prescriptivos.

- Análisis descriptivos: los datos son utilizados para describir los comportamientos históricos y presentes.
- Análisis predictivos: en este tipo de análisis se busca anticiparse a los comportamientos que puedan ocurrir.
- Análisis prescriptivos: este tipo de análisis se basa en el principio de causa y efecto con lo cual es posible interactuar con los datos y así evaluar distintos escenarios.

Por lo tanto, un sistema de BI es adecuado implementarlo bajo las siguientes premisas:

- Cuando la cantidad de datos es bastante amplia y su periodicidad de generación es continua.
- Cuando es necesario automatizar y reducir el tiempo de la extracción y depuración de datos.
- Cuando se requiere hacer comparaciones entre datos.
- Cuando se requiera tomar decisiones en relación a los datos continuamente.

En la actualidad la humanidad se encuentra en una nueva era donde el valor de los datos es cada vez mayor, y depende como sean utilizados estos pueden ser la base estratégica para posicionarse en el mejor punto de la constante competencia de negocios.

7.2.7. Descripción y visualización de los datos

Estas acciones desempeñan un papel central en BI, pues son esenciales para la comprensión de los datos y respaldan su evaluación (Grossmann & Rinderle-Ma, 2015) . Además, la descripción de los datos es la manera en que se extrae la información contenida en estos, para lo cual se relacionan los datos de todas las partes involucradas y para su comparación.

En lo referente a la visualización se enmarcan las diferentes maneras en que puede representar la información para establecer un análisis sobre esta y por consecuencia desarrollar conclusiones (Loshin, 2003). Por lo tanto, la finalidad del BI es que las personas puedan comprender de manera sencilla y en poco tiempo el comportamiento de la organización o actividad en concreto.

7.3. Inteligencia de negocio en el sector eléctrico

La inteligencia de negocio (BI) puede implementarse en cualquier tipo de organización o área de trabajo que involucre gran cantidad de datos, tal es el caso del sector eléctrico, específicamente los mercados eléctricos.

La energía eléctrica tiene la característica de ser un producto que se genera al mismo tiempo que se consume, además este no posee distinción alguna en cuanto ingresa a la red, por lo tanto, se considera un *commodity* (Fernández, 2018). Con esta premisa los operadores del sistema y mercado (OS&OM) mercados eléctricos de cada país deben monitorear en tiempo real la red, para ejecutar las acciones pertinentes que cumplan los criterios de seguridad y confiabilidad de todo el sistema eléctrico. Los datos generados respecto a la operación del sistema son comúnmente recolectados al final de cada jornada y refleja el comportamiento que tuvo el sistema durante determinado período.

Los datos generados en el mercado eléctrico pueden ser integrados mediante BI, lo cual permitiría una visualización clara del comportamiento del mercado para cada día e incluso para un período de tiempo mayor por medio del conjunto de datos almacenados. El BI a través de una *data warehouse* es posible agilizar el proceso de organizar, depurar y categorizar los datos, mientras que por medio de OLAP es posible consultar la información en cualquier momento.

Guatemala con un mercado eléctrico de costos y liberalizado permite una libre competencia entre sus agentes. Por lo tanto, la inteligencia de negocio puede ser utilizada para recolectar y procesar los datos de dicho mercado y con base a ello tomar decisiones que posicione a cualquier agente un paso más adelante de sus competidores para obtener así los mayores beneficios posibles del mercado.

7.3.1. Modelo de negocio del mercado eléctrico guatemalteco

En primer lugar, es necesario definir el modelo de negocio sobre el cual se requiere implementar la inteligencia de negocio, ya que de esto dependerá la directriz del proyecto y será lo que permita analizar el comportamiento de este. Por tanto, un modelo de negocio simplifica la realidad de este y permite comprender lo que sucede en todo momento (Cano, 2007)

Para el presente diseño, como ya se ha descrito en secciones anteriores, el mercado eléctrico guatemalteco es un libre mercado basado en costos, esto quiere decir que la energía generada se paga al costo de operación que los agentes generadores tienen establecido.

Dentro del esquema descrito, la energía eléctrica debe generarse al mínimo costo, por lo cual el AMM, siendo el operador del sistema, es quien despacha a los agentes generadores por orden de mérito, lo que significa que el agente que primero es convocado a generar es aquel que tiene el menor costo operativo, este costo margina el costo de la energía eléctrica durante ese período de tiempo. Conforme la demanda del sistema incrementa el siguiente agente generador de menor costo es convocado, significando esto que el nuevo precio de la energía eléctrica será el costo operativo de este último agente, permitiendo así que el primer agente reciba no solamente el pago de su costo de operación, sino que además recibe la diferencia que existe entre este último y el nuevo costo marginal de la energía eléctrica establecido por el último agente generador convocado.

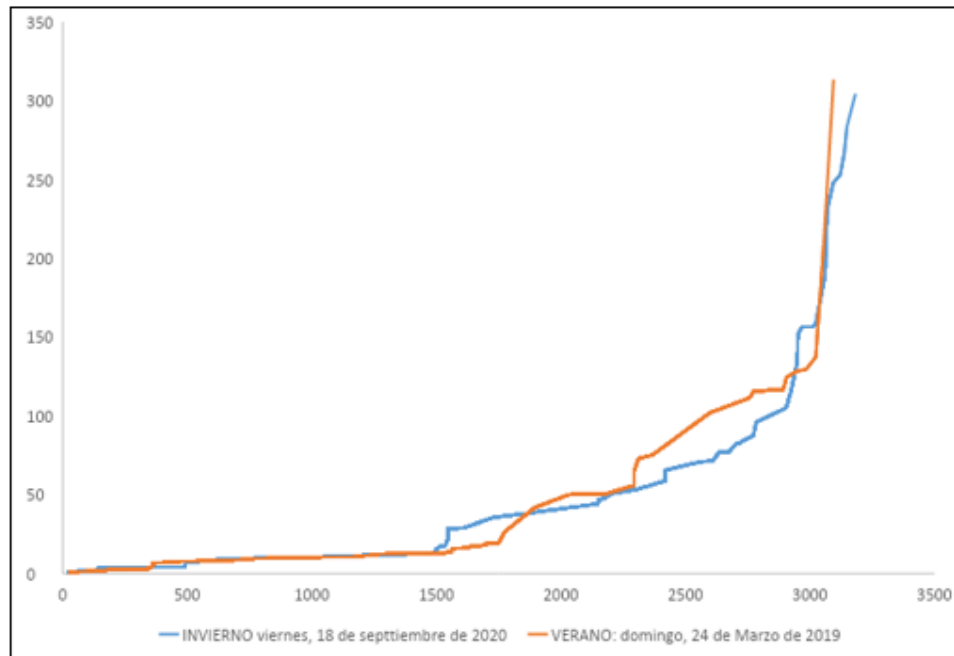
Por lo tanto, los agentes que tienen mayores beneficios de este mercado eléctrico son aquellos con los menores costos operativos, pues permite una mayor diferencia respecto al costo marginal reflejándose en mayores ganancias económicas. El costo marginal también se le denomina precio de oportunidad o

spot definiéndose como el “Costo Marginal de Corto Plazo de la Energía en cada hora, o en el período que defina La Comisión Nacional de Energía Eléctrica, establecido por el Administrador del Mercado Mayorista, como resultado del despacho” (Acuerdo Gubernativo Número 299-98, 1998, art. 1).

La orden de mérito es distinta para cada día, ya que como su finalidad es cumplir con el concepto de despacho económico, es decir: “el despacho de las unidades de generación optimizado al mínimo costo para garantizar el abastecimiento de la demanda del Sistema Nacional Interconectado y se calcula según lo establecido en las Normas de Coordinación” (Acuerdo Gubernativo Número 299-98, 1998, art. 1)

En la figura 5 se representa la curva de oferta que muestra como incrementa los costos de la energía eléctrica US\$/MWh (eje Y) conforme la demanda incrementa MW (eje X), cada curva representa una distinta temporada del año en el MM guatemalteco.

Figura 6. **Curva de oferta**



Fuente: elaboración propia.

Con todo lo anteriormente descrito se recalca nuevamente que para cada hora del día se tiene cierta cantidad de agentes generadores, que cubren la demanda de dicho período, esto genera una cantidad de datos a cada momento rica en información, siendo algunos de estos los siguientes:

- Energía eléctrica generada por cada agente generador.
- Costo de operación de cada agente generador.
- Costo marginal de generación.
- Período de tiempo de generación por agente.
- Demanda máxima del sistema.

A partir de estos datos es posible determinar nuevos conjuntos de datos que al final son convertidos en información que puede ser analizada. Siendo esto lo que se conoce como inteligencia de negocio.

7.3.2. Requisitos para el modelo del mercado eléctrico guatemalteco

Partiendo de lo descrito en las secciones anteriores, es indispensable para desarrollar el sistema BI identificar los requisitos que se debe cumplir para satisfacer las necesidades del modelo de negocio. Por consiguiente, se hace una lista de estos requisitos:

- El sistema debe ser capaz de adquirir los datos de los informes de posdespacho diario y al mismo tiempo estos datos deben ser ordenados y depurados. Todo esto de manera automática para evitar la mínima intervención humana.
- El sistema debe tener la capacidad de almacenar gran cantidad de datos, ya que estos serán recolectados cada 24 horas durante un período de 10 meses. Si bien los informes ya existen y pueden obtenerse en un mismo instante se establece este requisito para tomar en cuenta que el sistema pueda seguir su operación continua luego del desarrollo de la presente investigación.
- El sistema debe ser capaz de comparar datos de distinta dimensión, es decir que el usuario tenga la posibilidad de elegir los datos de su interés para ser graficados y con ello analizar su comportamiento. Con lo anterior debe ser posible establecer algunos indicadores de interés tales como:

- Precio de oportunidad de la energía por día, por mes o por período de tiempo para las tres bandas horarias mínima, media y máxima.
 - Carga horaria nacional diaria, semanal, mensual o período seleccionado.
 - Conformación de la matriz de energía eléctrica diaria, semanal mensual o período seleccionado.
 - Demanda del sistema nacional interconectado.
- El sistema debe proporcionar al interesado los reportes respectivos sobre cada una de las gráficas establecidas con base a los indicadores seleccionados.

7.3.3. Materia prima de datos del mercado eléctrico

El origen de datos para este proyecto de inteligencia de negocio, como se ha dicho en distintas ocasiones, proviene de la operación del MM guatemalteco, específicamente de los informes de posdespacho diario, lo que significa que la información tiene por lo menos 24 horas de periodicidad. El informe de posdespacho diario es emitido por el AMM diariamente a las 15:00 horas hacia todos los agentes del mercado, su contenido se detalló en secciones anteriores.

Ya que el informe de posdespacho está disponible en formato Excel es posible acceder a sus datos. Por ejemplo, en la hoja POE se detalla el *spot* por hora, donde se identifica al agente que marginó en dicho período de tiempo, así como el promedio, máximo y mínimo durante el día.

Figura 7. Detalle del precio de oportunidad de la energía del informe de posdespacho diario

jueves 8 de octubre del 2020
PRECIO DE OPORTUNIDAD DE LA ENERGIA (POE)

De	A	GENERADOR MARGINAL	POE (US\$/MWh)
0:00	1:00	SAN JOSE	38.66
1:00	2:00	SAN JOSE	38.66
2:00	3:00	JAGUAR ENERGY U1	44.93
3:00	4:00	JAGUAR ENERGY U1	44.93
4:00	5:00	JAGUAR ENERGY U1	44.93
5:00	6:00	JAGUAR ENERGY U1	44.93
6:00	7:00	JAGUAR ENERGY U1	45.26
7:00	8:00	JAGUAR ENERGY U1	45.26
8:00	9:00	JAGUAR ENERGY U1	45.26
9:00	10:00	JAGUAR ENERGY U1	45.26
10:00	11:00	JAGUAR ENERGY U1	45.26
11:00	12:00	JAGUAR ENERGY U1	45.26
12:00	13:00	JAGUAR ENERGY U1	45.26
13:00	14:00	JAGUAR ENERGY U1	45.26
14:00	15:00	JAGUAR ENERGY U1	45.26
15:00	16:00	JAGUAR ENERGY U1	45.26
16:00	17:00	JAGUAR ENERGY U1	45.26
17:00	18:00	JAGUAR ENERGY U1	45.26
18:00	19:00	ARIZONA	71.84
19:00	20:00	SAN JOSE	38.73
20:00	21:00	SAN JOSE	38.73
21:00	22:00	SAN JOSE	41.97
22:00	23:00	JURUN MARINALA	21.32
23:00	24:00	JURUN MARINALA	21.32
TOTAL			
PROMEDIO			43.09
MAXIMO			71.84
MINIMO			21.32
POE PONDERADO			43.43

Fuente: Administrador del Mercado Mayorista. *Resultados de la operación: Informes diarios del Mercado Mayorista*. Consultado el 08 de octubre de 2020. Recuperado de <https://www.amm.org.gt/>.

Explicado todo lo anterior, en este punto algunos interesados pueden considerar que todos los análisis que se pretenden realizar sobre el mercado son posibles de desarrollar empleando el mismo documento Excel, que proporciona el AMM, y aunque esto se puede intentar, es un trabajo altamente laborioso al considerar que para analizar un amplio período de tiempo se requieren todos los informes al respecto, reflejándose en una gran cantidad de datos a manipular.

Entonces bajo este esquema, se considera el uso de la inteligencia de negocio, la cual tiene la capacidad de manejar altos volúmenes de datos para procesarlos y convertirlos en información, para lo cual toma cada dato dentro de cada informe como materia prima de este proceso.

Por otro lado, no se trata únicamente de aplicar algún software de inteligencia de negocio, sino también los datos que se ingresan a dicho software deben estar ordenados de tal forma que este sea capaz de reconocerlos, para tener disposición total de los datos. Esto se complica como puede observarse en la figura 7, ya que la estructura de los datos no permite que sean utilizados de tal manera sin que previamente se deba realizar una depuración y reorganización de datos.

Con todo lo anterior planteado aún se requiere de una alta intervención humana para poder analizar el comportamiento del mercado con la inteligencia de negocio, debiéndose en gran parte en la forma que se pone en disposición los informes de mercado eléctrico guatemalteco.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

RESUMEN METODOLÓGICO

OBJETIVOS

INTRODUCCIÓN

1. MERCADO ELÉCTRICO GUATEMALTECO

1.1. Subsector Eléctrico en Guatemala

1.1.1. Marco Legal

1.1.1.1. Leyes

1.1.1.2. Reglamentos

1.1.1.3. Normas y resoluciones

1.1.2. Marco Institucional

1.1.2.1. Ente rector

1.1.2.2. Ente regulador

1.1.2.3. Ente operador

1.1.3. Mercado eléctrico guatemalteco

1.1.3.1. Modelo de Mercado Mayorista (MM)

1.1.3.2. Agentes del MM guatemalteco

1.1.3.3. Operación del MM guatemalteco

1.1.3.4. Informe de posdespacho diario

2. INTELIGENCIA DE NEGOCIOS (BI)

- 2.1. Datos
 - 2.1.1. Tipos de datos
 - 2.1.2. Datos abiertos
 - 2.1.3. Tipo de análisis sobre los datos
 - 2.1.4. Datos como materia prima
- 2.2. Definición de la inteligencia de negocios
- 2.3. Modelo de negocio
 - 2.3.1. Indicadores clave del negocio (KPI)
- 2.4. Arquitectura de la inteligencia de negocios
- 2.5. Componentes de la inteligencia de negocios
 - 2.5.1. Fuentes de datos
 - 2.5.2. Extracción, transformación y limpieza de datos (ETL)
 - 2.5.3. Datawarehouse
 - 2.5.3.1. Base de datos
 - 2.5.3.2. Datamarts
 - 2.5.4. Sistema de procesamiento analítico en línea (OLAP)
 - 2.5.4.1. Tipos de sistemas OLAP
 - 2.5.4.1.1. ROLAP
 - 2.5.4.1.2. MOLAP
 - 2.5.4.1.3. HOLAP
 - 2.5.5. Sistema de visualización
- 2.6. Modelos de datos de la inteligencia de negocios
 - 2.6.1. Modelo estrella
 - 2.6.2. Modelo copo de nieve
 - 2.6.3. Granularidad
 - 2.6.4. Multidimensionalidad
- 2.7. Herramientas de inteligencia de negocios
 - 2.7.1. Tendencias de la inteligencia de negocios
 - 2.7.2. Plataformas actuales de inteligencia de negocios

- 2.7.3. Criterios para selección de herramientas
- 2.8. Beneficios de la inteligencia de negocios
- 3. IMPLEMENTACIÓN DE LA INTELIGENCIA DE NEGOCIOS EN EL MM
 - 3.1. Conocimientos mínimos para la implementación de BI en los mercados eléctricos
 - 3.2. Características del modelo de negocio para un sistema BI sobre el MM guatemalteco
 - 3.2.1. Indicadores claves del negocio (KPI) del MM guatemalteco
 - 3.3. Determinación de software y hardware para el sistema BI
 - 3.3.1. *Power BI* y sus características
 - 3.3.1.1. Requerimientos de hardware para utilizar *Power BI*
 - 3.3.1.2. Requerimiento para procesos ETL
 - 3.3.1.3. Determinación y requerimientos de la base de datos
 - 3.4. Desarrollo del sistema BI sobre los datos del informe de posdespacho diario
 - 3.4.1. Recopilación de informes de posdespacho diario
 - 3.4.2. Desarrollo de software para el proceso ETL
 - 3.4.2.1. Proceso ETL sobre los datos del informe del posdespacho
 - 3.4.2.1.1. Datos crudos del informe de posdespacho
 - 3.4.3. Formato digital de datos estándar para el posdespacho diario

- 3.4.3.1. Propuesta de especificación del formato digital de datos estándar sobre la NCC-1 del AMM
- 3.4.4. Desarrollo del *Datawarehouse*
 - 3.4.4.1. Elaboración de la base de datos
 - 3.4.4.1.1. Modelo de datos para el MM
- 3.4.5. Desarrollo del sistema OLAP
 - 3.4.5.1. Determinación del sistema OLAP
- 3.4.6. Sistema de visualización
- 3.4.7. Determinación de gráficas mediante los KPI

4. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DEL MERCADO MAYORISTA GUATEMALTECO

- 4.1. Matriz de Generación de Energía
- 4.2. Precio de oportunidad de la energía
- 4.3. Generación forzada
- 4.4. Servicios complementarios
- 4.5. Proyección del precio de oportunidad de la energía
- 4.6. Carga horaria

5. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

9.1. Características del estudio

El enfoque del estudio propuesto es tanto cualitativo como cuantitativo, siendo su principal enfoque el primero de éstos, ya que esta investigación pretende demostrar las factibilidades que la inteligencia de negocios puede aportar al mercado eléctrico guatemalteco. Sin embargo, toma un enfoque cuantitativo al trabajar sobre los datos numéricos del sector eléctrico guatemalteco, disponibles en los informes del posdespacho diario publicados por el Administrador del Mercado Mayorista. El alcance será transaccional debido a que los datos de trabajo corresponderán a un período de tiempo específico, para su posterior análisis también será descriptivo, debido a que pretende describir comportamiento del Mercado Mayorista. Por último, el diseño adoptado será no experimental, pues la información obtenida del posdespacho diario no será manipulada y mantendrá su valor original en todo momento.

9.2. Unidades de análisis

La unidad de análisis será el Mercado Mayorista guatemalteco a través de sus informes de posdespacho diario.

9.3. Hipótesis

Para el presente diseño de investigación no se planteará ninguna hipótesis.

9.4. Variables

Las variables en estudio se describen a continuación

Tabla I. **Definición teórica y operativa de variables**

Variable	Definición Teórica	Definición Operativa
Capacidad de almacenamiento temporal [GB].	Memoria volátil donde se almacena el código y datos de programas informáticos de un ordenador.	Se determinará con relación a la tecnología de inteligencia de negocios establecida durante el desarrollo del presente trabajo.
Velocidad de procesamiento [MHz].	Cantidad de ciclos que permite la ejecución de múltiples procesos de un ordenador.	Se determinará con relación a la tecnología de inteligencia de negocios establecida durante el desarrollo del presente trabajo.
Capacidad de almacenamiento permanente [GB].	Espacio de memoria disponible para almacenamiento permanente de datos.	Se determinará con relación a la tecnología de inteligencia de negocios establecida durante el desarrollo del presente trabajo.
Formato de datos digitales estándar.	Estructura regulada que establece la disposición de datos digitales.	Se determinará en función de la facilidad de adquisición de datos para su posterior análisis mediante la tecnología de inteligencia de negocios.

Continuación tabla I.

Índice de eficiencia para el análisis del mercado eléctrico [%].	Índice que mide la productividad de determinado proceso con relación al tiempo y los recursos disponibles.	Se determinará con relación al tiempo dedicado a la adquisición, tratamiento y análisis de los datos el mercado mayorista guatemalteco mediante la inteligencia de negocios.
Graficas de datos del mercado eléctrico mayorista.	Representación visual del comportamiento del mercado eléctrico.	Se determinarán las gráficas que mejor se adecuen para la correcta interpretación del mercado mayorista guatemalteco mediante la inteligencia de negocios para explotar la información contenida en el posdespacho diario.
Precio de oportunidad de la energía [US\$/MWh].	Es el costo de la energía a corto plazo establecido por el agente generador que margina en el sistema eléctrico.	Esta será observable mediante las gráficas que se desarrollarán en el presente trabajo.
Generación de energía eléctrica [MW].	Capacidad de transformar cualquier tipo de energía en energía eléctrica	Esta será observable mediante las gráficas que se desarrollarán en el presente trabajo.
Demanda de energía eléctrica [MW].	Consumo de energía eléctrica necesaria para el desarrollo de cierta actividad.	Esta será observable mediante las gráficas que se desarrollarán en el presente trabajo.

Fuente: elaboración propia.

Tabla II. Caracterización de variables

Criterio Variable	categoría		Numérica		Manipulable	Observable	Nivel de Medición
	dicotómica	politómica	Discreta	Continua			
Capacidad de almacenamiento volátil			x			X	Ordinal
Velocidad de procesamiento			x			X	Ordinal
Capacidad de almacenamiento permanente			x			X	Ordinal
formato digital de datos estándar		x			x		Nominal
índice de eficiencia para el análisis del mercado eléctrico				x		X	Razón
Gráficos de datos del mercado eléctrico		x			x		Nominal
Precio de oportunidad de la energía				x		X	Razón
Generación de energía eléctrica diaria				x		X	Razón
Demanda de energía eléctrica diaria				x		X	Razón

Fuente: elaboración propia.

9.5. Fases del estudio

A continuación, se describen las fases que se llevarán a cabo para el estudio:

- Fase 1: revisión de literatura

Se hará una revisión documental sobre el tema de inteligencia de negocios, así como el mercado eléctrico guatemalteco a través de documentos, publicaciones científicas, normativos, entre otros; siendo estas fuentes de información primarias y secundarias. Además, se realizará entrevista libre a modo de consulta a profesionales expertos del sector.

- Fase 2: recolección de datos

Luego de haber consultado la literatura determinada, el software de inteligencia de negocios a utilizar para el manejo de la información, además se recopilarán los informes diarios del mercado mayorista en el período de tiempo de enero a octubre del 2020 a través de la información disponible del Administrador del Mercado Mayorista (AMM).

- Fase 3: modelo de negocio y requerimientos

En esta fase se detalla el modelo de negocio y con ello establecer los requerimientos particulares para implementar la inteligencia de negocios sobre los datos del Mercado Mayorista guatemalteco. Esto conlleva evaluar los requisitos tales como el hardware y software, así como el modelo de inteligencia de negocios a implementar.

- Fase 4: gestión de datos

Se desarrollará el software necesario para manipular el contenido de datos de los informes de posdespacho del AMM, con ello se busca que tengan una disposición que facilite su manejo e integración en una base de datos para luego ser manipulados a través del software de inteligencia de negocios a utilizar.

- Fase 5: formato de disposición de datos

En este punto luego de haber tenido la experiencia de la manipulación de los datos se determinará el formato de disposición de datos a proponer para los informes de posdespacho diario que permita una fácil adquisición y procesamiento de datos para su posterior visualización gráfica.

- Fase 6: visualización de datos

Luego de tener los datos disponibles en la base de datos, estos serán procesados por el software de inteligencia de negocios para su visualización gráfica. Esta fase busca determinar los gráficos que representen de la mejor manera el comportamiento del Mercado Mayorista guatemalteco únicamente mediante los datos del posdespacho diario. Por lo tanto, se pretende tener el soporte de profesionales expertos en el mercado que puedan aportar sus conocimientos con la finalidad de establecer dicho conjunto de gráficos mediante la inteligencia de negocios.

- Fase 7: análisis descriptivo del mercado mayorista guatemalteco

Por último, en esta fase se pretende describir el comportamiento del Mercado Mayorista guatemalteco durante el período de enero a octubre de 2020 a través de todo lo desarrollado en las fases anteriores.

Resultados esperados

Al finalizar la investigación, se espera que a través de la inteligencia de negocios cualquier interesado pueda realizar un análisis descriptivo del comportamiento del Mercado Mayorista en Guatemala de manera sencilla y en pocos minutos mediante los informes de posdespacho diario dispuesto por el AMM en su portal web.

Por lo tanto, a partir de las preguntas de investigación, objetivos y metodología expuestos en el presente diseño se pretende alcanzar los siguientes resultados:

- Resultado general

Demostrar que la inteligencia de negocio permite la adquisición y procesamiento de datos de manera sencilla para el análisis descriptivo del comportamiento del Mercado Mayorista guatemalteco.

- Resultados específicos
 - Establecer los requerimientos de software y hardware para el funcionamiento eficiente de un sistema de inteligencia de negocios con la capacidad de un alto procesamiento de datos aplicado al mercado eléctrico.
 - Determinar un formato digital de datos estándar adecuado para los datos del posdespacho diario del Mercado Mayorista guatemalteco que facilite la adquisición y procesamiento, además de mantener la calidad de estos.
 - Establecer un conjunto de gráficas que permitan explotar la información contenida en los datos del posdespacho diario para analizar el comportamiento del mercado eléctrico guatemalteco.
 - Descripción del comportamiento del Mercado Mayorista guatemalteco para el período de enero a octubre de 2020 en cuanto a precios de oportunidad de la energía, generación y demanda de energía eléctrica.
 - Obtener el índice de eficiencia a partir del tiempo que se invierte para el análisis del mercado eléctrico utilizando la inteligencia de negocios.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Es importante mencionar que el diseño de investigación pretende demostrar los beneficios que brinda la inteligencia de negocios para el análisis de los mercados eléctricos, específicamente el guatemalteco.

Se desarrollarán técnicas de análisis tanto cuantitativas como cualitativas, en la mayoría de los casos se intentará analizar las variables cualitativas mediante técnicas de ponderación que permitan establecer comparaciones. Por lo tanto, se adoptará la técnica de análisis univariada, dado que se estudiará cada una de las variables por separado.

Recopilación de datos: los datos serán obtenidos del portal web del Mercado Mayorista, siendo estos la materia prima del presente proyecto de investigación, su disposición es de carácter público, lo cual no implica inconveniente alguno.

Método de *Westinhouse*: se aplicará este método para medir el tiempo empleado en analizar el mercado eléctrico guatemalteco mediante los datos del posdespacho diario al hacer uso de la inteligencia de negocio y compararla sin el uso de ésta.

FODA ponderado: se pretende utilizar el método de FODA para determinar de manera ponderada las ventajas y desventajas ante la determinación de los requerimientos mínimos de software y hardware para implementar la inteligencia de negocios sobre los datos del mercado eléctrico. Para esto se realizarán matrices de ponderación y gráficas.

Diagrama de radar: se pretende utilizar el diagrama de radar, para poder establecer un formato estándar que permita agilizar la adquisición de los datos del posdespacho diario para su posterior análisis. Así mismo este método puede ser utilizado para determinar los requerimientos mínimos de software y hardware para implementar la inteligencia de negocios.

Índice de eficiencia: mediante este índice se buscará determinar la eficiencia que proporciona la inteligencia de negocios, se tomará en cuenta la capacidad de tiempo disponible y el tiempo muerto al efectuar el análisis de mercado, esto se comparará con el índice de eficiencia sin hacer uso de la inteligencia de negocios.

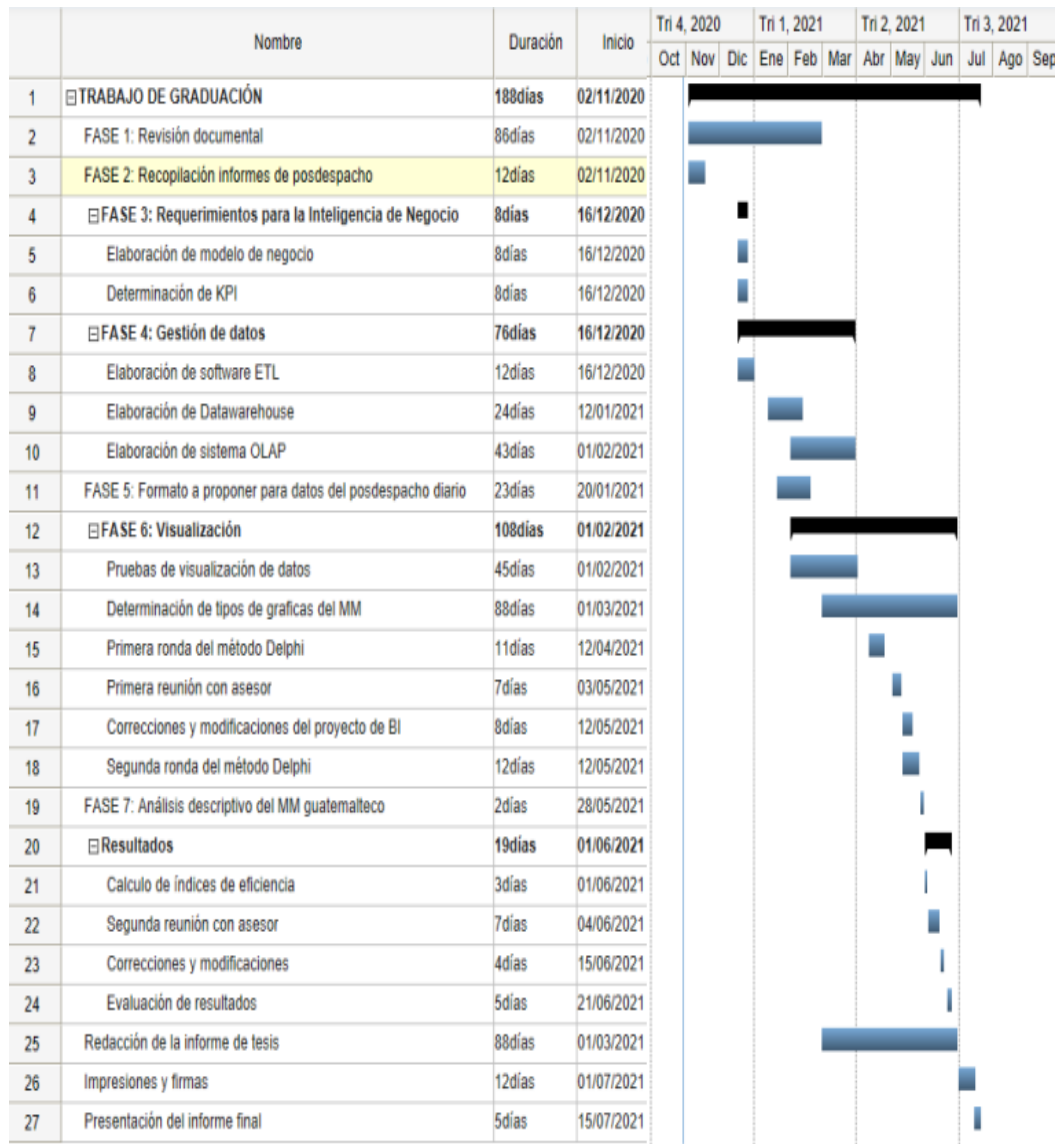
Método Delphi: se utilizará este método para poder establecer el conjunto de gráficas que representen de mejor manera el comportamiento del mercado eléctrico guatemalteco. Este método se basa en la retroalimentación continua de expertos, para el presente caso se solicitará apoyo a profesionales del sector eléctrico. Este método también se empleará para establecer los criterios que ponderarán la correcta vigilancia del mercado eléctrico.

Gráficas: se realizarán distintas gráficas mediante la herramienta de inteligencia de negocios propuesta, con la finalidad de analizar el comportamiento del mercado eléctrico mayorista durante el período de tiempo que delimita este diseño de investigación.

Es importante mencionar que el presente diseño de investigación se pretende demostrar los beneficios que brinda la inteligencia de negocios para el análisis de los mercados eléctricos, específicamente el guatemalteco.

11. CRONOGRAMA

Figura 8. Cronograma de actividades



Fuente: elaboración propia.

12. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Para el desarrollo del presente diseño de investigación se tiene en consideración la necesidad de incurrir en ciertos costos, los cuales se dividen en cuatro categorías principales listadas a continuación:

- Recurso humano
- Suministro
- Tecnológico
- Útiles de oficina

En la tabla III se detalla los costos en que incurre el desarrollo del presente diseño de investigación, se considera un tiempo de ejecución de 6 meses.

Tabla III. **Presupuesto de la investigación**

Recursos	Tipo	costo	Cantidad	Costo total	% de inversión	Financiación
Honorarios de estudiantes	Humano	Q5,000.00	1	Q5,000.00	19.09 %	Estudiante
Honorarios del asesor	Humano	Q6,000.00	1	Q6,000.00	22.91 %	Asesor
Equipo de cómputo	Tecnológico	Q12,000.00	1	Q12,000.00	45.81 %	Estudiante
Software	Tecnológico	Q400.00	1	Q400.00	1.53 %	Estudiante
Energía eléctrica	Suministro	Q1.25	1176	Q1,470.00	4.58 %	Estudiante
Internet	Suministro	Q200.00	6	Q1,200.00	4.58 %	Estudiante
Papel	Útiles de oficina	Q0.10	500	Q50.00	0.19 %	Estudiante
Tinta e impresiones	Útiles de oficina	Q0.15	500	Q75.00	0.29 %	Estudiante
SUBTOTAL				Q26,195.00		
Imprevistos 5% del Subtotal				Q1,309.75		
TOTAL				Q27,504.75		

Fuente: elaboración propia.

El presupuesto comprende los costos del estudiante y asesor del trabajo, sin embargo, este monto es ficticio, ya que ambas partes acuerdan no tomar lucro por el desarrollo del proyecto.

El monto más significativo es el equipo de cómputo, ya que de éste dependerá en gran parte el desarrollo del proyecto al ser la herramienta de primer nivel, al no contar con un equipo de alta gama se invertirá en el mismo para no tener inconvenientes al momento de trabajar con el software propuesto. Además, para este último se pagará un paquete de 6 meses por uso de licencia.

En cuanto a la energía eléctrica se tomará como referencia el costo de 1.25 Q/kWh durante un período de 6 meses en el cual se trabajará 6 horas diarias, el servicio de internet también es considerado para el mismo período.

Con base a lo expuesto se determina que la investigación es factible.

13. REFERENCIAS

1. Acuerdo Gubernativo 256-97. Reglamento de la Ley General de Electricidad. Diario de Centro América. Guatemala. 02 de abril de 1997.
2. Acuerdo Gubernativo 299-98. Reglamento del Administrador del Mercado Mayorista. Diario de Centro América. Guatemala. 01 de junio de 1998.
3. Alvarado de Cordova, S. (2015). *Sector eléctrico Guatemala*. Guatemala, Guatemala: Comisión Nacional de Energía Eléctrica. Recuperado de <https://slideplayer.es/slide/7017843/>
4. Cano, J. (2007). *Business Intelligence: Competir con la información*. Madrid, España: Banesto: Fundación Cultural.
5. Comisión Nacional de Energía Eléctrica. (2015). *Mercado de energía eléctrica: guía del inversionista*. Guatemala: Autor. Obtenido de <http://www.cnee.gob.gt/pdf/informacion/GuiadelInversionista2015.pdf>
6. Comisión Nacional de Energía Eléctrica. (2019). *Memoria de labores 2018-2019*. Guatemala: Autor. Recuperado de <http://www.cnee.gob.gt/xhtml/memo/Memoria%20CNEE%202018-2019.pdf>

7. COTEC. (2019). *Guía para la apertura y compartición de datos en el entorno empresarial*. Madrid: Fundación COTEC para la innovación. Recuperado de <http://cotec.es/proyecto/el-potencial-del-open-data-en-el-sector-privado/>
8. Curto, J. (2010). *Introducción al Business Intelligence*. Barcelona, España: UOC.
9. Decreto 52-2003. Ley de incentivos para el desarrollo de proyectos de energía renovable. Diario de Centro América. Guatemala. 10 de noviembre de 2003.
10. Decreto 93-96. Ley General de Electricidad. Diario de Centro América. Guatemala. 15 de noviembre de 1996.
11. Dirección General de Energía. (2017). *Subsector eléctrico en Guatemala*. Guatemala: Ministerio de Energía y Minas. Recuperado de <https://www.mem.gob.gt/wp-content/uploads/2015/06/Subsector-EI%3%A9ctrico-en-Guatemala.pdf>
12. Fernández, D. (9 de marzo de 2018). Los 4 modelos del mercado eléctrico. [Mensaje de un blog] Recuperado de <https://danifernandez.org/articulo/los-4-modelos-mercado-electrico/>
13. González Marroquín, H. (2012). *Inteligencia de negocios en el desarrollo de sistemas de mercado para el sector eléctrico* (Tesis de maestría). Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile.

14. Grossmann, W., y Rinderle-Ma, S. (2015). *Fundamentals of business intelligence*. New York, Estados Unidos: Springer.
15. Hinojosa, V. (octubre, 2007). Aplicaciones de inteligencia artificial (ANFIS) en sistemas de suministro de energía eléctrica: pronóstico de demanda de muy corto plazo y pronóstico de los precios spot de corto plazo. *Revista técnica energía* 3(1), 77-85. Recuperado de <http://revistaenergia.cenace.org.ec/index.php/cenace/article/view/277>
16. Joyanes Aguilar, L. (2013). *Big Data: Análisis de grandes volúmenes de datos en organizaciones*. México DF, México: Alfaomega.
17. López Asensio, D. (2015). *Modelo para el análisis dinámico y la predicción a corto plazo de los precios de la electricidad en mercados liberalizados* (Tesis de doctorado). Universidad Politécnica de Madrid, España.
18. Loshin, D. (2003). *Business intelligence: The savvy manager's guide*. New York, Estados Unidos: Morgan Koufmann.
19. Muñoz, A., Villar, J., y Sánchez, E. (2005). Minería y visualización de datos del mercado eléctrico español. *Actas del III Taller de Minería de Datos y Aprendizaje* 1(1), 289-290. Recuperado de <http://www.lsi.us.es/redmidas/CEDI/papers/881.pdf>

20. Naser, A., y Rosales, D. (2016). *Panorama regional de los datos abiertos: Avances y desafíos en América Latina y el Caribe*. Santiago, Chile: Naciones Unidas.
21. Oviedo Blanco, E. (2016). *Modelo de madurez para portales de datos abiertos e incorporación a la norma técnica nacional de Costa Rica* (Tesis de doctorado). Universidad de Alicante, España. Recuperado de https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/54316/1/tesis_edgar_oviedo_blanco.pdf
22. Ramos, S. (2016). *BI & Analytics: El arte de convertir datos en conocimientos*. Alicante, España: SolidQ Global S.A.
23. Resolución 157-01. Norma de Coordinación Comercial Número Uno. Diario de Centro América. Guatemala. 6 de noviembre de 2000.