

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



INSTITUTO DE POSGRADO



MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE

**“ANÁLISIS DE DATOS DEL CONSUMO ELÉCTRICO PARA
MEJORAR LA TOMA DE DECISIONES UTILIZANDO INTELIGENCIA
DE NEGOCIOS”**

**Trabajo de Grado previo a la obtención del Título de Magíster en
Ingeniería de software**

DIRECTOR:

MSc. Jorge Caraguay Prócel

AUTOR:

Ing. Roldan Fernando Rea Enríquez

IBARRA - ECUADOR

2018

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor de grado: **“ANÁLISIS DE DATOS DEL CONSUMO ELÉCTRICO PARA MEJORAR LA TOMA DE DECISIONES UTILIZANDO INTELIGENCIA DE NEGOCIOS”**, presentado por el **Ing. Roldan Fernando Rea Enríquez**, para optar por el grado de Magíster en Ingeniería de Software, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas establecidas en el reglamento de estudiantes de la Universidad Técnica del Norte, por lo que doy fe que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a presentación pública y evaluación por parte del Jurado Examinador que se designe.

En la ciudad de Ibarra, 10 de mayo de 2018

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'J. Caraguay', is written over a horizontal dotted line.

Ing. Jorge Adrián Caraguay Procel MSc.

CI. 1102451687

TUTOR DE TRABAJO DE GRADO

APROBACIÓN DEL ASESOR

“ANÁLISIS DE DATOS DEL CONSUMO ELÉCTRICO PARA MEJORAR LA TOMA DE DECISIONES UTILIZANDO INTELIGENCIA DE NEGOCIOS”

Por: Ing. Roldan Fernando Rea Enríquez

Trabajo de grado de Maestría aprobado en nombre de la Universidad Técnica del Norte, por el asesor, a los diez días del mes de mayo de 2018.



.....
Ing. Daysi Elizabeth Imbaquingo Esparza, Msc.

C.I. 1002873048

ASESOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Yo, **Roldán Fernando Rea Enríquez**, con cédula de identidad Nro. **1003063664**, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado: **“ANÁLISIS DE DATOS DEL CONSUMO ELÉCTRICO PARA MEJORAR LA TOMA DE DECISIONES UTILIZANDO INTELIGENCIA DE NEGOCIOS”**, que ha sido desarrollado para optar por el título de: Magister en Ingeniería de Software en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales del trabajo antes citado. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Ibarra, a los 10 días del mes de mayo de 2018.

.....

Roldan Fernando Rea Enríquez

C.I. 1003063664



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
INSTITUTO DE POSGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE**



**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

1.- IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO | |
|----------------------|--|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 1003063664 |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | REA ENRÍQUEZ ROLDAN FERNANDO |
| DIRECCIÓN: | CALLE MIGUEL ENDARA JÁTIVA 5-80 Y FEDERICO LARREA |
| E-MAIL: | rfe1492@hotmail.com |
| TELÉFONO: | 0998343091 |

| DATOS DE LA OBRA | |
|----------------------|--|
| TÍTULO: | “ANÁLISIS DE DATOS DEL CONSUMO ELÉCTRICO PARA MEJORAR LA TOMA DE DECISIONES UTILIZANDO INTELIGENCIA DE NEGOCIOS” |
| AUTOR: | REA ENRÍQUEZ ROLDAN FERNANDO |
| FECHA: | 10/05/2018 |
| PROGRAMA DE ESTUDIO: | POSGRADO |
| TÍTULO QUE OPTA: | MAGISTER EN INGENIERÍA DE SOFTWARE |
| ASESOR/DIRECTOR: | ING. JORGE CARAGUAY PRÉCEL, MSC |

2.- AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Roldan Fernando Rea Enríquez con cédula de identidad Nro. 1003063664, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de

grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior Artículo 144.

3.- CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presenta autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de os derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 10 días del mes de mayo de 2018.

EL AUTOR



.....
Roldan Fernando Rea Enríquez

C.I. 1003063664

DEDICATORIA

A Dios por permitirme cumplir con los objetivos y metas alcanzadas.

A mis Padres y hermanos, quienes han sabido guiarme de la mejor manera y brindarme un apoyo incondicional.

A Gaby e Isabelita quienes son la inspiración y fortaleza en el diario vivir.

Fernando Rea E.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Técnica del Norte y al Instituto de Posgrado, por darme la oportunidad de crecer profesionalmente.

Al MSc. Jorge Caraguay Prócel por haberme guiado durante la elaboración del presente proyecto de investigación.

Fernando Rea E.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| | |
|---|------|
| APROBACIÓN DEL TUTOR..... | II |
| APROBACIÓN DEL ASESOR..... | III |
| DEDICATORIA | VII |
| AGRADECIMIENTO | VIII |
| Índice de contenidos | IX |
| Índice de figuras..... | XIII |
| Índice de tablas | XIV |
| CAPITULO I | 17 |
| 1. El problema | 17 |
| 1.1. Antecedentes | 17 |
| 1.2. Planteamiento del problema..... | 17 |
| 1.3. Formulación de problema | 18 |
| 1.4. Justificación de la investigación | 18 |
| 1.5. Objetivos de la investigación | 19 |
| 1.5.1. Objetivo General..... | 19 |
| 1.5.2. Objetivos Específicos..... | 19 |
| 1.6. Preguntas directrices de la investigación | 19 |
| 1.7. Variables e indicadores | 20 |
| 1.7.1 Operacionalización de Variables | 20 |
| CAPITULO II | 22 |
| 2. Marco Teórico | 22 |
| 2.1. Antecedentes Investigativos..... | 22 |
| 2.1.2. La revolución de los datos para el Estado abierto y el desarrollo sostenible . | 23 |
| 2.1.3 Aplicaciones informáticas desarrolladas con datos abiertos | 26 |
| 2.1.4. Redes eléctricas inteligentes - Smart Grid | 26 |
| 2.1.6. Inteligencia de negocios como herramienta eficiente de una “estrategia verde” | 32 |
| 2.1.7. Análisis de datos del consumo de energía eléctrica | 33 |
| 2.2. Fundamentación Filosófica..... | 34 |
| 2.3. Fundamentación Legal..... | 34 |
| 2.3. Esquema del Marco Teórico de la Investigación | 36 |
| 2.4. Marco Referencial..... | 37 |
| 2.4.1 Inteligencia de Negocios..... | 37 |

| | |
|--|-----------|
| 2.4.2. Evolución Histórica del BI..... | 37 |
| 2.4.3. Beneficios de Inteligencia de Negocios | 40 |
| 2.4.4. Arquitectura BI | 41 |
| 2.4.5. Componentes del entorno BI..... | 42 |
| 2.4.5.1 Proceso ETL..... | 43 |
| 2.4.5.2. Datamart..... | 44 |
| 2.4.5.3. Data warehouse | 44 |
| 2.4.5.4. Herramientas de exploración del BI..... | 46 |
| 2.4.6. Modelo Multidimensional..... | 50 |
| 2.4.6.1. Modelado conceptual estructural | 52 |
| Dimensiones..... | 52 |
| Hechos..... | 52 |
| Medidas..... | 53 |
| 2.4.6.2. Modelado conceptual dinámico | 53 |
| 2.4.6.3. Modelado lógico | 54 |
| 2.4.7. Metodología de Kimball para Data warehouse..... | 56 |
| CAPITULO III..... | 58 |
| 3. Metodología..... | 58 |
| 3.1. Descripción del área de estudio | 58 |
| 3.2. Tipo de investigación..... | 58 |
| 3.3. Diseño de la Investigación..... | 58 |
| 3.3.1. Modalidad de Investigación..... | 58 |
| 3.3.2. Tipos o Niveles de Investigación..... | 59 |
| 3.4. Población y muestra..... | 59 |
| 3.5. Métodos..... | 59 |
| 3.6. Estrategias Técnicas..... | 59 |
| 3.7. Instrumentos..... | 59 |
| 3.8. Instituciones que participan en el proyecto..... | 60 |
| 3.8.1. Empresa Eléctrica Regional Norte | 60 |
| 3.8.1.1 Tamaño de la organización | 61 |
| 3.8.1.2. Misión y Visión Institucional..... | 61 |
| 3.8.2. Instituto Nacional de Estadística y Censos | 61 |
| 3.8.2.1. Misión y Visión Institucional..... | 62 |
| 3.8.3. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal San Miguel de Ibarra..... | 62 |

| | |
|--|----|
| 3.9. El Sistema | 63 |
| 3.9.1. Problema del sistema actual | 63 |
| 3.9.2. Delimitación del alcance a desarrollar | 63 |
| 3.9.3. Involucrados..... | 63 |
| 3.9.4. Equipo Técnico responsable | 64 |
| 3.9.5. Factibilidad Técnica..... | 64 |
| 3.9.6. Factibilidad Operativa..... | 64 |
| 3.10. Desarrollo de la propuesta..... | 65 |
| 3.10.1. Selección de metodología para el desarrollo de la propuesta..... | 65 |
| 3.10.2. Desarrollo de la herramienta BI..... | 65 |
| 3.10.3. Arquitectura del Análisis de datos e Inteligencia de negocios..... | 65 |
| 3.10.4. Análisis de Datos | 66 |
| 3.10.5. Procesamiento de datos..... | 67 |
| 3.10.6. Visualización..... | 67 |
| 3.11. Implementación de la plataforma de Inteligencia de negocios | 68 |
| 3.11.1. Planeación del proyecto | 68 |
| 3.11.2. Capa de datos | 69 |
| 3.11.2.1. Datos EMELNORTE | 70 |
| 3.11.2.2. Datos INEC..... | 70 |
| 3.11.2.3. Datos GAD Ibarra | 71 |
| 3.11.3. Análisis de requerimientos de software | 72 |
| 3.11.3.1. Requerimientos funcionales..... | 72 |
| 3.11.3.2. Requerimientos no funcionales..... | 73 |
| 3.11.4. Base de datos..... | 75 |
| 3.11.5. Capa ETL..... | 76 |
| 3.11.6. Modelo dimensional..... | 77 |
| 3.11.7. Modelo Físico | 82 |
| 3.11.8. Oracle Business Intelligence..... | 84 |
| 3.11.9. Capa de integración..... | 84 |
| 3.11.10. Diseño del ETL –Extracción, Transformación y Carga..... | 84 |
| 3.11.11. Capa OLAP..... | 87 |
| 3.11.12. Implementación de la solución BI..... | 87 |
| 3.11.13. OBIEE Server | 88 |
| 3.11.14. Especificación de aplicaciones BI..... | 88 |

| | |
|--|-----------|
| 3.11.14.1. Análisis de datos del consumo eléctrico y número de clientes por zonas INEC | 90 |
| 3.11.14.2. Análisis de datos del grupo tarifa residencial | 94 |
| 3.11.15. Crecimiento y mantenimiento del Datawarehouse..... | 98 |
| CAPITULO IV | 99 |
| 4. Resultados, conclusiones y recomendaciones | 99 |
| 4.1. Introducción | 99 |
| 4.2. Presentación de resultados | 99 |
| 4.2.1. Resultados generales de la investigación | 104 |
| 4.3. Conclusiones | 105 |
| 4.4. Recomendaciones..... | 106 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 107 |
| ANEXOS | 111 |
| ANEXO A..... | 111 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|-----|
| Figura 1: Dimensiones fundamentales para el desarrollo sostenible..... | 23 |
| Figura 2: Elementos fundamentales del gobierno abierto..... | 25 |
| Figura 3: Red eléctrica inteligente Smart Grid..... | 27 |
| Figura 4: Plan de implantación AMI / AMR..... | 29 |
| Figura 5: Cuadro mágico de herramientas BI en empresas privadas | 30 |
| Figura 6: Cuadro mágico de herramientas BI en empresas públicas..... | 30 |
| Figura 7: Categorías Fundamentales | 36 |
| Figura 8: Evolución histórica de Inteligencia de negocios | 38 |
| Figura 9: Arquitectura Inteligencia de Negocios..... | 41 |
| Figura 10: Componentes del entorno BI..... | 42 |
| Figura 11: Pirámide niveles de gestión | 49 |
| Figura 12: Cubo multidimensional..... | 51 |
| Figura 13: Tabla de hechos | 53 |
| Figura 14: Modelo estrella | 55 |
| Figura 15: Modelo copo de nieve | 56 |
| Figura 16: Ciclo de vida de la metodología de Kimbal | 57 |
| Figura 17: Ubicación Empresa Emelnorte – Edificio Matriz..... | 60 |
| Figura 18: Arquitectura propuesta..... | 66 |
| Figura 19: Base de datos Emelnorte | 70 |
| Figura 20: Datos INEC..... | 71 |
| Figura 21: Datos GAD Ibarra | 71 |
| Figura 22: Matriz de bus del proyecto | 75 |
| Figura 23: Esquema conceptual de alto nivel Facturación consumo eléctrico..... | 76 |
| Figura 24: Datos Dimensión EMN_CLIENTE..... | 84 |
| Figura 25: Datos Dimensión EMN_GEOPOLITICO | 85 |
| Figura 26: Datos Dimensión EMN_GEOCODIGO..... | 85 |
| Figura 27: Datos Dimensión EMN_TARIFA..... | 85 |
| Figura 28: Datos Dimensión GEOCODIGO_INEC..... | 86 |
| Figura 29: Datos Dimensión TIEMPO | 86 |
| Figura 30: Datos EMN_CONSUMO..... | 86 |
| Figura 31: Modelo de metadatos del proyecto de investigación | 87 |
| Figura 32: Diagrama de modelo de Negocio – Emelnorte | 88 |
| Figura 33: Predios por zonas..... | 89 |
| Figura 34: Consumo promedio por zonas años 2014,1015 y 2016..... | 89 |
| Figura 35: Consumo energético por zonas | 90 |
| Figura 36: Consumo por zonas crecimiento anual..... | 91 |
| Figura 37: Número de clientes por zonas | 92 |
| Figura 38: Clientes por zonas crecimiento anual | 93 |
| Figura 39: Porcentaje de consumo y clientes por tarifa residencial año 2014..... | 95 |
| Figura 40: Porcentaje de consumo y clientes por tarifa residencial año 2015 y 2016 | 96 |
| Figura 41: Total de clientes por grupo de tarifas residenciales | 97 |
| Figura 42: Consumo eléctrico por grupo de tarifas residenciales | 97 |
| Figura 43: Análisis de datos de la densidad poblacional 2015 | 101 |
| Figura 44: Información para el grafico de la densidad poblacional 2015..... | 101 |

| | |
|---|-----|
| Figura 45: Diagrama de la densidad poblacional 2016 | 102 |
| Figura 46: Correlación de Person (Consumo – Densidad) | 103 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1: Variable independiente: ANÁLISIS DEL CONSUMO ELÉCTRICO. | 20 |
| Tabla 2: Variable dependiente: TOMA DE DECISIONES. | 20 |
| Tabla 3: Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017. | 34 |
| Tabla 4: Reglamento de Régimen académico CES | 35 |
| Tabla 5: Herramientas de Inteligencia de Negocios | 46 |
| Tabla 6: Tipos de Análisis multidimensional | 47 |
| Tabla 7: Características del Análisis multidimensional | 48 |
| Tabla 8: Ventajas y desventajas del Análisis multidimensional | 48 |
| Tabla 9: Requerimiento Funcional Autenticación de Usuario | 72 |
| Tabla 10: Requerimiento funcional Herramienta BI con indicadores claves para la investigación | 72 |
| Tabla 11: Requerimiento funcional Migración de datos..... | 72 |
| Tabla 12: Requerimiento funcional Obtención de información consumo eléctrico..... | 73 |
| Tabla 13: Requerimiento funcional Obtención de información abonados consumo eléctrico | 73 |
| Tabla 14: Requerimiento no funcional Disponibilidad de la herramienta BI..... | 73 |
| Tabla 15: Requerimiento no funcional Permisos de acceso a la herramienta BI | 74 |
| Tabla 16: Tipos de reportes a detalle..... | 74 |
| Tabla 17: Dimensión Cliente | 78 |
| Tabla 18: Fuente Dimensión Cliente | 78 |
| Tabla 19: Dimensión Geocódigo | 79 |
| Tabla 20: Fuente Dimensión Geocódigo | 79 |
| Tabla 21: Dimensión Geopolítico | 79 |
| Tabla 22: Fuente Dimensión Geopolítico..... | 80 |
| Tabla 23: Dimensión Tarifa | 80 |
| Tabla 24: Fuente Dimensión Tarifa | 80 |
| Tabla 25: Dimensión Geocódigo INEC..... | 81 |
| Tabla 26: Tabla de hechos Facturación consumo | 82 |
| Tabla 27: Descripción de las tablas de la base de datos de comercialización. | 82 |
| Tabla 28: Total clientes y consumo eléctrico por tipos de tarifas residenciales 2014, 2015 y 2016..... | 94 |
| Tabla 29: Resumen de la correlación de Pearson. | 103 |
| Tabla 30: Coeficiente de correlación de Karl Pearson | 104 |

RESUMEN

Esta investigación forma parte del macro proyecto denominado Ibarra Verde, en el cual colaboran las instituciones Emelnorte, INEC y GAD Ibarra a través de la entrega de datos con fines de investigativos. Ibarra Verde busca promover un mejoramiento en la calidad de vida de los habitantes del cantón Ibarra provincia de Imbabura a través de una adecuada toma de decisiones por parte de las autoridades competentes. Para la realización de este proyecto se utilizó la metodología de Ralph Kimball para el diseño de almacenes de datos (DW) y su implementación en la herramienta de software Oracle Business Intelligence 12c, se ejecutó el tratamiento de datos a través del proceso de extracción, transformación y carga (ETL). La herramienta de software BI suministró el análisis de datos a través de reportes interactivos y dashboard, para obtener confiabilidad y seguridad de la información a utilizarse en el macro proyecto Ibarra Verde.

Palabras clave

Ibarra Verde, Inteligencia de negocios (BI), metodología Ralph Kimball, almacenes de datos (DW), ETL, dashboard.

SUMMARY

This research is part of the macro project called Ibarra Verde, in which the Emelnorte, INEC and GAD Ibarra institutions collaborate through the delivery of data for investigative purposes. Ibarra Verde seeks to promote an improvement in the quality of life of the inhabitants of the Ibarra canton province of Imbabura through appropriate decision-making by the competent authorities. For the realization of this project the Ralph Kimball methodology was used for the design of data warehouses (DW) and its implementation in the software tool Oracle Business Intelligence 12c, the processing of data was executed through the process of extraction, transformation and load (ETL). The software tool BI provided data analysis through interactive reports and dashboard, to obtain reliability and security of the information to be used in the Ibarra Verde macro project.

Keywords

Ibarra Verde, Business Intelligence (BI), Ralph Kimball methodology, data warehouses (DW), ETL, dashboard.

CAPITULO I

1. El problema

1.1. Antecedentes

El consumo eficiente y sostenible de energía eléctrica se ha convertido en unos de los puntos más importantes en los que la sociedad debe concienciar y trabajar en ello, hoy más que nunca, cuanto escasean los recursos naturales y se ve afectada la ecología se evidencia a nivel global el cambio climático en el planeta.

La reducción del consumo eléctrico mediante una utilización eficiente, efectiva y eficaz mejora su distribución de manera equitativa lo que conlleva al mejoramiento en la calidad de vida de la sociedad; lo que da una idea respecto a que la energía eléctrica no se guarda, se desperdicia.

En la ciudad de Ibarra existe la posibilidad de llevar a cabo un proyecto llamado **Ibarra Verde**, el cual busca un mejoramiento en la calidad de vida de sus habitantes, para este fin se ha visto la necesidad de realizar el análisis de datos correspondientes a servicios básicos, es el caso del consumo eléctrico a nivel residencial, siendo necesario recabar información poblacional de algunas instituciones. Este análisis proyecta realizar una correcta interpretación de datos para el mejoramiento en la toma de decisiones de autoridades y contar con una herramienta que permita tener una gestión integral del uso, consumo y distribución de energía eléctrica en la ciudad.

1.2. Planteamiento del problema

El consumo de energía eléctrica en la ciudad de Ibarra al ser un servicio básico, debe ser tratado de manera planificada en cuanto a su utilización en la población, lo que determina un problema de disponibilidad de energía a futuro, afectando la ecología y mejoramiento en la calidad de vida de los habitantes de la ciudad.

1.3. Formulación de problema

¿Cómo el análisis de datos del consumo eléctrico del cantón Ibarra a través de Inteligencia de negocios contribuirá a la interpretación de datos y mejora en la toma de decisiones?

1.4. Justificación de la investigación

El continuo y creciente deterioro del ecosistema mundial y el agotamiento a mediano plazo de las reservas de combustibles fósiles: carbón, petróleo y gas; son las principales consecuencias del actual sistema energético mundial. Por esta razón es imperativo el desarrollo de fuentes energéticas alternas que sean armónicas ambientalmente, renovables y/o inagotables (Posso, 2002).

Según (Lacomba , 2004) el desarrollo urbano sustentable, cuyo objetivo es mantener la calidad de vida para el ser humano y asegurar a las generaciones futuras el acceso a los recursos naturales en condiciones de equilibrio, constituye uno de los retos más grandes que enfrenta la humanidad en el siglo XXI. Además (Higuera, 2009) menciona como objetivo para el nuevo ecosistema urbano el uso de energías renovables y no contaminantes.

Además (Concha & Naser, 2014), menciona una serie de interesantes aplicaciones (programas computacionales y estadística) desarrolladas con datos abiertos las cuales aprovechan la gran riqueza de información que se encuentra en manos de la administración pública y que por muchas razones ésta no logra sacarle mayor provecho. De esta manera se han identificado aplicaciones con fuentes de datos reutilizables sobre biodiversidad, energía, cambio climático, etc. utilizadas de manera creativa y combinándolas adecuadamente con otras fuentes permiten crear aplicaciones de valor añadido.

De acuerdo al Plan Nacional del buen vivir 2013 – 2017, en el resumen Agenda Zonal 1, la cual comprende las provincias de Esmeraldas, Imbabura, Carchi y Sucumbíos, las principales líneas de acción de la transformación de la matriz productiva se menciona lo siguiente: “Impulsar la ejecución de proyectos de

energías renovables y de proyectos hidroeléctricos, geotérmicos, fotovoltaicos y eólicos como parte del cambio de matriz energética”.

Con base a lo expuesto, existe la necesidad del análisis de datos que no han sido utilizados en proyectos socio ambientales que conlleven a un mejoramiento de la calidad de vida de la población del cantón Ibarra. Como parte de la investigación del proyecto macro Ibarra Verde es necesario utilizar la herramienta de software inteligencia de negocios que servirá para el análisis de datos del consumo eléctrico de los abonados del cantón Ibarra.

1.5. Objetivos de la investigación

1.5.1. Objetivo General

Analizar los datos del consumo de energía eléctrica del cantón Ibarra con inteligencia de negocios para mejorar la toma de decisiones.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Investigar sobre los análisis de datos del consumo de energía eléctrica aplicando inteligencia de negocios, para interpretación de información y adecuada toma de decisiones.
- Analizar los datos del consumo de energía eléctrica del cantón Ibarra, para obtener información exacta y validada.
- Implantar una herramienta de inteligencia de negocios para el análisis de datos del consumo de energía eléctrica del cantón Ibarra.

1.6. Preguntas directrices de la investigación

¿Cómo aplicar la inteligencia de negocios para análisis de datos del consumo de energía eléctrica?

¿Cuáles son los datos que se disponen del consumo de energía eléctrica del cantón Ibarra?

¿Los datos del consumo de energía eléctrica se ajustan a la herramienta de inteligencia de negocios?

1.7. Variables e indicadores

1.7.1 Operacionalización de Variables

Tabla 1: Variable independiente: ANÁLISIS DEL CONSUMO ELÉCTRICO.

| CONCEPTUALIZACIÓN | DIMENSIONES | INDICADORES | ITEMS BÁSICOS | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS |
|---|--------------------|--|--|--|
| La información del análisis de consumo eléctrico son los kWh en un determinado período de tiempo. | Consumo eléctrico | La información que se dispone es en kWh | ¿Dispone de información del consumo eléctrico? | Reuniones grupales con involucrados del proyecto Ibarra Verde. |
| | Número de abonados | Cantidad de clientes: Residenciales, Otros | ¿Cómo se realizaría el análisis de los datos? | Entrevistas dirigidas a personal de la Empresa Eléctrica. |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2: Variable dependiente: TOMA DE DECISIONES.

| CONCEPTUALIZACIÓN | DIMENSIONES | INDICADORES | ITEMS BÁSICOS | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS |
|--|-----------------------------|---|--|--|
| La toma de decisiones es el proceso mediante el cual se realiza una elección entre las opciones o formas para resolver diferentes situaciones. | Recopilar datos | La calidad de datos es: Buena o mala | ¿Dispone de información de la calidad de vida en el cantón Ibarra? | Reuniones grupales con involucrados del proyecto Ibarra Verde. |
| | Transformación de los datos | Reportes y análisis de datos. | ¿Los datos obtenidos se | Entrevistas. |

| | | | | |
|--|------------------|---|---------------------------------------|--|
| | Fase de decisión | Inteligencia de negocios: Consumo, demanda, Abonados | adaptan a la herramienta de análisis? | |
|--|------------------|---|---------------------------------------|--|

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO II

2. Marco Teórico

2.1. Antecedentes Investigativos

En la actualidad la tendencia de un mejoramiento en la calidad de vida ha sido el objetivo de varias ciudades alrededor del mundo, para lo cual se ha hecho los esfuerzos necesarios para que sea una urbe inteligente con ecología humana, existen numerosos proyectos como “ciudad verde” o “la ciudad sustentable”, además la planificación verde está vinculada a los valores y recursos naturales, ecológicos, ambientales y paisajísticos de la ciudad (Palomo, 2003).

Manifiesta (Burgess, 2003) que las diversas interpretaciones dadas al tema y a las políticas de desarrollo urbano sostenible pueden analizarse desde los tres principios: Sostenibilidad ambiental, social y económica, urbana y escala espacial.

Smart City¹ se basa en la integración de las TIC, con los servicios que una ciudad ofrece, como la energía, la sanidad o el transporte. Los avances tecnológicos, la comunicación, la movilidad e internet han hecho que la calidad de vida de las ciudades se incremente considerablemente. Una Smart City supone edificios inteligentes, una red de rutas inteligentes, servicios públicos inteligentes y todo ello cumpliendo con niveles de eficiencia y sostenibilidad, no sólo energética o medio ambiental, si no también económica. Las denominadas ciudades “inteligentes”, el valor de la movilidad sostenible, la eficiencia energética y medioambiental, la gestión de infraestructuras, entre otras, aparecen como buenas razones que impulsan la sostenibilidad y el desarrollo humano (Concha & Naser, 2014).

El requisito fundamental para alcanzar la sostenibilidad², es que en el proceso de mejora de la calidad de vida exista equilibrio entre el desarrollo social, ambiental

¹ Smart City: Expresión «ciudad inteligente»

² Sostenibilidad: equilibrio que se genera a través de la relación armónica entre la sociedad y la naturaleza que lo rodea y de la cual es parte.

y económico; y, que dicho proceso se enmarque en el respeto de las leyes y demás normativas ambientales vigentes. Para ello, además, se requiere que la intervención humana en los ecosistemas no interrumpa los ciclos naturales, no promueva la extinción de las especies, minimice los impactos ambientales y la contaminación; y no incida en el agotamiento de los recursos naturales (Arcos, Manzano, & Ronal, 2012). La figura 1 representa las dimensiones fundamentales que deben ser consideradas para enmarcar el funcionamiento del sector eléctrico en su conjunto, dentro de los lineamientos establecidos en el entorno de un desarrollo sostenible.

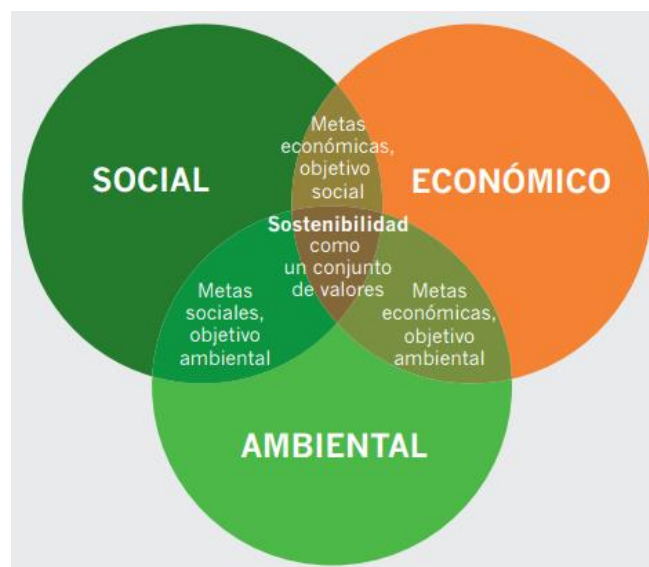


Figura 1: Dimensiones fundamentales para el desarrollo sostenible.

Fuente: (Arcos, Manzano, & Ronal, 2012)

2.1.2. La revolución de los datos para el Estado abierto y el desarrollo sostenible

Un gobierno en el que los ciudadanos tengan amplios mecanismos de participación, puedan exigirle a sus gobernantes que rindan cuentas y puedan acceder fácilmente a la información sobre su ciudad es un gobierno abierto. Cuando el gobierno tiene altos niveles de transparencia y mecanismos para el escrutinio público, la corrupción se reduce y los ciudadanos pueden exigir que las promesas hechas por sus gobernantes sean cumplidas. En este sentido, el gobierno abierto se trata de dejar de gobernar al ciudadano y empezar a gobernar con él y para él.

Según (Concha & Naser, 2014), manifiesta que en un esfuerzo más exigente “No solo transformar al Estado para dar un mejor servicio a los ciudadanos y empresas, sino que en un esfuerzo más integrador intentar impactar a las ciudades para que estas lleguen a ser más “inteligentes” (Smart cities) y amigables. Para ello, se están explorando TIC cada vez más sofisticadas para hacer de estas ciudades no solo más eficientes, más transparentes, sino que también más amigables con el ambiente, en otras palabras más sostenibles”.

“Los datos abiertos son datos que pueden ser utilizados, reutilizados y redistribuidos libremente por cualquier persona, y que se encuentran sujetos, cuando más, al requerimiento de atribución y de compartirse de la misma manera en que aparecen” (Dietrich, y otros, 2011). Esta definición se concentra en un aspecto meramente técnico de las propiedades de la información y, en particular, en la unidad mínima de información llamada datos. Esto se enmarca en la idea de conocimiento abierto, que básicamente supone el libre acceso para promover su creación, crecimiento y circulación.

Entonces, al hablar de “datos abiertos”, en América Latina se hace referencia a una comunidad heterogénea desde el punto de vista de las capacidades, habilidades e intereses de quienes hacen uso de los datos públicos, que comparten la idea de no limitar el acceso a los datos públicos para su posterior reutilización. Esta comunidad va más allá de la teoría, al establecer prácticas que permiten añadir valor a esos datos mediante su análisis, utilización y reutilización, a través de la cooperación formal o informal entre sus miembros (Naser, Ramírez Alujas, & Rosales, 2017).

Los gobiernos han comenzado a preguntarse cómo incorporar este nuevo enfoque de apertura gubernamental a sus estrategias de gobierno electrónico. Los gobiernos se deben transformar en plataformas en línea de información y datos para los ciudadanos, donde la modularidad, redundancia mínima, escalabilidad e interoperabilidad ya no son una barrera para llevar a cabo estrategias con éxito, sino más bien son una herramienta para que los procesos de reforma del Estado y

modernización de la gestión pública generen un cambio de paradigma en la gestión gubernamental (Ramírez Alujas & Naser, 2014) .

Este nuevo concepto de gestión involucra la generación de canales de comunicación para trabajar con la sociedad y los individuos en vías de crear valor público, fusionando la utilización intensiva de las TIC con modalidades de gestión, planificación y administración (CEPAL; ILPES, 2011). Donde el sistema tradicional de gobernar se ve sustentado a partir de cuatro dimensiones o pilares fundamentales según la figura 2:



Figura 2: Elementos fundamentales del gobierno abierto.

Fuente: Repositorio CEPAL

El análisis del gráfico corresponde a:

- La transparencia en la acción, procesos y datos del gobierno.
- La participación que busca implicar de forma activa y real a los ciudadanos en la formulación y ejecución de políticas.
- La colaboración al interior del gobierno y con las personas que permita generar nuevas ideas para resolver problemas sociales.

- La gestión de la información pública canalizada a través de la apertura de datos.

La ciencia y la tecnología pueden servir para ayudar a la conservación del medio ambiente. Algunos ejemplos son la predicción de incendios forestales, el reciclaje de determinados materiales o la utilización de fuentes de energía alternativas.

2.1.3 Aplicaciones informáticas desarrolladas con datos abiertos

Las aplicaciones informáticas toman importancia al ser desarrolladas con datos abiertos y estrategias gubernamentales impulsadas por las TIC'S, las entidades del Estado están obligadas a hacer públicos los datos, los cuales pueden ser usados para beneficio de la comunidad. Tal es el caso de la iniciativa del Portal de datos abiertos de la Unión Europea en el que hay acceso a información pública, encontrando aplicaciones desarrolladas por las instituciones, agencias y otros organismos europeos (Unión Europea, 2012). Los datos en cuestión son:

- Datos geográficos, geopolíticos y financieros.
- Estadísticas.
- Resultados electorales.
- Actos jurídicos.
- Datos sobre criminalidad, salud, medio ambiente, transporte e investigación científica.

2.1.4. Redes eléctricas inteligentes - Smart Grid

El término Smart Grid hace referencia a las redes de distribución eléctricas inteligentes, considerando que la electricidad comúnmente va en un solo sentido, que para Smart Grid es bidireccional (Apiema, 2016) . Se toma como ejemplo las viviendas o negocios que podrían convertirse en pequeños productores de electricidad y no solo ser consumidores como se aprecia en la figura 3.

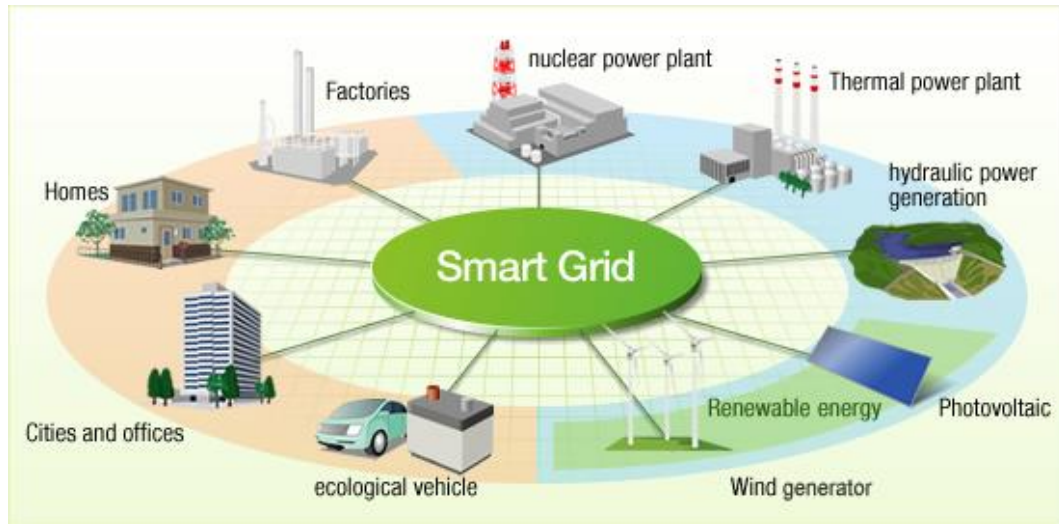


Figura 3: Red eléctrica inteligente Smart Grid

Fuente: https://www.engineersgarage.com/sites/default/files/2_22.jpg

Considerando que en el mundo crece el interés por desarrollar políticas y regulaciones que incentiven la creación de conciencia social respecto de los gases causantes del efecto invernadero, así muchos gobiernos quieren reducir su dependencia de los combustibles fósiles. Las tecnologías denominadas Smart Grid podrían apoyar estos propósitos al disminuir las emisiones de carbono mediante la gestión de la demanda de energía eléctrica. Además del beneficio medioambiental, su implementación mejora la eficiencia de las redes de transmisión y distribución energética y permite la integración de fuentes de energía renovable (Díaz Andrade & Hernández, 2011).

La eficiencia energética a través de Smart Grid permite al distribuidor tener el monitoreo del flujo energético y los elementos que conforman la red de energía, de esta manera se tiene la disponibilidad de información del consumo de energía eléctrica que se produce (Inga Ortega, 2012). Logrando así evitar pérdidas en la distribución de energía y fallas que se pueda existir entre la producción y su entrega al consumidor final.

Entre las ventajas del Smart Grid podemos citar las siguientes:

- Incremento del nivel de fiabilidad y calidad con respecto al suministro de energía eléctrica.
- Permite a los clientes contar con instrumentos tecnológicos para optimizar su propio consumo eléctrico.
- Contribuye a mantener la sostenibilidad ambiental mediante la integración de la generación distribuida de fuentes renovables.
- Genera la posibilidad de almacenar la electricidad.
- Mejora la eficacia en la distribución de energía eléctrica.

La aplicación tecnológica de Smart Grid es fundamental para contar con una ciudad inteligente; a nivel mundial existe cada vez más iniciativas que promueven cambios significativos a favor del medio ambiente.

Ecuador no ha sido la excepción en utilizar esta tecnología del Smart Grid, ya que se ha implementado como proyectos emblemáticos de gobierno el Plan Maestro de Electrificación 2012-2021 (Arcos, Manzano, & Ronal, 2012). Existiendo la iniciativa de mantener proyectos pilotos a nivel nacional relacionadas a las tecnologías AMI³ / AMR⁴ implementadas en algunas empresas eléctricas del país. La finalidad del proyecto indicado es evaluar el impacto y las ventajas, cuyo objetivo está enfocado a la reducción de pérdidas, eficiencia energética y gestión de la operación de la red (figura 4).

Emelnorte implementó como proyecto piloto las tecnologías AMI/AMR para telemedición en los sectores Alpachaca y San Antonio pertenecientes al cantón Ibarra provincia de Imbabura, donde se usan equipos de medición inteligentes para el servicio eléctrico, con esta implementación se logra la obtención de las lecturas de medición de consumo energético, además la aplicación y ejecución remota de cortes y reconexiones.

³ AMI.- Infraestructura de Medición Avanzada.

⁴ AMR.- Lectura automática de medidor.

| EMPRESAS | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 |
|-----------------|----------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Centrosur | No posee | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC |
| Quito | No posee | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC |
| CATEG-D | No posee | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC |
| El Oro | No posee | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC |
| Guayas Los Ríos | No posee | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC |
| Milagro | No posee | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC |
| Manabí | No posee | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC |
| Sur | No posee | No posee | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC |
| Azogues | No posee | No posee | No posee | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC |
| Santo Domingo | No posee | No posee | No posee | No posee | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC |
| Ambato | No posee | No posee | No posee | No posee | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC |
| Esmeraldas | No posee | No posee | No posee | No posee | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC |
| Norte | No posee | No posee | No posee | No posee | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC |
| Sta.Elena | No posee | No posee | No posee | No posee | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC |
| Los Ríos | No posee | No posee | No posee | No posee | AMI-AMR Compatible IEC | AMI-AMR Compatible IEC |
| Bolívar | No posee | No posee | No posee | No posee | No posee | AMI-AMR Compatible IEC |
| Cotopaxi | No posee | No posee | No posee | No posee | No posee | AMI-AMR Compatible IEC |
| Riobamba | No posee | No posee | No posee | No posee | No posee | AMI-AMR Compatible IEC |
| Galápagos | No posee | No posee | No posee | No posee | No posee | AMI-AMR Compatible IEC |
| Sucumbíos | No posee | No posee | No posee | No posee | No posee | AMI-AMR Compatible IEC |

Figura 4: Plan de implantación AMI / AMR

Fuente: (Arcos, Manzano, & Ronal, 2012)

2.1.5. Inteligencia de negocios como herramienta de análisis de datos

Business Intelligence BI ha llevado al éxito a la gran mayoría de empresas a nivel mundial. Por este motivo empresas ecuatorianas con grandes ingresos anuales han optado por el uso de estas herramientas para incrementar sus ganancias y acertar en sus iniciativas (Cueva Andrade, Jerez Cevallos, Díaz Zuñiga, & Ron Egas, 2014).

A continuación, en la figura 5 se refleja que las empresas privadas nacionales de gran tamaño tienen alta utilización de Business Intelligence para su toma de

decisiones. En cambio para las empresas públicas nacionales el costo es una variable que influye mucho al momento de contratar servicios externos como es el caso de herramientas BI ya que ellos cuentan con una partida presupuestaria asignada por el gobierno nacional anualmente (figura 6).

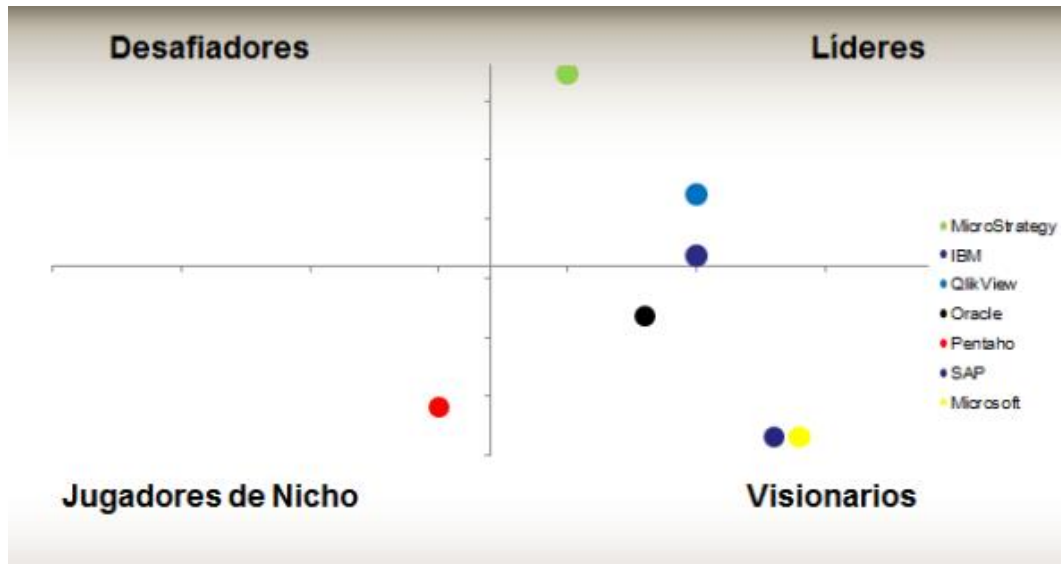


Figura 5: Cuadro mágico de herramientas BI en empresas privadas

Fuente: (Cueva Andrade, Jerez Cevallos, Díaz Zuñiga, & Ron Egas, 2014)

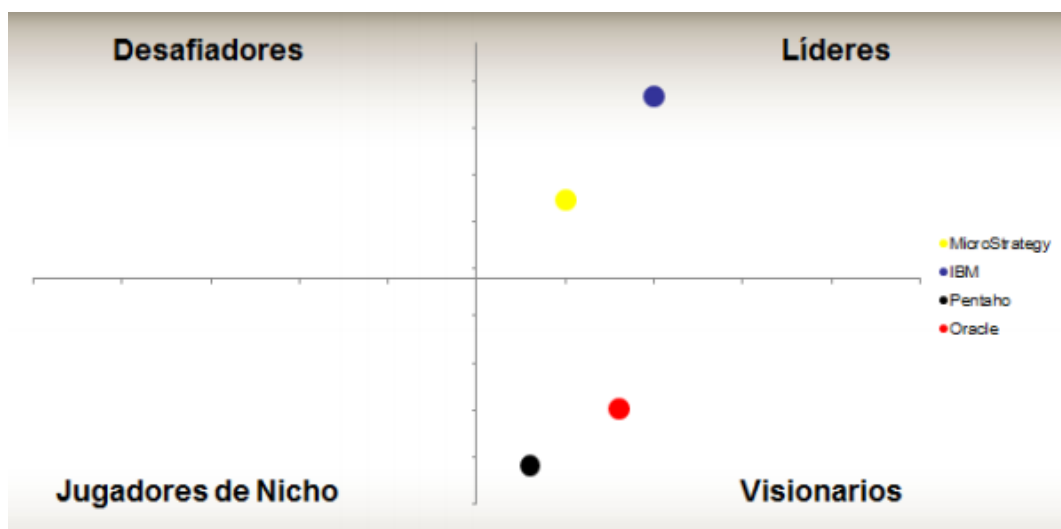


Figura 6: Cuadro mágico de herramientas BI en empresas públicas

Fuente: (Cueva Andrade, Jerez Cevallos, Díaz Zuñiga, & Ron Egas, 2014)

Algo peor que no tener información disponible es tener mucha información y no saber qué hacer con ella. La inteligencia de negocios es la solución a este problema ya que con la información disponible se puede generar escenarios, pronósticos y reportes que apoyen a la toma de decisiones, lo que se traduce a una ventaja competitiva (Sánchez Montoya, 2009). Asimismo (Calzada & Abreu, 2009), indican sobre la importancia de la información como recurso vital. Las organizaciones hacen uso de la información para el desarrollo de sus actividades cotidianas; esta información es la parte fundamental para que pueda tener un alto nivel de competitividad y posibilidades de desarrollo.

Según la tesis de grado de (Merino & Ivanova, 2015), en su investigación sobre “Implementación de un modelo básico para el uso de la información georeferencial en aplicaciones de business intelligence; caso de estudio: empresa de RETAIL”, mencionan que el manejo y administración de la información es un proceso vital, para la generación de análisis y conocimiento, por lo tanto la solución debe estar focalizada principalmente en el tratamiento de dicha información desde su registro, procesamiento y consumo, asegurando como resultado el máximo grado de confiabilidad de los resultados.

Los autores (Burgos, Maldonado, & Filian, 2009), en su investigación “desarrollo de un sistema de información ejecutivo e implementación de un data warehouse para la gestión de indicadores en una empresa eléctrica distribuidora” concluye que con la implementación del sistema de información ejecutivo para la gestión de indicadores los mandos altos y medios tienen información histórica, integrada, inmediata y de alta confiabilidad para la toma de decisiones, eliminando así la dependencia de terceros y todo lo que esto implica para adquirir los informes, haciendo más efectiva sus labores.

En este proyecto es factible utilizar como herramienta de análisis el business intelligence o inteligencia de negocios, ampliamente utilizado cuando se dispone de gran cantidad de datos y se desea obtener información específica, que permite ayudar a la toma de decisiones.

2.1.6. Inteligencia de negocios como herramienta eficiente de una “estrategia verde”

Según (Valdés Sepúlveda, 2010), plantea a la inteligencia de negocios de modo empírico y teórico, como una herramienta eficiente en la gestión, diseño y control de una “estrategia verde”, además manifiesta sobre la convergencia natural entre inteligencia de negocios, sustentabilidad ambiental, planificación estratégica y eficacia operativa. Para la relación entre inteligencia de negocios y proyectos socio ambientales es necesaria la información de servicios básicos, tal es el caso del consumo de energía eléctrica.

En la investigación (Lavalle, Ríos, & Medina, 2009) manifiestan que en la actualidad se requiere establecer una fuente entre inteligencia de negocios y los mercados de electricidad (ME). Esto se debe a que la cantidad de información que se genera y se almacena día a día, relacionada con los ME, es enorme y está en continuo crecimiento. Asimismo (González Marroquín , 2012), indica que las metodologías y herramientas de Inteligencia de Negocios (BI) muestran un gran potencial como solución, por su gran madurez técnica y especialización en el manejo de información y lo aplica en el desarrollo de sistemas de monitoreo del mercado para el sector eléctrico.

Para (Blanco, Sakipova, & Cordero, s.f), el desarrollo de un sistema de Inteligencia de Negocio enfocado a la administración y creación de conocimiento, mediante el análisis de datos existentes en una empresa, permite su evolución hacia la inteligencia organizacional.

En Ecuador existen proyectos socio ambientales utilizando inteligencia de negocios, tal es el caso de (Díaz Razo & Díaz Rodríguez, 2016), en su investigación sobre “El programa de rehabilitación ambiental y social (PRAS) en Ecuador”, manifiestan que es fundamental disponer de información, para su caso de estudio utilizan información hidrocarburífera y de gestión social del país, en archivos semiestructurados y geo referenciados. Proponen una metodología para diseñar y

construir un Data Warehouse⁵ como herramienta integradora de datos y para la visualización utilizan inteligencia de negocios.

Para realizar una evolución urbana en un lugar como Ibarra, debemos fijarnos en cómo medir o analizar la calidad de vida, o bienestar. Esto no es fácil, ya que involucra a varias instituciones y población en general. Lo que se espera es seleccionar algunas ideas alternativas, las que más convengan en nuestro medio y siempre con la sugerencia de comprobar por medio de la investigación y como parte del proyecto Ibarra verde la sustancia de nuestras ideas sobre calidad de vida; dicho proyecto trata sobre la ecología humana, el buen vivir y una urbanización sustentable. (Hevia, y otros, 2015)

En concordancia con lo descrito, es necesario realizar un análisis de datos para el proyecto macro Ibarra verde en lo referente al consumo de energía eléctrica a través de inteligencia de negocios que facilitará la toma de mejores decisiones entre todas las instituciones e individuos involucrados. Así, con ésta información constantemente actualizada y presentada de manera fácil, servirá para interpretar y lograr un paso hacia una urbe inteligente que contribuya a la calidad de vida del cantón Ibarra.

2.1.7. Análisis de datos del consumo de energía eléctrica

En Ecuador existen proyectos de investigación que utilizan como fuente de datos el consumo de energía eléctrica. Según (Amores Almeida, Pérez Ponguillo, Ramirez, & Noboa Macías, 2010), en el planteamiento del diseño manifiestan que “Las medidas que se pretende analizar se obtienen de los datos de las facturas de consumo de energía eléctrica, generadas desde la base operativa”, además una de las recomendaciones con respecto al uso consumo eléctrico es “Educar al usuario en el uso racional y eficiente de la energía eléctrica”.

⁵ **Data Warehouse:** El conjunto de datos orientados por tema, integrados, no volátiles, variables en el tiempo que se emplean como apoyo a la toma de decisiones.

Para (Cueva Andrade, Jerez Cevallos, Díaz Zuñiga, & Ron Egas, 2014) , en el sector Público se constata que la utilización de Business Intelligence lo lidera el sector Energético, por ser una parte importante dentro de la economía ecuatoriana las decisiones que se tomen en torno a este tema se transforma en cruciales para el país, por otro lado los demás sectores se encuentran parejos en la utilización de Business Intelligence.

Además (Sánchez Cuadrado, 2016), concluye que al contar con un sistema BI, tenemos información oportuna y veraz, con un mejor control sobre el suministro de energía para los usuarios, y su consumo transformándose en una retribución económica para la empresa.

2.2. Fundamentación Filosófica

La presente investigación se enmarca en el paradigma crítico propositivo, es crítico por que realiza un análisis crítico del problema, y es propositivo por que busca proponer una solución factible al problema.

2.3. Fundamentación Legal

La normativa legal entorno al desarrollo de la investigación se detalla en la tabla 3:

Tabla 3: Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017.

| Objetivo | Política | Literal |
|---|--|---|
| 10. Impulsar la transformación de la matriz productiva. | 10.9. Impulsar las condiciones de competitividad y productividad sistémica necesarias para viabilizar la transformación de la matriz productiva y la consolidación de estructuras más equitativas de generación y distribución de la riqueza | a. Ampliar y mejorar la provisión, acceso, calidad y eficiencia de los servicios públicos de agua potable, riego y drenaje, saneamiento, energía eléctrica, telecomunicaciones, gas natural y el servicio postal. |

| | | |
|--|--|---|
| 11. Asegurar la soberanía y de los sectores estratégicos para la transformación industrial y tecnológica | 11.1. Reestructurar la matriz energética bajo criterios de transformación de la matriz productiva, inclusión, calidad, soberanía energética y sustentabilidad, con incremento de la participación de energía renovable | n. Optimizar el uso de los recursos no renovables en la generación de energía eléctrica, a través del empleo de tecnologías eficientes. |
|--|--|---|

Fuente: (Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017, 2013)

Nota: Se toma artículos de interés para la investigación

Tabla 4: Reglamento de Régimen académico CES⁶

| | |
|-------------------|--|
| Artículo 3 | Literal d. articular la formación académica y profesional, la investigación científica, tecnológica y social, y la vinculación con la colectividad en un marco de calidad, innovación y pertinencia. |
| | Literal h. Impulsar el conocimiento de carácter mutli, inter y trans disciplinarios en la formación de grado y posgrado, la investigación y la vinculación con la colectividad. |
| | Literal j. Desarrollar la educación superior bajo la perspectiva del bien público social, aportando a la democratización del conocimiento para la garantía de derechos y la reducción de inequidades. |

Fuente: (Reglamento de Régimen Académico , 2017)

Nota: Se toma artículos de interés para la investigación

Reglamento Ambiental para las Actividades Eléctricas

Establece las medidas que observará el sector eléctrico en todas sus fases para prevenir, mitigar, y controlar el impacto ambiental. En el capítulo II – sección I – artículo 7, se menciona que le compete al ARCONEL⁷:

Literal g) Diseñar y aplicar, en coordinación con los organismos públicos competentes, incentivos para estimular la protección y manejo sustentable de los

⁶ CES: Consejo de Educación Superior

⁷ ARCONEL: Agencia de Regulación y Control de Electricidad

recursos naturales que son aprovechados por los proyectos eléctricos, así como fomentar el desarrollo y uso de tecnologías limpias y el uso de recursos energéticos no convencionales.

Excepcionalidad para la participación privada en la generación eléctrica

De acuerdo a la Regulación CONELEC⁸ 002-2011, establece las condiciones y principios que permiten la participación del sector privado en la generación de electricidad. En la Sección 3: “Interés Público, Colectivo o General”, se menciona que se calificará como necesario y adecuado para satisfacer el interés público, colectivo o general, entre otros, a la promoción de generación eléctrica mediante el uso de energías renovables no convencionales. En la Sección 10: “Casos Especiales”, se establece que en los casos que la iniciativa privada proponga proyectos de generación con energías renovables no convencionales o de capacidad menor a 1 MW, su participación y tratamiento estará normado exclusivamente en las regulaciones específicas vigente.

2.3. Esquema del Marco Teórico de la Investigación

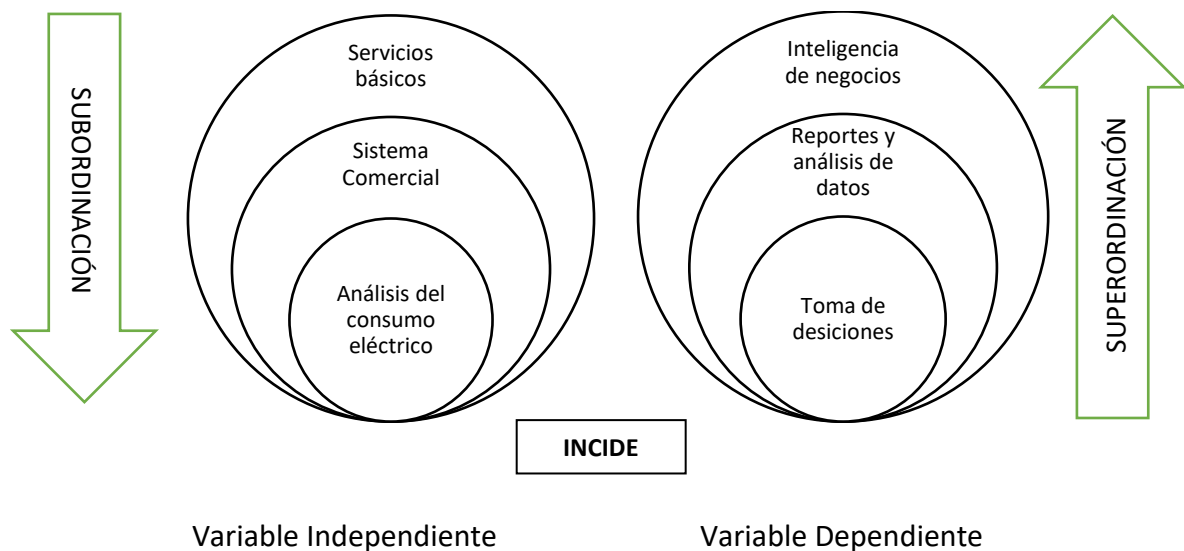


Figura 7: Categorías Fundamentales

Fuente: Elaboración propia

⁸ CONELEC: Actualmente llamado ARCONEL.

2.4. Marco Referencial

2.4.1 Inteligencia de Negocios

Según (Vilar Riba, 2014)“Una organización puede ser rica en datos pero pobre en información si no sabe cómo identificar, resumir y categorizar los datos”.

La Inteligencia de negocios llamada por algunos autores como Business Intelligence o Inteligencia empresarial, consiste en transformar datos en información y la información en conocimiento, permitiendo así optimizar el proceso de toma de decisiones de manera oportuna para obtener los mejores resultados y estrategias más acertadas, esto se logra a través de la organización inteligente de datos históricos correspondientes a transacciones u operaciones diarias (Sinnexus, 2016). Según el Data Warehouse Institute define a la inteligencia de negocios como la combinación de tecnología, herramientas y procesos.

El término inteligencia de negocios podemos decir que: “Es el conjunto de metodologías, aplicaciones, prácticas y capacidades enfocadas a la creación y administración de información, que permite tomar mejores decisiones a los usuarios de una organización” (Conesa & Curto, 2010).

Además, podemos describir al BI como la integración del almacenamiento y el procesamiento de grandes cantidades de datos, cuyo objetivo principal es el conocimiento y decisiones en tiempo real a través del análisis y exploración (Espinosa, 2010) Llegando así a establecer y corregir posibles situaciones que puedan convertirse en problemas o pérdidas de control, así mismo poder identificar oportunidades.

2.4.2. Evolución Histórica del BI

La Inteligencia de negocios ha venido evolucionando constantemente con soluciones más efectivas y cada vez adaptándose al entorno tecnológico, además es común que las organizaciones lo tengan presente como herramienta de análisis de datos, esto en cuanto la competitividad y productividad que se ve refleja en base a los resultados.

Los pioneros en el campo de la Inteligencia de negocios fueron Dr. Ralph Timbal, considerado el Dr. del DSS⁹, y Bill Inmon, considerado el padre del Data warehouse.

En la figura 8 se aprecia la evolución que ha tenido el BI en su recorrido histórico.



Figura 8: Evolución histórica de Inteligencia de negocios

Fuente: (Martin, 2015)

A continuación se detalla los períodos más relevantes en la evolución de la Inteligencia de negocios:

Años 50s y 60s:

En 1958 el investigador de IBM Hans Peter Luhn, en el artículo “A Business Intelligence System”, en el cual hace mención de la siguiente definición: “la habilidad de aprender las relaciones de hechos presentados de forma que guíen las acciones hacia una meta deseada”.

El origen de la inteligencia de negocios está en 1960 siendo el DSS el primero.

⁹ DSS (Decision Support Systems).- Sistema de Soporte a la Decisión es una herramienta BI enfocada al análisis de datos.

En 1962 el canadiense Kenneth Iverson hace un importante avance para el futuro del BI. Inventa el primer lenguaje de programación multidimensional, que será la base para el procesamiento analítico en línea, conocido como OLAP.

Años 70s:

Se Desarrollaron las primeras bases de datos y las primeras aplicaciones empresariales. Estas aplicaciones aumentaron la información disponible pero no fueron capaces de ofrecer un acceso fácil y rápido.

Años 80s:

Howard Dresner propuso "inteligencia de negocios" como un término general para describir "los conceptos y métodos para mejorar la toma de decisiones de negocio mediante el uso de sistemas de apoyo basados en la realidad.", además de los primeras aproximaciones a datawarehouse.

Años 90s:

El término Inteligencia de negocios hizo su aparición, aparece Business Intelligence 1.0. Proliferación de múltiples aplicaciones BI, estos proveedores resultaban caros pero facilitaron el acceso a la información.

Años 2000s

Aparece Business Intelligence 2.0 y Social BI, además hay la consolidación de las aplicaciones BI en unas pocas plataformas Business Intelligence.

Año 2015

Debido a la inmensa interacción de las personas con equipos electrónicos, existe una gran cantidad de información almacenada en bases de datos, es así que nace el término Big Data¹⁰ o el Cloud BI ¹¹y se vuelve necesario contar con plataformas que se dispongan a analizar y categorizar la información de manera rápida y profunda.

¹⁰ Big data.- Grandes volúmenes de datos, que pueden ser extraídos para obtener información.

¹¹ Cloud BI: Inteligencia de Negocios en la nube.

2.4.3. Beneficios de Inteligencia de Negocios

Uno de los objetivos básicos de los sistemas de información es la toma de decisiones oportunas, por ende es importante contar con información real y disponible (González Rojas, 2012). A partir de los datos que nos proporciona la Inteligencia de Negocios poder llegar a obtener conocimiento real.

Entre los beneficios del BI podemos encontrar los siguientes:

- **Beneficios tangibles.**- tiene que ver con la reducción de costos y tiempo correspondientes a las actividades del negocio, además de la generación de ingresos.

La información debe ser oportuna, ya que muchas organizaciones buscan información en diferentes fuentes de datos lo cual ocasiona pérdida de tiempo e ineficiencia de nuestros procesos de trabajo.

Los programas BI proporcionan estadísticas más elaboradas de los costes, de lo cual se podría hacer cambios para conseguir una mayor rentabilidad.

- **Beneficios intangibles.**- la disponibilidad de la información para la toma de decisiones mejora la competitividad, además conocer en qué áreas necesitamos mejorar o modificar algo a fin de optimizar y racionalizar las operaciones.
- **Beneficios estratégicos.**- facilita la formulación de estrategias, correspondiente a que clientes o mercados dirigirnos. Es decir convertir la información en algo que produzca beneficios.
- **Respuestas rápidas.**- Se logra conseguir respuestas inmediatas a preguntas del negocio, lo cual sirve para toma de decisiones sin pérdida el tiempo.

- Importantes métricas.- se puede conseguir métricas importantes para el negocio u organización.
- Comprender el pasado, presente y futuro de la organización.- uno de los puntos fuertes que posee la herramienta de software de Bi es conocer información en un determinado período de tiempo.

2.4.4. Arquitectura BI

Para comprender de mejor manera la arquitectura de inteligencia de negocios se presenta la figura 9:

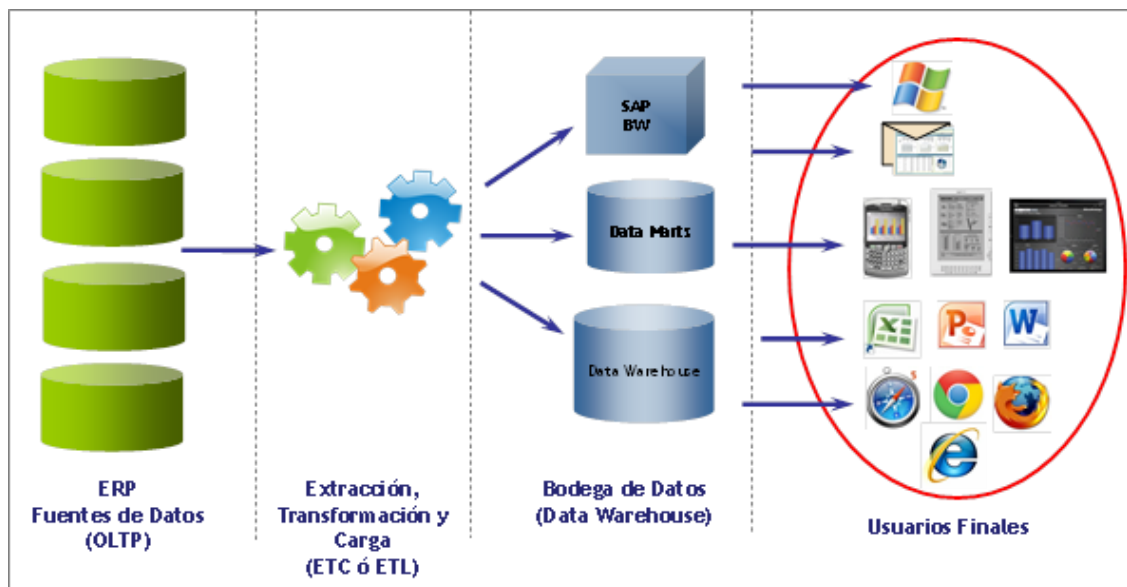


Figura 9: Arquitectura Inteligencia de Negocios

Fuente: (LatinoBi, 2013)

A continuación se explica de izquierda a derecha la arquitectura de Inteligencia de negocios:

- Inicialmente debemos contar con las fuentes de datos en este caso pueden ser base de datos, archivos xml, hojas de cálculo, archivos planos, etc.
- Una vez que se cuenta con las fuentes de datos estas atraviesan por un proceso de extracción, transformación y carga denominado ETL, se depuran y preparan para luego ser cargarlos en un almacén de datos.

- Luego de realizar el proceso ETL se procede al almacenaje de los datos ya transformados, estos se los almacena en un repositorio de datos (Metadatos). Ahora los datos representan visualmente modelos multidimensionales, dimensionales y tablas de datos.
- Finalmente existe un proceso que se encuentra entre el repositorio de datos y interfaz de acceso al usuario, el cual lo denominaremos motor de BI que permite habilitar varios componentes, administrar consultas, monitorear los procesos cálculos y métricas, etc. La interfaz de acceso a usuarios permite la interacción con los datos, representados de forma gráfica con aquellos resultados de consultas e indicadores de gestión.

2.4.5. Componentes del entorno BI

Una vez establecida la arquitectura de manera general, nos centramos en los componentes del entorno BI lo cual se muestra en la figura 10:

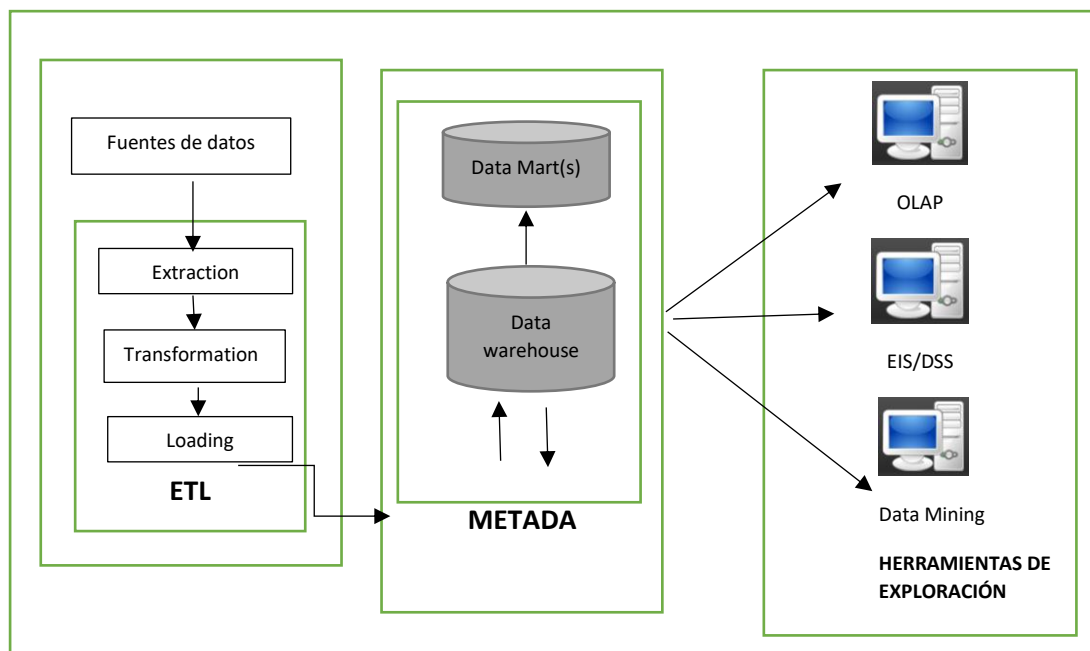


Figura 10: Componentes del entorno BI

Fuente: Elaboración propia

A continuación detallamos los componentes de BI:

2.4.5.1 Proceso ETL

Consiste en el tratamiento de la información mediante un proceso de extracción – transformación y carga de la información, la cual inicialmente la obtenemos de diferentes fuentes de datos.

Según (Castro Rozo, 2013), transformar la información entrante bajo criterios de aceptación con el fin de mantener coherencia entre los datos. Se incorporan datos nuevos, calculándolos en tiempo de su carga en un proceso conocido como ETL.

Así mismo (Cornejo, y otros, 2014), manifiestan que el proceso ETL es una tecnología de integración de datos que se utiliza en proyectos de implantación de Inteligencia de negocios, el que permite extraer datos alojados en diversas fuentes de información, transformarlos según las necesidades del analista y cargar estos en los entornos de destino, siendo una de las tareas más significativas, el diseño y construcción de los almacenes de datos o Data Warehouse.

El proceso ETL consta de los siguientes pasos:

- **Extraer** datos de múltiples fuentes como ERP, CRM, sistemas operaciones diversos que proveen ficheros con formatos varios (host, csv, XML), etc. Algunos de ellos serán sistemas legados que pueden tener formatos de datos antiguos y costosos de tratar.
- **Transformar** estos datos en la estructura que hayamos definido en nuestro datawarehouse. El paso de transformación, incluye acciones de validación sobre reglas de negocio, validaciones técnicas (duplicados, integridad, nulos..), normalización y homogeneización de códigos, cambios de formato, así como costosos procesos de ordenación, filtrados, cruces y agregados.

- **Carga (Load)** de datos en las estructuras de almacenamiento datawarehouse. Este paso puede ser realizado en procesos batch y pueden ser de diferentes tipos: por lotes, registro a registro, cargas totales, cargas incrementales, etc.

2.4.5.2. Datamart

Datamarts es una herramienta que se encarga de almacenar la información de un departamento o grupo de trabajo específico, su funcionamiento sería como una aplicación del data warehouse, su utilización es una alternativa común en las medianas empresas debido a su costo (conexionesan, 2015) . Además las datamarts pueden ser dependientes o independientes del data warehouse.

Podemos decir que el datamart es un subconjunto de un data warehouse orientado al análisis, almacenamiento e integración de datos de un área específica de la organización. Por lo tanto posee la misma funcionalidad y complejidad que un data warehouse, generalmente los datos están estructurados en modelos estrella o copo de nieve.

Según (Moddy, 2000), los Data marts suelen adaptarse a las necesidades de un grupo específico de usuarios o la tarea de toma de decisiones, se pueden implementar utilizando herramientas tradicionales de DBMS¹² relacional o OLAP.

2.4.5.3. Data warehouse

Los almacenes de datos (data warehouses en inglés) toman cada día mayor importancia, a medida que las organizaciones pasan de esquemas de sólo recolección de datos a esquemas de análisis de los mismos. (Rivadera, 2010).

Data warehouse es el lugar donde toda la data de una organización o compañía es almacenada, consiste en un sistema computarizado con gran capacidad de almacenamiento, esto esencial para reunir y organizar la información.

¹² **DBMS.**- Un Sistema de Gestión de Bases de Datos es un conjunto de programas que permiten el almacenamiento, modificación y extracción de la información en una base de datos.

Así mismo, es la respuesta de la tecnología de información a la descentralización en la toma de decisiones (Corral, 2013). Coloca información de todas las áreas funcionales de la organización en manos de quien toma las decisiones y proporciona herramientas para búsqueda y análisis.

Consecuentemente, es necesario asegurar que la calidad de los datos es máxima. Si en el data warehouse hay errores, éstos se propagarán a lo largo de toda la organización y son muy difíciles de localizar. Además, pueden ocasionar que se tomen decisiones erróneas que afecten a los resultados de la organización. Los costes derivados de que la calidad de los datos no sea la correcta pueden llegar a ser muy elevados. (Cano, 2007).

Entre las características del Data warehouse tenemos:

- **Integrado.-** los datos almacenados deben integrarse en una estructura consistente, por lo que las inconsistencias existentes entre los diversos sistemas operacionales deben ser eliminadas.
- **Temático.-** los datos se organizan por temas para facilitar su acceso y entendimiento por parte de los usuarios finales.
- **Histórico.-** el tiempo es parte implícita de la información, los datos siempre reflejan el estado de la actividad del negocio, el data warehouse se carga con los distintos valores que toma una variable en el tiempo para permitir comparaciones.
- **No volátil.-** el almacén de información de un data warehouse existe para ser leído, pero no modificado. La actualización se consiste en la incorporación de los últimos valores.

- **Metadatos.-** permite saber la procedencia de la información, su periodicidad de actualización, fiabilidad, forma de cálculo, entre otros.

2.4.5.4. Herramientas de exploración del BI

Existen diferentes herramientas de exploración del BI, en la Tabla 5 se observa la herramienta con su descripción:

Tabla 5: Herramientas de Inteligencia de Negocios

| HERRAMIENTA | DESCRIPCION |
|--|---|
| Generadores de informes | Son utilizadas por desarrolladores profesionales para crear informes estándar para grupos, departamentos o al organización. |
| Herramientas de usuario final de consulta de informes. | Empleadas por usuarios finales para crear informes para ellos mismos o para otros, no requieren programación. |
| Herramientas OLAP | Permiten tratar la información de forma multidimensional para explorarla desde distintas perspectivas y períodos de tiempo. |
| Herramientas de Dashboard y Scorecard | Muestran información crítica de rendimiento utilizando íconos gráficos pudiendo ver más de un informe. |
| Herramientas de planificación, modelización y consolidación. | Permiten crear planes de negocio, simulaciones, planificación, presupuestos, previsiones, etc. proveen a los dashboard y scorecard de objetivos y umbrales de las métricas. |
| Herramientas Data Mining | Permiten crear modelos estadísticos de las actividades de los negocios. Descubren e interpretan patrones desconocidos en la información para resolver problemas de negocio. |

Fuente: Elaboración propia

A continuación se detalla algunas herramientas BI:

OLAP

El OLAP o Análisis Multidimensional (On-Line Analytic Processing) es una estructura de datos que supera las limitaciones de las bases de datos relacionales y proporciona un análisis rápido de datos (Anderson, 2016). Se trata de una forma de almacenar la información en una Base de Datos que permita realizar de forma más efectiva las queries o consultas.

En la Tabla 6, muestra los diferentes los tipos de OLAP:

Tabla 6: Tipos de Análisis multidimensional

| TIPO | DESCRIPCION |
|-------------------------------|--|
| ROLAP (Relational OLAP) | Acceden directamente a la base de datos relacional. No tienen limitaciones en cuanto al tamaño, pero es más lento que MOLAP. |
| MOLAP (Multidimensional OLAP) | Accede directamente a una base de datos multidimensional. Es muy rápida en los tiempos de respuesta, pero si queremos cambiar las dimensiones debemos cargar de nuevo el cubo. |
| HOLAP (Hybrid OLAP) | Los datos agregados y precalculados se almacenan en estructuras multidimensionales y los de menor nivel de detalle en el relacional. Requiere un buen trabajo de análisis para identificar cada tipo de dato. Combina atributos MOLAP y ROLAP. |
| DOLAP (Desktop OLAP) | Crea un cubo en la memoria del ordenador y cuando finaliza lo elimina de memoria. El usuario sólo recibe y analiza las dimensiones de interés en forma local. |

Fuente: Elaboración propia

Para los tipos de OLAP, se describe las características principales en la tabla 7:

Tabla 7: Características del Análisis multidimensional

| | MOLAP | ROLAP | HOLAP |
|------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------|--|
| Almacenamiento de las agregaciones | Modelo Multidimensional | Base de datos relacional | Modelo Multidimensional |
| Almacenamiento de datos | Modelo Multidimensional | Base de datos relacional | Base de datos relacional |
| Facilidad de creación | Sencillo | Muy sencillo | Sencillo |
| Velocidad de respuesta | Buena | Regular o baja | Buena para consultas que posean agregaciones, regular para datos de bajo nivel |
| Escalabilidad | Problemas de escalabilidad | Son más escalables | |
| Recomendados | Cubos con uso frecuente | Datos que son frecuentemente usados | Si el cubo requiere una rápida respuesta |

Fuente: (Santibañez, 2011)

En la Tabla 8, se observa las principales ventajas y desventajas de los tipos de procesamiento analítico en línea OLAP, entre los cuales tenemos el MOLAP, ROLAP y HOLAP:

Tabla 8: Ventajas y desventajas del Análisis multidimensional

| | VENTAJAS | DESVENTAJAS |
|--------------|---|--|
| MOLAP | Mejor performance en los tiempos de respuesta | Duplica el almacenamiento de datos (ocupa espacio). Tiempo de Latencia |

| | | |
|--------------|--|---|
| ROLAP | Ahorra espacio de almacenamiento, útil cuando se trabaja con muy grandes conjuntos de datos. | El tiempo de respuesta a consultas es mayor |
| HOLAP | Buen tiempo de respuesta sólo para información sumariada | Volúmenes de datos más grandes en la base de datos relacional |

Fuente: (Santibañez, 2011)

EIS y DSS

En la investigación (Shariat & Hightower, 2007) manifiesta que las herramientas OLAP, aunque inicialmente desarrolladas para su uso en los dominios DSS y EIS, representan hoy un componente vital tanto de la tecnología BI como de la minería de datos. Típicamente, las arquitecturas de Sistemas de Información Ejecutiva (EIS) y Sistemas de Apoyo a la Decisión (DSS) se representan en forma de pirámide para mostrar cómo se distribuye la información a diferentes niveles de gestión, tal como muestra la figura 11.

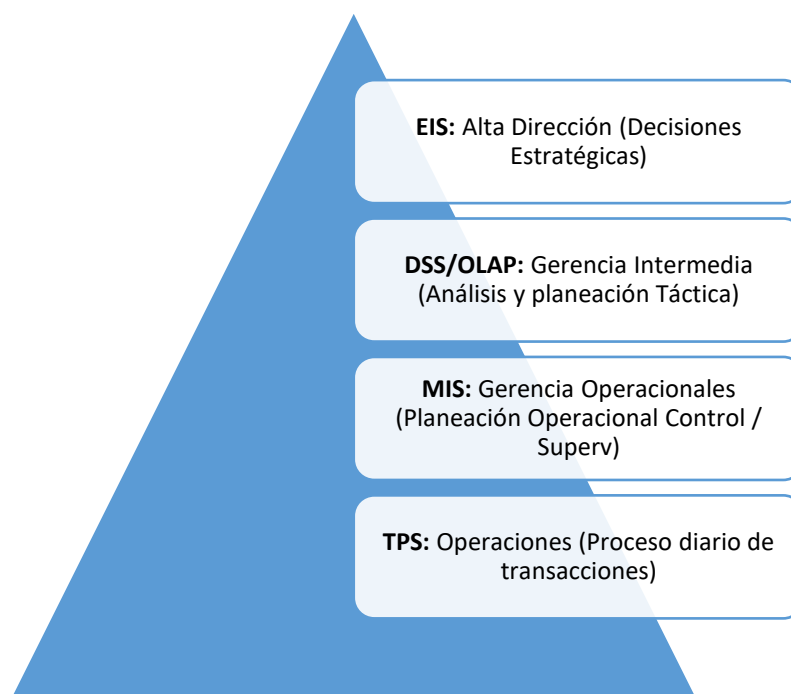


Figura 11: Pirámide niveles de gestión

Fuente: (Vásquez Huerta, 2015)

EIS (Sistema de información de Ejecutivos).- Soluciones que permiten visualizar, de una forma rápida y fácil, el estado de una determinada situación empresarial, presente o pasada, y que permite detectar anomalías u oportunidades. Contiene información que sirve de ayuda para la toma de decisiones y está orientada a usuario de nivel gerencial, debido a que es posible monitorear el estado de la organización.

DSS (Sistema de apoyo a la toma de decisiones).- Aplicación informática que basándose en modelos matemáticos y mediante análisis de sensibilidad permite ayudar a la toma de decisiones., son sistemas de apoyo de tipo OLAP, que proporcionan información y soporte en lo referente a la toma de decisiones.

Data mining

El datamining o minería de datos puede considerarse sistemas expertos que nos permiten “interrogar datos” para obtener la información, además el data mining consiste en reunir las ventajas de varias áreas. Se explora grandes cantidades de información en busca de patrones o tendencias para conocer el comportamiento de la data en un contexto determinado. Para llevar a cabo este proceso, suele utilizar herramientas especializadas como son data warehouse y Data mart.

2.4.6. Modelo Multidimensional

El modelo multidimensional propone una estructura multidimensional de información relacionada, afín a los sujetos de análisis del negocio, para lo cual se emplean componentes como hechos y dimensiones. Logrando una visión global que permita fundamentar las decisiones ante diferentes circunstancias. Sin embargo, la eficiencia del análisis multidimensional depende como se representen y almacenen los datos.

Según (Pérez López, 2007), las herramientas de exploración de los almacenes de datos han adoptado un modelo multidimensional de datos. Son típicas las herramientas OLAP, que presentan al usuario una visión multidimensional de los datos (esquema multidimensional) para cada actividad que es el objeto de análisis.

El usuario formula consultas a la herramienta OLAP seleccionando atributos de este esquema multidimensional sin conocer la estructura interna (esquema fisco) del almacén de datos.

Sin duda los usuarios necesitan de información típica, predefinida, agregada, con cortes bien explícitos para su consulta y reacomodo a conveniencia es decir, análisis multidimensional de datos. Para muchos diseñadores el E-E¹³ ha sido la solución. No obstante, el modelado multidimensional de los datos puede hacerse en la capa lógica, sin comprometer la integridad y consistencia de la base de datos. Las vistas, que son relaciones lógicamente definidas, sirven para este propósito al ocultar los detalles del modelo y presentando los datos conforme a cualquier contexto en particular o necesidad (Quiroz, 2003).

En la figura 12, se muestra un cubo multidimensional el cual contiene 3 dimensiones, una por cada atributo con sus valores asociados y la intersección para indicar la correspondencia con valores de los atributos. Como se puede observar el resultado del análisis se lo encuentra por cruces matriciales, tomando en consideración los valores de la dimensiones.

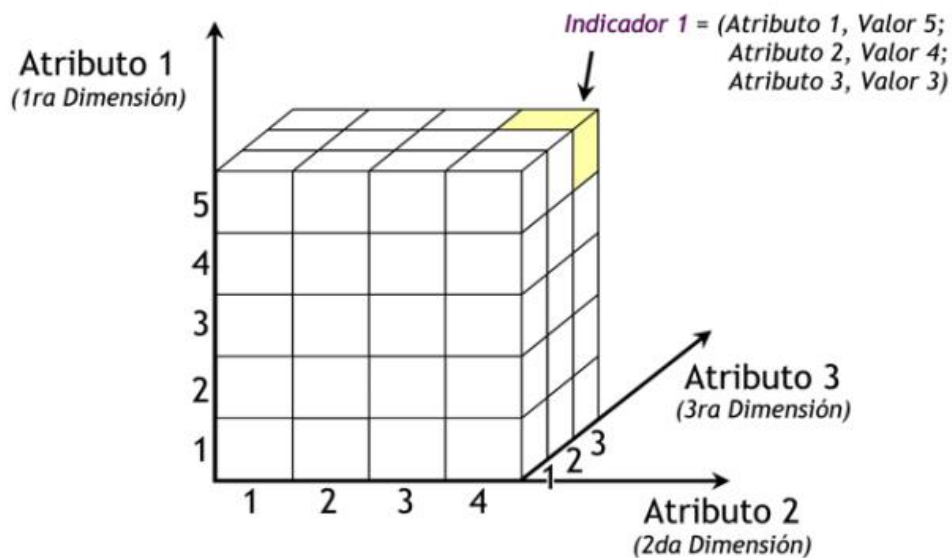


Figura 12: Cubo multidimensional

Fuente: (Bernabeu, 2009)

¹³ E-E.- Esquema Estrella donde las entidades se modelan en tablas con hechos y dimensiones.

Para acceder a la información del data warehouse se suele ejecutar consultas sobre algún cubo multidimensional, dicho cubo debe contener indicadores, atributos, jerarquías, dimensiones, medidas y grupos de medidas, etc.

2.4.6.1. Modelado conceptual estructural

Es la estructura del modelo dimensional del almacén de datos, entre los cuales tenemos las dimensiones y los hechos, para su análisis es necesario la utilización de medidas.

Dimensiones

Las tablas de dimensiones detallan como están los datos organizados, y suministran el medio para analizar el contexto del negocio, contienen datos cualitativos. Además representan aspectos de interés, por lo que los usuarios podrán manipular y filtrar la información almacenada en la tabla de hechos, son pequeñas y normalmente están desnormalizadas. Las dimensiones suelen contener:

- **Miembros.-** son los nombres o identificadores que marcan una posición dentro de la dimensión.
- **Jerarquías.-** son aquellas donde los miembros de las dimensiones se organizan a manera de jerarquías

Hechos

La tabla de hechos como su nombre lo indica son precisamente los hechos que se utilizan para apoyo del proceso de toma de decisiones, contienen datos cuantitativos los cuales pueden ser agrupados, filtrados y explorados a partir de las tablas de dimensiones, además se utilizan para crear indicadores. Son colecciones de datos relacionados que están compuestos por medidas y un contexto que es determinado por las dimensiones. Además se debe considerar que cada hecho específico está asociado e un miembro de cada dimensión.

Un ejemplo se muestra en la figura 13, donde se puede apreciar la tabla de hechos “ventas” en el centro, irradiando de ella se encuentran las tablas dimensiones “CLIENTES”, “PRODUCTOS” y “FECHAS”, que se encuentran conectadas mediante sus claves primarias.

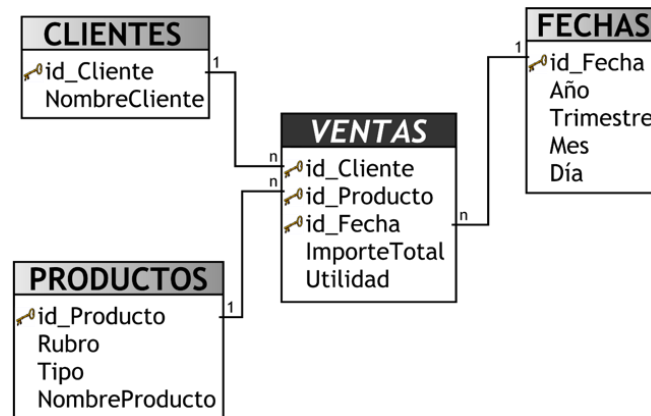


Figura 13: Tabla de hechos

Fuente: (Bernabeu, 2009)

Medidas

Las medidas son atributos numéricos de una tabla que se desea analizar, sumalizando o agrupando sus datos, es decir se encuentran asociados a los hechos usando los criterios de las dimensiones. Cabe considera que una tabla de hechos contiene como atributos una o más medidas en un proceso.

2.4.6.2. Modelado conceptual dinámico

Entre las operaciones dinámicas más comunes en los cubos multidimensionales podemos destacar las siguientes:

- **Roll up.**- Es el incremento en el nivel de agregación de los datos.
- **Drill down – drill up.**- Es el incremento en el nivel de detalle, se lo puede considerar como lo opuesto al roll up, además el usuario puede navegar entre las jerarquías de una dimensión agrupando, generalizando (Drill up) o detallando (Drill down).

- **Slice.-** Se considera la reducción de la dimensionalidad de los datos por medio de la selección, es una forma de filtrado particular. Consiste en seleccionar un miembro en particular de una dimensión, lo cual se forma una especie de rebanada (slice) del cubo original.
- **Dice.-** Consiste en la reducción de la dimensionalidad de los datos por medio de la proyección, es una forma de filtrado particular. Consiste en seleccionar varios miembros de varias dimensiones de tal forma que se obtiene un sub-cubo, cubo más pequeño o dado (dice).
- **Pivote o rotación.-** Es la reorientación de la visión multidimensional de los datos, es decir cambiar dimensiones unas por otras. Se selecciona el orden de visualización de las dimensiones se rota el cubo según sus dimensiones.

2.4.6.3. Modelado lógico

Tanto el esquema estrella como el copo de nieve son estructuras que sirven de guía para la creación de un Datawarehouse.

Esquema en estrella

El esquema en estrella es un modelo que no tiene jerarquías, es el más sencillo en estructura ya que consta de una tabla central denominada “Hechos” y varias “Dimensiones”. Por lo tanto la tabla de hechos es la única que tiene relación con el resto de tablas dimensiones, lo que significa que toda la información relacionada con la dimensión debe estar en una sola tabla. A continuación en la figura 14 se puede observar el modelo tipo estrella.

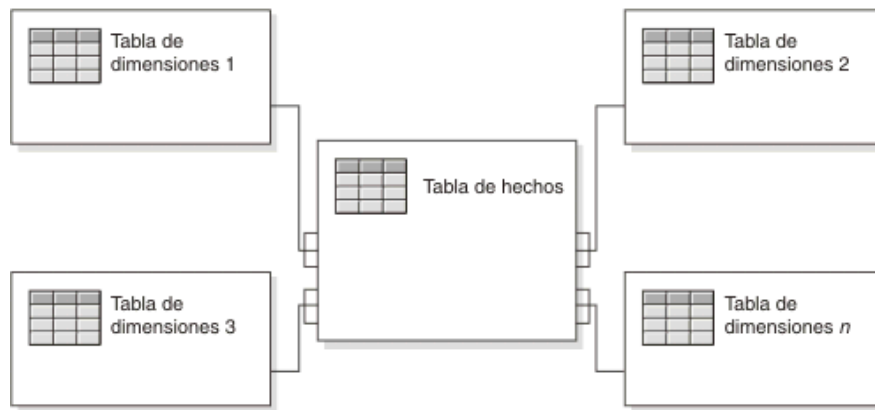


Figura 14: Modelo estrella

Fuente: (IBM, s.f)

Esquema Copo de nieve

El esquema copo de nieve es un modelo que posee jerarquías, es una derivación o variación del modelo estrella, este modelo fue creado para facilitar el mantenimiento de la dimensiones, sin embargo en este modelo la extracción de datos es más compleja, al vincularse más tablas a las secuencias SQL.

Además en este modelo la tabla de hechos no es la única que se relaciona con otras tablas, ya que otras tablas pueden relacionarse con las dimensiones y no tienen relación con la tabla de hechos, es decir una dimensión es representada en varias tablas, tal como muestra la figura 15.

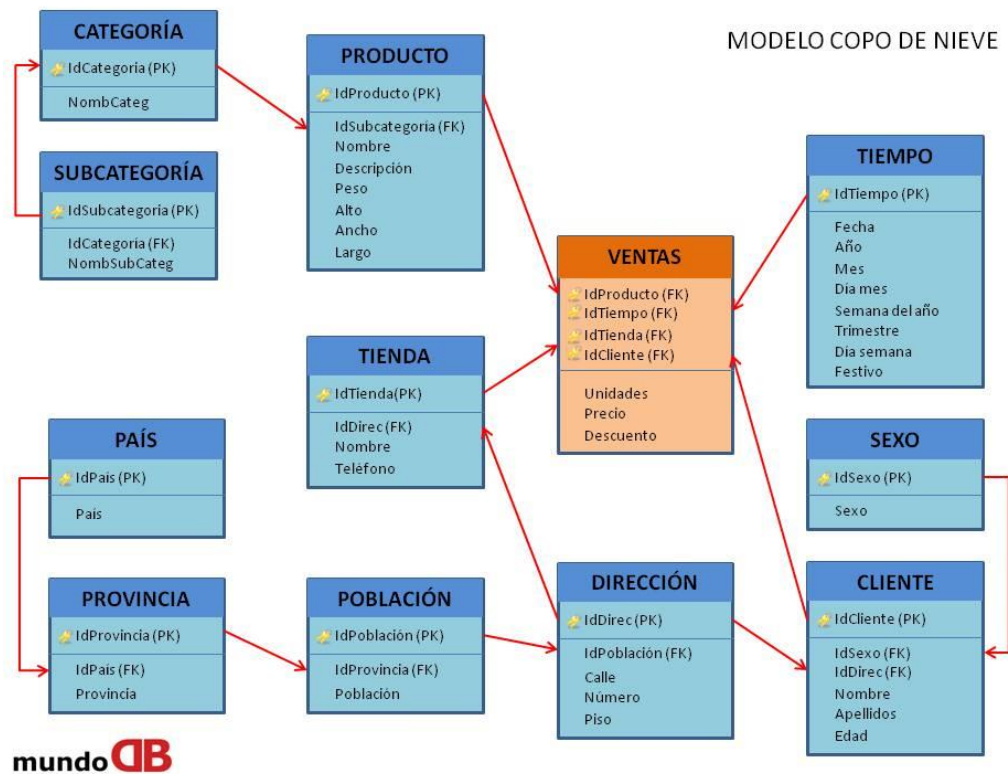


Figura 15: Modelo copo de nieve

Fuente: (García, 2013)

2.4.7. Metodología de Kimball para Data warehouse

La metodología de Ralph Kimball es una de las más utilizadas, seguras y probadas al momento de implementar un proyecto de Business Intelligence ya que cubre todas las fases del ciclo de vida de un proyecto de BI, además es una solución completa que requiere un período de tiempo corto en implementar.

Según (Rivadera, 2010), piensa que la metodología más acorde a los negocios de nuestra región es la de Kimball, por cuanto proporciona un enfoque de menor a mayor, muy versátil, y una serie de herramientas prácticas que ayudan a la implementación de un DW. Es acorde a nuestras empresas porque se pueden implementar pequeños datamarts en áreas específicas de las mismas (compras, ventas, etc.), con pocos recursos y de poco irlos integrándolos en un gran almacén de datos.

En la figura 16, se muestra el ciclo de vida de la metodología de Ralph Kimbal, el cual nos propone una metodología fácil de comprender, ya que la construcción de una Data Warehouse es muy compleja.

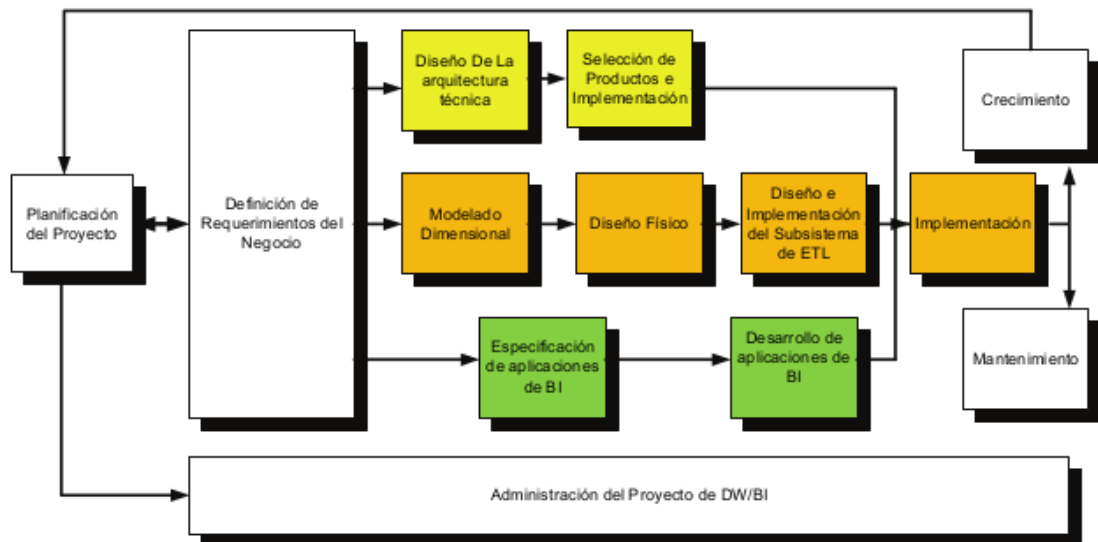


Figura 16: Ciclo de vida de la metodología de Kimbal

Fuente: Kimbal 1998

Existen algunos aspectos a analizar, entre ellos tenemos:

- Presupuesto para acometer el proyecto.
- Plazos disponibles para la construcción del datawarehouse.
- Expertise requerido para el equipo de desarrolladores.
- Alcance del datawarehouse, ya sea para albergar los datos de toda la compañía o de determinadas áreas de negocio o departamentos.
- Complejidad de las labores de mantenimiento.

CAPITULO III

3. Metodología

3.1. Descripción del área de estudio

El presente proyecto forma parte de un proyecto macro llamado **Ibarra Verde**, en donde existen diferentes instituciones involucradas, entre las cuales tenemos a Emelnorte S.A, INEC y GAD Ibarra, cuyos datos pertenecen a los años 2014, 2015 y 2016. Emelnorte facilitó los históricos del consumo eléctrico de los abonados del cantón Ibarra, los datos censales del INEC se obtuvo del VII censo de población y VI de Vivienda 2010. Así mismo el GAD Ibarra entregó información predial del catastro urbano.

3.2. Tipo de investigación

La investigación tiene un enfoque cuantitativo debido a que se utilizó datos de las instituciones colaborativas antes mencionadas.

La modalidad de la investigación es de tipo bibliográfica y de campo, que fue útil para el desarrollo del proyecto.

3.3. Diseño de la Investigación

3.3.1. Modalidad de Investigación

Investigación bibliográfica o documental.- El presente proyecto se fundamentó en la investigación bibliográfica – documental debido a que se utilizó libros, documentos, artículos científicos y revistas, esto correspondiente al Plan Nacional de Electrificación 2012-2017, CEPAL, Plan Nacional del Buen Vivir, CONELEC. Para así determinar cuál es el conocimiento real sobre el tema a investigar, lo cual sirvió como base para la elaboración del marco teórico.

Investigación de campo .- La presente investigación tiene la modalidad de campo, llevándose a cabo en la empresa Emelnorte en donde se obtuvo la información histórica del consumo de energía eléctrica de los abonados de cantón Ibarra.

3.3.2. Tipos o Niveles de Investigación

- **Investigación Exploratoria:** Se realizó una investigación de campo a nivel exploratorio ya que ayudó a la comprensión de la incidencia del consumo eléctrico en la población del cantón Ibarra.

3.4. Población y muestra

Se usa datos de los habitantes del cantón Ibarra por zonas, en un determinado tiempo.

3.5. Métodos

Inductivo:

Permitió analizar los datos obtenidos para llegar a determinar los medios que intervienen en el proceso de implementación y desarrollo de las herramientas de análisis de datos para la toma de decisiones.

Deductivo:

Permitió analizar los datos del consumo eléctrico de los abonados del cantón Ibarra de manera cuantitativa en un determinado tiempo.

3.6. Estrategias Técnicas

Entrevistas: Se mantuvo reuniones de trabajo con el personal administrativo de la Dirección Comercial, Jefatura de Atención al Cliente y Recaudación de Emelnorte S.A. De la misma manera se mantuvo reuniones con las personas involucradas en el proyecto macro Ibarra Verde y docentes de la Universidad Técnica del Norte.

3.7. Instrumentos

- Para el caso de las reuniones de trabajo se tomó apuntes de los temas de interés común.
- Teléfono celular para establecer comunicación con los involucrados en el proyecto.

- Se utilizaron herramientas ofimáticas.

3.8. Instituciones que participan en el proyecto

Este proyecto se caracteriza por involucrar a varias instituciones, las cuales colaboran con sus datos que serán utilizados para realizar los análisis. Entre las Instituciones tenemos a Emelnorte S.A, INEC y GAD Ibarra.

3.8.1. Empresa Eléctrica Regional Norte

Emelnorte es una empresa que brinda un servicio básico como es la energía eléctrica en el norte del país, cuya misión fundamental consiste en la distribución y comercialización de energía eléctrica, en un mercado cautivo, conformado por consumidores industriales, comerciales y residenciales, asentados en las áreas urbanas y rurales de las provincias de Imbabura y Carchi, así como en los cantones de Cayambe y Pedro Moncayo de la provincia de Pichincha y en el cantón Sucumbíos de la provincia del mismo nombre.

La Agencia Matriz se encuentra ubicada en la ciudad de Ibarra, en las calles Germán Grijalva 6-54 entre Olmedo y Bolívar como se muestra en la figura 17. Para más información <http://www.emelnorte.com/eern/>



Figura 17: Ubicación Empresa Emelnorte – Edificio Matriz

Fuente: Elaboración propia

3.8.1.1 Tamaño de la organización

La empresa Eléctrica Regional Norte cuenta con 240.000 abonados del servicio eléctrico aproximadamente, tanto en áreas urbanas como rurales. Su área de concesión abarca 12 agencias distribuidas en los diferentes cantones de las provincias Carchi, Imbabura y parte de Pichincha.

3.8.1.2. Misión y Visión Institucional

La siguiente información ha sido tomada del Plan estratégico Institucional elaborado en el año 2014:

Misión

Brindar el servicio público de energía eléctrica con calidad, calidez, responsabilidad social y ambiental a la población del área de cobertura.

Visión

Seremos al año 2017, una empresa pública que entregue a la comunidad, el servicio de energía eléctrica, en concordancia con los índices fijados por los organismos de control, con excelencia de categoría internacional, compromiso social y ambiental.

3.8.2. Instituto Nacional de Estadística y Censos

El INEC¹⁴, es el órgano rector de la estadística nacional y el encargado de generar las estadísticas oficiales del Ecuador para la toma de decisiones en la política pública. Se encuentra ubicado en la ciudad de Quito en las calles Juan Larrea y José Riofrío, para más información se dispone del portal web institucional: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/institucional/>

¹⁴ Instituto Nacional de Estadísticas y Censos

3.8.2.1. Misión y Visión Institucional

Misión

Coordinar, normar y evaluar la producción de la información estadística oficial proveniente del Sistema Estadístico Nacional, mediante la planificación, ejecución y análisis de operaciones estadísticas oportunas y confiables, así como de la generación de estudios especializados que contribuyan a la toma de decisiones públicas y privadas y a la planificación nacional.

Visión

Ser un referente a nivel nacional e internacional por la calidad, oportunidad e innovación en la producción de información estadística, en la articulación de las entidades del Sistema Estadístico Nacional y en la generación de conocimiento a través de estudios especializados.

3.8.3. Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal San Miguel de Ibarra

El GAD15 Ibarra es promotor del desarrollo local y cuyos esfuerzos se orientan fundamentalmente a la atención de las demandas ciudadanas, se encuentra ubicado en la capital de la provincia de Imbabura en las Calle García Moreno 6-31 entre Calle Simón Bolívar y Calle José Joaquín Olmedo. Para más información el sitio web <https://www.ibarra.gob.ec/web/index.php>

Misión

Somos un gobierno municipal que a través de una administración eficiente, fomenta el desarrollo integral del cantón, brindando servicios de calidad enmarcados en valores, principios y normativas, para mejorar las condiciones de vida de sus habitantes.

Visión

Ser un gobierno incluyente, reconocido por la ciudadanía por brindar servicios públicos de calidad, cumpliendo con los principios de gobernabilidad, para alcanzar un desarrollo ordenado, económico, social, turístico, productivo y seguro.

¹⁵ Gobierno Autónomo Descentralizado

Posicionando al cantón Ibarra en el año 2019 como referente nacional e internacional.

3.9. El Sistema

Las instituciones que colaboraron en el proyecto poseen sistemas ERP¹⁶, cada institución tiene su arquitectura e infraestructura según sus necesidades, siendo el software que utilicen propietario o libre. La información recopilada en Emelnorte se la obtuvo del Sistema de Comercialización que se encuentra en una base de datos Oracle, para el resto de instituciones se posee archivos planos, los cuales para facilidad y tratamiento de datos fueron cargados a una base de datos Oracle.

3.9.1. Problema del sistema actual

Actualmente no se cuenta con un sistema de análisis de información el cual involucre varias instituciones, esto debido a que las instituciones manejan por separado sus sistemas de información. Es decir los datos no son tratados de manera integral para realización de proyectos de investigación, ya sean estos sociales, ambientales o ambos.

3.9.2. Delimitación del alcance a desarrollar

El proyecto se limita a analizar datos correspondientes al consumo de energía eléctrica y datos de otras instituciones mencionadas anteriormente, para aquello se implementa una aplicación en la herramienta de Business Intelligence que será utilizado para el proyecto Ibarra Verde, para un análisis socio-ambiental y guía para otros estudios.

3.9.3. Involucrados

Los beneficiarios directos son:

- Proyecto Ibarra Verde.
- Empresa Eléctrica Regional Norte S.A

¹⁶ ERP.- Es un conjunto de sistemas de información que permite la integración de ciertas operaciones de una empresa.

3.9.4. Equipo Técnico responsable

Participante: Ing. Fernando Rea

Ocupación: Analista TIC'S

Oficina: Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicaciones de Emelnorte.

Experiencia: 9 años en soporte técnico informático y desarrollo de software.

3.9.5. Factibilidad Técnica

Existe el conocimiento necesario para la realización del presente proyecto, se aprovecha la información y recursos disponibles. Además se cuenta con el apoyo de las instituciones involucradas, las cuales proporcionan los datos necesarios para la investigación. Cabe indicar que el proyecto Ibarra Verde no cuenta con infraestructura propia, por lo que se tuvo que solventar la parte del servidor por gestión propia de manera limitada, para continuidad del proyecto a futuro se tendría que realizar una migración de la máquina virtual según conveniencia.

Cabe indicar que la gestión para el licenciamiento de Oracle BI fue a través del PhD. Larry Frolich líder del Proyecto Ibarra Verde.

3.9.6. Factibilidad Operativa

La información del consumo de energía eléctrica se obtendrá de Emelnorte S.A, y el resto de datos de las instituciones que colaboran para el proyecto Ibarra Verde, lo cual servirá para el análisis de datos en la herramienta BI. Además cabe indicar la colaboración existente mediante el convenio Institucional entre la Universidad Técnica del Norte y Emelnorte S.A promueven la investigación para este tipo de proyectos.

Existe la cooperación entre todos los integrantes del proyecto macro Ibarra Verde cuyas áreas del conocimiento son variadas, se encuentra conformado por ingenieros en sistemas, en recursos naturales e investigadores.

3.10. Desarrollo de la propuesta

En la presente sección se presenta el modelo tipo estrella para el entorno de inteligencia de negocios, se selecciona la metodología a utilizar en el presente proyecto, además se define la arquitectura tecnológica a desarrollar y varios temas técnicos propios del desarrollo del software.

3.10.1. Selección de metodología para el desarrollo de la propuesta

En concordancia con la investigación y análisis bibliográfico, se ha considerado el desarrollo metodológico propuesto por Ralph Kimball por cuanto proporciona un enfoque de menor a mayor, muy versátil, y una serie de herramientas prácticas que ayudan a la implementación de un DW, es decir empezar en un principio por pequeños componentes para ir evolucionando a estructuras y modelos superiores, cuya aplicabilidad y uso se enmarca en proyectos de inteligencia de negocios y en el presente proyecto investigativo.

3.10.2. Desarrollo de la herramienta BI

Considerando aspectos como la fiabilidad, disponibilidad y usabilidad, se considera el software de la empresa Oracle, cuyas herramientas satisfacen las necesidades del proyecto tanto en la parte de almacenamiento como en la base de datos Oracle 12c y la herramienta de Inteligencia de negocios Oracle Business Intelligence, proporcionando su integración ya que se trabaja con herramientas propietarias.

Además cabe indicar que las instituciones que colaboran en el proyecto Ibarra Verde entregan sus datos en archivos planos, los cuales se realiza un proceso que conlleva importar la data a la base de datos.

3.10.3. Arquitectura del Análisis de datos e Inteligencia de negocios

La arquitectura propuesta en la figura 18, muestra de manera detallada y gráfica como es el proceso del tratamiento de los datos, de tal forma que se obtenga una información para realizar análisis que puedan ayudar a una correcta y oportuna toma de decisiones.

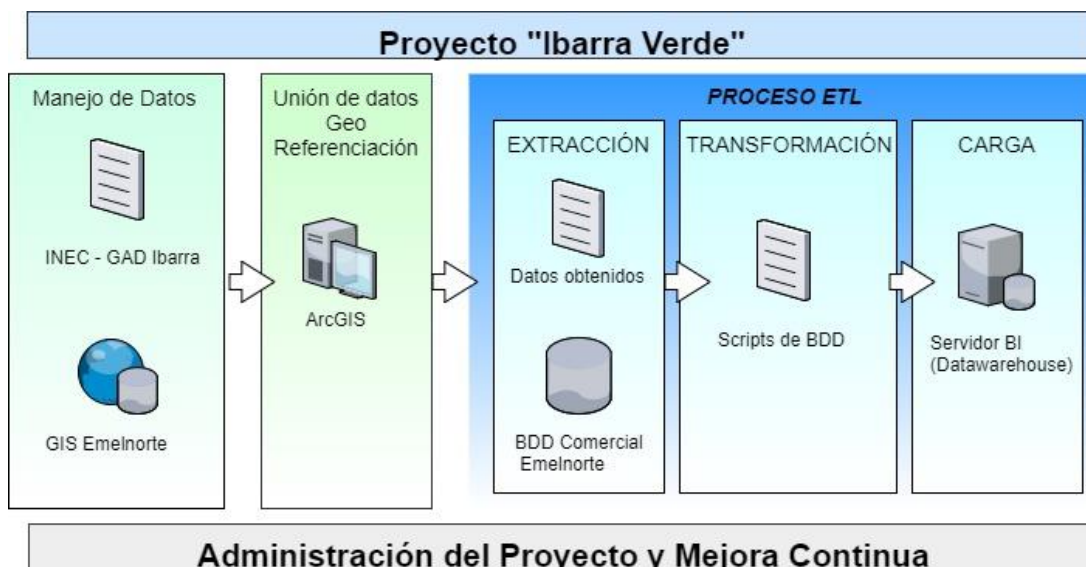


Figura 18: Arquitectura propuesta

Fuente: Elaboración propia

3.10.4. Análisis de Datos

Para la recolección de datos se define el tipo de información requerida, para lo cual se establece lo siguiente:

1. En colaboración con investigadores del macro proyecto Ibarra Verde se definió la información útil para el desarrollo del presente proyecto, tanto en la base de datos comercial de Emelnorte, como información Excel del INEC y GAD Ibarra.
2. La información del INEC y GAD Ibarra se importó a una base de datos relacional para facilidad del manejo de datos.
3. Creación de la base de datos y creación de tablas según tipos de datos.
4. Extraer los datos tanto de Emelnorte como INEC, mediante sentencias de scripts SQL.

Es necesario tomar en consideración que las reuniones de trabajo con personas involucradas en el proyecto macro Ibarra Verde, sirvieron para establecer lineamientos del proyecto.

Considerando que se tiene diferentes fuentes de datos de las instituciones antes mencionadas, se ha considerado los datos más relevantes, los cuales se disponen en archivos planos y base de datos. Una vez identificados y analizados se consolidan a través de la geo referenciación utilizando la herramienta ArcGis, cuyo objetivo en la unión y consolidación de los datos dentro del área de estudio para ser utilizados en el presente proyecto.

Con los datos obtenidos se realizó el proceso ETL¹⁷ para ser analizados mediante la utilización de la herramienta Oracle Business Intelligence, la cual permite mostrar información a través de reportes, tablas y gráficos.

3.10.5. Procesamiento de datos

Los datos obtenidos a través de la colaboración de las instituciones involucradas son debidamente revisados y tratados, con el objetivo de mitigar en lo posible los errores al momento de consolidar la información, esto en cuanto cada institución maneja su información según sus necesidades.

Para el procesamiento de los datos se muestra el diagrama de la arquitectura propuesta de la figura 18, en donde se detalla el proceso ETL para la obtención de información en el Data Mart. Este proceso es fundamental para el éxito del análisis de datos de proyecto y por ende el éxito del mismo.

3.10.6. Visualización

La herramienta de inteligencia de negocios Oracle BI facilita de manera gráfica e interactiva a través de paneles de control (dashboard¹⁸) en donde se muestra reportes o informes que contienen tablas estáticas y dinámicas, gráficos e

¹⁷ ETL (Extract, Transform and Load), es el proceso que permite a las organizaciones mover datos desde múltiples fuentes, reformatearlos y limpiarlos, y cargarlos en otra base de datos, data mart, o data warehouse para analizar.

¹⁸ Dashboard.- Es una representación gráfica de los principales indicadores (KPI) que intervienen en la consecución de los objetivos de negocio, y que está orientada a la toma de decisiones.

información útil para el análisis de datos mostrando información histórica, actual o en casos especiales proyectiva, dependiendo del tipo de proyecto a desarrollar, esto para ser utilizado de la mejor manera en la correcta toma de decisiones.

3.11. Implementación de la plataforma de Inteligencia de negocios

3.11.1. Planeación del proyecto

Es un elemento de la gestión y por lo tanto sirvió para mejora del proyecto. Cabe indicar que este proyecto forma parte de un proyecto macro denominado Ibarra Verde que es nuevo e innovador, para el cual se requirió la colaboración de instituciones y personal involucrado, logrando obtener los mejores resultados que pueden servir como base para futuros desarrollos investigativos e informativos.

En esta etapa se definió el alcance del proyecto, identificación de tareas, planificar el uso de recursos, se especificó las responsabilidades con los involucrados en el proyecto, durante el desarrollo del proyecto BI el cual está basado en la metodología propuesta por Ralph Kimball. Además se identificó los stakeholders¹⁹, que ayudaron a establecer los requerimientos según las necesidades obtenidas.

Es necesario tomar en cuenta que al ser un proyecto nuevo, tiene sus riesgos que deben ser mitigados durante todas las fases del desarrollo de software, entre algunos de los riesgos más importantes podemos señalar los siguientes:

- Evitar falsas expectativas del proyecto, para lo cual se establece la delimitación del alcance a desarrollar.
- El constante cambio en los requerimientos perjudica enormemente al proyecto ya que el tiempo y los recursos son limitados, pero no se debe ignorar las necesidades del usuario.

¹⁹ Stakeholder.- referencia a una persona, organización o empresa.

- Los datos recibidos por las instituciones involucradas deben ser manejados de manera confidencial con ética profesional ya que el proyecto es multi institucional.
- En todo momento debe existir comunicación y colaboración de los integrantes del proyecto macro Ibarra Verde para tener éxito.
- El desconocimiento de las capacidades de BI, en donde los usuarios finales no se encuentran familiarizados con la herramienta de software.
- El ignorar los requerimientos futuros puede perjudicar que el proyecto se mantenga a mediano o largo plazo.

3.11.2. Capa de datos

En esta capa se identificó las fuentes de datos disponibles con la finalidad de trabajar adecuadamente y establecer lineamientos del proyecto, además se depuraron los datos para obtener información exacta y validada.

Se realizó un correcto análisis de información al contar con fuente de datos reales correspondientes a entidades gubernamentales, para lo cual existió la colaboración de las instituciones:

- La Empresa eléctrica Regional Norte (Emelnorte).
- El Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC).
- Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Ibarra (GAD Ibarra).

En cuanto a los datos existió algunas consideraciones tales como:

- Los abonados del servicio eléctrico que se encuentran en estado activo y cuya tarifa corresponde al grupo residencial.
- El manejo histórico del consumo eléctrico de los abonados se limita a los periodos anuales 2014, 2015 y 2016.
- Los datos son unificados en una unidad de análisis definida geográficamente por los perímetros-límites de las zonas censales de la ciudad de Ibarra.

- Se estableció como característica común entre las zonas INEC y los abonados del servicio eléctrico la geo referenciación como medio de agrupación para lo cual se utilizó el software ArcGis. Además para la parte estadística fue necesario la utilización la herramienta de software SPSS²⁰.

3.11.2.1. Datos EMELNORTE

Son datos históricos de los abonados del cantón Ibarra que poseen tarifa residencial y su consumo mensual por servicio eléctrico, dichos datos se encuentran en la base de datos Oracle cuyo acceso es a través del software Toad for Oracle, según la figura 19.

| CODIGO_CUENTA | CORR_FACTURACION | FECHA_FACTURACION | TOTAL_VALORIZAC_CONS | CLAVE_LECTURA | FECHA_LECTURA | FECHA_VENCIMIENTO | T |
|---------------|------------------|-------------------|----------------------|---------------|---------------|-------------------|---|
| 6954 | 6 | 2457442 | 15,36 | | 2457442 | 2457453 | |
| 128553 | 6 | 2457442 | 28,09 | | 2457442 | 2457459 | |
| 85657 | 4 | 2455633 | 1,41 | | 2455630 | 2455649 | |
| 182034 | 15 | 2457442 | 12,89 | | 2457442 | 2457453 | |
| 327099 | 16 | 2457442 | 7,82 | | 2457441 | 2457453 | |
| 374703 | 21 | 2457442 | 9,49 | | 2457442 | 2457453 | |
| 118568 | 5 | 2457428 | 13,27* | | 2457428 | 2457442 | |

Figura 19: Base de datos Emelnorte

Fuente: Elaboración propia

3.11.2.2. Datos INEC

Contiene los datos del censo poblacional 2010 del cantón Ibarra, los cuales fueron entregados en archivo plano con la siguiente información: zona, sector, habitantes, servicios básicos, nivel de educación, etc.

²⁰ SPSS.- Statistical Package for the Social Sciences.

| | Lugar | Código | Nombre de canton | Nombre de parroquia | Codigo de zona | Codigo de sector | Ninguno | | | Centro de Alfab | |
|----|-------------|--------------|------------------|---------------------|----------------|------------------|---------|-------|-------|-----------------|-------|
| | | | | | | | HOMBRE | MUJER | TOTAL | HOMBRE | MUJER |
| 16 | ÁREA URBANA | 100150001001 | IBARRA | IBARRA | 01 | 01 | 9 | 5 | 14 | 0 | 0 |
| 17 | ÁREA URBANA | 100150001002 | IBARRA | IBARRA | 01 | 02 | 9 | 16 | 25 | 0 | 0 |
| 18 | ÁREA URBANA | 100150001003 | IBARRA | IBARRA | 01 | 03 | 4 | 3 | 7 | 1 | 0 |
| 19 | ÁREA URBANA | 100150001004 | IBARRA | IBARRA | 01 | 04 | 5 | 16 | 21 | 0 | 0 |
| 20 | ÁREA URBANA | 100150001005 | IBARRA | IBARRA | 01 | 05 | 4 | 4 | 8 | 0 | 0 |
| 21 | ÁREA URBANA | 100150001006 | IBARRA | IBARRA | 01 | 06 | 7 | 10 | 17 | 2 | 0 |
| 22 | ÁREA URBANA | 100150001007 | IBARRA | IBARRA | 01 | 07 | 4 | 7 | 11 | 0 | 0 |
| 23 | ÁREA URBANA | 100150001008 | IBARRA | IBARRA | 01 | 08 | 0 | 5 | 5 | 1 | 0 |
| 24 | ÁREA URBANA | 100150001009 | IBARRA | IBARRA | 01 | 09 | 5 | 8 | 13 | 0 | 0 |
| 25 | ÁREA URBANA | 100150001010 | IBARRA | IBARRA | 01 | 10 | 1 | 4 | 5 | 0 | 0 |
| 26 | ÁREA URBANA | 100150001011 | IBARRA | IBARRA | 01 | 11 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 |
| 27 | ÁREA URBANA | 100150001012 | IBARRA | IBARRA | 01 | 12 | 2 | 4 | 6 | 0 | 0 |
| 28 | ÁREA URBANA | 100150002001 | IBARRA | IBARRA | 02 | 01 | 12 | 13 | 25 | 2 | 0 |
| 29 | ÁREA URBANA | 100150002002 | IBARRA | IBARRA | 02 | 02 | 3 | 11 | 14 | 0 | 0 |

Figura 20: Datos INEC

Fuente: Elaboración propia

3.11.2.3. Datos GAD Ibarra

Se muestra información de planificación territorial, datos del catastro municipal, el cual fue entregado en archivos planos por parte del GAD Ibarra, entre los datos que se tienen están valor y áreas de edificaciones y terrenos, tipo de predios, etc.

| | A | B | C | D | E | F | G |
|----|----------------------|-------------|-------------------|----------------------|------------------|---------------------|-------------------|
| | clave cata base dato | tipo predio | area total predio | valor terreno predio | area constructor | valor edific predio | valor comercial p |
| 1 | 100104040331001108 | URBANO | | 4900,409219 | | 12003,24913 | 16903 |
| 2 | 100104040144012041 | URBANO | 3,6 | 2337,0048 | | 864,448009 | 3201,4 |
| 3 | 100104040331001109 | URBANO | | 4900,409219 | | 12003,24913 | 16903 |
| 4 | 100104040156011013 | URBANO | | 18102,55553 | | 37749,74301 | 55852 |
| 5 | 100103030228028000 | URBANO | 625,75 | 92923,875 | 180,68 | 11514,1582 | 10443 |
| 6 | 100103530133111000 | RURAL | 0,7609 | 11020,9594 | 44 | 7240,5168 | 1826 |
| 7 | 100101010146001022 | URBANO | | 22091,12227 | | 70139,30997 | 92230 |
| 8 | 100101011002006000 | URBANO | 200 | 4060,62 | 94,44 | 36723,7684 | 4078 |
| 9 | 100103031019017058 | URBANO | 0 | 13289,09078 | | 20699,01957 | 33988 |
| 10 | 100102020352019000 | URBANO | 135,5200043 | 8369,8239 | 111,92 | 29753,6652 | 3812 |
| 11 | 100103031019019000 | URBANO | 3077,139893 | 188436,6619 | 202,865 | 77918,9685 | 26635 |
| 12 | 100104040235013009 | URBANO | | 15800,30136 | | 61499,01276 | 77299 |
| 13 | 100103030101083000 | URBANO | 17464,09 | 63729,9572 | | 0 | 6372 |
| 14 | 100103030270024000 | URBANO | 95,98000336 | 5664,8838 | 249,6 | 93492,4973 | 9915 |
| 15 | 100103030925015003 | URBANO | | 18009,30359 | | 47780,02292 | 6578 |
| 16 | 100103030925024000 | URBANO | 96 | 13369,776 | 220,46 | 74753,665 | 881 |
| 17 | 100102020352022000 | URBANO | 299,25 | 18481,9194 | 217 | 58022,4103 | 7650 |
| 18 | 100104040235031000 | URBANO | 219,33 | 23958,2713 | 52,36 | 20369,904 | 4432 |
| 19 | 100103530134194000 | RURAL | 2,5492 | 11254,2877 | | 0 | 1125 |
| 20 | 1001040402370142000 | URBANO | 476,42 | 6082,4664 | | 0 | 608 |

Figura 21: Datos GAD Ibarra

Fuente: Elaboración propia

3.11.3. Análisis de requerimientos de software

La especificación de requerimientos fue fundamental para el éxito del proyecto, por lo tanto se debió examinar cuidadosamente los requerimientos tanto funcionales como no funcionales. Además se definió las tablas que vamos a utilizar para la creación de las dimensiones y hechos.

3.11.3.1. Requerimientos funcionales

Entre los requerimientos funcionales tenemos:

Tabla 9: Requerimiento Funcional Autenticación de Usuario

| REQUERIMIENTO | DESCRIPCIÓN |
|----------------|--|
| Identificación | RF1 |
| Nombre | Autenticación de usuarios. |
| Característica | Pantalla de login de la herramienta BI. |
| Descripción | El usuario deberá autenticarse ingresando su usuario y contraseña válida para el acceso a la herramienta BI. |
| Prioridad | Alta |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Requerimiento funcional Herramienta BI con indicadores claves para la investigación

| REQUERIMIENTO | DESCRIPCIÓN |
|----------------|--|
| Identificación | RF2 |
| Nombre | Herramienta BI debe contener indicadores. |
| Característica | Indicadores necesarios para la investigación. |
| Descripción | Herramienta BI con información histórica del consumo eléctrico y abonados. |
| Prioridad | Alta |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 11: Requerimiento funcional Migración de datos.

| REQUERIMIENTO | DESCRIPCIÓN |
|----------------|--|
| Identificación | RF3 |
| Nombre | Migración de datos. |
| Característica | Migración de datos de hojas de cálculo a la base de datos |
| Descripción | Migrar los datos obtenidos desde las hojas de cálculo a la base de datos para trabajar con tablas. |
| Prioridad | Alta |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Requerimiento funcional Obtención de información consumo eléctrico.

| REQUERIMIENTO | DESCRIPCIÓN |
|----------------|--|
| Identificación | RF4 |
| Nombre | Obtención de información consumo eléctrico. Informes estáticos y dinámicos, gráficos estadísticos, paneles de control, etc. |
| Característica | |
| Descripción | Reportes de información histórica del consumo eléctrico delimitados por zonas y sectores INEC. |
| Prioridad | Media -Alta |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13: Requerimiento funcional Obtención de información abonados consumo eléctrico

| REQUERIMIENTO | DESCRIPCIÓN |
|----------------|--|
| Identificación | RF5 |
| Nombre | Obtención de información abonados consumo eléctrico Informes estáticos y dinámicos, gráficos estadísticos, paneles de control, etc. |
| Característica | |
| Descripción | Reportes de información histórica de los abonados del consumo eléctrico delimitados por zonas y sectores INEC. |
| Prioridad | Media -Alta |

Fuente: Elaboración propia

3.11.3.2. Requerimientos no funcionales

Entre los requerimientos no funcionales se definió los siguientes:

Tabla 14: Requerimiento no funcional Disponibilidad de la herramienta BI

| REQUERIMIENTO | DESCRIPCIÓN |
|----------------|---|
| Identificación | RNF1 |
| Nombre | Disponibilidad de la herramienta BI |
| Característica | Disponibilidad de la herramienta BI a través del internet La herramienta Oracle BI debe estar disponible en internet para los integrantes del proyecto macro Ibarra Verde. |
| Descripción | |
| Prioridad | Media |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Requerimiento no funcional Permisos de acceso a la herramienta BI

| REQUERIMIENTO | DESCRIPCIÓN |
|----------------|--|
| Identificación | RNF2 |
| Nombre | Permisos de acceso (Seguridad). |
| Característica | Permisos de acceso a la herramienta BI |
| Descripción | Los permisos de acceso a la herramienta BI deben ser administrados por el administrador. |
| Prioridad | Media |

Fuente: Elaboración propia

Además, en las reuniones mantenidas entre integrantes del proyecto Ibarra Verde y autoridades de las Instituciones involucradas, se estableció a nivel de detalle que información debe disponer la herramienta BI, la cual se detalla en la tabla 16 a continuación:

Tabla 16: Tipos de reportes a detalle.

| MOSTRAR | DETALLE |
|------------------|---|
| Reporte | Predios correspondientes a zonas, con su respectiva área de construcción y valor comercial. |
| Reporte dinámico | Consumo promedio por zonas, considerando el consumo eléctrico y el número de abonados en un determinado tiempo |
| Reporte | Habitantes por zona, se considera el nivel educacional: primaria, secundaria y superior. |
| Reporte, gráfico | Cuáles son las zonas que consumieron la menor y mayor cantidad de energía eléctrica en los 3 últimos años (kWh). |
| Reporte, gráfico | Cuáles son las zonas que tiene el menor y mayor número de clientes de energía eléctrica. |
| Reporte, gráfico | Cuáles son las zonas que tiene el mayor crecimiento del consumo de energía eléctrica en los períodos 2014-2015 y 2015-2016. |
| Reporte, gráfico | Cuáles son las zonas que tiene el mayor crecimiento de número de clientes en los períodos 2014-2015 y 2015-2016 |

Reporte denominado habitantes progresivos en donde se utiliza una fórmula para obtener datos correspondientes a número de habitantes 2014, 2015 y 2016 por zona y sectores INEC a partir de la información 2010. Para este reporte se utilizó la siguiente formula:

Reporte
$$Pf = N \times (1 + 0,0186)^a$$

En donde:

N = Número de habitantes 2010

$0,0186$ Tasa de crecimiento

a = Número de años a calcular

Reporte, gráficos Se determinó información correspondiente a las tarifas residenciales por número de abonados del servicio eléctrico en los períodos 2014, 2015 y 2016.

Fuente: Elaboración propia

En la figura 22, se observa el resultado correspondiente a las principales actividades de la facturación del consumo eléctrico que se consideró para realizar el análisis multidimensional, se establece la relación existente entre el proceso del negocio y las dimensiones, marcadas con una x.

| | Dimensiones | | | | | |
|-------------------------------|-------------|-----------|-------------|---------|--------|----------------|
| Procesos del negocio | Tarifa | Geocódigo | Geopolítico | Cliente | Tiempo | Geocódigo INEC |
| Facturación consumo eléctrico | x | x | x | x | x | x |

Figura 22: Matriz de bus del proyecto

Fuente: Elaboración propia

3.11.4. Base de datos

En cuanto al origen de datos, se identificó la base de datos tipo transaccional que corresponde a Comercialización de la Empresa Eléctrica Regional Norte, la cual cuenta con las siguientes características:

Servidor virtualizado con VMware cuyo Sistema Operativo es Oracle Enterprise Linux 6.8 y base de datos Oracle 11.0.2 g Enterprise Edition. La memoria RAM es de 20 Gb, el almacenamiento de disco es 1Tb y el procesamiento de 8 vCPU.

En lo referente a datos INEC, GAD Ibarra la fuente de datos son archivos planos (hojas de cálculo).

3.11.5. Capa ETL

Se diseñó un cubo multidimensional el cual se ha considerado tanto datos de comercialización de Emelnorte como datos obtenidos del INEC y GAD Ibarra, los cuales servirán para la extracción, transformación y carga hacia el repositorio. Además se identificaron tanto las dimensiones como la tabla de hechos.

A continuación, en la figura 23 se muestra el esquema de alto nivel del cubo multidimensional planteado. En donde la Facturación del consumo eléctrico es la tabla de hechos y las dimensiones son: tarifa, geocódigo, geopolítico, cliente, tiempo, geocódigo INEC.



Figura 23: Esquema conceptual de alto nivel Facturación consumo eléctrico.

Fuente: Elaboración propia

3.11.6. Modelo dimensional

Se utilizaron los datos adaptados a un modelo dimensional, de manera que permita definir cómo y cuales datos se presentarán de acuerdo a los requerimientos. Esto permitió establecer los niveles de granularidad definidos previamente en la especificación de requerimientos, de manera que se obtuvo el mayor nivel de detalle posible, ayudando a definir un modelo dimensional cuya información sirvió para el análisis deseado.

De esta manera se identifica los componentes del modelo, los cuales son:

- **Datamart.**- definido previamente en donde va a ser aplicada la investigación, cuya contribución servirá para el proyecto macro Ibarra Verde, para el análisis de información.
- **Dimensiones.**- se logra definir las posibles dimensiones obtenidas de los requerimientos.
- **Hechos.**- se definió la información relevante para nuestra investigación la cual es el histórico del consumo eléctrico.

En esta etapa se diseñó un modelo dimensional de tipo estrella en donde se ha determinado las dimensiones y tabla de hechos, además se estableció los niveles granularidad, para posteriormente diseñar el cubo multidimensional tipo estrella.

A continuación se detallan las dimensiones utilizadas en el cubo multidimensional y se describe la granularidad.

Tabla 17: Dimensión Cliente

| EMN_CLIENTE | | |
|------------------------|--------------------|-------------------|
| Atributos | Niveles Cliente | Orígenes de datos |
| COD_CLIENTE | X | EMELNORTE COMERC |
| COORDENADAX | X | |
| COORDENADAY | X | |
| DIRECCION_CLIENTE | X | |
| IDENTIFICACION_CLIENTE | X | |
| NOMBRE_CLIENTE | X | |
| PLAN CLIENTE | X | |
| TIPO_SECTOR_CLIENTE | X | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Fuente Dimensión Cliente

| FUENTES | | ORIGENES | |
|-----------------------|------------------------|-------------------------------|--|
| Nivel de Granularidad | Atributo | Tabla | Columna |
| Cliente | COD_CLIENTE | SUSCRIPTOR | CODIGO_CUENTA |
| Cliente | COORDENADAX | FUNCIONES. RECUPERA_COOR_X | |
| Cliente | COORDENADAY | FUNCIONES. RECUPERA_COOR_Y | |
| Cliente | DIRECCION_CLIENTE | | DIR_CALLE ' DIR_NUMERO ' ' DIR_INTERSECCION |
| Cliente | IDENTIFICACION_CLIENTE | | NRO_IDENTIFICACION DV_IDENTIFICACION |
| Cliente | NOMBRE_CLIENTE | | NOMBRE |
| Cliente | PLAN CLIENTE | | CICLO |
| Cliente | TIPO_SECTOR_CLIENTE | | DENSIDAD_DEMOGRAFICA |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Dimensión Geocódigo

| EMN_GEOCODIGO | | | |
|---------------|---------|--------|-------------------|
| Atributos | Niveles | | Orígenes de datos |
| | Zona | Sector | |
| COD_SECTOR | X | X | EMELNORTE COMERC |
| DES_SECTOR | X | X | |
| COD_ZONA | X | X | |
| DES_ZONA | X | X | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 20: Fuente Dimensión Geocódigo

| FUENTES | | ORIGENES | | |
|-----------------------|-------------|----------|-----------|--|
| Nivel de Granularidad | Atributo | Tabla | Columna | Observación |
| Zona | CODIGO | ZONAS Z | COD_ZONA | |
| Zona | DESCRIPCION | | | |
| Sector | CODIGO | TABLA T | COD_TABLA | WHERE T.NOMTABLA = 'ZONAS' AND T.CODTABLA = Z.ZONA |
| Sector | DESCRIPCION | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Dimensión Geopolítico

| EMN_GEOPOLITICO | | | | |
|-----------------|-----------|--------|-----------|-------------------|
| Atributos | Niveles | | | Orígenes de datos |
| | Provincia | Cantón | Parroquia | |
| COD_PROVINCIA | X | X | X | EMELNORTE COMERC |
| DES_PROVINCIA | X | X | X | |
| COD_CANTON | X | X | X | |
| DES_CANTON | X | X | X | |
| COD_PARROQUIA | X | X | X | |
| DES_PARROQUIA | X | X | X | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Fuente Dimensión Geopolítico

| FUENTES | | ORIGENES | | |
|-----------------------|-------------|----------|-----------|--------------------|
| Nivel de Granularidad | Atributo | Tabla | Columna | Observación |
| Provincia | CODIGO | GEOTABLA | PROVINCIA | WHERE TIPO_REG = 1 |
| Provincia | DESCRIPCION | | | |
| Cantón | CODIGO | GEOTABLA | CANTON | WHERE TIPO_REG = 2 |
| Cantón | DESCRIPCION | | | |
| Parroquia | CODIGO | GEOTABLA | PARROQUIA | WHERE TIPO_REG = 3 |
| Parroquia | DESCRIPCION | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 23: Dimensión Tarifa

| EMN_TARIFA | | | | |
|------------------|---------|--------------|-------------------|--|
| Atributos | Niveles | | Orígenes de datos | |
| | Tarifa | Grupo Tarifa | | |
| COD_TARIFA | x | x | EMELNORTE COMERC | |
| DES_TARIFA | x | x | | |
| COD_GRUPO_TARIFA | x | x | | |
| DES_GRUPO_TARIFA | x | x | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Fuente Dimensión Tarifa

| FUENTES | | ORIGENES | | |
|-----------------------|-------------|----------|----------|--|
| Nivel de Granularidad | Atributo | Tabla | Columna | Observación |
| Grupo Tarifa | CODIGO | TABLA T1 | CODTABLA | WHERE T1.NOMTABLA = 'TIPCL' |
| Grupo Tarifa | DESCRIPCION | | | |
| Tarifa | CODIGO | TABLA T2 | CODTABLA | WHERE T2.NOMTABLA = 'TARIF' AND T2.CODTABLA = T1.OTRODAT |
| Tarifa | DESCRIPCION | | | |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Dimensión Geocódigo INEC

| GEOCODIGO_INEC | | | |
|----------------------------|---------|--------|-------------------|
| Atributos | Niveles | | Orígenes de datos |
| | Zona | Sector | |
| COD_ZONA | x | x | INEC y GAD Ibarra |
| DES_ZONA | x | x | |
| COD_SECTOR | x | x | |
| DES_SECTOR | x | x | |
| LUZ_ELECTRICA | | | |
| AREA_CATASTRO | | | |
| AREA_CONSTRUCCIÓN | | | |
| AREA_TOTAL | | | |
| DENSIDAD | | | |
| ECONOMICO_ACTIVADO_SALARIO | | | |
| ECONOMICO_ACTIVADO_TOTAL | | | |
| HABITANTES | | | |
| HABITANTES_MAYORES_5 | | | |
| HABITANTES_PRIMARIA | | | |
| HABITANTES_SECUNDARIA | | | |
| HABITANTES_SUPERIOR | | | |
| AGUA_RED_PUBLICA | | | |
| NECESIDAD_BASICA_INSATIS | | | |
| NUMERO_PREDIOS | | | |
| SERVICIOS_HIGIE | | | |
| VALOR_EDIFICACION | | | |
| VALOR_TERRENO | | | |
| VIVIENDAS | | | |

Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que complementariamente se tiene la dimensión tiempo la cual se generó automáticamente a partir de un script SQL.

A continuación tenemos la tabla de hechos y su relación con las dimensiones descritas anteriormente:

Tabla 26: Tabla de hechos Facturación consumo

| EMN_FAC_CONSUMO | | |
|-----------------|---------------|---------------------------|
| Dimensión | Nivel | Nombre |
| EMN_CLIENTE | COD_CLIENTE | CLIENTE_COD_CLIENTE |
| EMN_GEOCOGICO | COD_SECTOR | GEOCODIGO_COD_SECTOR |
| EMN_GEOPOLITICO | COD_PARROQUIA | GEOPOLITICO_COD_PARROQUIA |
| EMN_TARIFA | COD_TARIFA | TARIFA_COD_TARIFA |
| GEOCODIGO_INEC | COD_SECTOR | GEOCODIGO_INEC_COD_SECTOR |
| TIEMPO | FECHA | FECHA_FACTURACION |
| | CONSUMO | CONSUMO |

Fuente: Elaboración propia

3.11.7. Modelo Físico

El modelo físico se presenta a través del modelo transaccional correspondiente a la base de datos de comercialización Emelnorte, y su incidencia con el consumo eléctrico por abonado.

El detalle de las tablas del diseño transaccional que se utilizó para la obtención de datos se especifica a continuación:

Tabla 27: Descripción de las tablas de la base de datos de comercialización.

| TABLAS | DESCRIPCION |
|------------|--|
| SUSCRIPTOR | Tabla correspondiente a las características del servicio eléctrico de los abonados, tales como: código de la cuenta, nombres y apellidos, número de identificación, dirección del domicilio, plan (agrupación designada por la empresa), tipo del sector (urbano o rural), provincia, cantón y parroquia, tarifa, ruta (contiene zona, sector, ruta y secuencia) |
| HISFAC | Contiene el histórico de datos que corresponden a los abonados y su consumo eléctrico de manera mensual, los datos son: código de la cuenta, fecha de facturación, consumo de la planilla eléctrica en en kw/h. |

| | |
|-----------|--|
| GEOTABLA | Tabla recursiva que se utiliza para la descripción de la provincia, cantón y parroquia con su respectiva codificación. |
| TABLA | Catálogo codificado que contiene información y descripción, que se utiliza como detalle de diferentes tablas, a continuación detallamos parte del contenido de dicha tabla: TARIF.- Detalle de las tarifas existentes. TIPLC.- Contiene el grupo de tarifas. ZONAS.- Codificación de zonas. |
| ZONAS | Es la descripción de los sectores y su codificación, además contiene la codificación de las zonas. Tanto las zonas como los sectores corresponden al área de concesión de Emelnorte. |
| TEMP_SUMI | Tabla creada que contiene información georeferencial (Coordenada X, Coordenada Y), sectores INEC, desglose de los sectores INEC, todo esto a nivel de suministro. |

Fuente: Elaboración propia

Además para la obtención de la georeferenciación del servicio eléctrico por abonado se utilizó las funciones que llaman a la base de datos del GIS²¹ Emelnorte, el cual recibe como parámetro el número de la cuenta o suministro y retorna tanto la coordenada X como la Y que corresponde a la ubicación del medidor, el formato de la coordenada se encuentra en formato proyecciones UTM WGS-84²² en el huso horario 17 hemisferio sur (Estandarización del sector eléctrico ecuatoriano). Las funciones utilizadas son las siguientes:

- FUNCIONES.RECUPERA_COOR_X (SUMINISTRO)
- FUNCIONES.RECUPERA_COOR_Y (SUMINISTRO)

²¹ **GIS**.- Sistema de Información Geográfica.

²² **WGS-84** es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar cualquier punto de la Tierra.

3.11.8. Oracle Business Intelligence

Para la implementación del proyecto con Oracle Business Intelligence se utilizó un servidor físico Hp ProLiant BL 460 G6, con un procesador Intel® Xeon® CPU E5560 de 2,80GHz, cuya memoria RAM es 12 Gb, y almacenamiento de 240Gb en el cual se instaló un sistema operativo Windows Server 2012 Standard.

En cuanto al software para base de datos es Oracle versión 12c, conjuntamente con Oracle Business Intelligence versión 12.2.1.0.0 con su servidor de aplicaciones Weblogic.

3.11.9. Capa de integración

En esta capa se integró los datos en un almacén o repositorio, el proceso para la carga de datos es a través del proceso ETL, dicho proceso se realizó a través de scripts sql, cuya conexión desde el servidor BI a la base de datos comercial de Emelnorte se realiza a través de dblink, con esto se carga la información en las tablas de hechos y las dimensiones.

3.11.10. Diseño del ETL –Extracción. Transformación y Carga

En esta fase de ETL se procedió a realizar las validaciones, depuraciones, verificaciones y solución de errores para así tener una consistencia de datos, cabe indicar que este proceso contempló la utilización de scripts sql para la carga de información desde la base de datos transaccional hacia las dimensiones y hechos.

A continuación se detalla la información obtenida desde la base de datos:

En la figura 24, se detalla datos de los abonados del servicio eléctrico.

| COD_CLIENTE | NOMBRE_CLIENTE | IDENTIFICACION_CLIENTE | DIRECCION_CLIENTE | PLAN_CLIENTE | TIPO_SECTOR_CLIENTE | COORDENADAX | COORDENADAY |
|-------------|-----------------------------|------------------------|---|--------------|---------------------|-------------|--------------|
| 112923 | TAPIA COTACACHI JUSTO E... | 1001141330 | GARCIA MORENO 10-09 PEDRO RODRIGUEZ | 10 | URBANO | 820426,21 | 10038977,683 |
| 136184 | TAPIA COTACACHI JUSTO E... | 1001141330 | GARCIA MORENO 1009 Y PEDRO RODRIGUEZ | 10 | URBANO | 820426,21 | 10038977,683 |
| 94486 | IMBAQUINGO FIGUEROA CAR... | 400167383 | GARCIA MORENO 10-21 PEDRO RODRIGUEZ | 10 | URBANO | 820411,01 | 10038980,302 |
| 111406 | PASPUEL CUASQUER TATIA... | 401543624 | PEREZ GUERRERO L 260 E EUGENIO ESPEJO | 10 | URBANO | 820377,512 | 10038410,873 |
| 188297 | DE LA TORRE CATUCUAMBA ... | 1001611241 | PEREZ GUERRERO T-7677 EUGENIO ESPEJO | 10 | URBANO | 820377,512 | 10038410,873 |
| 185496 | YEPEZ PLACENCIA PEDRO PA... | 1003164835 | GARCIA MORENO 10-25 PEDRO RODRIGUEZ | 10 | URBANO | 820405,261 | 10038981,292 |
| 155958 | REA TOBAR SIMON ALFONSO | 1000788370 | GARCIA MORENO 10-71 . | 10 | URBANO | 820364,512 | 10038988,314 |
| 23477 | MARIN NARANJO NARCISA A... | 1001714250 | GARCIA MORENO 10-97 JUAN DE DIOS NAV... | 10 | URBANO | 820339,085 | 10038992,559 |
| 6473 | CUEVA ARROYO NANCY TAR... | 1703957926 | GARCIA MORENO 10-111 Y JUAN DE DIOS ... | 10 | URBANO | 820326,541 | 10038994,31 |
| 11366 | CHANCOSA CARMEN SALVA... | 1001521978 | GARCIA MORENO 11-25 . | 10 | URBANO | 820326,541 | 10038994,31 |

Figura 24: Datos Dimensión EMN_CLIENTE

Fuente: Elaboración propia

La dimensión Geopolítico de la figura 25, contiene datos de las provincias, cantones y parroquias del área de concesión de Emelnorte.

| COD_PROVINCIA | DES_PROVINCIA | COD_CANTON | DES_CANTON | COD_PARROQUIA | DES_PARROQUIA |
|---------------|---------------|------------|--------------------|---------------|---------------------|
| 04 | CARCHI | 04-06 | SAN PEDRO DE HUACA | 04-06-51 | MARISCAL SUCRE |
| 04 | CARCHI | 04-06 | SAN PEDRO DE HUACA | 04-06-50 | HUACA |
| 04 | CARCHI | 04-05 | MONTUFAR | 04-05-55 | PIARTAL |
| 04 | CARCHI | 04-05 | MONTUFAR | 04-05-54 | LA PAZ |
| 04 | CARCHI | 04-05 | MONTUFAR | 04-05-53 | FERNANDEZ SALVADOR |
| 04 | CARCHI | 04-05 | MONTUFAR | 04-05-52 | CHITAN DE NAVARRETE |
| 04 | CARCHI | 04-05 | MONTUFAR | 04-05-51 | CRISTOBAL COLON |
| 04 | CARCHI | 04-05 | MONTUFAR | 04-05-02 | SAN JOSE |
| 04 | CARCHI | 04-05 | MONTUFAR | 04-05-01 | GONZALEZ SUAREZ |

Figura 25: Datos Dimensión EMN_GEOPOLITICO

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la figura 26 de la dimensión Geocódigo, tiene datos de zonas y sectores de Emelnorte.

| COD_ZONA | DES_ZONA | COD_SECTOR | DES_SECTOR |
|----------|------------------|------------|-----------------------|
| 01 | IBARRA | 01-16 | HIS |
| 98 | GRANDES CLIENTES | 98-07 | URCUQUI |
| 98 | GRANDES CLIENTES | 98-12 | SAN GABRIEL |
| 01 | IBARRA | 01-26 | LITA CARCHI |
| 01 | IBARRA | 01-00 | TODOS LOS SECTORES |
| 21 | SAN GABRIEL | 21-07 | ENTRADA LOS ARRAYANES |
| 06 | OTAVALO | 06-04 | MIGUEL EGAS |
| 23 | EL ANGEL | 23-03 | LA LIBERTAD |
| 07 | TABACUNDO | 07-03 | LA ESPERANZA |

Figura 26: Datos Dimensión EMN_GEOCODIGO

Fuente: Elaboración propia

Los códigos y su descripción de tarifas se detallan en la figura 27.

| COD_GRUPO_TARIFA | DES_GRUPO_TARIFA | COD_TARIFA | DES_TARIFA |
|------------------|------------------|------------|--------------------------------|
| 1 | RESIDENCIAL | 207 | Jubilados EMELNORTE |
| 1 | RESIDENCIAL | 201 | Residencial sin Tasa Basura |
| 1 | RESIDENCIAL | 202 | Residencial Temp.sin Basura |
| 1 | RESIDENCIAL | 203 | Jubilados EERN sin Tasa Basura |
| 1 | RESIDENCIAL | 204 | Residencial Bajo Factor Potenc |
| 1 | RESIDENCIAL | 205 | Residencial |
| 1 | RESIDENCIAL | 206 | Residencial Temporal |
| 1 | RESIDENCIAL | 208 | Tercera Edad sin Tasa Basura |
| 1 | RESIDENCIAL | 209 | Tercera Edad |

Figura 27: Datos Dimensión EMN_TARIFA

Fuente: Elaboración propia

Datos de la dimensión geocódigo del INEC se muestra en la figura 26, cuya información fue obtenida de archivos planos e importada a una base de datos.

| COD_ZONA | DES_ZONA | COD_SECTOR | DES_SECTOR | HABITANTES | AREA_TOTAL | DENSIDAD | NECESIDA_BASIC... | ECONOMICO_ACTIV... | AGUA_I ▲ |
|-----------|---------------------------------|---------------|-------------------------|------------|------------|----------|-------------------|--------------------|----------|
| 100150001 | COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMI | 100150001-012 | ZONA 50001 - SECTOR 012 | 255 | 74823,81 | 2125,43 | 9,38 | | 74 |
| 100150001 | COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMI | 100150001-009 | ZONA 50001 - SECTOR 009 | 376 | 74823,81 | 2039,75 | 28,89 | | 105 |
| 100150001 | COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMI | 100150001-004 | ZONA 50001 - SECTOR 004 | 396 | 74823,81 | 1357,38 | 46,81 | | 88 |
| 100150001 | COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMI | 100150001-002 | ZONA 50001 - SECTOR 002 | 497 | 74823,81 | 1052,46 | 50,41 | | 102 |
| 100150001 | COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMI | 100150001-005 | ZONA 50001 - SECTOR 005 | 418 | 74823,81 | 1162,27 | 43,62 | | 78 |
| 100150001 | COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMI | 100150001-007 | ZONA 50001 - SECTOR 007 | 406 | 74823,81 | 1498,89 | 31,63 | | 85 |
| 100150001 | COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMI | 100150001-010 | ZONA 50001 - SECTOR 010 | 280 | 74823,81 | 4263,4 | 18,06 | | 90 |
| 100150001 | COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMI | 100150001-001 | ZONA 50001 - SECTOR 001 | 454 | 74823,81 | 3958,94 | 38,53 | | 110 |
| 100150001 | COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMI | 100150001-003 | ZONA 50001 - SECTOR 003 | 463 | 74823,81 | 1027,38 | 41,3 | | 78 |
| 100150001 | COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMI | 100150001-006 | ZONA 50001 - SECTOR 006 | 465 | 74823,81 | 3873,67 | 43,48 | | 90 |

Figura 28: Datos Dimensión GEOCODIGO_INEC

Fuente: Elaboración propia

En cuanto al tiempo se determinaron los datos relevantes y más comunes a utilizar en los períodos de tiempo, se muestra la figura 29.

| FECHASK | FECHA | AÑO | TRIMESTRE | MES | SEMANA | DIA | DIASEMANA | NTRIMESTRE | NMES | NMES3L | NSEMANA | NDIA | NDIASEMANA |
|----------|-----------|------|-----------|-----|--------|-----|-----------|------------|-------|--------|-----------|--------|------------|
| 20140713 | 13/7/2014 | 2014 | | 3 | 7 | 28 | 13 | 7 T3/14 | JULIO | JUL | Sem 28/14 | 13 JUL | DOMINGO |
| 20140714 | 14/7/2014 | 2014 | | 3 | 7 | 28 | 14 | 1 T3/14 | JULIO | JUL | Sem 28/14 | 14 JUL | LUNES |
| 20140715 | 15/7/2014 | 2014 | | 3 | 7 | 28 | 15 | 2 T3/14 | JULIO | JUL | Sem 28/14 | 15 JUL | MARTES |
| 20140716 | 16/7/2014 | 2014 | | 3 | 7 | 29 | 16 | 3 T3/14 | JULIO | JUL | Sem 29/14 | 16 JUL | MIÉRCOLES |
| 20140717 | 17/7/2014 | 2014 | | 3 | 7 | 29 | 17 | 4 T3/14 | JULIO | JUL | Sem 29/14 | 17 JUL | JUEVES |
| 20140718 | 18/7/2014 | 2014 | | 3 | 7 | 29 | 18 | 5 T3/14 | JULIO | JUL | Sem 29/14 | 18 JUL | VIERNES |
| 20140719 | 19/7/2014 | 2014 | | 3 | 7 | 29 | 19 | 6 T3/14 | JULIO | JUL | Sem 29/14 | 19 JUL | SÁBADO |
| 20140720 | 20/7/2014 | 2014 | | 3 | 7 | 29 | 20 | 7 T3/14 | JULIO | JUL | Sem 29/14 | 20 JUL | DOMINGO |
| 20140721 | 21/7/2014 | 2014 | | 3 | 7 | 29 | 21 | 1 T3/14 | JULIO | JUL | Sem 29/14 | 21 JUL | LUNES |
| 20140722 | 22/7/2014 | 2014 | | 3 | 7 | 29 | 22 | 2 T3/14 | JULIO | JUL | Sem 29/14 | 22 JUL | MARTES |

Figura 29: Datos Dimensión TIEMPO

Fuente: Elaboración propia

La tabla de hechos contiene datos de los consumos mensuales de los años 2014, 2015 y 2016 de los abonados del cantón Ibarra.

| FECHA_FACTU... | CLIENTE_COD_CLI... | TARIFA_COD_TARIFA | GEOPOLITICO_COD_PA... | GEOCODIGO_COD... | CONSUMO | GEOCODIGO_INEC_COD... |
|----------------|--------------------|-------------------|-----------------------|------------------|---------|-----------------------|
| 24/12/2015 | 128500 | 205 | 10-01-04 | 02-03 | 108 | 100150020-006 |
| 22/12/2015 | 324557 | 715 | 10-01-04 | 02-02 | 276 | 100150021-004 |
| 9/12/2015 | 324295 | 205 | 10-01-04 | 02-06 | 11 | 100150019-001 |
| 24/12/2015 | 24981 | 205 | 10-01-03 | 01-05 | 108 | 100150023-008 |
| 24/12/2015 | 25201 | 205 | 10-01-03 | 01-05 | 206 | 100150023-008 |
| 24/12/2015 | 24237 | 209 | 10-01-03 | 01-05 | 108 | 100150023-007 |
| 24/12/2015 | 128558 | 205 | 10-01-04 | 02-03 | 135 | 100150020-006 |
| 3/12/2015 | 88955 | 205 | 10-01-03 | 01-20 | 54 | 100150999-010 |
| 23/12/2015 | 131554 | 205 | 10-01-04 | 02-03 | 180 | 100150020-007 |
| 28/12/2015 | 139325 | 205 | 10-01-04 | 02-02 | 40 | 100150021-004 |

Figura 30: Datos EMN_CONSUMO

Fuente: Elaboración propia

3.11.11. Capa OLAP

La capa OLAP es el repositorio donde se localizan nuestros datos, representa la conformación del cubo, es decir las dimensiones, hechos y medidas. Para el proyecto se utiliza la herramienta de Administración de Oracle BI (admintool). La figura 31 muestra el modelo de los metadatos.

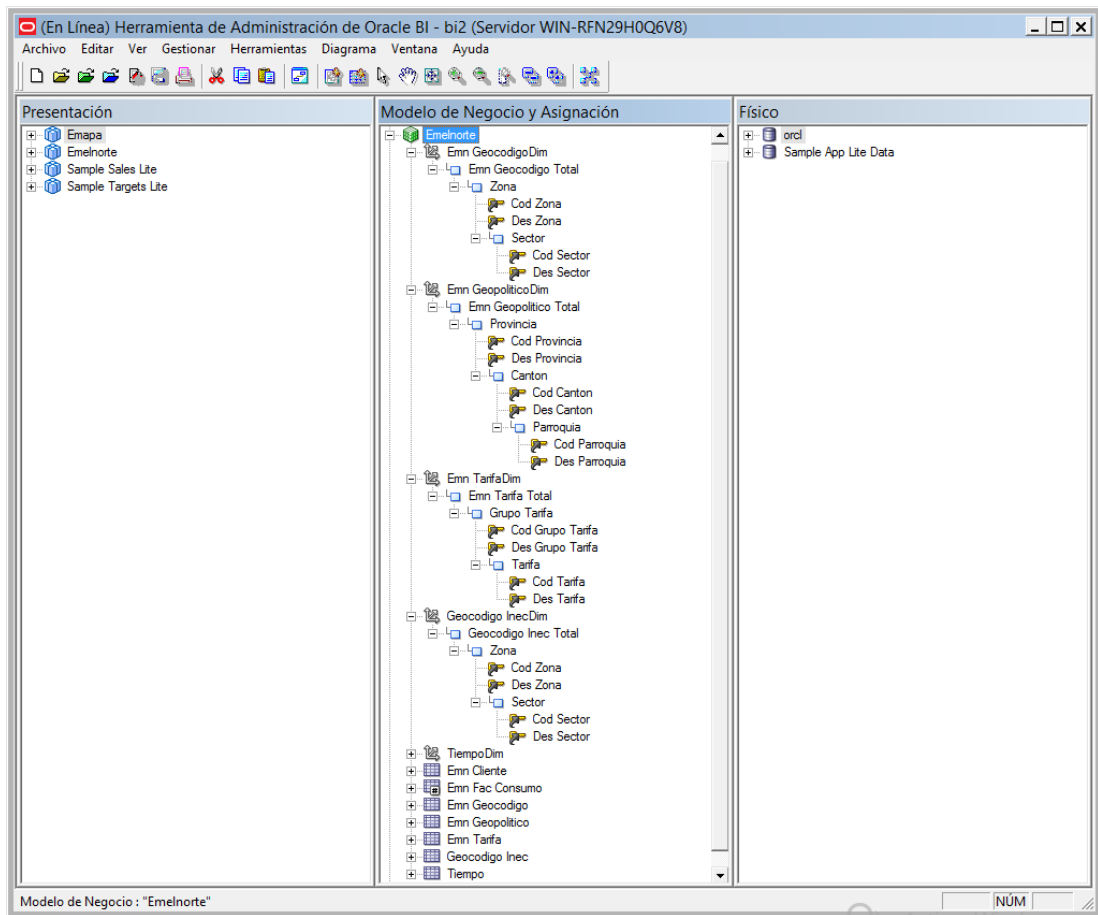


Figura 31: Modelo de metadatos del proyecto de investigación

Fuente: Elaboración propia

3.11.12. Implementación de la solución BI

En la implementación de la solución BI se trabajó con la herramienta Oracle Business Intelligence y cuyo modelo implementado es tipo estrella, el cual facilitó el análisis de datos para la investigación. A continuación la figura 32 muestra el modelo de negocio multidimensional.

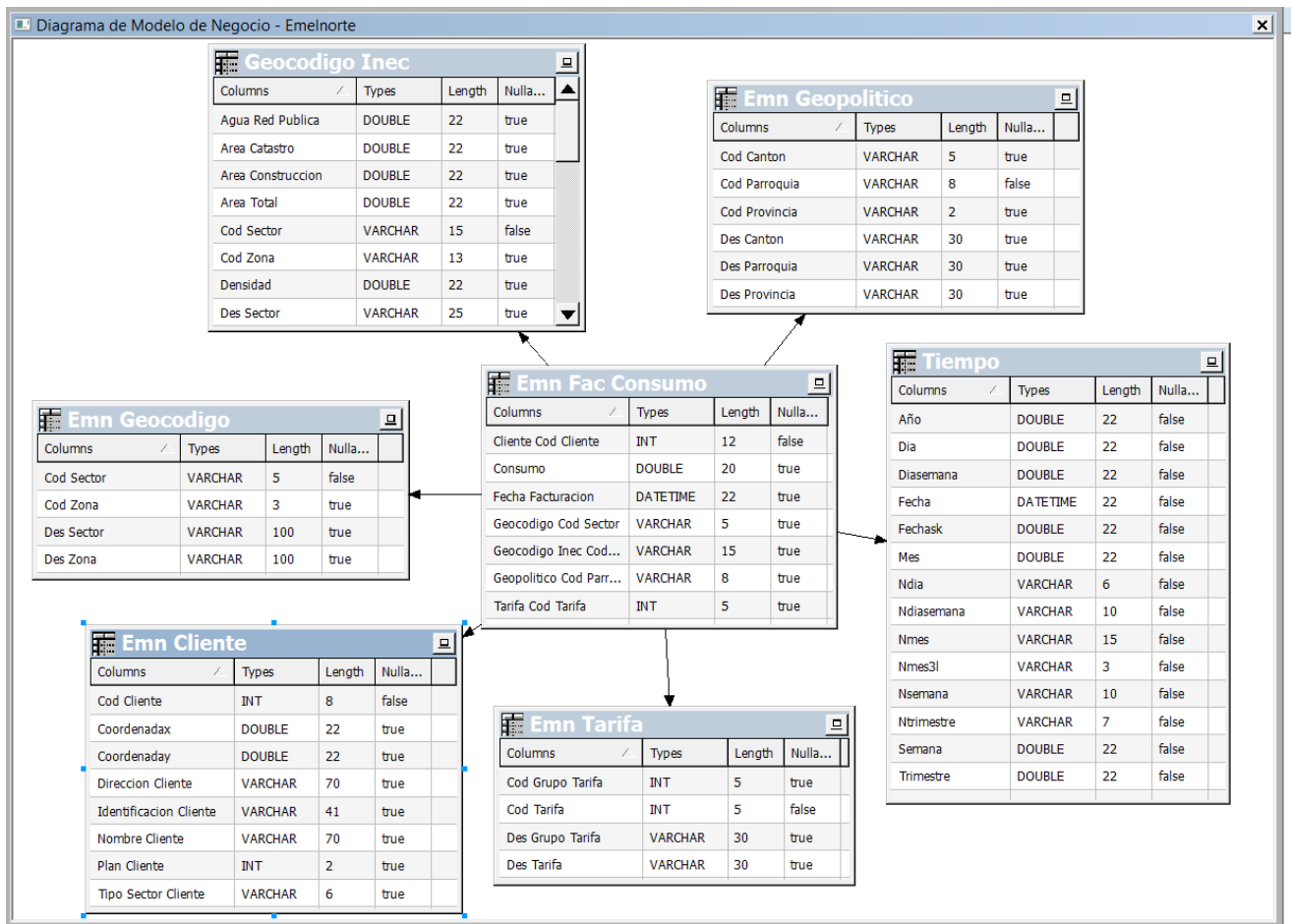


Figura 32: Diagrama de modelo de Negocio – Emelnorte

Fuente: Elaboración propia

3.11.13. OBIEE Server

En cuanto al desarrollo para el entorno BI se trabajó con el servidor Oracle Business Intelligence versión 12.2.1, donde se encuentra alojada la base de datos Oracle 12c.

3.11.14. Especificación de aplicaciones BI

Se realizó algunos reportes interactivos para los análisis de datos cuyas especificaciones están detalladas en el análisis de requerimientos, estos comprenden la utilización de información del consumo de energía eléctrica de los

abonados en un determinado período de tiempo, relacionados a la población y delimitados a través de un área geográfica para facilidad del estudio.

A continuación se muestra algunos reportes y gráficos realizados a través del Dashboard de la herramienta Oracle BI:

En la figura 33, se observa el Reporte de predios por zonas INEC, con el total de área de construcción y valor comercial.

Predios por zonas

| Cod Zona | Des Zona | Numero Predios | Area Construccion | Valor Comercial |
|-----------|--|----------------|-------------------|------------------|
| 100150001 | COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMILIARES, AZAYA NORTE | 757,00 | 112721,91 | \$67.136.338,33 |
| 100150002 | PRIORATO | 981,00 | 115328,93 | \$42.665.240,86 |
| 100150003 | PRIORATO, STA. MARIANITA, EL MIRADOR, YAHUARCOCHA | 721,00 | 107015,03 | \$49.235.240,06 |
| 100150004 | EL OLIVO, LA QUINTA, STA. MARIANITA, EL MIRADOR, OLIVO ALTO, LA VICTORIA | 504,00 | 96390,61 | \$49.590.014,60 |
| 100150005 | SAN MIGUEL, SIMON BOLIVAR , URB. 7 DE ABRIL, AZAYA, COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMILIARES, 16 DE FEBRERO, 28 DE ABRIL, COLINAS DE IBARRA, EL CAMAL, EN OBRER, GALO LARREA, STO. DOMINGO | 607,00 | 125470,50 | \$64.168.478,60 |
| 100150006 | AZAYA NORTE, AZAYA, MIRADOR DE AZAYA, COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMILIARES, COLINAS DE IBARRA | 1022,00 | 121949,30 | \$50.608.255,77 |
| 100150007 | AZAYA, MIRADOR DE AZAYA,, 16 DE FEBRERO, 28 DE ABRIL | 631,00 | 94520,38 | \$33.673.936,83 |
| 100150008 | LOS PINOS COOP. 15 DE DICIEMBRE, MIRADOR DE AZAYA, LA PRIMAVERA, LAS PALMAS, PANECILLO, ALPACHACA, 16 DE FEBRERO, 28 DE ABRIL | 1172,00 | 158199,80 | \$62.437.700,36 |
| 100150009 | EL CHOFER, LAS PALMAS AUXILIOS MUTUOS, EL CHOFER PANECILLO, 16 DE FEBRERO, 28 DE ABRIL, AJAVI GRANDE, LA MERCED, URB. RIVADENEIRA, NUEVO HOGAR, URB. JARDIN, URB. JOSE M. LEORO, CIUDAD BLANCA | 920,00 | 191485,00 | \$101.521.586,17 |
| 100150010 | 16 DE FEBRERO, 28 DE ABRIL, ALPACHACA, AZAYA, MIRADOR DE AZAYA, AJAVI CHICO, SAN MIGUEL, SIMON BOLIVAR, URB. 7 DE ABRIL, AUXILIOS MUTUOS, EL CHOFER | 515,00 | 93932,15 | \$37.854.913,25 |

Figura 33: Predios por zonas

Fuente: Elaboración propia

En la figura 34, se observa el reporte de consumo promedio por zonas INEC, considerando el consumo eléctrico y el número de abonados en un determinado año, ya sea este 2014, 2015 o 2016.

| Año | Cod Zona | Des Zona | Año | Mes | Consumo | Cientes | Consumo Promedio |
|------|-----------|--|------|------------|-----------|---------|------------------|
| 2014 | 100150001 | COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMILIARES, AZAYA NORTE | 2014 | enero | 128074,00 | 1095 | 116,96 |
| 2015 | | | 2014 | febrero | 119746,00 | 1112 | 107,69 |
| 2016 | | | 2014 | marzo | 112530,00 | 1111 | 101,29 |
| | | | 2014 | abril | 101659,00 | 1108 | 91,75 |
| | | | 2014 | mayo | 133635,00 | 1106 | 120,83 |
| | | | 2014 | junio | 130711,00 | 1112 | 117,55 |
| | | | 2014 | julio | 119749,00 | 1117 | 107,21 |
| | | | 2014 | agosto | 116941,00 | 1092 | 107,09 |
| | | | 2014 | septiembre | 122701,00 | 1103 | 111,24 |
| | | | 2014 | octubre | 117941,00 | 1100 | 107,22 |
| | | | 2014 | noviembre | 125754,00 | 1108 | 113,50 |
| | | | 2014 | diciembre | 121326,00 | 1105 | 109,80 |

Figura 34: Consumo promedio por zonas años 2014, 2015 y 2016

Fuente: Elaboración propia

3.11.14.1. Análisis de datos del consumo eléctrico y número de clientes por zonas INEC

Para el consumo eléctrico por zonas se realizó el siguiente reporte y gráfico de las zonas que consumieron la mayor y menor cantidad de energía eléctrica kWh en los 3 últimos años. Siendo la zona 100150021 de mayor consumo energético con 8158307,00 kWh correspondiente a EGAS GRIJALVA, AMAZONAS, BASILICA, YACUCALLE, DOMINGO ALBUJA, TEODORO GOMEZ, DON BOSCO, SAN JUAN CALLE. La de menor consumo de energía eléctrica con 2514434,00 kWh la zona 100150011 de AJAVI CHICO, STO. DOMINGO, AJAVI GRANDE, LA MERCED, SAN MIGUEL, SIMON BOLIVAR, URB. 7 DE ABRIL, tal como muestra la figura 35. La descripción de los códigos de las zonas se detalla en el ANEXO A.

| Cod Zona | Des Zona | Consumo |
|-----------|---|------------|
| 100150021 | EGAS GRIJALVA, AMAZONAS, BASILICA, YACUCALLE, DOMINGO ALBUJA, TEODORO GOMEZ, DON BOSCO, SAN JUAN CALLE | 8158307,00 |
| 100150020 | CABEZAS BORJA, VELASCO, CIUDAD BLANCA, EL CARMEN, YACUCALLE, PILANQUI, EGAS GRIJALVA, AMAZONAS, SELVALEGRE, URB. PILANQUI, EJIDO DE CARANQUI, LA FLORESTA, BOLA AMARILLA, YUYUCOCHA, PULMON, AEREOPUERTO, URB. AJAVI, EL EJIDO, ALMEIDA GALARRAGA | 7651780,00 |
| 100150026 | YACUCALLE, DOMINGO ALBUJA, TEODORO GOMEZ | 7600693,00 |
| 100150009 | EL CHOFER, LAS PALMAS AUXILIOS MUTUOS, EL CHOFER PANECILLO, 16 DE FEBRERO, 28 DE ABRIL, AJAVI GRANDE, LA MERCED, URB. RIVADENEIRA, NUEVO HOGAR, URB. JARDIN, URB. JOSE M. LEORO, CIUDAD BLANCA | 7045790,00 |
| 100150024 | LA CAMPINA, LOS CEIBOS, DOMINGO ALBUJA, TEODORO GOMEZ, LA PRIMAVERA | 6694652,00 |
| 100150023 | B.E.V., CATOLICA, LA VICTORIA, SAN JUAN CALLE, LA CAMPINA | 6522942,00 |
| 100150015 | CIUDAD BLANCA, AJAVI GRANDE, LA MERCED, MOLINOS, SAN MARTIN, CABEZAS BORJA, VELASCO, URB. JARDIN, URB. JOSE M. LEORO, CARMEN | 6349839,00 |
| 100150029 | LOS CEIBOS, EN RETORNO, SAN LUIS, FAUSTO ENDARA, LA CANDELARIA, CARANQUI | 6239641,00 |
| 100150022 | DON BOSCO, EGAS GRIJALVA, AMAZONAS, EL CARMEN, SAN JUAN CALLE, SAN FRANCISCO, B.E.V., CATOLICA, BASILICA, YACUCALLE | 6171103,00 |
| 100150018 | EL MILAGRO, URB. COLINAS DEL SUR, PUGACHO BAJO, CANANVALLE, NUEVOS HORIZONTES, ZOILA GALARRAGA, EL EJIDO, URB. RIVADENEIRA, NUEVO HOGAR, LA FLORIDA | 5766984,00 |
| 100150017 | NUEVOS HORIZONTES, ZOILA GALARRAGA, CANANVALLE, COOP. FLOTA IMBABURA, EL EMPREDRADO, LAS PALMAS, EL CHOFER, URB. RIVADENEIRA, NUEVO HOGAR, ALMEIDA GALARRAGA, URB. JARDIN, URB. JOSE M. LEORO, EL EJIDO | 5694553,00 |

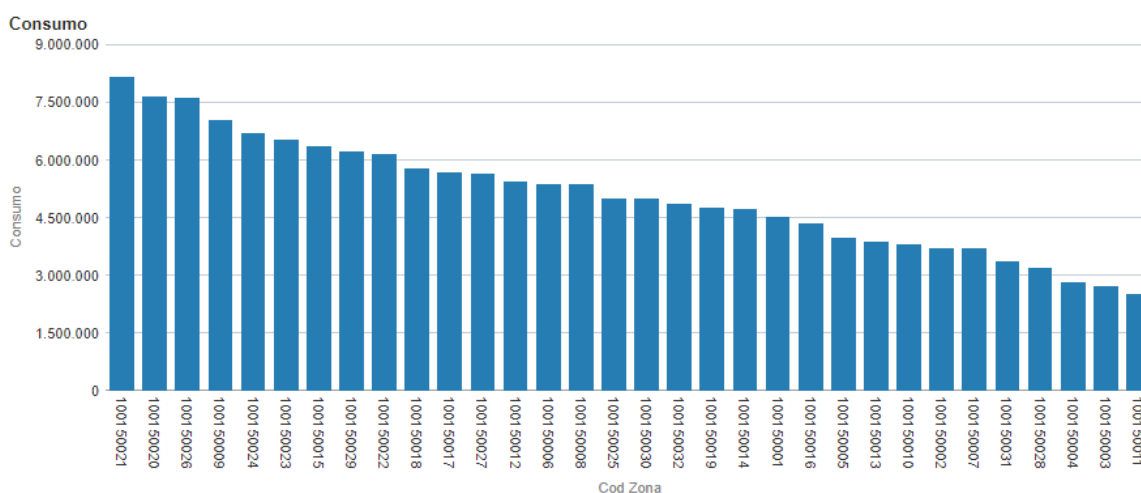


Figura 35: Consumo energético por zonas

Fuente: Elaboración propia

El crecimiento del consumo eléctrico de las zonas INEC se obtuvo de la figura 36; en donde el 0,95% de crecimiento en el periodo 2014-2015 y el 3,06 % en el 2015-2016. En donde la zona con mayor crecimiento 2014-2015 con el 6,62% fue la zona 100150031 correspondiente a BOLA AMARILLA , YUYUCOCHA, LA CANDELARIA, CARANQUI, GUAYAQUIL DE PIEDRAS. Para el período 2015-2016 con un 10,50% la zona con mayor crecimiento es la 100150031 correspondiente a 10 DE AGOSTO, BOLA AMARILLA, ,YUYUCOCHA, PULMON, EJIDO DE CARANQUI, LA FLORESTA, LA CANDELARIA, CARANQUI.

| Cod Zona | Des Zona | Total Consumo 2014 | Total Consumo 2015 | Total Consumo 2016 | % Total Consumo 2014-2015 | % Total Consumo 2015-2016 |
|-----------|---|--------------------|--------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|
| 100150030 | BOLA AMARILLA , YUYUCOCHA, LA CANDELARIA, CARANQUI, GUAYAQUIL DE PIEDRAS | 1568858,00 | 1672789,00 | 1744115,00 | 6,62% | 4,26% |
| 100150031 | 10 DE AGOSTO, BOLA AMARILLA , YUYUCOCHA, PULMON, EJIDO DE CARANQUI, LA FLORESTA, LA CANDELARIA, CARANQUI | 1052070,00 | 1108481,00 | 1224862,00 | 5,36% | 10,50% |
| 100150028 | FAUSTO ENDARA, DOMINGO ALBUJA, TEODORO GOMEZ, LOS CEIBOS, CUATRO ESQUINAS, EN RETORNO, LA CANDELARIA, CARANQUI | 1019280,00 | 1061678,00 | 1118689,00 | 4,16% | 5,37% |
| 100150032 | GUAYAQUIL DE PIEDRAS, LA CANDELARIA , CARANQUI, EN RETORNO, BELLAVISTA, LA PRADERA | 1565766,00 | 1628431,00 | 1672510,00 | 4,00% | 2,71% |
| 100150027 | BOLA AMARILLA , YUYUCOCHA, YACUCALLE, CUATRO ESQUINAS, DOMINGO ALBUJA, TEODORO GOMEZ, LA CANDELARIA, CARANQUI | 1795352,00 | 1862840,00 | 1974406,00 | 3,76% | 5,99% |
| 100150004 | EL OLIVO, LA QUINTA, STA. MARIANITA, EL MIRADOR, OLIVO ALTO, LA VICTORIA | 898702,00 | 930813,00 | 983214,00 | 3,57% | 5,63% |
| 100150001 | COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMILIARES, AZAYA NORTE | 1450767,00 | 1502127,00 | 1567777,00 | 3,54% | 4,37% |
| 100150024 | LA CAMPINA, LOS CEIBOS, DOMINGO ALBUJA ,TEODORO GOMEZ, LA PRIMAVERA | 2156679,00 | 2219149,00 | 2318824,00 | 2,90% | 4,49% |
| 100150007 | AZAYA, MIRADOR DE AZAYA,, 16 DE FEBRERO, 28 DE ABRIL | 1205744,00 | 1234968,00 | 1270173,00 | 2,42% | 2,85% |
| 100150002 | PRIORATO | 1207034,00 | 1235383,00 | 1277098,00 | 2,35% | 3,38% |
| 100150005 | SAN MIGUEL, SIMON BOLIVAR , URB. 7 DE ABRIL, AZAYA, COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMILIARES, 16 DE FEBRERO, 28 DE ABRIL, COLINAS DE IBARRA, EL CAMAL, EN OBRER, GALO LARREA, STO. DOMINGO | 1311836,00 | 1337830,00 | 1336448,00 | 1,98% | -0,10% |

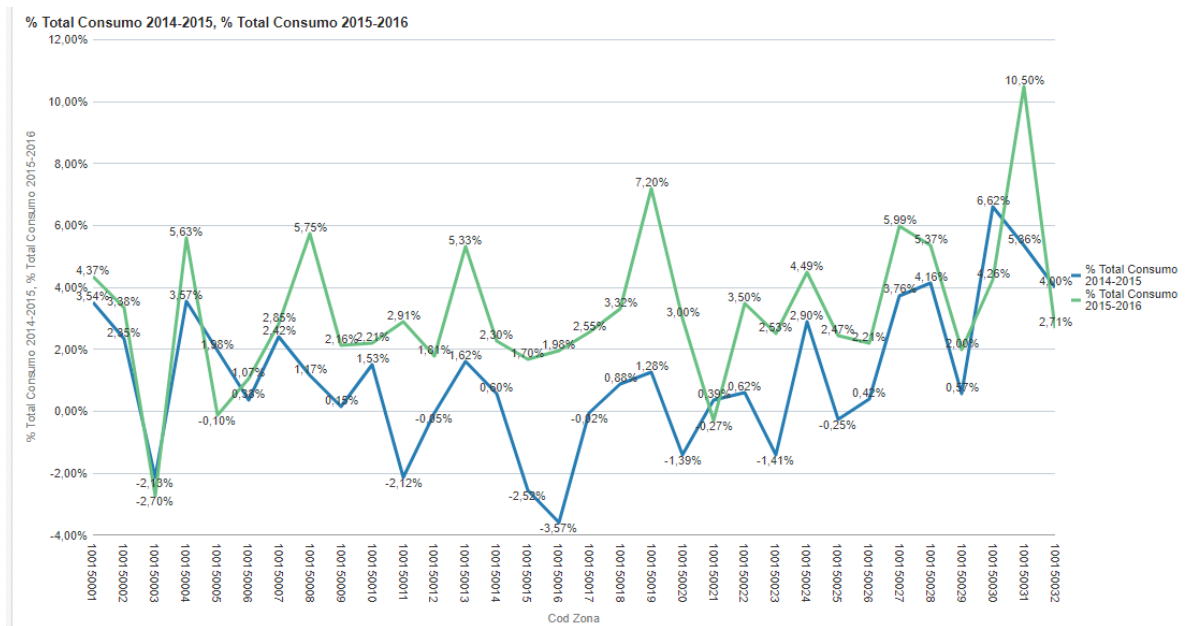


Figura 36: Consumo por zonas crecimiento anual

Fuente: Elaboración propia

En la figura 37 se muestra los datos de los clientes por zonas INEC de los 3 últimos años, en donde la zona 100150011 correspondiente a AJAVI CHICO, STO. DOMINGO, AJAVI GRANDE, LA MERCED, SAN MIGUEL, SIMON BOLIVAR, URB. 7 DE ABRIL es el mínimo con 565 clientes y la zona 100150024 correspondiente a LA CAMPINA, LOS CEIBOS, DOMINGO ALBUJA, TEODORO GOMEZ, LA PRIMAVERA es el máximo con 1762 abonados del servicio eléctrico. La descripción de los códigos de las zonas se detalla en el ANEXO A.

| Cod Zona | Des Zona | Total Clientes |
|-----------|---|----------------|
| 100150024 | LA CAMPINA, LOS CEIBOS, DOMINGO ALBUJA, TEODORO GOMEZ, LA PRIMAVERA | 1762 |
| 100150021 | EGAS GRIJALVA, AMAZONAS, BASILICA, YACUCALLE, DOMINGO ALBUJA, TEODORO GOMEZ, DON BOSCO, SAN JUAN CALLE | 1751 |
| 100150020 | CABEZAS BORJA, VELASCO, CIUDAD BLANCA, EL CARMEN, YACUCALLE, PILANQUI, EGAS GRIJALVA, AMAZONAS, SELVALEGRE, URB. PILANQUI, EJIDO DE CARANQUI, LA FLORESTA, BOLA AMARILLA, YUYUCOCHA, PULMON, AEREOPUERTO, URB. AJAVI, EL EJIDO, ALMEIDA GALARRAGA | 1689 |
| 100150009 | EL CHOFER, LAS PALMAS AUXILIOS MUTUOS, EL CHOFER PANECILLO, 16 DE FEBRERO, 28 DE ABRIL, AJAVI GRANDE, LA MERCED, URB. RIVADENEIRA, NUEVO HOGAR, URB. JARDIN, URB. JOSE M. LEORO, CIUDAD BLANCA | 1681 |
| 100150026 | YACUCALLE, DOMINGO ALBUJA, TEODORO GOMEZ | 1614 |
| 100150023 | B. E. V., CATOLICA, LA VICTORIA, SAN JUAN CALLE, LA CAMPINA | 1608 |
| 100150018 | EL MILAGRO, URB. COLINAS DEL SUR, PUGACHO BAJO, CANANVALLE, NUEVOS HORIZONTES, ZOILA GALARRAGA, EL EJIDO, URB. RIVADENEIRA, NUEVO HOGAR, LA FLORIDA | 1493 |
| 100150015 | CIUDAD BLANCA, AJAVI GRANDE, LA MERCED, MOLINOS, SAN MARTIN, CABEZAS BORJA, VELASCO, URB. JARDIN, URB. JOSE M. LEORO, CARMEN | 1425 |
| 100150029 | LOS CEIBOS, EN RETORNO, SAN LUIS, FAUSTO ENDARA, LA CANDELARIA, CARANQUI | 1424 |
| 100150008 | LOS PINOS COOP. 15 DE DICIEMBRE, MIRADOR DE AZAYA, LA PRIMAVERA, LAS PALMAS, PANECILLO, ALPACHACA, 16 DE FEBRERO, 28 DE ABRIL | 1399 |

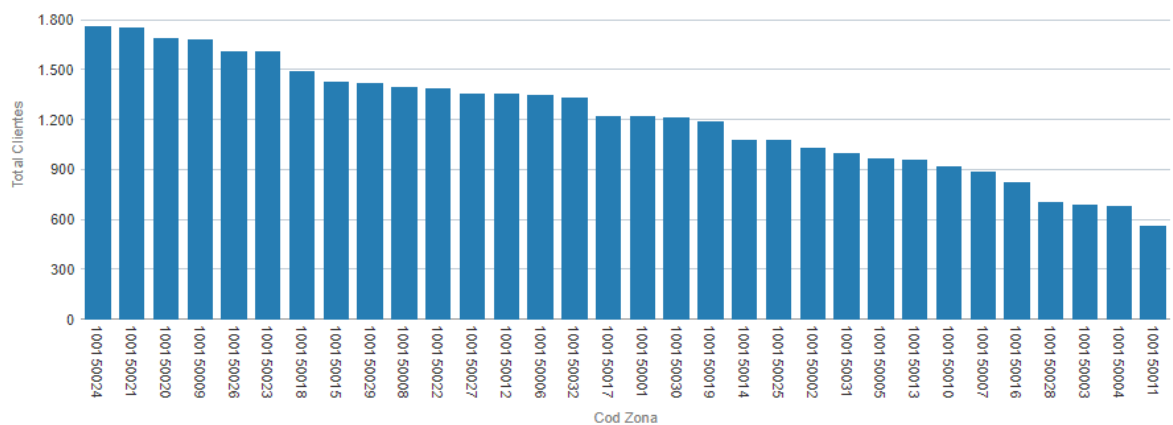


Figura 37: Número de clientes por zonas

Fuente: Elaboración propia

El crecimiento del número de clientes o abonado del servicio eléctrico de las zonas INEC en el período 2014-2015 es del 0,12 % y para el 2015-2016 el 0,46%. En donde la zona con mayor incremento en el 2014-2015 es la 100150031 correspondiente a 10 DE AGOSTO, BOLA AMARILLA, YUYUCOCHA, PULMON, EJIDO DE CARANQUI, LA FLORESTA, LA CANDELARIA, CARANQUI con el 2,55% y para el período 2015-2016 la zona 100150001 correspondiente a COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMILIARES, AZAYA NORTE con 2,66%, a detalle se muestra la figura 38.

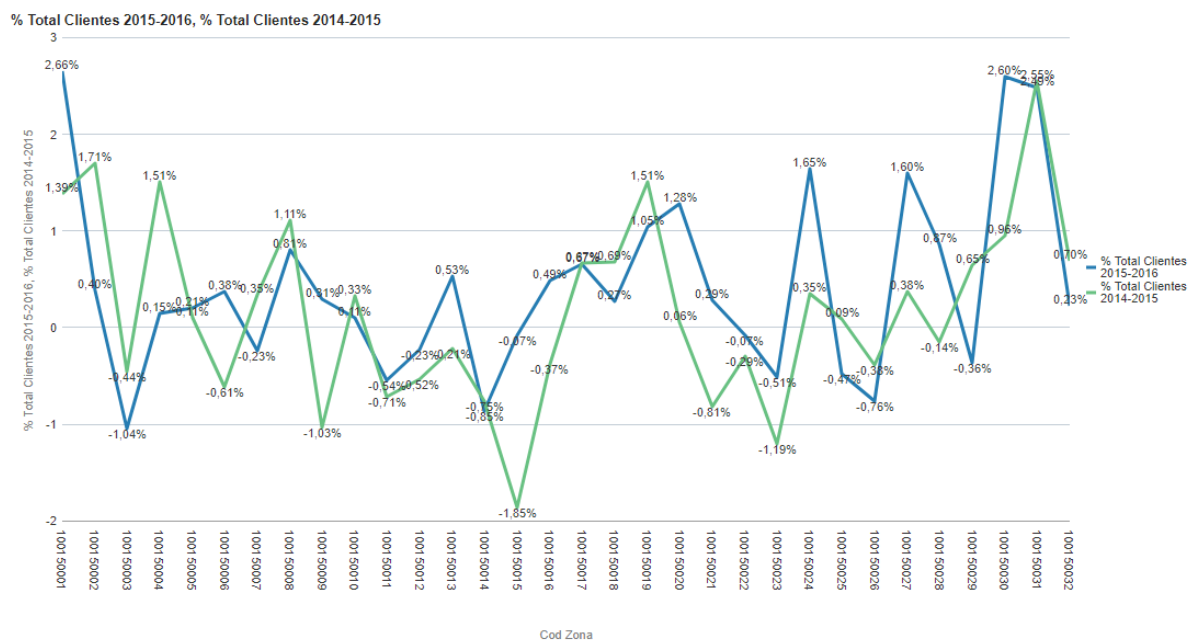


Figura 38: Clientes por zonas crecimiento anual

Fuente: Elaboración propia

Con la información obtenida de nuestro estudio se logra identificar que existe una relación consumo eléctrico – tiempo, el cual aumenta en los períodos 2014-2015 y 2015-2016, es decir a mayor cantidad de años mayor es el consumo energético. Lo contrario sucede con el número de abonados del servicio eléctrico el cual se mantiene con un ligero aumento en dichos períodos.

3.11.14.2. Análisis de datos del grupo tarifa residencial

Para el análisis de datos del grupo de tarifas residenciales fue necesario desglosar en sub tarifas, entre las cuales tenemos: ley de discapacidades, ley de discapacidades PEC, residencial, residencial PEC, tercera edad y tercera edad PEC. A partir de las sub tarifas se agrupó los datos para obtener el número total de clientes o abonados del servicio eléctrico y el consumo de energía en kWh, esto para los períodos 2014, 2015 y 2016 tal como muestra la tabla 28.

Tabla 28: Total clientes y consumo eléctrico por tipos de tarifas residenciales 2014, 2015 y 2016.

| Des Tarifa | Año | Consumo | Clientes |
|---------------------------|------|-------------|----------|
| Ley de Discapacidades | 2014 | 415512,00 | 273 |
| | 2015 | 459153,00 | 316 |
| | 2016 | 536020,00 | 336 |
| Ley de Discapacidades PEC | 2015 | 47665,00 | 40 |
| | 2016 | 120154,00 | 70 |
| Residencial | 2014 | 42926166,00 | 31523 |
| | 2015 | 42074207,00 | 31465 |
| | 2016 | 40810963,00 | 29971 |
| Residencial PEC | 2014 | 5701,00 | 18 |
| | 2015 | 1171849,00 | 1300 |
| | 2016 | 3289899,00 | 2369 |
| Tercera Edad | 2014 | 5624219,00 | 3665 |
| | 2015 | 5542554,00 | 3863 |
| | 2016 | 5592720,00 | 3568 |
| Tercera Edad PEC | 2014 | 1711,00 | 9 |
| | 2015 | 332733,00 | 342 |
| | 2016 | 909320,00 | 589 |

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenida esta información se procede a realizar los diagramas de pastel porcentual del consumo eléctrico y total de clientes por tarifas residenciales para los años 2014, 2015 y 2016.

En el año 2014 comienza el proyecto PEC y con esto se crean las sub tarifas correspondientes, debido a su reciente creación a finales de año, el porcentaje tanto del consumo eléctrico como del número de clientes es menor al 1%, ver figura 39.

Año 2014 ▼

Gráfico Tarifas residenciales

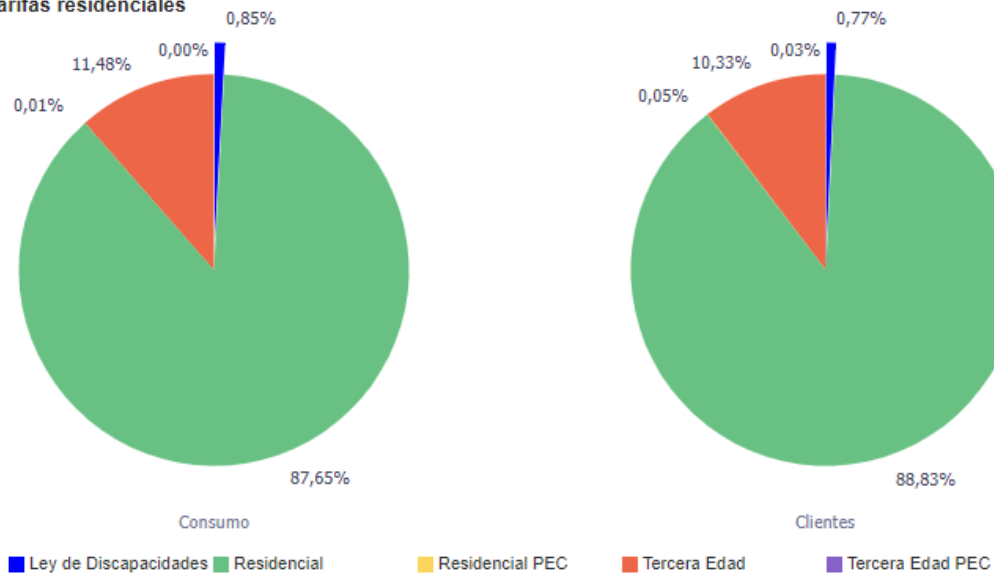


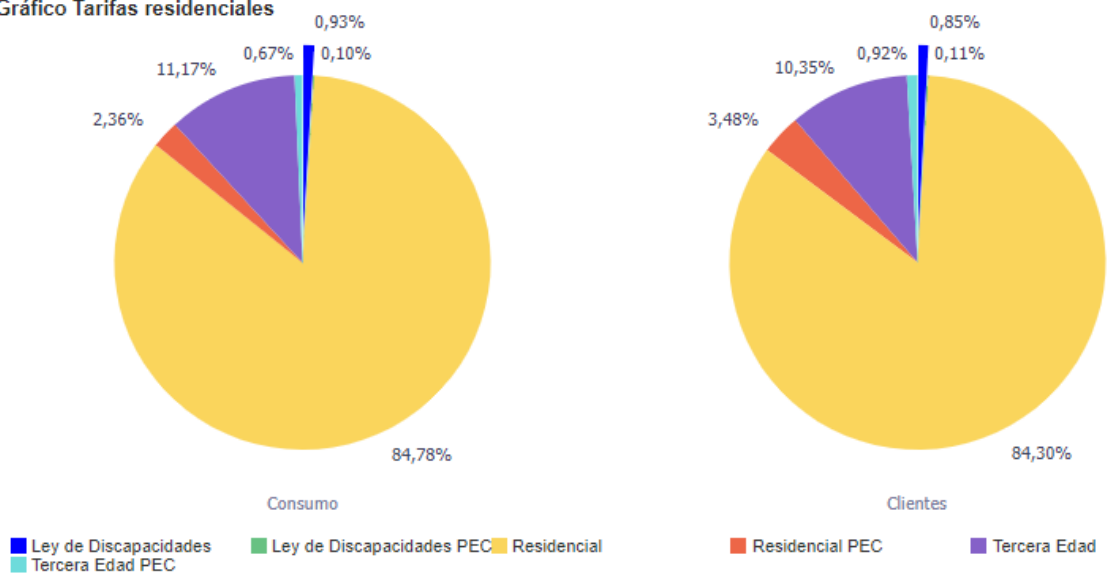
Figura 39: Porcentaje de consumo y clientes por tarifa residencial año 2014

Fuente: Elaboración propia

En el año 2015 y 2016, aumentan paulatinamente los porcentajes de consumo eléctrico y número de clientes para las tarifas del proyecto PEC y existe la disminución para el resto de tarifas residenciales, se muestra en la figura 40.

Año 2015 ▼

Gráfico Tarifas residenciales



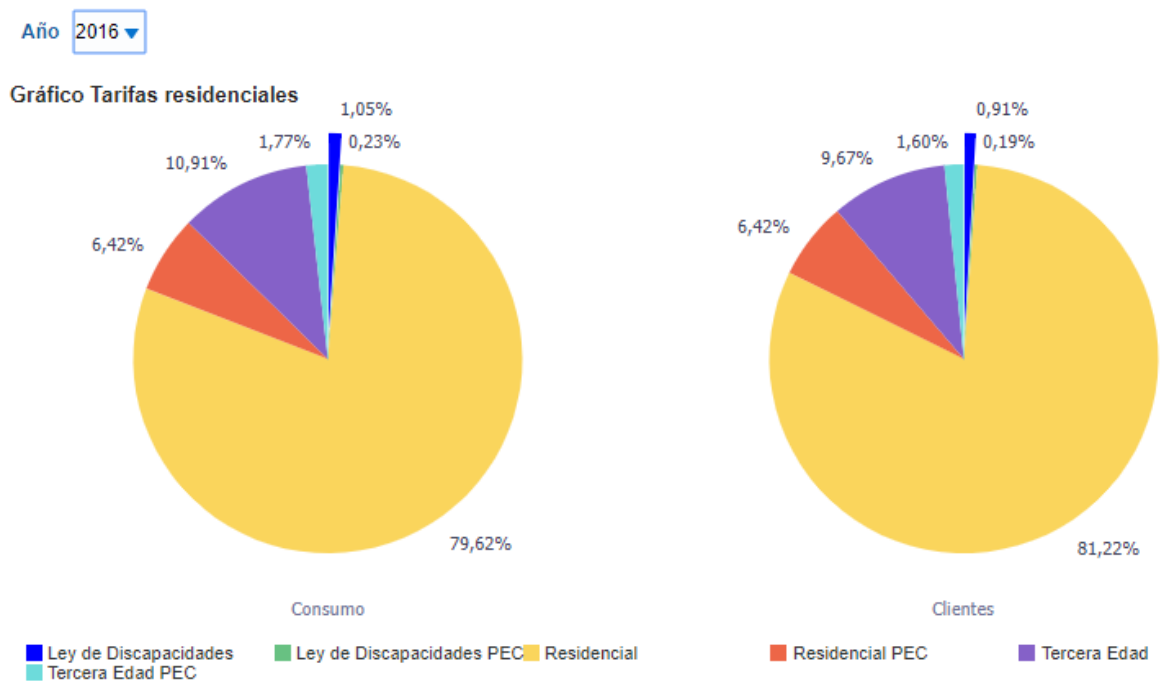


Figura 40: Porcentaje de consumo y clientes por tarifa residencial año 2015 y 2016

Fuente: Elaboración propia

Las tarifas del cambio más representativo anualmente son la tarifa residencial y residencial PEC, a continuación se detalla el nivel del consumo eléctrico y número de clientes.

Consumo eléctrico.- Tarifa residencial del 2014-2015 disminuyó 2,87%, y del 2015-2016 un 5,16%. Además existió un aumento para la tarifa residencial PEC en donde del 2014-2015 aumentó 2,35% y del 2015-2016 un 4,26%.

Número de clientes.- Tarifa residencial del 2014-2015 disminuyó 4,53 y del 2015-2016 un 3,08. Pero existió un aumento en la tarifa residencial PEC en donde del 2014-2015 aumentó 3,43% y del 2015-2016 un 2,94%.

Mediante el gráfico de líneas de la figura 41 se evidencia lo anteriormente descrito, tanto en la disminución como aumento en los clientes del servicio eléctrico del grupo de tarifas residenciales a través del tiempo.

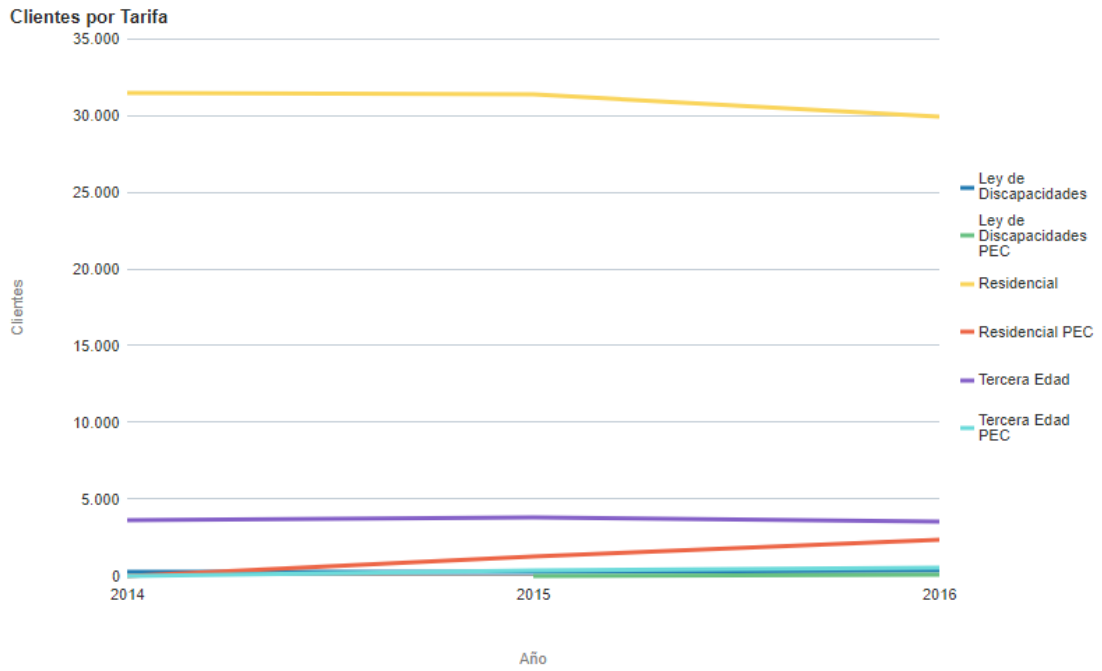


Figura 41: Total de clientes por grupo de tarifas residenciales

Fuente: Elaboración propia

En la figura 42, existe tanto la disminución como aumento en el consumo de energía eléctrica del grupo de tarifas residenciales a través del tiempo.

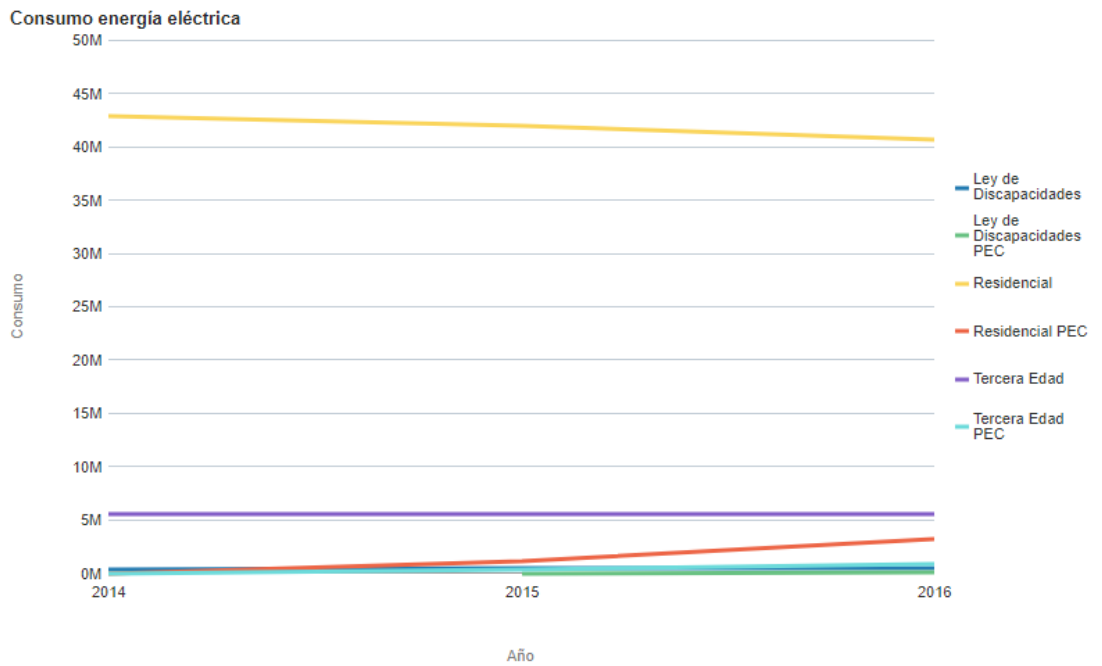


Figura 42: Consumo eléctrico por grupo de tarifas residenciales

Fuente: Elaboración propia

Con la información obtenida del grupo de tarifas residenciales se considera que anualmente está en aumento el consumo eléctrico y el número de clientes de las tarifas del proyecto PEC, eso debido a que los clientes residenciales están optando por el proyecto de cocción eficiente (PEC) impulsado por el Ministerio de Electricidad y Energía Renovable.

3.11.15. Crecimiento y mantenimiento del Datawarehouse

Los trabajos de mejora serán continuos ya que es una herramienta multipropósito, tanto para la empresa Emelnorte como para el proyecto Ibarra Verde, cabe indicar que es fundamental continuar con el apoyo de las instituciones en lo que respecta a los datos que son fundamentales para todo análisis.

CAPITULO IV

4. Resultados, conclusiones y recomendaciones

4.1. Introducción

En el presente capítulo se detalla los resultados obtenidos a partir del análisis de datos realizados en el aplicativo de Inteligencia de negocios, para dicho desarrollo se utilizó la metodología de Ralph Kimball. Cabe indicar que se ha considerado el cruce de información de la variable dependiente el consumo de energía eléctrica con la variable independiente para nuestro caso la densidad poblacional a nivel de zona, luego se utiliza una herramienta de software especializada en estadística para análisis de datos llamada SPSS, con lo cual se ha logrado obtener información útil para el proyecto **Ibarra Verde** e instituciones colaborativas.

De acuerdo a lo realizado se plasman las conclusiones y recomendaciones del proyecto de investigación, con cual se evidencia los objetivos alcanzados.

4.2. Presentación de resultados

Se analizan los posibles casos de los cuales se logre un análisis adecuado de información, este trabajo se efectúa de manera colaborativa con el grupo del proyecto Ibarra Verde, llegando así a establecer un caso concreto el cual consiste en conocer el grado de correlación que existe entre la densidad poblacional de las zonas y sectores urbanos residenciales de nuestra área de estudio con respecto al consumo de energía eléctrica.

Dentro del análisis de datos se utilizan 3 fuentes de datos de las Instituciones que colaboran para el proyecto, en donde el Municipio de Ibarra proporciona información correspondiente al catastro en km² de cada zona y sector de la ciudad. Así mismo el INEC proporciona datos de los habitantes, cuya información es a partir del VII censo de población y VI de Vivienda 2010. Finalmente tenemos a Emelnorte que proporciona información del histórico de consumo eléctrico a nivel de abonados del cantón Ibarra.

Inicialmente se debe definir correctamente las reglas o filtros a tomar en cuenta, los cuales serán aplicados a los datos para un correcto análisis, a continuación se detalla las reglas:

- **TARIFA RESIDENCIAL.-** Incluye algunas tarifas residenciales tales como: residencial, residencial PEC, tercera edad, tercera edad PEC, ley de discapacidades y ley de discapacidades PEC.
- **SIN PERIFÉRICA.-** Son suministros del servicio eléctrico que se encuentran en zonas y sectores censales urbanos amanzanados, para nuestro caso zonas entre 100150001 y 100150032.
- **RANGO DE CONSUMO.-** Se ha establecido un rango de consumo eléctrico tomando en consideración la información de la “Estadística anual y multianual del sector eléctrico” de la Agencia de Regulación y Control de Electricidad. Para lo cual se tiene un mínimo y máximo de consumo de energía eléctrica por suministro, obtenido de la siguiente manera:
Rango Mínimo: 60,80 kWh mensual.
Rango Máximo: 218 kWh mensual.

Una vez aplicadas las reglas obtenemos la muestra de suministros con los que vamos a trabajar en el análisis de datos propuesto. Con la muestra de suministros de estudio se realiza los siguientes cálculos:

- Transformar de km² a hectáreas, 1 km² = 100 hectáreas.
- Cálculo de la densidad poblacional hab/hectáreas.
- Promedio de consumo mensual.

Considerando lo anteriormente descrito se procede a la elaboración del análisis de datos y gráfico en la herramienta de Oracle Business Intelligence que se detalla a continuación:

En la figura 43, se observa un reporte correspondiente a las zonas y sectores INEC relacionado con la densidad demográfica, habitantes del censo 2010,

habitantes de nuestro estudio y el consumo promedio mensual para los años 2014, 2015 y 2016.

| Año | Zonas | Sectores | Densidad demográfica | Habitantes Censo | Habitantes Estudio | Consumo Promedio mensual estudio |
|------|--|-------------------------|----------------------|------------------|--------------------|----------------------------------|
| 2014 | 100150001 - COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMILIARES, AZAYA NORTE | ZONA 50001 - SECTOR 001 | 43,41 | 454,00 | 497,82 | 94,96 |
| 2015 | | ZONA 50001 - SECTOR 002 | 11,54 | 497,00 | 544,97 | 97,43 |
| 2016 | | ZONA 50001 - SECTOR 003 | 11,27 | 463,00 | 507,69 | 111,13 |
| | | ZONA 50001 - SECTOR 004 | 14,88 | 396,00 | 434,22 | 111,19 |
| | | ZONA 50001 - SECTOR 005 | 12,74 | 418,00 | 458,35 | 107,81 |
| | | ZONA 50001 - SECTOR 006 | 42,48 | 465,00 | 509,88 | 113,48 |
| | | ZONA 50001 - SECTOR 007 | 16,44 | 406,00 | 445,19 | 114,04 |
| | | ZONA 50001 - SECTOR 008 | 18,45 | 276,00 | 302,64 | 111,67 |
| | | ZONA 50001 - SECTOR 009 | 22,37 | 376,00 | 412,29 | 118,55 |
| | | ZONA 50001 - SECTOR 010 | 46,75 | 280,00 | 307,03 | 104,30 |

Figura 43: Análisis de datos de la densidad poblacional 2015

Fuente: Elaboración propia

En la figura 44, se observa las zonas con información de habitantes, hectáreas, densidad y consumo promedio mensual, para los años 2014, 2015 y 2016.

| Densidad | Consumo Promedio mensual | Cod Zona | Habitantes | Hectareas |
|----------|--------------------------|-----------|------------|-----------|
| 19,23 | 108,54 | 100150001 | 5102,00 | 265,29 |
| 30,15 | 107,13 | 100150002 | 4755,00 | 157,73 |
| 4,60 | 112,20 | 100150003 | 3423,00 | 743,83 |
| 25,23 | 116,93 | 100150004 | 2303,00 | 91,28 |
| 76,39 | 119,00 | 100150005 | 3775,00 | 49,42 |
| 64,04 | 115,13 | 100150006 | 5672,00 | 88,57 |
| 90,92 | 119,66 | 100150007 | 3884,00 | 42,72 |
| 85,74 | 109,57 | 100150008 | 6430,00 | 75,00 |
| 118,38 | 118,20 | 100150009 | 6553,00 | 55,36 |
| 102,45 | 117,79 | 100150010 | 3514,00 | 34,30 |

Filas 1 - 10

Figura 44: Información para el gráfico de la densidad poblacional 2015

Fuente: Elaboración propia

A partir del reporte de la figuras 44 se logra obtener el gráfico de correlación en la figura 45, en donde se muestra la densidad poblacional y el consumo promedio mensual para los años 2014, 2015 y 2016. En donde cada punto describe la zona, hectáreas, densidad y consumo promedio, interpretando de esta manera la relación entre densidad poblacional de una área geográfica en hectáreas y su incidencia en el consumo eléctrico en kWh.

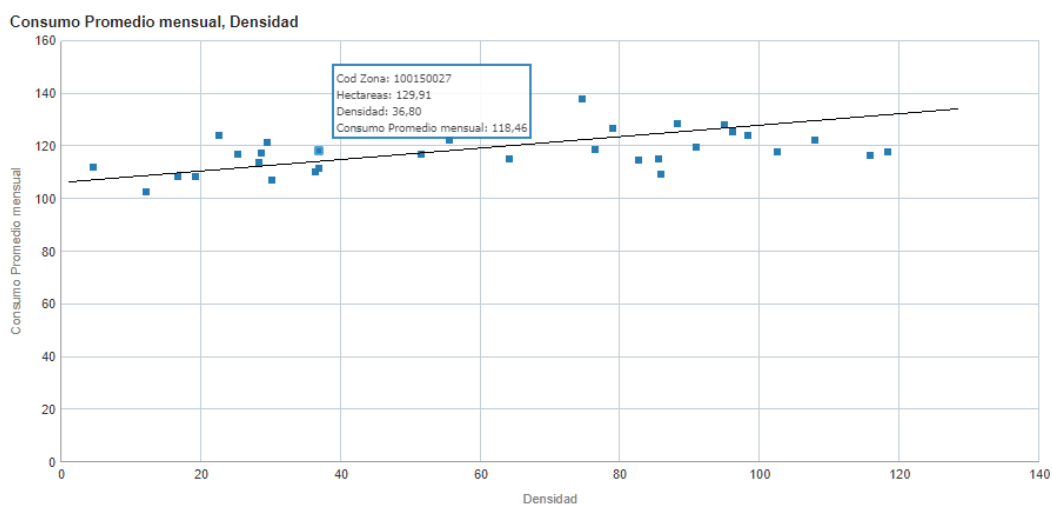


Figura 45: Diagrama de la densidad poblacional 2016

Fuente: Elaboración propia

Para un mejor entendimiento e interpretación de la correlación de datos se utiliza la densidad poblacional y consumo promedio mensual correspondiente a nuestro estudio, esto se lo realizará con una herramienta de software de análisis estadístico llamada SPSS. Para lo cual se dispone de la densidad poblacional promedio y el consumo promedio correspondientes a los años 2014, 2015 y 2016.

A continuación en la figura 46 se observa la correlación de Pearson entre el consumo promedio de energía eléctrica kWh y la densidad poblacional por hectárea realizado en el programa estadístico SPSS. Además se muestra un resumen de la correlación consumo – densidad, la cual se la aprecia en la tabla 29.

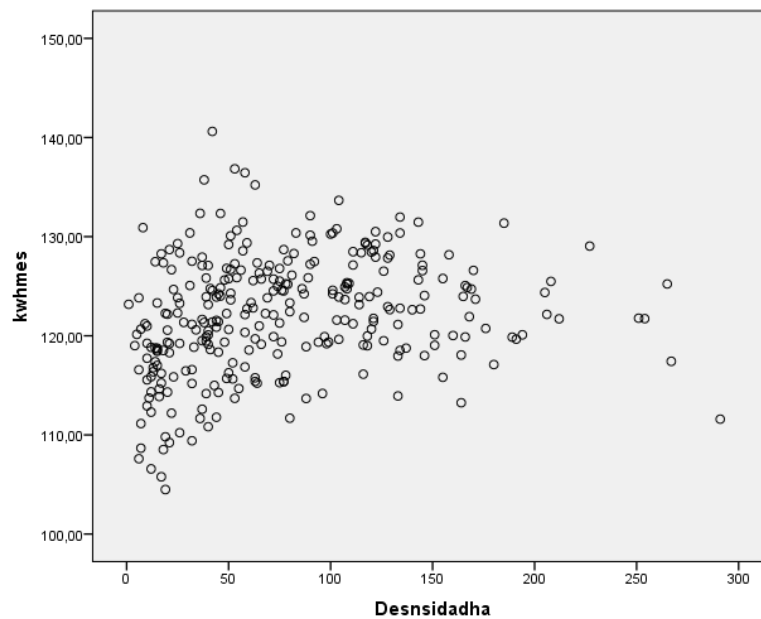


Figura 46: Correlación de Person (Consumo – Densidad)

Fuente: Elaboración propia en Software SPSS

Tabla 29: Resumen de la correlación de Pearson.

| Correlaciones | | | |
|---|------------------------|--------|---------------|
| | | kwhmes | Densidadha |
| Kwhmes | Correlación de Pearson | 1 | ,218** |
| | Sig. (bilateral) | | ,000 |
| | N | 296 | 296 |
| Densidadha | Correlación de Pearson | ,218** | 1 |
| | Sig. (bilateral) | ,000 | |
| | N | 296 | 296 |
| ** . La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral). | | | |

Fuente: Elaboración propia en Software SPSS

A continuación se muestra la tabla ilustrativa del coeficiente de Karl Pearson y su significado interpretativo:

Tabla 30: Coeficiente de correlación de Karl Pearson

| Valor | Significado |
|---------------|--|
| -1 | Correlación negativa grande y perfecta |
| -0,9 a -0,99 | Correlación negativa muy alta |
| -0,7 a -0,89 | Correlación negativa alta |
| -0,4 a -0,69 | Correlación negativa moderada |
| -0,2 a -0,39 | Correlación negativa baja |
| -0,01 a -0,19 | Correlación negativa muy baja |
| 0 | Correlación nula |
| 0,01 a 0,19 | Correlación positiva muy baja |
| 0,2 a 0,39 | Correlación positiva baja |
| 0,4 a 0,69 | Correlación positiva moderada |
| 0,7 a 0,89 | Correlación positiva alta |
| 0,9 a 0,99 | Correlación positiva muy alta |
| 1 | Correlación positiva grande y perfecta |

Fuente: Elaboración propia

Tomando en consideración la tabla 30 correspondientes al coeficiente de Karl Pearson, se observa e interpreta los resultados obtenidos anteriormente en la tabla 29, en donde se obtuvo una correlación de 0,218; por lo tanto se interpreta:

En la muestra de suministros correspondiente a las zonas del cantón Ibarra del estudio realizado, existe una correlación positiva baja-media. Esto quiere decir que a mayor cantidad de habitantes por hectárea, existe un incremento en el consumo de energía eléctrica.

4.2.1. Resultados generales de la investigación

Al manejar datos para proyectos de investigación se logra establecer que es primordial la colaboración e involucramiento del Gobierno, para facilitar y hacer pública la información a sus habitantes, llegando así a establecer una herramienta de inteligencia de negocios con lo cual se logra el análisis de datos y una adecuada

toma de decisiones. Esto aplicado al consumo de energía eléctrica involucra tomar las mejores decisiones para un ahorro sustancial del recurso energético.

El desarrollo realizado utilizando el aplicativo de Inteligencia de negocios con la metodología de Ralph Kimball, ha demostrado ser efectiva para este tipo de proyectos de investigación.

El trabajo colaborativo entre los integrantes del proyecto Ibarra Verde e Instituciones colaborativas se ve reflejado en los análisis de datos realizados a través de la herramienta de software de Inteligencia de negocios, llegando a obtener información valiosa.

4.3. Conclusiones

Mejorar la toma de decisiones de las autoridades es factible y real al aplicar el análisis de datos del consumo eléctrico de los abonados del cantón Ibarra dentro de los procesos utilizados en una ciudad inteligente por lo tanto aplicable al macro proyecto Ibarra Verde.

Promover a través del Gobierno Nacional la colaboración en la entrega de datos a través de las instituciones gubernamentales como Emelnorte, INEC y GAD Ibarra para proyectos de investigación, tal es el caso del consumo de energía eléctrica aplicado a una herramienta eficiente de inteligencia de negocios, la cual facilita el análisis de datos estadísticos y una oportuna toma de decisiones enfocada al desarrollo sostenible de sus habitantes.

Tratar los datos cuyas fuentes son archivos planos, resultó factible importarlos a una sola base de datos centralizada, ya que facilitó el trabajo de implementación en herramienta de inteligencia de negocios. Además es conveniente el uso de coordenadas geográficas para relacionar los datos dentro de un área geográfica específica.

Usar la herramienta Oracle BI implementada con la metodología de Ralph Kimbal ayudó al análisis de datos y por ende a una adecuada toma de decisiones, siendo esta una herramienta útil y funcional para los integrantes del proyecto macro Ibarra Verde e Instituciones involucradas en este proyecto.

4.4. Recomendaciones

Promover el uso de datos abiertos para proyectos de investigación a corto, mediano y largo plazo es factible.

Involucrar a las instituciones públicas como privadas a participar y colaborar en proyectos de beneficio socio- ambientales como una forma de concienciar el buen uso de la energía eléctrica.

Usar metodologías de software para proyectos de inteligencia de negocios, es una manera adecuada y comprobada para los análisis de datos y toma de decisiones.

Utilizar la herramienta Oracle Business Intelligence facilita implementar proyectos de inteligencia de negocios ya que cuenta con diferentes componentes interactivos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amores Almeida, A., Pérez Ponguillo, N., Ramirez, J., & Noboa Macías, D. (2010). Diseño de un sistema de control de procesos empresariales basados en indicadores de gestión y desempeño para el proceso de facturación en una empresa dedicada a la distribución y comercialización de energía eléctrica ubicada en Guayaquil para el año 2010. Guayaquil, Guayas, Ecuador: Revista tecnológica ESPOL.
- Anderson, B. (12 de 10 de 2016). *Microsoft*. Obtenido de <https://docs.microsoft.com/es-es/system-center/scsm/olap-cubes-overview?view=sc-sm-1801>
- Apiema. (Octubre de 2016). *Apiema*. Obtenido de <https://apiema.org/>
- Arcos, V., Manzano, L., & Ronal, G. (2012). Plan Maestro de Electrificación 2012 - 2021. *Electricidad hacia un Desarrollo Sostenible*. Ecuador.
- Bernabeu, D. (6 de Mayo de 2009). *Dataprix*. Obtenido de <http://www.dataprix.com/datawarehouse-manager>
- Blanco, C., Sakipova, D., & Cordero, D. (s.f). Módulo de Inteligencia de Negocio en un sistema de control de la producción en plantas de generación de energía distribuida.
- Burgess, R. (2003). *Ciudad y sostenibilidad: Desarrollo urbano sostenible*. Cuadernos de la CEPAL, 9(88), 193-214.
- Burgos, F., Maldonado, G., & Filian, M. (2009). Desarrollo de un sistema de información ejecutivo e implementación de un data warehouse para la gestión de indicadores en una empresa eléctrica distribuidora.
- Calzada, L., & Abreu, J. (2009). El impacto de las herramientas de inteligencia de negocios en la toma de decisiones de los ejecutivos. *Daena: International Journal of Good Conscience*, 16-52.
- Cano, J. L. (2007). *Business Intelligence: Competir con información*.
- Castro Roza, F. (2013). Indicadores de gestión para la toma de decisiones basada en Inteligencia de Negocios. ISSN: 2344-8288, Pag. 88.
- CEPAL; ILPES. (2011). *El gobierno electrónico en la gestión pública*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Chetty, S. (1996). *The case study method for research in small- and médium - sized* (Vol. 5). International small business journal.
- Concha, G., & Naser, A. (2014). *Rol de las TIC en la gestión pública y en la planificación para un desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas ISSN 1680-8827.

- Conesa, J., & Curto, J. (2010). *Introducción al Business Intelligence*. Universidad Oberta de Cataluña.
- conexionesan. (18 de Junio de 2015). Obtenido de esan:
<https://www.esan.edu.pe/apuntes-empresariales/2015/06/diferencia-entre-data-warehouse-data-mart/>
- Cornejo, R., Navarrete, M., Valdivia, R., Aroca, P., Aracena, S., & .. (Abril de 2014). Desarrollo de una base de datos integrada de Censo y encuesta mediante el uso de elementos de inteligencia de negocios y SIG. *Ingeniare Vol 22*.
- Corral, E. (2 de mayo de 2013). *elsacorral*. Obtenido de
<http://elsacorral.blogspot.com/2013/05/business-intelligence.html>
- Cueva Andrade, C., Jerez Cevallos, S., Díaz Zuñiga, P., & Ron Egas, M. (07 de 2014). DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA BASE PARA LA APLICACIÓN DE SISTEMAS DE BI (BUSINESS INTELLIGENCE) EN EL ECUADOR, DENTRO DE UN PROGRAMA PARA EL USO DE TECNOLOGÍA DE AVANZADA EN LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA Y PRIVADA. Quito, Pichincha, Ecuador. Obtenido de
<http://repositorio.espe.edu.ec/handle/21000/8999>
- Díaz Andrade, C. A., & Hernández, J. C. (2011). Smart Grid: Las TICs y la modernización de las redes de energía eléctrica – Estado del Arte. *Revista S&T, 9(18), 53-81*.
- Díaz Razo, R., & Díaz Rodríguez, O. (2016). METODOLOGÍA HÍBRIDA PARA EL DISEÑO Y LA CONSTRUCCIÓN DEL DATA WAREHOUSE PARA" EL PROGRAMA DE REHABILITACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL" EN ECUADOR. *3C Empresa, vol 5*.
- Dietrich, D., Gray, J., McNamara, T., Poikola, A., Pollock, R., Tait, J., & Zijlstra, T. (30 de 01 de 2011). Open Data Hangbook. *El manual de Open Data*. Londres, Reino Unido: Open Knowledge International.
- Espinosa, R. (2010). *DATAPRIX*. Obtenido de Knowledge is The Goal:
<http://www.dataprix.com/blogs/respinosamilla/qu-business-intelligence>
- Fernández, P., & Díaz, P. (2012). Investigación cuantitativa y cualitativa. *Cad Aten Primaria, 9, 76-8*.
- García, J. (9 de Noviembre de 2013). *MundoDB*. Obtenido de <http://mundodb.es/disenodata-warehouse-hechos-y-dimensiones-modelo-estrella-vs-copo-de-nieve>
- González Marroquín, H. (2012). Inteligencia de negocios en el desarrollo de sistemas de monitoreo de mercado para el sector eléctrico.
- González Rojas, L. (2012). Inteligencia de Negocios. *U-UPAEP, 27*.
- Hevia, A., Rieckmann, M., Castro, S., Frolich, L., Aguirre, P., Hinojosa, L., . . . Chavez, L. (2015). *Sustentabilidad: Principios y prácticas*. Gotinga : ISBN 978-3-7369-9056-2.
- Higueras, E. (2009). *El reto de la ciudad habitable y sostenible*. DAPP.

- IBM. (s.f). Obtenido de IBM Knoeledge Center:
https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SS9UM9_9.1.0/com.ibm.datatools.dimensionai.ui.doc/topics/c_dm_star_schemas.html
- Inga Ortega, E. (2012). Redes de comunicación en smart grig. *INGENIUS*.
- Lacomba , R. (2004). *La ciudad sustentable. creación y rehabilitación de ciudades sustentables*. México. : Editorial Trillas. c2004. 148 p. 28 cm.
- LatinoBi*. (2013). Obtenido de <http://www.latino-bi.com/espanol/fundamentos-bi/introduccion-al-bi.php>
- Lavalle, M., Ríos, R., & Medina, N. (2009). Survey of Business Intelligence for Energy Markets (La Inteligencia de Negocios aplicada en los Mercados de Electricidad). Hybrid Artificial Intelligence Systems 2009.
- Martin, B. (15 de octubre de 2015). *BEEVA*. Obtenido de <https://www.beeva.com/wp-content/uploads/2015/10/business-intelligence-evolucion.jpg>
- Merino, M., & Ivanova, H. (2015). Implementación de un modelo básico para el uso de la información georeferencial en aplicaciones de Business Intelligence; Caso de Estudio: Empresa de Retail.
- Moddy, D. L. (2000). From Enterprise Models to Dimensional Models. *A Methodology for Data Warehouse and Data Mart Design*. Parkville, Australia: Simsion Bowles & Associates.
- Naser, A., Ramírez Alujas, Á., & Rosales, D. (2017). Desde el gobierno abierto al Estado abierto en América Latina y el Caribe. En *SERIE GESTION PUBLICA*. Santiago: Publicación de las Naciones Unidas.
- Palomo, P. (2003). *La planificación verde en las ciudades*. Editorial Gustavo Gili.
- Pérez López, C. (2007). *Minería de datos: Técnicas y herramientas*. Editorial Paraninfo.
- Plan Nacional del Buen Vivir 2013-2017*. (2013). Quito: SENPLADES.
- Posso, F. (2002). Energía y ambiente: pasado, presente y futuro. *Geoenseñanza 7*.
- Quiroz, j. (2003). El modelo relacional de base de datos. Boletín de la Política Informática Núm 6.
- Ramírez Alujas, Á., & Naser, A. (2014). *Plan de gobierno abierto*. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas ISSN 1680-886X.
- Reglamento de Régimen Académico* . (2017). Quito: CES.
- Rivadera, G. (2010). La metodología de Kimball para el diseño de almacenes de datos (Data warehouses). *Cuadernos de la Facultad n. 5*.
- Rol de las TIC en la gestión pública y planificación para un desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe. (s.f.).

- Sánchez Cuadrado, N. E. (2016). SISTEMA DE BUSINESS INTELLIGENCE PARA LA GESTIÓN DE ATENCIÓN TÉCNICA DE RECLAMOS EN LA EMPRESA ELÉCTRICA RIOBAMBA S.A. Ambato, Ecuador.
- Sánchez Montoya, R. (2009). *Business intelligence (BI) - To BI or not to BI*. Córdoba, Argentina: El Cid Editor | apuntes.
- Sánchez, J. (2012). *Los métodos de investigación*. Ediciones Díaz de Santos.
- Santibañez, M. (11 de Octubre de 2011). *BI Cubos en Artus*. Obtenido de <http://cubos-artus.blogspot.com/2011/10/tipos-de-cubos-ventajas-y-desventajas.html>
- Shariat, M., & Hightower, R. (2007). Conceptualizing Business Intelligence Architecture. Florida, Estados Unidos: Marketing Management Journal.
- Sinnexus. (2016). Obtenido de Business Intelligence Informática estrategica : http://www.sinnexus.com/business_intelligence/
- Unión Europea. (2012). *Portal de datos abiertos UE*. Obtenido de <https://data.europa.eu/euodp/es/data/>
- Valdés Sepúlveda, R. (2010). Inteligencia de negocios aplicada a la sustentabilidad ambiental corporativa y su impacto en la planificación estratégica y la eficacia operativa de las organizaciones.
- Vásquez Huerta, J. J. (09 de Julio de 2015). *Gestiopolis*. Obtenido de <https://www.gestiopolis.com/sistemas-de-informacion-en-la-empresa-y-niveles-de-la-piramide-de-informacion/>
- Vilar Riba. (2014). VR News - Business Intelligence. *Boletín de noticias del Grup Vilar Riba*, 1. Obtenido de www.villarriba.com
- Yin. (1989). *Case Study Research: Design and Methods, Applied social research*. Newbury Park CA: Sage.

ANEXOS

ANEXO A

Descripción de las zonas INEC

| Código Zona | Descripción de Zona |
|-------------|---|
| 100150001 | COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMILIARES, AZAYA NORTE |
| 100150002 | PRIORATO |
| 100150003 | PRIORATO, STA. MARIANITA, EL MIRADOR, YAHUARCOCHA |
| 100150004 | EL OLIVO, LA QUINTA, STA. MARIANITA, EL MIRADOR, OLIVO ALTO, LA VICTORIA |
| 100150005 | SAN MIGUEL, SIMON BOLIVAR , URB. 7 DE ABRIL, AZAYA, COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMILIARES, 16 DE FEBRERO, 28 DE ABRIL, COLINAS DE IBARRA, EL CAMAL, EN OBRER, GALO LARREA, STO. DOMINGO |
| 100150006 | AZAYA NORTE, AZAYA, MIRADOR DE AZAYA, COLINAS DE IBARRA, HUERTOS FAMILIARES, COLINAS DE IBARRA |
| 100150007 | AZAYA, MIRADOR DE AZAYA,, 16 DE FEBRERO, 28 DE ABRIL |
| 100150008 | LOS PINOS COOP. 15 DE DICIEMBRE, MIRADOR DE AZAYA,LA PRIMAVERA, LAS PALMAS, PANECILLO, ALPACHACA, 16 DE FEBRERO, 28 DE ABRIL |
| 100150009 | EL CHOFER, LAS PALMAS AUXILIOS MUTUOS, EL CHOFER PANECILLO, 16 DE FEBRERO, 28 DE ABRIL, AJAVI GRANDE, LA MERCED, URB. RIVADENEIRA, NUEVO HOGAR, URB. JARDIN, URB. JOSE M. LEORO, CIUDAD BLANCA |
| 100150010 | 16 DE FEBRERO, 28 DE ABRIL, ALPACHACA, AZAYA ,MIRADOR DE AZAYA, AJAVI CHICO, SAN MIGUEL, SIMON BOLIVAR, URB. 7 DE ABRIL, AUXILIOS MUTUOS, EL CHOFER |
| 100150011 | AJAVI CHICO, STO. DOMINGO, AJAVI GRANDE, LA MERCED, SAN MIGUEL, SIMON BOLIVAR, URB. 7 DE ABRIL |
| 100150012 | MOLINOS, SAN MARTIN, STO. DOMINGO, AJAVI GRANDE, LA MERCED |
| 100150013 | EL LIBERTADOR, EL OLIVO, MOLINOS, SAN MARTIN, SAN AGUSTIN, TAHUANDO, SAN JUAN CALLE, B.E.V. ,CATOLICA, SAN FRANCISCO, LA VICTORIA |
| 100150014 | SAN AGUSTIN, TAHUANDO, MOLINOS ,SAN MARTIN, EL CARMEN,EL LIBERTADOR,SAN FRANCISCO, EGAS GRIJALVA , AMAZONAS |
| 100150015 | CIUDAD BLANCA, AJAVI GRANDE ,LA MERCED, MOLINOS, SAN MARTIN, CABEZAS BORJA, VELASCO, URB. JARDIN , URB. JOSE M. LEORO, CARMEN |
| 100150016 | URB. RIVADENEIRA, NUEVO HOGAR, URB. JARDIN, URB. JOSE M. LEORO, URB. PILANQUI, CIUDAD BLANCA, ALMEIDA GALARRAGA |
| 100150017 | NUEVOS HORIZONTES, ZOILA GALARRAGA, CANANVALLE, COOP. FLOTA IMBABURA, EL EMPREDADO, LAS PALMAS, EL CHOFER,URB. RIVADENEIRA, NUEVO HOGAR, ALMEIDA GALARRAGA, URB. JARDIN, URB. JOSE M. LEORO, EL EJIDO |
| 100150018 | EL MILAGRO, URB. COLINAS DEL SUR, PUGACHO BAJO, CANANVALLE, NUEVOS HORIZONTES, ZOILA GALARRAGA, EL EJIDO, URB. RIVADENEIRA, NUEVO HOGAR, LA FLORIDA |
| 100150019 | LA FLORIDA, EL EJIDO, EJIDO DE CARANQUI, LA FLORESTA |
| 100150020 | CABEZAS BORJA ,VELASCO, CIUDAD BLANCA, EL CARMEN, YACUCALLE, PILANQUI, EGAS GRIJALVA, AMAZONAS, SELVALEGRE, URB. PILANQUI, EJIDO DE CARANQUI, LA FLORESTA,,BOLA AMARILLA, YUYUCOCHA, PULMON, AEREOPUERTO, URB. AJAVI, EL EJIDO, ALMEIDA GALARRAGA |
| 100150021 | EGAS GRIJALVA, AMAZONAS,BASILICA, YACUCALLE, DOMINGO ALBUJA , TEODORO GOMEZ, DON BOSCO, SAN JUAN CALLE |
| 100150022 | DON BOSCO, EGAS GRIJALVA, AMAZONAS, EL CARMEN, SAN JUAN CALLE, SAN FRANCISCO, B.E.V., CATOLICA,BASILICA, YACUCALLE |
| 100150023 | B.E.V., CATOLICA, LA VICTORIA, SAN JUAN CALLE, LA CAMPINA |

| | |
|-----------|--|
| 100150024 | LA CAMPINA, LOS CEIBOS, DOMINGO ALBUJA ,TEODORO GOMEZ, LA PRIMAVERA |
| 100150025 | DOMINGO ALBUJA, TEODORO GOMEZ, LOS CEIBOS, FAUSTO ENDARA |
| 100150026 | YACUCALLE, DOMINGO ALBUJA , TEODORO GOMEZ |
| 100150027 | BOLA AMARILLA , YUYUCOCHA, YACUCALLE, CUATRO ESQUINAS, DOMINGO ALBUJA, TEODORO GOMEZ, LA CANDELARIA, CARANQUI |
| 100150028 | FAUSTO ENDARA, DOMINGO ALBUJA, TEODORO GOMEZ, LOS CEIBOS, CUATRO ESQUINAS, EN RETORNO, LA CANDELARIA, CARANQUI |
| 100150029 | LOS CEIBOS, EN RETORNO, SAN LUIS, FAUSTO ENDARA, LA CANDELARIA, CARANQUI |
| 100150030 | BOLA AMARILLA , YUYUCOCHA, LA CANDELARIA, CARANQUI, GUAYAQUIL DE PIEDRAS |
| 100150031 | 10 DE AGOSTO, BOLA AMARILLA ,YUYUCOCHA, PULMON, EJIDO DE CARANQUI, LA FLORESTA, LA CANDELARIA, CARANQUI |
| 100150032 | GUAYAQUIL DE PIEDRAS, LA CANDELARIA , CARANQUI, EN RETORNO, BELLAVISTA, LA PRADERA |
| 100150999 | EJIDO DE CARANQUI, LA FLORESTA, LA FLORIDA, LA PRADERA,,B.E.V., CATOLICA, LA VICTORIA, OLIVO ALTO, YAHUARCOCHA, EL OLIVO, LA QUINTA, STA. MARIANITA, EL MIRADOR, COLINAS DE IBARRA ,HUERTOS FAMILIARES, PRIORATO, CANANVALLE, LAS PALMAS, LOS PINOS, COOP. 15 DE DICIEMBRE, MIRADOR DE AZAYA |
| 100154001 | LA ESPERANZA |
| 100154999 | ESPERANZA-PUNGUHUAICO |
| 100157001 | LOS ALAMOS, LOS LURELES |
| 100157002 | SAN ANTONIO, TANGUARIN, SAN AGUSTIN-SAN ANTONIO |
| 100157924 | STO. DOMINGO SAN ANTONIO. |
| 100157999 | LOS SOLES, BELLAVISTA, CHORLAVI MORAS |
| 100159999 | SIN GEOREFERENCIAR |