



Universidad Autónoma de Querétaro

Facultad de Informática

Maestría en Sistemas de Información

Tesis

“Desarrollo de un sistema de automatización de los servicios de calibración del CENAM mediante modelado de sistemas.”

Que como parte de los requisitos para obtener el Grado de Maestro en Sistemas de Información

Presenta

Lizbeth Domínguez Díaz

Dirigido por:

M. en C. José Arturo Gaona Cuadra

M. en C. José Arturo Gaona Cuadra

Presidente

Dr. Ricardo Chaparro Sánchez

Secretario

Dr. René D. Carranza López Padilla

Vocal

Dr. Leonardo Barriga Rodríguez

Suplente

Dr. José Alfredo Acuña García

Suplente

Centro Universitario, Querétaro, Qro. México.
Fecha de aprobación por el Consejo Universitario (15 de diciembre, 2022)



RESUMEN

El Laboratorio de Potencia y Energía del CENAM presenta una situación complicada en el manejo de la información, el cual puede ser atendido mediante el presente proyecto (tesis):

Actualmente, la información producida por las mediciones del Laboratorio de Potencia y Energía del CENAM no se encuentra en un repositorio inteligente, sino en archivos de Excel. Lo anterior provoca que, si el personal técnico del Laboratorio quiere realizar una consulta, es necesario que se traslade a una computadora en particular, donde está alojada dicha información.

El gran volumen de datos que actualmente contienen estos archivos de Excel ocasiona que el proceso de análisis de la información sea muy lento. Lo anterior impide que el personal técnico pueda optimizar su tiempo.

Por el momento, la información se almacena en el disco duro de una computadora, y se hace un respaldo externo, pero no en un servidor. Además, los archivos de Excel no cuentan con algún tipo de protección informática, de manera que cualquier persona puede alterar o borrar los archivos de manera voluntaria o involuntaria.

Por lo que se van a aplicar técnicas de modelado de sistemas para el desarrollo de un Sistema Automatizado de Administración y Control de las Mediciones (SAACM) de los servicios de calibración realizados a medidores de la calidad de la potencia eléctrica de los clientes en el Laboratorio de Potencia y Energía del CENAM para la toma de decisiones y la optimización de tiempos.

Además, se van a aplicar el modelado basado en la ingeniería de sistema para el desarrollo de un sistema automatizado para administrar la información de las mediciones de los servicios de calibración del Laboratorio de Potencia y Energía. Implementar protocolos de seguridad para que al guardar la información tenga los respaldos requeridos en el servidor.

En el presente documento se describe la forma en que este sistema automatizado ayudará a la toma de decisiones y a optimizar el tiempo de los técnicos en el Laboratorio.

Se diseñará un patrón de diseño adecuado para el desarrollo del sistema automatizado en el diseño de múltiples capas asegurando la calidad del software.

El modelado estará basado en la ingeniería para que se puedan realizar pruebas de unidad de una manera más sencilla y de más calidad.

Se utilizarán los estándares de codificación que aseguren la legibilidad del código el re-uso en otras plataformas. Se demostrará que en la implementación del sistema automatizado se puedan utilizar las técnicas del modelado de sistemas.

Se demostrará que utilizando los patrones de diseño se puede implementar un sistema automatizado que nació de modelado basado en la ingeniería para resolver la aplicación.



Se va a utilizar la Metodología de la Investigación y la Metodología del desarrollo del sistema (diseño y construcción) para realizar la investigación y el proyecto. Se desarrollará un Sistema Automatizado en el que se administrará la información de los datos obtenidos de las mediciones para que los Metrólogos puedan realizar las consultas en forma eficaz y eficiente.

(Palabras clave: interfaz, base de datos, sistema automatizado)

SUMMARY

The CENAM Power and Energy Laboratory presents some situations: Currently, the information produced by the measurements of the CENAM Power and Energy Laboratory is not in a database, but in Excel files. This means that if a metrologist wants to make a query, it is necessary to move to a particular computer where the information is stored. The large volume of data currently contained in these Excel files makes the reading process slow. This prevents metrologists from optimizing their time. At the moment, the information is stored on the hard disk of a computer and backed up externally. and backed up externally, but not on a server. In addition, Excel files do not have any kind of computer protection, so anyone can alter or delete the files voluntarily or involuntarily or unintentionally. Therefore, system modeling techniques will be applied for the development of an Automated System of Administration and Control of Measurements (SAACM) of the calibration services performed to meters of the quality of the electric power of the clients in the Laboratory of Power and Energy of CENAM for decision making and time optimization. In addition, modeling based on system engineering will be applied to develop an automated system to manage the measurement information of the calibration services of the Power and Energy Laboratory. Implement security protocols so that when saving the information, it has the required backups in the server. Explain how this automated system will help to make decisions and optimize the users' time. Apply and analyze the appropriate design pattern for the development of the automated system in multi-layered design ensuring software quality. Use engineering-based modeling so that unit testing can be performed in a simpler and higher quality manner. Use coding standards that ensure code readability and re-use on other platforms. It will be demonstrated that in the implementation of the automated system the techniques of system modeling can be used.



It will be demonstrated that using the design patterns it is possible to implement an automated system that was born from engineering-based modeling to solve the application.

Research Methodology and System Development Methodology (design and construction) are going to be used to perform the research and the project.

An Automated System was developed in which the information of the data obtained from the measurements will be managed so that the metrologists can perform the queries in an effective and efficient way.

(Keywords: interface, database, automated system)

DEDICATORIA

Dedico esta Tesis a mi mamá Sofía y a mi linda hija Larissa quienes siempre han estado a mi lado en las todas las circunstancias de mi vida porque me impulsan cada día a seguir adelante.

A mi hermosa y amada madre la Virgen María y a mi adorado Jesús de Nazaret.



AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios y a la Virgen María por darme la oportunidad de realizar mis estudios de Maestría.

Toda la ayuda y apoyo proporcionados por mi asesor y profesor el M. en C. José Arturo Gaona Cuadra siendo mi guía.

A la UAQ que es una excelente Universidad por poder cursar ahí mis estudios y a todos y cada uno de los profesores que tuve la oportunidad de aprender de ellos.

Un agradecimiento especial a mi asesor el Dr. René D. Carranza por todo su apoyo y tiempo, es quien me impulso a estudiar la Maestría, al Dr. Marco A. Rodríguez Guerrero por su dedicación en la revisión de la información para el presente trabajo y al Ing. Benjamín Noyola Maldonado del Laboratorio de Potencia y Energía del CENAM, quienes han sido mis compañeros desde hace muchos años en ese honroso Centro de Investigación. A todos los integrantes de la comisión SIDEPRO por su aprobación del proyecto y por los recursos económicos proporcionados para realizar mis estudios.

A los profesores de Educación IT en Buenos Aires, Argentina.

A mi mamá Sofía Díaz Becerra y a mi hija Larissa Bello Domínguez quienes me han motivado a lo largo de mi vida para poder continuar con mis estudios y por creer en mí.



ÍNDICE DE CONTENIDO	
I. INTRODUCCIÓN	9
II. ANTECEDENTES.....	11
III. OBJETIVOS	24
IV. MARCO TEÓRICO.....	25
V. JUSTIFICACIÓN	35
VI. DESARROLLO	37
VII. RESULTADOS.....	57
VIII. CONCLUSIONES.....	81
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama del CENAM	12
Figura 2. Organigrama de la Dirección General de Metrología Eléctrica.....	12
Figura 3 Proceso de obtención de la información de las mediciones.....	14
Figura 4. El modelo de cascada o ciclo de vida del software.	18
Figura 5 Las Herramientas CASE.	28
Figura 6. Infraestructura de cuatro niveles de una Base de datos.....	30
Figura 7. PKG Diagrama de Caso de Usos del Sistema mediciones.....	39
Figura. 8 PKG Diagrama de Clases y Objetos del Sistema mediciones.....	40
Figura 9. PKG Diagrama de paquetes del Sistema mediciones.	41
Figura 10. PKG Diagrama de componentes del Sistema mediciones.....	42
Figura 11. PKG Modelo MVC del Sistema mediciones.	43
Figura 12. PKG Base de datos del Sistema mediciones.	45
Figura 13. Prueba unitaria del proyecto del Sistema mediciones.	55
Figura 14. Prueba unitaria del proyecto.	56
Figura 15. Tamaño de la base de datos realizada.	58
Figura 16. Página de Carta Control de Referencia de la Interfaz del usuario.....	62
Figura 17. Filtros de reportes.	62
Figura 18. Reporte de información filtrada. 1/5.....	63
Figura 19. Reporte de información filtrada 2/5.	63
Figura 20. Elaboración propia en Reporting Services 3/5.	64
Figura 21. Elaboración propia en Reporting Services 4/5.	64
Figura 22. Elaboración propia en Reporting Services 5/5.....	65
Figura 23. Pregunta 1 de la Encuesta.	67
Figura 24. Pregunta 2 de la Encuesta.	68
Figura 25. Pregunta 3 de la Encuesta.	68



Figura 26. Pregunta 4 de la Encuesta.	69
Figura 27. Pregunta 5 de la Encuesta.	70
Figura 28. Pregunta 6 de la Encuesta.	71
Figura 29. Pregunta 7 de la Encuesta.	72
Figura 30. Pregunta 8 de la Encuesta.	73
Figura 31. Pregunta 9 de la Encuesta.	74
Figura 32. Pregunta 10 de la Encuesta.	75
Figura 33. Pregunta 11 de la Encuesta.	76
Figura 34. Pregunta 12 de la Encuesta.	77
Figura 35. Pregunta 13 de la Encuesta.	78
Figura 36. Pregunta 14 de la Encuesta.	79
Figura 37. Coeficiente de Correlación	80

ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1. Alcances de medición del Laboratorio de Potencia y Energía.....	59
Tabla 2. Tiempo de respuesta de consulta actual.	60
Tabla 3. Tiempo de respuesta de consulta de información.....	61



I. INTRODUCCIÓN

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El sector eléctrico requiere disponer de potencia eléctrica con una calidad bien sustentada. Actualmente, las tecnologías de producción modernas requieren que el suministro de energía eléctrica presente características de estabilidad de amplitud y de frecuencia, además de no portar componentes de ruido eléctrico. En las redes eléctricas nacionales se cuenta con 46 millones de medidores de la potencia eléctrica, cuya capacidad de medición se puede afectar por un deterioro de la calidad del suministro eléctrico.

Existen normas técnicas en México que están basadas en las normas internacionales IEC 61000 partes 4.30 y 4.7 sobre calidad de la potencia eléctrica. Estas normas aplican sobre los métodos de medición de la calidad eléctrica que deben seguir los medidores de nivel industrial. En el CENAM se han desarrollado algoritmos de medición de calidad de la potencia eléctrica, en el modo medición de estado estático. Para ofrecer servicios de calibración en esta materia, es necesaria la automatización de la información generada durante un servicio de calibración de los medidores de calidad de la potencia eléctrica.

Para realizar el sistema automatizado de la información de los servicios de calibración se debe manejar una gran cantidad de requisitos de la calidad de la potencia eléctrica por lo que es inviable realizarlos con el desarrollo de software tradicional, por lo que se va a utilizar el modelado de la información basado en la ingeniería de sistemas.

Si se describe un requisito en modo contextual hay mayor probabilidad de que se haga una mala interpretación cuando la implementación se vaya a hacer por diferentes actores que si se hace por modo gráfico. Un diagrama va a dar mucha más información que un requisito escrito en inglés o en español por lo que un lenguaje de descripción de requisitos es mucho más fácil de comprender en



diferentes personas que manejan diferentes lenguajes porque es el mismo lenguaje de descripción de gráficos para diagramas de flujo, diagramas de caso de uso, diagramas de requisitos, tablas de requisitos, diagrama de componentes, etc.

I.2 JUSTIFICACIÓN

El modelado basado en la ingeniería de sistemas ayudará a que el desarrollo del sistema automatizado sea de buena capacidad de desempeño, con buen mantenimiento, con un software robusto, autogeneración de código, escalabilidad sólida con el modelado de sistemas y aplicación de los patrones de diseño.

El sistema automatizado permitirá conocer el desempeño del patrón de medición de la calidad de potencia eléctrica a lo largo del tiempo, y constituye una información valiosa para el CENAM para participar en una futura comparación internacional de patrones de medición de calidad de la potencia eléctrica.

El sistema automatizado apoyará a evaluar el desempeño de nuevos algoritmos de medición de la calidad de la potencia eléctrica para estado dinámico/transitorio.

El sistema automatizado apoyará a realizar servicios de calibración de patrones y medidores de la industria incrementando la confiabilidad de los servicios de calibración.

Cuando el metrólogo requiere consultar la información para realizar un servicio de calibración necesita buscar el historial de las mediciones al menos de dos años anteriores, para un determinado equipo con marca, modelo y número de serie específicos por lo que este historial se traduce en invertir tiempo para realizar este expediente. Por lo que el tiempo de respuesta para la gestión de información puede reducirse al tener implementado un sistema automatizado.

Para que la información de las mediciones del CENAM esté disponible en menor tiempo es indispensable realizar un sistema automatizado que asegure que los datos puedan ser usados por los metrólogos en el momento que la requieran por lo que es necesario tener mecanismos que permitan recuperar la base de datos contra fallas lógicas y físicas que puedan destruir los datos en todo o en parte.



Una vez que se tenga la información en el sistema automatizado será necesario realizar al menos una copia de seguridad de cada archivo en forma periódica ya sea cada dos o tres meses y conservarla en un servidor para evitar posibles fallas de la computadora(s) y evitar perder datos.

II. ANTECEDENTES

El Centro Nacional de Metrología (CENAM) es un organismo descentralizado con personalidad jurídica y patrimonio propio, con objeto de llevar a cabo funciones de alto nivel técnico en materia de metrología (Ley Federal sobre Metrología y Normalización, 1992).

El CENAM es un centro de investigación en materia de Metrología es un Laboratorio Nacional de referencia en mediciones exactas. Es el encargado de establecer y mantener los patrones nacionales, ofrecer servicios metroológicos como calibración de instrumentos y patrones, certificación y desarrollo de materiales de referencia, cursos especializados en metrología, asesorías y venta de publicaciones. Tiene relación estrecha con otros Laboratorios nacionales y con entidades internacionales especializadas en metrología, para lograr el reconocimiento de los patrones nacionales de México y así promover sus productos y servicios. (CENAM, 2017).

El CENAM está conformado por varias Direcciones Generales de Metrología: Física, Mecánica, Materiales, Servicios Tecnológicos y Eléctrica. La Dirección General de Metrología Eléctrica está conformada por cuatro Direcciones de Área entre las cuales está la Dirección de Mediciones Electromagnéticas, a la cual pertenece el Laboratorio de Potencia y Energía. En este laboratorio se realizan servicios de calibración a clientes de laboratorios acreditados, entre los clientes más importantes está la Comisión Federal de Electricidad.

Figura 1. Organigrama del CENAM

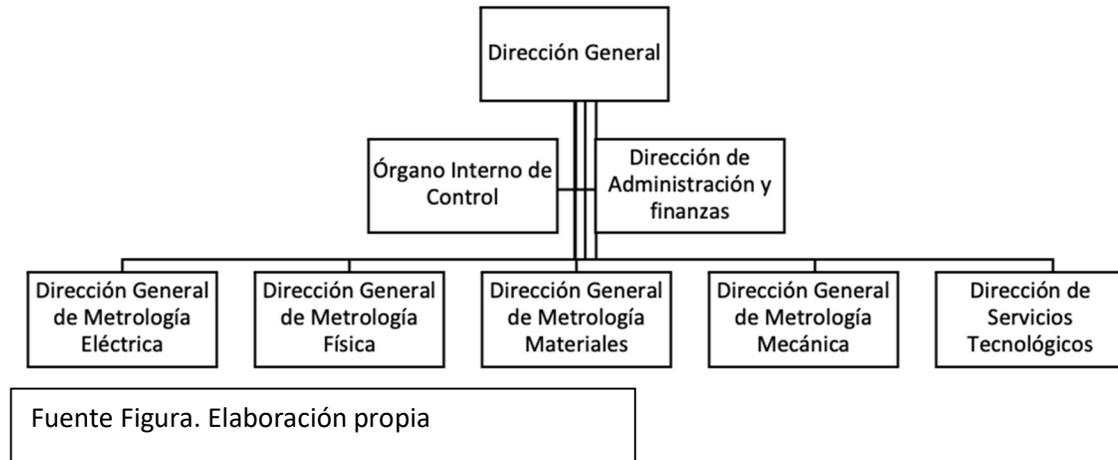
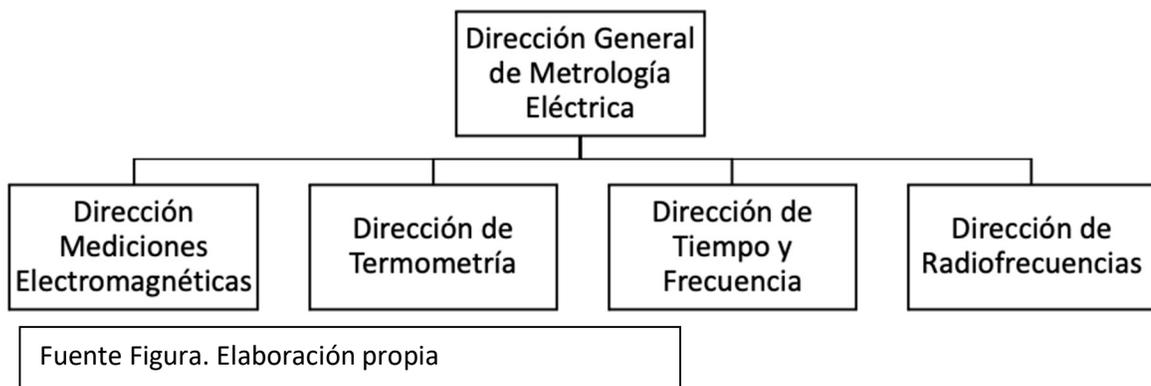


Figura 2. Organigrama de la Dirección General de Metrología Eléctrica



En el Plan de Desarrollo Estratégico del área de Metrología Eléctrica 2013-2018, se contempló el desarrollo del patrón nacional de medición de calidad de la potencia eléctrica. En una primera etapa, este patrón dará trazabilidad a mediciones de componentes espectrales (estado estático) de señales en redes eléctricas. Posteriormente se desarrollarán las capacidades de medición de modulación simultánea amplitud-frecuencia de señales en redes eléctricas.

La medición de calidad de la potencia eléctrica involucra el procesamiento matemático de una gran cantidad de datos generados durante la medición. Con



algoritmos de medición desarrollados recientemente en el Laboratorio de Potencia y Energía Eléctrica, se podrá dar trazabilidad a patrones y medidores de fenómenos que suceden en las redes eléctricas, tales como: armónicos de tensión, corriente y potencia eléctrica. Durante la calibración de patrones de calidad de la potencia eléctrica, es necesario coleccionar y analizar esta información, en lo cual se ocupa un sistema automatizado.

En diciembre del 2015 el Laboratorio de Potencia y Energía realizó una evaluación por pares (Peer Review) realizada por un experto del NIST que confirmó la confiabilidad de los servicios de calibración que se realizan en este Laboratorio.

En el Laboratorio de Potencia y Energía del CENAM, se realizan calibraciones a instrumentos de medición por medio de un programa llamado Labview. A partir de este procedimiento se obtienen las mediciones de las diversas magnitudes en archivos de Excel. Esta información se concentra en expedientes por cliente, por cada número de servicio que un cliente ha solicitado y por cada servicio interno que se requiera en el mismo laboratorio o en otro laboratorio del CENAM.

El gran número de datos que se manejan en estos archivos electrónicos por expediente ocasiona que el proceso de lectura sea lento.

Son muchas las mediciones que se han generado desde años anteriores por lo que se requiere que la información se pueda consultar en forma ágil y confiable.

La información se almacena en el disco duro de una computadora y se hace un respaldo externo, pero no en un servidor. Estos archivos de Excel no cuentan con protección informática para evitar un posible daño de la información.

En la Figura 3 se muestra el proceso de la obtención de la información de las mediciones del Laboratorio de Potencia y Energía.

Figura 3 Proceso de obtención de la información de las mediciones.



Fuente Figura. Elaboración propia

De acuerdo con las instrucciones de trabajo con números de registros: 410-AC-IT.001, 410-AC-IT.002, 410-AC-IT.004, 410-AC-IT.005, 410-AC-IT.007, se menciona que actualmente en este Laboratorio se obtienen los archivos en Excel.

Castruita (2016a) indica en 410-AC-IT.001 que los datos adquiridos durante la calibración de generadores de energía eléctrica de alta exactitud en energía eléctrica, tensión eléctrica alterna, corriente eléctrica alterna y ángulo de fase, se introducen por el responsable de la calibración en una hoja de Excel previamente validada, donde se realizan los cálculos en forma automática del valor de la energía eléctrica medida, el error de medición y la incertidumbre asociada al instrumento bajo calibración (IBC), para cada uno de los puntos de calibración.

En la Instrucción de trabajo 410-AC-IT.002, se menciona que los datos adquiridos durante la calibración de medidores de energía eléctrica de alta exactitud en tensión eléctrica alterna, energía eléctrica y ángulo de fase, se introducen por el responsable



de la calibración en una hoja de Excel previamente validada, donde se realizan los cálculos en forma automática del valor de la tensión medida, el error de medición y la incertidumbre asociada al IBC, para cada uno de los puntos de calibración mostrados (Castruita, 2016b).

En la Instrucción de trabajo 410-AC-IT.004, se comenta que los datos adquiridos durante la calibración de medidores de alta exactitud en las magnitudes de potencia eléctrica activa y potencia eléctrica reactiva se introducen por el responsable de la calibración en una hoja de Excel previamente validada, donde se realizan los cálculos en forma automática del valor de la potencia medida, el error de medición y la incertidumbre asociada al IBC, para cada uno de los puntos de calibración (Castruita, 2016c).

En la Instrucción de trabajo 410-AC-IT.005, se menciona que los datos adquiridos durante la calibración en campo de medidores de facturación de energía eléctrica tipo multifunción se introducen por el responsable de la calibración en una hoja de Excel previamente validada, donde se realizan los cálculos en forma automática del valor de la energía medida, el error de medición y la incertidumbre asociada al IBC, para cada uno de los puntos de calibración (Castruita, 2016d).

En la Instrucción de trabajo 410-AC-IT.007, se menciona que los datos adquiridos durante la calibración de medidores de ángulo de fase o factor de potencia, se introducen por el responsable de la calibración en una hoja de Excel previamente validada, donde se realizan los cálculos en forma automática del valor del ángulo de fase o factor de potencia, el error de medición y la incertidumbre asociada al IBC, para cada uno de los puntos de calibración (Castruita, 2016e).

Los resultados obtenidos del servicio de calibración son registrados en un archivo electrónico y guardados en un archivo nuevo por cada cliente.



Los resultados de la calibración se reportan en un certificado de calibración de acuerdo con el procedimiento 100-AC-P.010 “Elaboración de certificados de calibración” para su entrega al cliente.

Por lo anterior expuesto se presenta la necesidad de desarrollar un sistema automatizado para concentrar estas mediciones y pueda consultarse su historial.

Para la elaboración de la Base de datos se utilizará el modelo relacional. A finales de la década de 1960, Edgar Frank Codd definió las bases del modelo relacional, cuando en 1970 publicó el documento “Un modelo relacional de datos para grandes bancos de datos compartidos”.

Codd se apoyó en los trabajos matemáticos Cantor y Childs cuya teoría de conjuntos es considerada la base del álgebra y del modelo relacional.

Según el modelo de Codd, los datos se agrupan en relaciones representados por estructuras que agrupan datos referidos a una misma entidad en forma organizada. Las relaciones, además estructuran datos de forma autónoma en relación con su almacenamiento real en la computadora.

Hubo una evolución a través de los años y fue en 1990 cuando se libera versión dos del modelo relacional (RM/V2), también realizada por Codd. Fue cuando surgió la propuesta de Michael Stonebraker para adicionar el modelo relacional con la capacidad de orientación de objetos. (Púlido, Escobar, & Núñez, 2007).

Toda la información de la base de datos debe estar incluida en las tablas de base relacionadas entre sí para que sea accesible, de forma rápida al realizar la consulta evitando errores. La idea es conservar la calidad de los datos para su posterior análisis que se logra con el Lenguaje de programación SQL (Lenguaje de estructura de consultas).



Un buen diseño de base de datos a través del modelo relacional permitirá dar solución a cualquier problema en forma eficiente para el usuario por ello el esfuerzo principal se enfocará en la creación de la base de datos.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

II.1 Modelado basado en la ingeniería de sistemas.

El modelado de cascada del proceso en la ingeniería de sistemas para el desarrollo del software incluye las definiciones de los requerimientos, el diseño, la implementación, codificación, las pruebas del sistema, funcionamiento y mantenimiento.

Los requerimientos indican las funciones que se deben realizar de acuerdo con las consultas realizadas por los clientes del sistema y los usuarios finales basados en la Ingeniería de Requerimientos. El diseño del sistema se ubica en dar las funciones propias del sistema con sus diversos componentes.

Ambos procesos se conectan entre sí debido a que las decisiones del diseño afectan los requerimientos y viceversa; el proceso finaliza cuando la revisión y evaluación demuestra que los requerimientos y el diseño son de alto nivel y están bien detallados.

La implementación del desarrollo del software es el modo de transformar una especificación del sistema en un sistema que se pueda ejecutar.

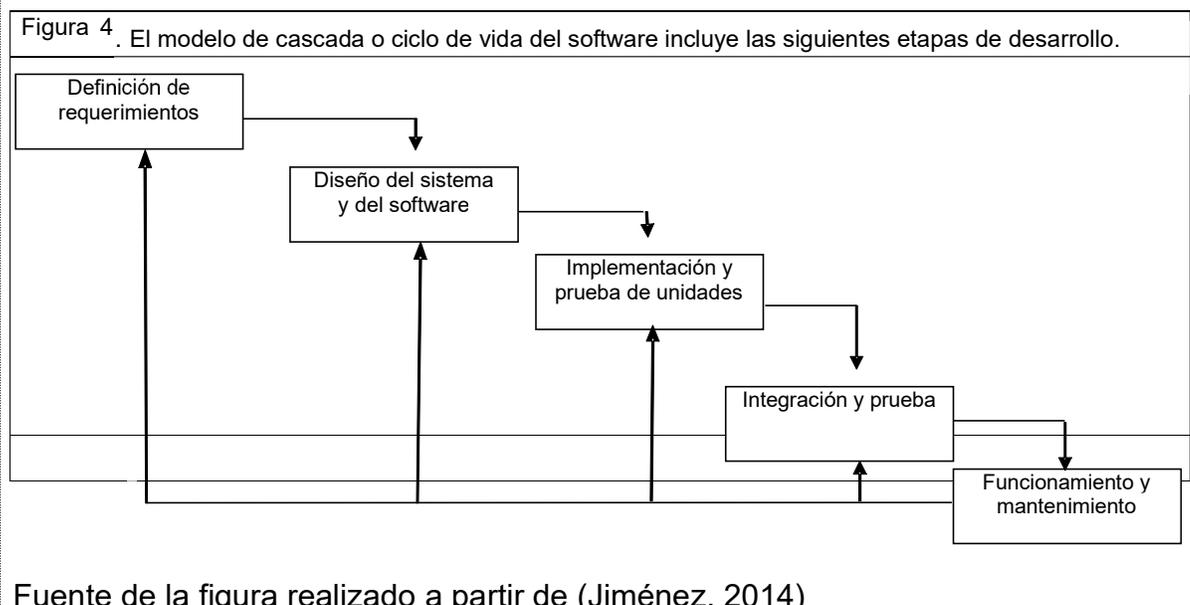
Las pruebas de integración y del sistema consisten en integrar dos o más elementos que se implementan para revisar su funcionamiento que sea correcto en su conjunto, se ocupan de probar el sistema completo para su entrega al cliente.

La definición del modelo de cascada se detalla a continuación:

- 1.-Los requerimientos del sistema dan la definición de las especificaciones de lo que el cliente solicita para que el sistema funcione de acuerdo con sus necesidades.
- 2.-El diseño del sistema se refiere en hacer posibles las funciones del sistema de acuerdo con sus componentes.
- 3.-La implementación es el proceso de convertir una especificación del sistema a un sistema ejecutable.
- 4.-Las pruebas del sistema incluyen dos o más componentes que implementan las características y después se prueban el sistema completo para verificar que funcione bien. Se ocupan de probar el sistema que va a ser entregado al cliente a través del modelo de cascada.

Estas fases se dividen en tareas. Se deben realizar los documentos de cada etapa es de importancia que se lleve a cabo y en donde UML tiene un lugar primordial para quienes desarrollan el Sistema (Jiménez, 2014).

Figura 4. El modelo de cascada o ciclo de vida del software.





Existen las pruebas de integración, en las que el equipo de pruebas tiene acceso al código fuente del sistema se encargan de encontrar los defectos en el sistema. Y las pruebas de entregas son las que se ocupan de realizar las pruebas necesarias al sistema para su entrega al cliente.

II.2 Por qué utilizar en el sistema automatizado el modelado basado en la ingeniería de sistemas.

El desarrollo de la Ingeniería del software tradicional está basado en adquirir los requisitos y documentarlos a partir de la creación de componentes y módulos para integrarlos en un software de aplicación final.

En el modelado de la ingeniería de sistemas los requisitos se modelan a partir de la generación de auto-codificación; cuando hay un cambio en los requisitos no se está obligado a cambiar todo el sistema. Cuando se realiza un cambio en el modelado automáticamente, se realiza el cambio en todo el sistema, en las pruebas y el código en base al modelado. Por lo que se pretende lograr utilizando el modelado de la ingeniería de sistemas un mejor desarrollo del software de calidad.

Dentro del modelado basado en la ingeniería de sistemas para su aplicación en el sistema automatizado que se va a desarrollar se van a utilizar los patrones de diseño, estándares de codificación, pruebas del sistema y las herramientas CASE para el modelado del proceso.

Las herramientas CASE utilizan los diagramas de caso de uso en lenguaje UML (Especificación de Superestructura) para describir los aspectos físicos del sistema y sus subsistemas, en las cuales se utilizan en el modelo de cascada para diseñar el proyecto del desarrollo del software (Jiménez de Parga, 2021).

La arquitectura del sistema automatizado se presentará mediante estos diagramas de integración, diagramas de comportamiento y diagramas de estructura y sus



subsistemas los cuales se describirán con detalle incluyendo la conexión que hay entre ellos.

II.3 Por qué utilizar en el desarrollo del sistema automatizado los patrones de diseño.

Los patrones de diseño son descripciones de clases y objetos que se relacionan entre sí; en particular, resuelven un problema de diseño general de un determinado caso.

Los patrones de diseño dan una ventaja en un determinado lenguaje que se puede analizar en el dominio del problema a resolver indistintamente de que se trate de analizar, diseñar o desarrollar el sistema automatizado, lo que hace que se utilicen los patrones en conjunto para dar soluciones y se genere un sistema eficaz.

El principal motivo de utilizar los patrones de diseño en el sistema automatizado es realizar buenas prácticas de diseño en el que se destaquen las propiedades de interoperabilidad, eficiencia, fiabilidad y verificabilidad además de los principios de modularidad, reutilización, las especificaciones funcionales, el diseño de la interfaz de usuario y la interconexión o acoplamiento entre subsistemas (Jiménez de Parga,2021).

II.4 Patrones de Diseño

Los patrones de diseño ayudan a que sea más sencillo reutilizar los diseños y arquitecturas bien realizados. Los patrones de diseño proveen para que, al momento de elegir los diferentes diseños que logran que un sistema, este sea reutilizable. Logran mejorar la documentación y el mantenimiento de los sistemas que ya existen al proporcionar una especificación de las interacciones entre las clases y los objetos

Teniendo en cuenta que una de las cualidades principales de los patrones debería ser su capacidad para comunicar soluciones reutilizables a personas sin experiencia en ese dominio de diseño, un factor crítico es cómo realizar dicha descripción de tal



manera que el destinatario sea capaz de comprender la motivación, la esencia y la utilidad del patrón (Montero, 2012).

Los elementos esenciales de un patrón de diseño son:

El nombre del patrón se puede detallar en pocas palabras un problema de diseño en conjunto con sus respuestas y efectos.

El problema, es una forma de describir el momento para la aplicación del patrón. Explica el problema en general y lo que lo rodea.

La solución en esta se detallan los elementos que forman el diseño, sus relaciones, responsabilidades y colaboraciones.

II.4.1 Patrones de Diseño estructurales

Adapter (Adaptador). Transforma la interfaz de una clase a otra diferente que es la que esperan los clientes.

Bridge (Puente). Desacopla una abstracción de su implementación, de forma que las dos pueden ser diferentes de manera independiente.

Composite (Compuesto).

Une objetos de estructuras de árbol para obtener jerarquías de parte-todo.

Decorator (Decorador). Junta en forma dinámica nuevas responsabilidades de un objeto, proporcionando una opción flexible a la herencia para ampliar su función.

Facade (Fachada). Da como resultado una interfaz unificada para un conjunto de interfaces de un subsistema.

Flyweight (Peso ligero). Usa el comportamiento para obtener un gran número de objetos finos en manera eficiente.

Proxy (Apoderado). Otorga un sustituto o representación de otro objeto para tener el dominio del acceso al sistema.



II.4.2 Patrones de diseño de comportamiento

Chain of Responsibility (Cadena de responsabilidades). Alude unir al emisor de una solicitud a su receptor, ofreciendo a más de un objeto dar respuesta a la petición.

Interpreter (Intérprete). Indica un determinado lenguaje, el cual nos da una escritura que, en conjunto con un traductor, se utiliza para interpretar las órdenes del lenguaje.

Iterator (Iterador). Da acceso en forma consecutiva a los elementos que integran un objeto sin cambiar su forma interna.

Mediator (Mediador). Describe un objeto que agrupa la forma de relacionarse entre sí un conjunto de objetos. La distribución de los objetos puede llevar a una estructura con conexiones entre los objetos.

Memento (Recuerdo). Da la apariencia externa al estado interno de un objeto sin dejar de tomar en cuenta la encapsulación, de modo que el objeto pueda regresar a ese estado posteriormente.

Observer (Observador). Precisa la dependencia que existe de uno a muchos objetos: si un objeto cambia de estado se notifica y se actualizan los objetos que tengan dependencia de éste.

State (Estado). Cuando un objeto cambia su comportamiento realiza el cambio en su estado interno es decir cambia en automático la clase del objeto.

Templates Method. (Método de plantillas). El Comportamiento se define por el esquema de un algoritmo en una determinada operación que se diferencia en algunas formas hacia las subclases. El método plantilla permite que las subclases puedan volver a definir algunos detalles de un algoritmo.

Se utilizan para la implementación de las partes que no tienen variación en un algoritmo para que en las subclases se realice su implementación debido a que el funcionamiento puede variar.



El funcionamiento más tradicional que existe entre las subclases se factoriza y localiza en una clase común así evitando que se duplique el código.

Ejemplificando la refactorización para generalizarlo primeramente se identifican lo que no es igual en el código y luego se deben separar las nuevas operaciones.

Finalmente se sustituye el código que no es igual a través de un método de plantilla para que realice el llamado a las nuevas operaciones.

Para llevar a cabo el control de las extensiones de las subclases. Se puede realizar la definición del método de plantilla que haga las llamadas de las operaciones “gancho” en algunos puntos específicos que permiten que se hagan extensiones sólo en estos puntos.

Estrategia

1. Definir una familia de algoritmos, encapsular cada uno de ellos y hacerlos intercambiables.
2. La estrategia permite que el algoritmo varíe independientemente de los clientes que lo utilizan.
3. Se desarrolla el dominio del acceso al sistema.

II.4.3 Patrones de diseño creación de objetos

Abstract Factory (Fábrica abstracta). Da un interfaz para originar familias de objetos que tengan relación entre sí o dependan una de la otra, sin dar a conocer sus clases.

Builder (Constructor). Aparta la formación de un objeto complejo de la forma en que se visualiza, el mismo proceso de formación puede crear diversos escenarios.

Factory Method (Método de fabricación). Establece una interfaz para crear un objeto, sin embargo las subclases son las que deciden que clase declarar.

Prototype (Prototipo). Indica los tipos de objetos que se van a formar de acuerdo con prototipos.



Singleton (Único). Da la seguridad de que una clase tenga una sola ejecución por lo que da un solo punto para acceder a ella.

III. OBJETIVOS

Objetivo general:

Aplicar técnicas de modelado de sistemas para el desarrollo de un Sistema Automatizado de Administración y Control de las Mediciones (SAACM) de los servicios de calibración realizados a medidores de la calidad de la potencia eléctrica de los clientes en el Laboratorio de Potencia y Energía del CENAM para la toma de decisiones y la optimización de tiempos.

Objetivos parciales o específicos:

Aplicar el modelado basado en la ingeniería de sistema para el desarrollo de un sistema automatizado para administrar la información de las mediciones de los servicios de calibración del Laboratorio de Potencia y Energía.

Implementar protocolos de seguridad para que al guardar la información tenga los respaldos requeridos en el servidor.

Explicar la forma en este sistema automatizado ayudará a la toma de decisiones y a optimizar el tiempo de los usuarios.

Aplicar y analizar el patrón de diseño adecuado para el desarrollo del sistema automatizado en el diseño de múltiples capas asegurando la calidad del software.

Utilizar el modelado basado en la ingeniería para que se puedan realizar pruebas de unidad de una manera más sencilla y de más calidad.

Utilizar los estándares de codificación que aseguren la legibilidad del código el re-uso en otras plataformas.

- Demostrar que en la implementación del sistema automatizado se puedan utilizar las técnicas del modelado de sistemas.



- Demostrar que, utilizando los patrones de diseño, se puede implementar un sistema automatizado que nació de modelado basado en la ingeniería para resolver la aplicación.

IV. MARCO TEÓRICO

Todas las organizaciones necesitan para su funcionamiento un conjunto de informaciones que se han de transmitir entre sus distintos elementos, para que aporten la información de la organización de forma eficaz y eficiente para la gestión y toma de decisiones, a través de un sistema de información formal.

Un sistema de información se compone de los siguientes elementos: contenido de datos, equipo físico es decir el hardware, soporte lógico como el software y el sistema gestor de la base de datos), administradores del área de datos y de informática y de los usuarios informáticos o no informáticos.

Los sistemas de información son sistemas de comunicación que incluyen varios aspectos entre ellos las personas en el proceso de producción, la recopilación de los datos, el almacenamiento, la difusión de la información para que los datos en una organización puedan servir para la toma de decisiones (Beynon-Davies, P. 2014).

Una base de datos (B.D.) es un conjunto o colección de datos almacenados en un soporte informático. Estos datos tienen una relación entre sí y están estructurados de acuerdo con un modelo capaz de recoger el máximo contenido en la forma en que se escriben. Las B.D. tienen la finalidad de servir a las diferentes organizaciones, que han de atender a muchos usuarios y diversas aplicaciones.

Una base de datos es una colección de información para la organización de los datos, para que su acceso, su gestión y actualización sea fácil. (Pulido, Escobar, Núñez, 2019).

Una B.D. tiene algunas características:



Los datos son independientes para que puedan ser utilizados por cualquier aplicación.

Se requiere que sean redundantes para evitar se dupliquen.

Deben ser seguros para evitar el acceso de usuarios no autorizados.

Un sistema de gestión de bases de datos en un sistema mecanizado por computadora para el manejo por medio de paquetes de software llamado sistema de manejo de base de datos o DBMS (Database Management System). Los componentes fundamentales de un sistema de base de datos son el hardware, el software DBMS, los datos y los usuarios.

Es una herramienta de mucha utilidad para la estructuración, almacenamiento y control de los datos que ofrecen una interfaz para acceder a la base de datos, generalmente el tiempo de respuesta para realizar la consulta de los usuarios es muy bajo por lo que es eficiente (Millán, 2017).

Las bases de datos se estructuran con diversos registros de información con su título de identificación a través de un esquema. El esquema es la definición de la estructura que almacena los datos, es lo que le da un orden y organización de la información mediante tablas, registros y campos, es muy necesario que se identifique bien el tipo de información que se va a almacenar para que cuando se realice la consulta esta se pueda filtrar y mostrar adecuadamente. Se pueden mostrar tipos de datos numéricos, que son con los que se pueden realizar diferentes operaciones aritméticas y los datos alfanuméricos, son los que combinan los numéricos con los alfabéticos (López, Castellano, & Ospino, 2013).

El administrador de la base de datos es quien realizará la base de datos elabore esos diccionarios de acuerdo con el tipo de información que se va a almacenar en la base de datos y de acuerdo con el sistema gestor que se va a utilizar para estructurar la base de datos. Los índices de búsqueda se recomiendan sean pequeñas palabras



fáciles de identificar para ponerle nombre a los campos que se pretenderían buscar es lo que menciona.

Una de las funciones del administrador de la base de datos es: revisar el diseño lógico, realizar el mantenimiento del diseño físico, el mantenimiento de la seguridad, el mantenimiento de la política de recuperación, instalación, configuración del software

(Abelló et al, 2015).

Para desarrollar el diseño del sistema automatizado se utilizarán los patrones de diseño de estructura por lo que se escogerá cual es el más adecuado para este sistema específico por lo que a continuación se indican los diversos tipos.

IV.1 Método estructurado

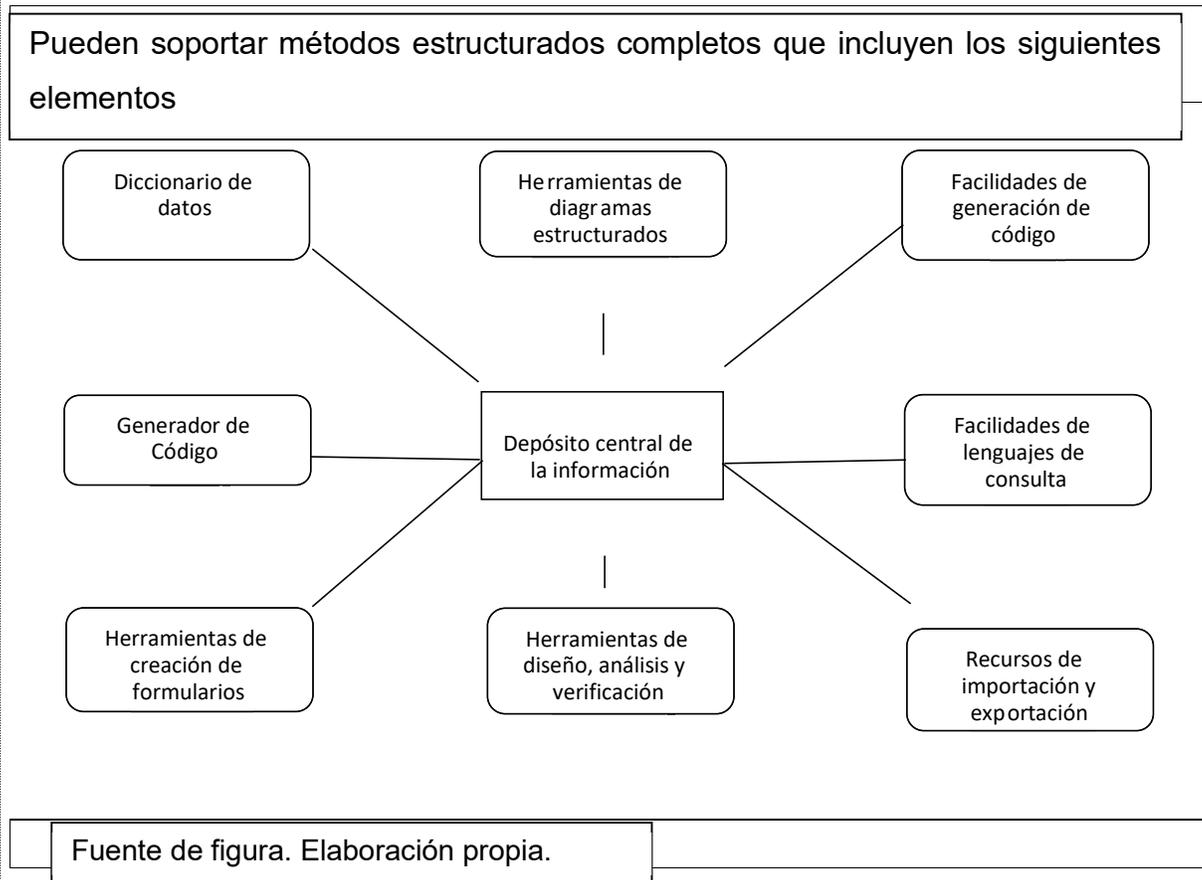
Un método estructurado es una manera de sistematizar la forma de realizar modelos de un sistema que ya existe o que se va a desarrollar. Estos métodos tienen sus propios modelos de sistemas favoritos tienen un conjunto de reglas y guías que se basan en la aplicación de dichos modelos. Generalmente se tienen herramientas CASE que pueden usar estos métodos.

El Lenguaje Unificado de Modelado (UML) es un lenguaje para especificar, construir, visualizar, documentar, modificar el diseño de un sistema de información, el cual incluye varios diagramas que dan la representación desde diversos escenarios de su desarrollo (Conesa et al, 2014).

Este lenguaje está basado en la utilización de las herramientas CASE.

UML se ha convertido en la notación visual estándar en la práctica específica para el modelado orientado a objetos, influye ampliamente en la robustez, mantenimiento y reutilización de los componentes software por tal motivo se pretende utilizarlo en este proyecto.

Figura 5 Las Herramientas CASE.



- 1.- El diccionario de datos. - Proporcionan la información sobre las entidades usadas.
- 2.- Las herramientas de diagramas estructurados. -Son utilizados para crear objetos de modelos, modelos de datos, etc.
- 3.- Generación de código. - Generan el código a partir del diseño registrado en el almacén central.
- 4.- Lenguajes de consulta. - Ayuda al diseñador a encontrar diseños y la información de los diseños.
- 5.- Generación de informes. - Reciben la información del almacén central y se obtiene la documentación del sistema.



6.- Herramientas de creación de formularios. - Especifican los formatos de las pantallas y los documentos.

7.- Herramientas de diseño, análisis y verificación. - Se revisa como está realizado el diseño y se dan a conocer los errores y lo que funcione mal.

8.-Recursos de importación y exportación. - Se permite la permuta de información desde el almacén central hasta con otras herramientas del desarrollo de software.

Los conjuntos de herramientas CASE completos permiten al usuario generar un programa a partir de la información que se registra en el modelo del sistema.

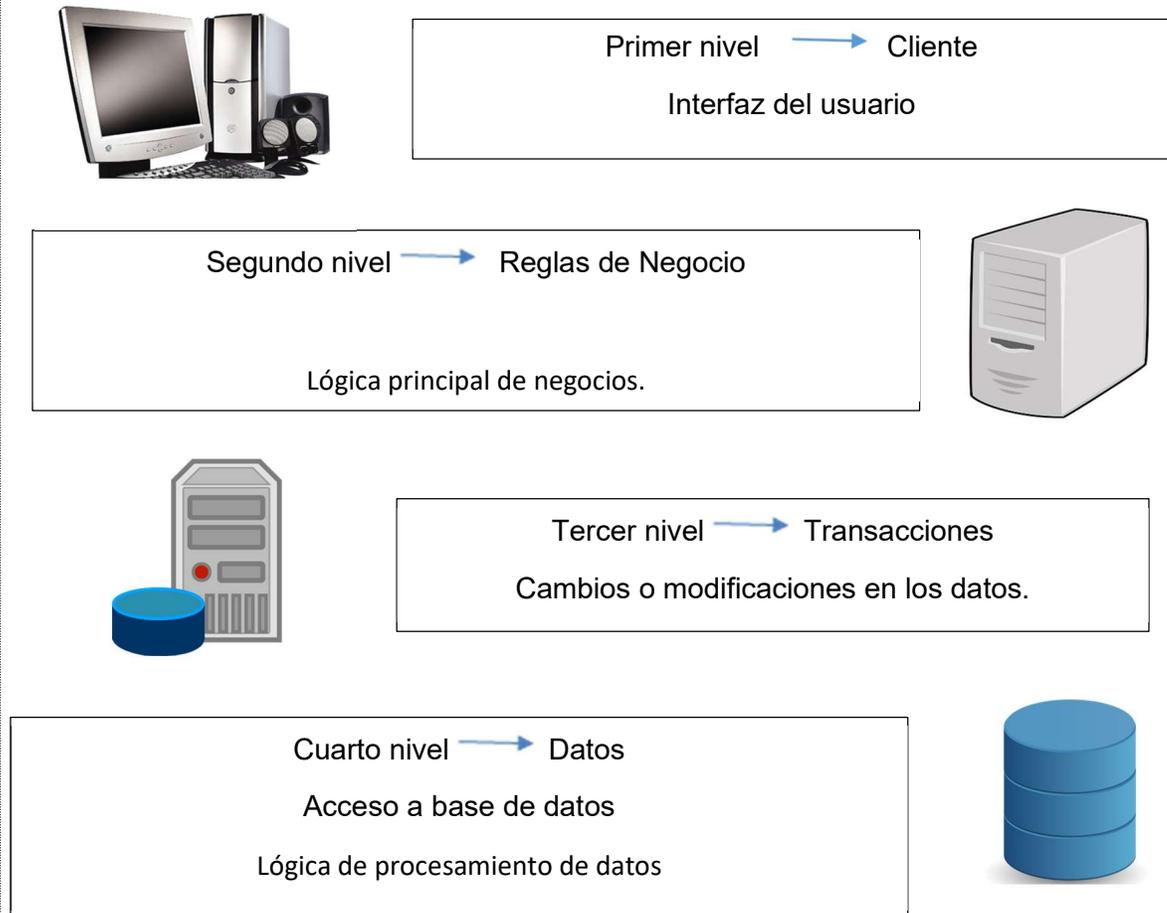
IV.2 La Arquitectura de la Base de Datos

Beynon-Davies, P. (2014) indica que la arquitectura de las Bases de datos que conforma un Sistema de la Tecnología de la información y comunicaciones se realiza en cuatro capas o niveles:

- 1) El nivel de interfaz del usuario, que se ejecuta en la computadora del usuario final es decir el cliente.
- 2) El segundo nivel es en donde se gestiona la lógica de la aplicación mediante un modelo definido de reglas de negocio.
- 3) El tercer nivel de las transacciones desempeña el papel de unión entre la capa de reglas y de la interfaz del usuario.
- 4) El cuarto nivel es un Sistema Gestor de Base de Datos, que es el que almacena los datos requeridos se le conoce como servidor de base de datos, en donde se administran los datos.

Estos cuatro niveles se representan en la siguiente figura:

Figura 6. Infraestructura de cuatro niveles de una Base de datos.



Fuente figura 6: Elaboración propia a partir de (Beynon, 2014).

La base de datos relacional es aquella que se realiza y se conecta mediante tablas, las cuales se pueden interrelacionar entre sí, son necesarias para compartir datos en una Empresa. Ejemplos de estas son los lenguajes de programación siguientes: Access, Fox Pro, Dbase, Informix, MySQL, Microsoft SQL Server, Oracle entre otras (Garzón, 2010).



A continuación se mostrarán los tres principales administradores de bases de datos que pueden ser usados para desarrollar este proyecto MySQL, Microsoft SQL Server y Oracle.

MYSQL

MYSQL es un sistema gestor para la creación de bases de datos de código abierto que opera con los sistemas Unix, Linux y Windows. Desde el año 2000 la licencia no tiene costo, es fácil de utilizar y también para instalarlo, es muy rápido para realizar consultas con el lenguaje SQL. Sus características y funciones están bien implementada.

El estándar SQL ANSI/ISO tiene algunas restricciones de integridad de los datos más simples su implementación es uniforme en casi todos los productos comerciales SQL (Valderrey, 2015).

Microsoft SQL Server

Es una plataforma globalizada de base de datos para gestionar y analizar la información con varias herramientas integradas que tienen varias características para el desarrollo de una interfaz. Se encuentra integrada con Microsoft Visual Studio.

Microsoft SQL Server tiene las siguientes tecnologías que lo componen: motor de base de datos, Analysis Services, Reporting Services, Integration Services y Master Data Services. En el proceso de instalación, la página de selección de características permite elegir diversos componentes que deseen incluir cuando se realiza la instalación. (Medina,2015)

Su diseño tiene características a nivel empresa, que es capaz de dar funcionalidad de acceso de datos en grandes cantidades de información, tiene alta escalabilidad, es segura; puede cubrir las necesidades para transferir información para las organizaciones. (Otey,2010)



Se considera que este gestor de base de datos será el que se utilizará debido a que tiene ventajas sobre los otros gestores por ser considerado el motor de base de datos de mejor invocación, de gran potencia y con mayor demanda por los administradores de bases de datos, que seguirá creciendo en el futuro. (Medina, 2015)

Oracle 11g

Es un sistema gestor de bases de datos que reúne varias herramientas de software que son capaces de estructurar en varios discos duros los componentes de una base de datos que permiten el acceso a la información contenida tanto en herramientas gráficas como en diferentes lenguajes de programación. La licencia es costosa (López et al., 2013).

IV.3 Interfaz o forma de consultar la base de datos

A un sistema de información puede tenerse acceso de diversas formas como: acceso desde una página web, a través de un sistema como podría ser realizado sea través de un lenguaje de programación como Visual Basic o PHP. Cada forma tiene su propia forma de representarse de acuerdo con la interfaz que el usuario necesite o la forma más en que quiera realizarla.

La norma del lenguaje de marcas de hipertexto (HTML) es de formato de texto lo que da un formato de texto ordenado y real de la información más destacada. Los hipervínculos que se muestran en la Web cuando se pulsan indican los datos del documento al que se quiere consultar los cuales son muy útiles para los usuarios para poder consultar la información deseada.

HTML

PHP sus siglas en ingles sus siglas son Hypertext Pre-Processor su traducción es Lenguaje de Programación Interpretado es un lenguaje de Código abierto que se basa en Servidor y que lo incluye el lenguaje HTML es compatible con los principales servidores web en especial es manejado por Apache.



Cuando alguien observa una página realizada con PHP no puede reconocer si se realizó, por este lenguaje, debido a que aparecerá como lenguaje HTML, el resultado de PHP normalmente es HTML esto ayuda a que conserve la confidencialidad del Código y se evite que la página sea copiada (Suehring S., Converse T., 2009).

PHP es un lenguaje de programación de servidor, se lleva a cabo la ejecución del lado del servidor web, después se enviará el resultado a internet. Es gratuito. De código abierto, es independiente y rápido en su ejecución. PHP puede ser utilizado en programación estructurada como en programación orientada a objetos (Escarcena, 2020).

ASP.Net

Es una infraestructura digital web de código abierto para la construcción de aplicaciones páginas web modernas y servicios con .net. ASP.NET crea sitios web basados en HTML, CSS y JavaScript que es sencillo, rápido y puede ser utilizado por muchos usuarios.

Para el desarrollo y la arquitectura de un proyecto de base de datos se utilizan cuatro elementos: Las arquitecturas referenciales que identifican las decisiones para el diseño. Bloques de aplicación son componentes de Visual Basic y C# que proporcionan un marco específico de aplicaciones. Guías de diseño proporcionan recomendaciones detalladas sobre arquitectura y mejoras para tipos específicos de aplicaciones, componentes y servicios.

Para la arquitectura de un proyecto de base de datos se utilizan cuatro niveles:

1. Nivel conceptual de acuerdo con un enfoque de la organización. De forma independiente del SGBD.
2. Nivel lógico es en sí la estructura de la base de datos, un modelo de datos basado en un Sistema gestor.



3. Nivel interno describe la memoria externa de la computadora de los datos de acuerdo con el nivel lógico.
4. Niveles externos para cada uno detalla los datos y las relaciones que existen entre sí para una aplicación determinada (Pulido et al, 2019).

Seguridad

Es necesario asegurar que la base de datos conserva la integridad de la información que se tiene en ella para que no haya pérdida de información y haya consistencia en los datos. Además de la protección contra la introducción accidental de inconsistencia, puede ser necesario proteger los datos almacenados en la base de datos frente a accesos no autorizados y destrucción o alteración malintencionada.

La seguridad de los datos tiene la finalidad de crear y aplicar una serie de estrategias que incluyan los procesos en donde los datos son la prioridad. Las estrategias se deben fijar en el establecimiento de las políticas, las formas de controlar la seguridad y los procedimientos para identificar las amenazas y pongan en riesgo los datos (González, 2015).



V. JUSTIFICACIÓN

El modelado basado en la ingeniería de sistemas ayudará a que el desarrollo del sistema automatizado sea de buena capacidad de desempeño, con buen mantenimiento, con un software robusto, autogeneración de código, escalabilidad sólida con el modelado de sistemas y aplicación de los patrones de diseño.

El sistema automatizado permitirá conocer el desempeño del patrón de medición de la calidad de potencia eléctrica a lo largo del tiempo, y constituye una información valiosa para el CENAM para participar en una futura comparación internacional de patrones de medición de calidad de la potencia eléctrica.

El sistema automatizado apoyará a evaluar el desempeño de nuevos algoritmos de medición de la calidad de la potencia eléctrica para estado dinámico/transitorio.

El sistema automatizado apoyará a realizar servicios de calibración de patrones y medidores de la industria incrementando la confiabilidad de los servicios de calibración.

La información de las mediciones se encuentra en varias computadoras y en diversos archivos de excel en el momento de estar buscando la información y debido a que los archivos son muy grandes la información tarda en cargarse y en abrirse para realizar consultas por lo que esto ocasiona que los metrólogos pierdan tiempo el cuál es muy valioso para ellos, se necesita aprovechar al máximo. Un sistema automatizado optimiza el tiempo de consulta, la localización de la información es rápida.

Cuando el metrólogo requiere consultar la información para realizar un servicio de calibración necesita buscar el historial de las mediciones al menos de dos años anteriores, para un determinado equipo con marca, modelo y número de serie específicos por lo que este historial se traduce en invertir tiempo para realizar este



expediente. Por lo que el tiempo de respuesta para la gestión de información puede reducirse al tener implementado un sistema automatizado.

Actualmente, se encuentran los datos de las mediciones realizadas en archivos de excel en varias computadoras por lo que esto puede ser de riesgo para perder la información que es de gran valor para el CENAM, por lo que es necesario proteger los datos contra el acceso accidental o intencionado por parte de individuos no autorizados y contra su indebida destrucción o alteración.

Debido a la confidencialidad con la que se debe manejar la información generada en las mediciones del CENAM es necesario no dar autorización para que puedan tener acceso a ella, usuarios no permitidos, por lo que es necesario protegerla, es necesario que el usuario se identifique con una contraseña y especificar el tipo de privilegios que podrá tener sobre esta.

Para que la información de las mediciones del CENAM esté disponible en menor tiempo es indispensable realizar un sistema automatizado que asegure que los datos puedan ser usados por los métrólogos en el momento que la requieran por lo que es necesario tener mecanismos que permitan recuperar la base de datos contra fallas lógicas y físicas que puedan destruir los datos en todo o en parte.

Una vez que se tenga la información en el sistema automatizado será necesario realizar al menos una copia de seguridad de cada archivo en forma periódica ya sea cada dos o tres meses y conservarla en un servidor para evitar posibles fallas de la computadora(s) y evitar perder datos.



VI. DESARROLLO

VI.1 ANÁLISIS DE ARCHIVOS DE EXCEL DE MEDICIONES DEL LAB. POTENCIA Y ENERGÍA

Se analizó el archivo en Excel con las mediciones que se realizan en el Laboratorio de Potencia y Energía debido a que son archivos de diversas magnitudes siendo muy pesados en su volumen y extensos. En éste caso se tiene un archivo de 50,902 kb; el número de filas que lo componen aproximadamente es de 47000 filas por lo que de ahí se realizaron varios archivos clasificándolos por magnitud de medición para que sea más fácil y entendible su consulta con la ayuda de algunas funciones como autollenado, búsquedas especiales en Excel; fue posible ordenar los datos indicando los nombres de las tablas que conformarían la base de datos en Microsoft SQL Server la cual puede guardar los datos en forma muy eficiente.

VI.2 CREACIÓN DE ARCHIVOS DE EXCEL PARA EL FORMATO DE LA BASE DE DATOS

Se crearon varios archivos de Excel en formato tablas de base de datos clasificándolos por magnitud en dos tipos por Instrumento Bajo Calibración (IBC) e Instrumento de Referencia (Ref) de ahí se desglosan por los siguientes nombre Energía Eléctrica Activa, Energía Eléctrica Reactiva, Incertidumbre, Cartacontrol, Resultados, Mediciones, Resúmenes, etc.

VI.3 IMPORTACIÓN DE LOS ARCHIVOS DE EXCEL CREADOS A LA BASE DE DATOS.

Se obtuvieron 79 archivos los cuales se ingresaron a Microsoft SQL Server, 41 del Instrumento de Referencia y 38 del Instrumento Bajo Calibración. El tiempo en que se tarda el sistema gestor en subir un archivo es de aproximadamente 10 s.

VI.4 CREACIÓN DE LA BASE DE DATOS

El nombre de la Base de datos es “mediciones” la cual cuenta con 79 tablas las cuales fueron alimentadas con los datos de los archivos de excel, a cada tabla se le dió un nombre para su identificación.

VI.5 DIAGRAMAS UML PARA LA MODELACIÓN DEL SISTEMA.

DIAGRAMA DE CASOS DE USO

El Diagrama de casos de uso describe una secuencia de eventos que realiza un actor (agente externo) que usa el sistema para llevar a cabo un proceso que tiene algún valor para el [Jacobson 92].

Se muestran en conjunto los diversos casos de uso que se van a utilizar en un sistema, como los actores y la relación que existe entre sí y los casos de uso. Teniente López, E. Costal Costa, D. y Sancho Samsó, M. R. (2015).

El Sistema de mediciones se diseñó de acuerdo con el Diagrama de caso de usos para que los usuarios puedan gestionar los datos de las mediciones por cada tabla. Se agregó una para cada página y se podrán eliminar, modificar, agregar y dar de alta nuevos registros.

Consultar los datos de acuerdo con la fecha para que sea más rápida su localización y filtrar de acuerdo con algún texto de referencia.

Actores primarios: Coordinador Científico, Metrólogos del Laboratorio de Potencia y Energía

Interesados y objetivos:

Metrólogos. - Quieren realizar las consultas de las mediciones en cualquier momento.

Coordinador Científico. - Quiere realizar la consulta de los datos y los reportes solicitados.

Precondiciones:

Un cliente está solicitando un servicio de calibración por lo que el Metrólogo está requiriendo la consulta de las mediciones.

Garantía de éxito(postcondiciones):

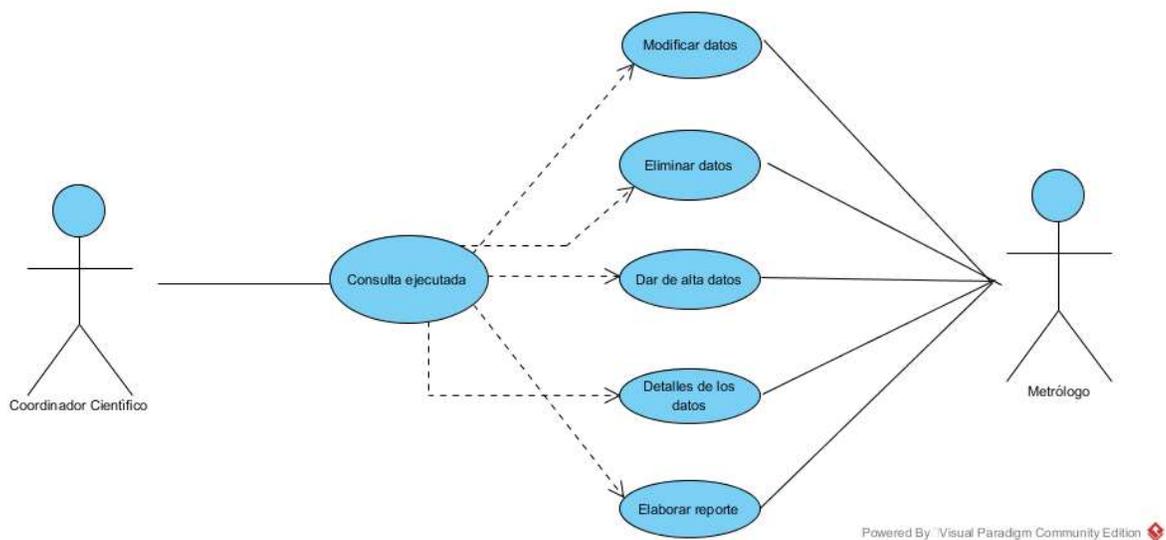
Se ejecutará la consulta solicitada como resultado final habrá un reporte.

Escenario principal de éxito:

Realizará la consulta en un periodo de tiempo de respuesta mínimo y podrá ejecutar el reporte en el formato que mejor le convenga PDF, Word, Excel, etc.

A continuación, se muestra el diagrama de casos de uso del Sistema:

Figura 7. PKG Diagrama de Caso de Usos del Sistema mediciones.



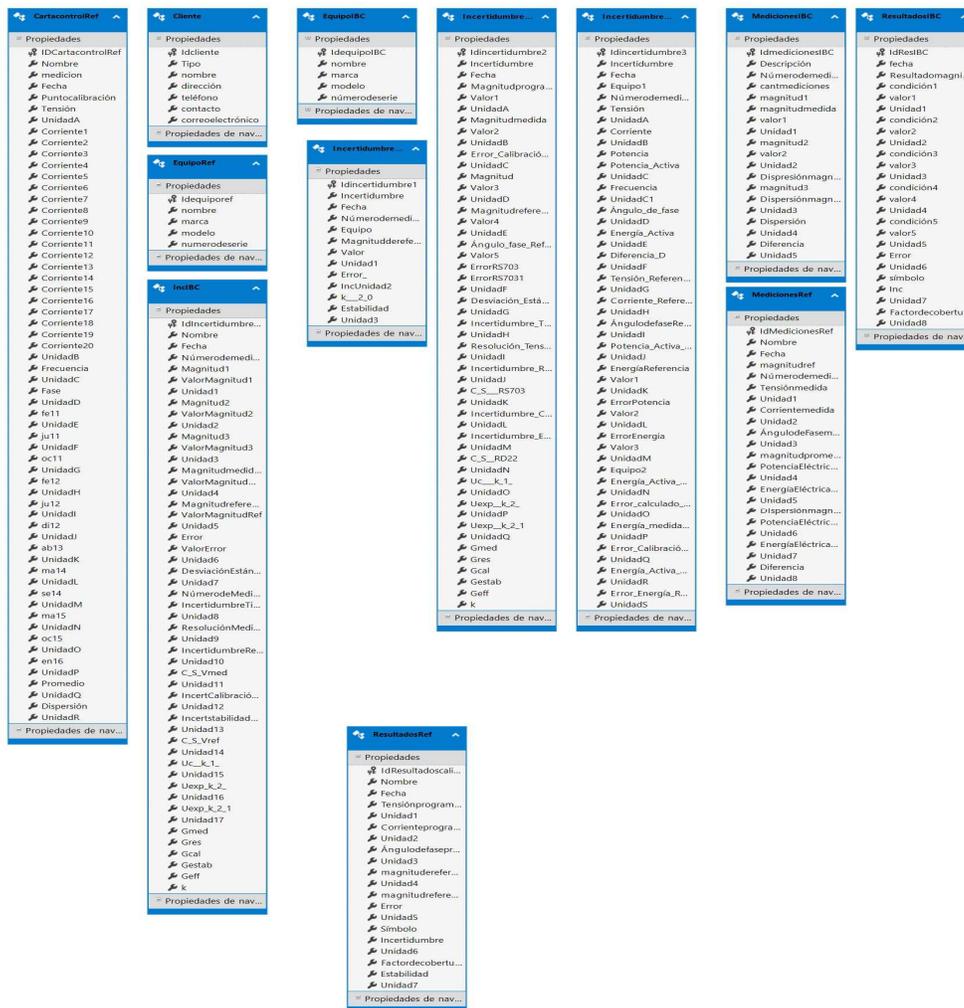
Fuente de figura: Elaboración propia diseñado en la Herramienta Visual Paradigm.

DIAGRAMAS DE CLASES Y DE OBJETOS

En el diagrama de clases se muestra la forma estática en que está compuesto el Sistema las entidades, objetos que lo componen mostrando los atributos y operaciones a través de los métodos get y post.

A continuación se encuentra el diagrama de las clases de entidades y objetos del Sistema de la página que se encuentran disponibles:

Figura. 8 PKG Diagrama de Clases y Objetos del Sistema mediciones.

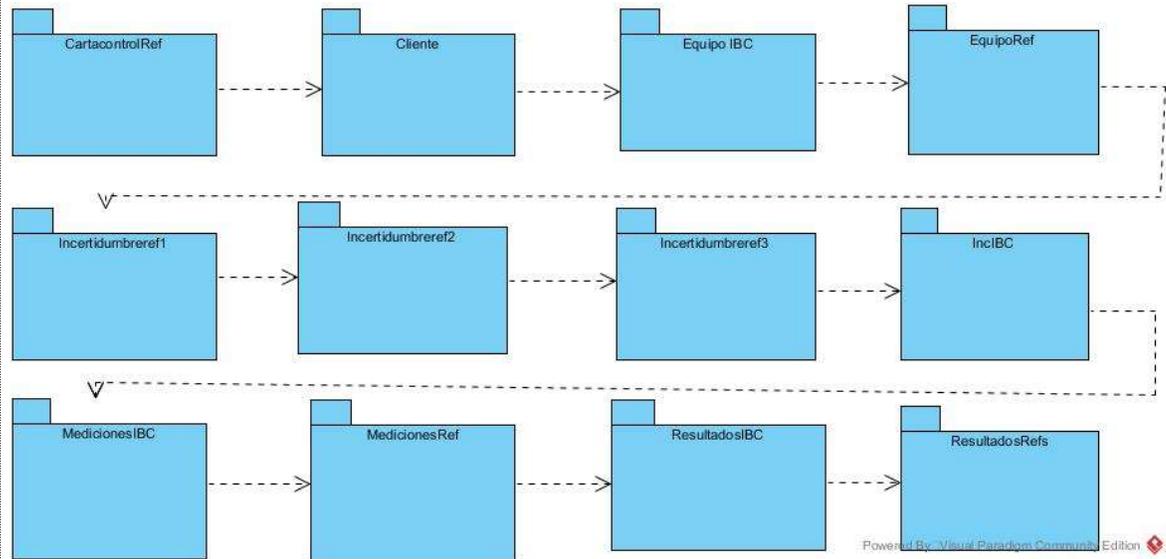


Fuente de la figura. Elaboración propia a partir del modelo de MVC.

DIAGRAMA DE PAQUETES

Se agruparon las clases en módulos.

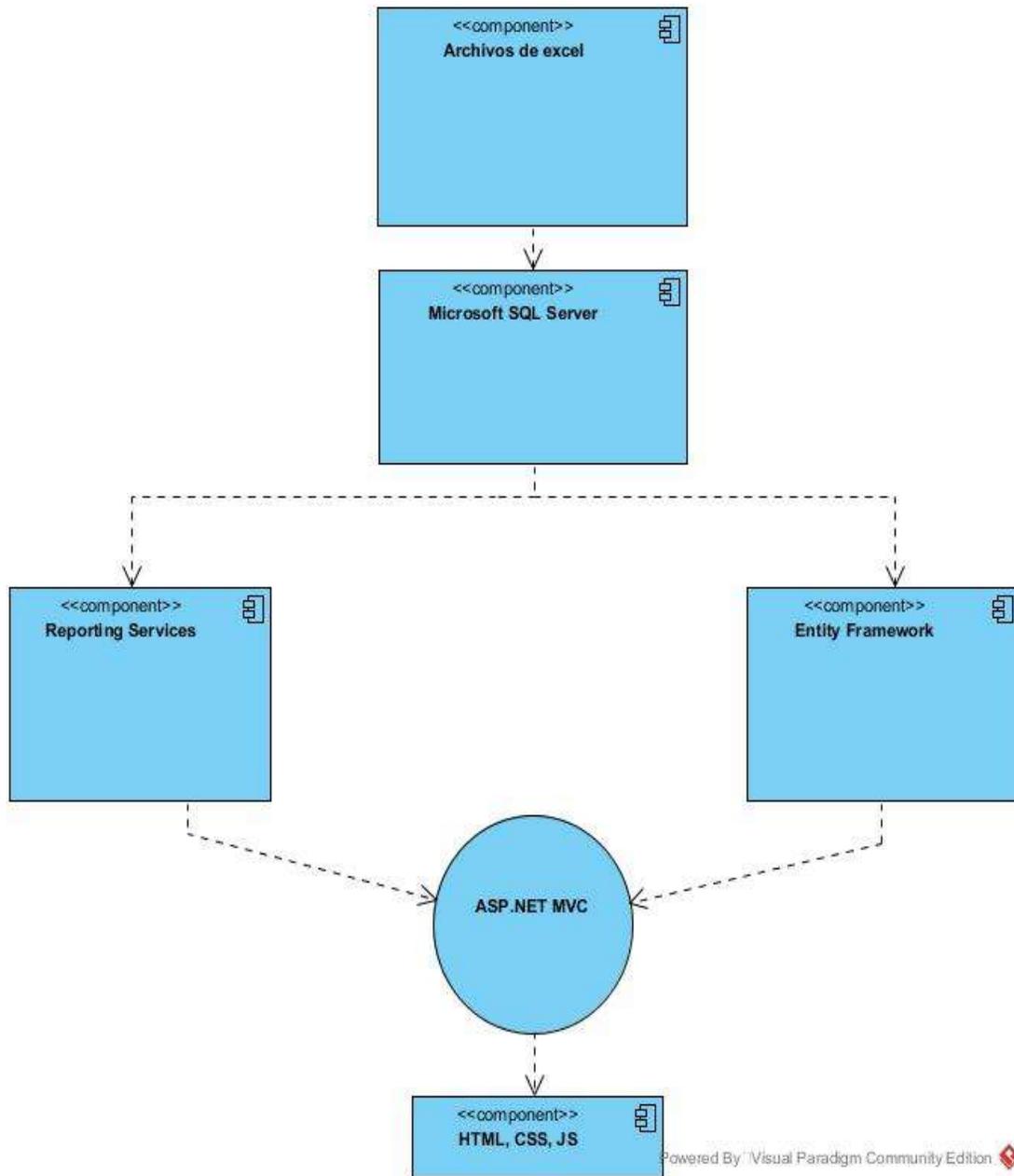
Figura 9. PKG Diagrama de paquetes del Sistema mediciones.



Fuente de figura. Elaboración propia con la herramienta Visual Paradigm.

ARQUITECTURA DEL SISTEMA

Figura 10. PKG Diagrama de componentes del Sistema mediciones.



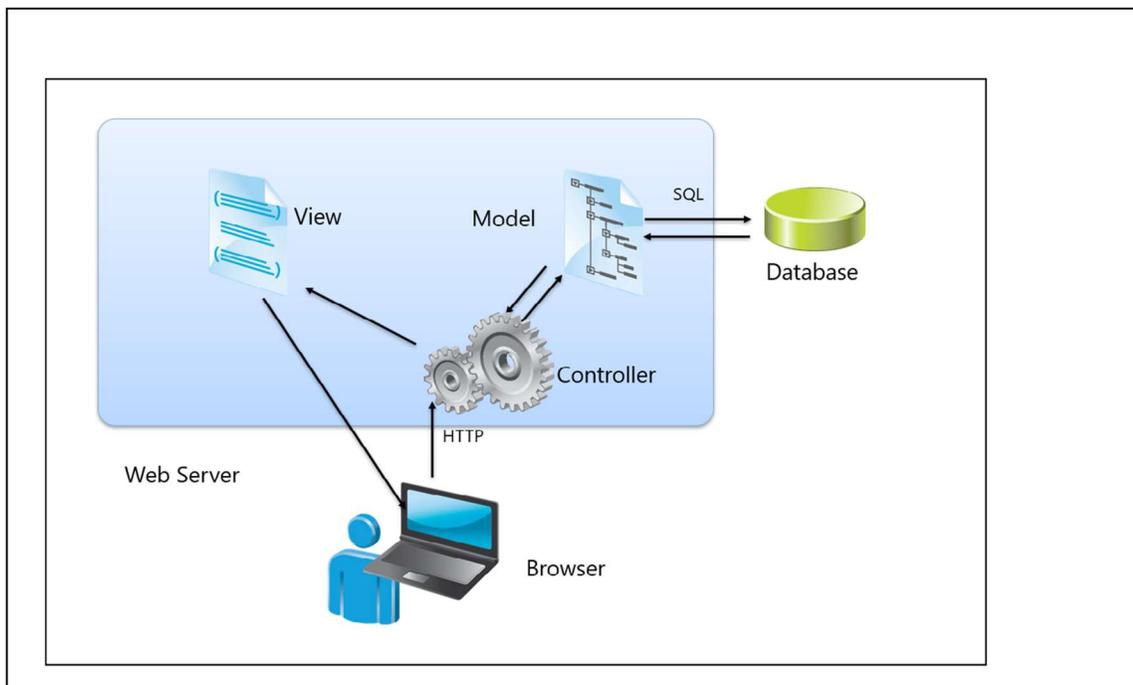
Fuente de figura. Elaboración propia con la herramienta Visual Paradigm.

VI.6 CREACIÓN DEL PROYECTO EN VISUAL STUDIO

Se creó un proyecto en Visual Studio Community de Aplicación web ASP.NET (.NET Framework) MVC agregando Entity Framework como referencia.

A continuación se muestra un diagrama de cómo funciona MVC.

Figura 11. PKG Modelo MVC del Sistema mediciones.



Fuente de figura. Elaboración propia.

Las aplicaciones MVC se caracterizan por tener una fuerte separación de lógica empresarial, datos código de acceso y la interfaz de usuario en modelos, controladores y vistas. Es un avanzado modelo de programación que Web Forms y Páginas de entorno Web, y es adecuado para realizar aplicaciones a gran escala.

Un modelo contiene lógica empresarial de la aplicación, validación y lógica de acceso a la base de datos. Cada sitio web representa a las páginas HTML que se puedan mostrar en un navegador. Esta presentación se complementa con vistas para que el usuario pueda interactuar. Una vista recupera los datos del modelo de la base de



datos y los representa en una página web para que el usuario pueda ver todos los detalles.

Los controladores de cada sitio web deben interactuar con los usuarios cuando seleccionan los botones y enlaces. Los controladores responden a las acciones del usuario, cargan los datos desde un modelo y los pasa a una vista.

El modelo de programación MVC tiene las siguientes ventajas:

- Las vistas permiten al desarrollador tomar un control preciso del HTML que se representa.
- Puede utilizar el motor de enrutamiento para tomar un control preciso de las URL.
- La lógica empresarial, la lógica de entrada y la lógica de la interfaz de usuario se separan en modelos, controladores y vistas.
- Son posibles las técnicas de prueba unitaria y el desarrollo basado en pruebas (TDD).

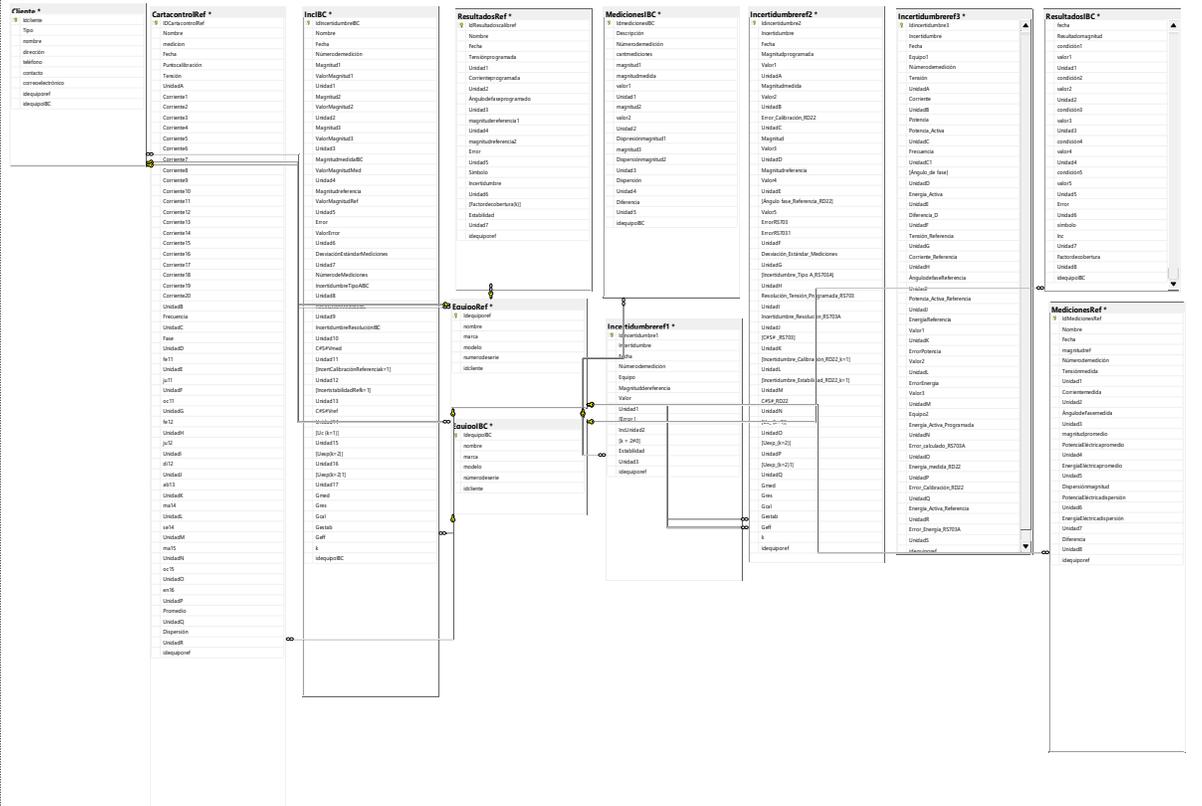
Basado en lo anterior se crearon 12 vistas como páginas web para ser consultadas en el Sistema por los usuarios.

Se crearon las clases por cada página mostrada que son identificados en el proyecto como controladores con terminación con diversos métodos en donde se pueden localizar varias funciones como crear, eliminar, detalles y editar.

Se diseño el modelo para la conexión con la base de datos así cuando se haga un cambio en la base de datos se actualizará en el modelo.

A continuación se muestra la base de datos del Sistema mediciones, que comunica con el modelo realizado para que se muestren en la vista correspondiente:

Figura 12. PKG Base de datos del Sistema mediciones.



Fuente de figura. Elaboración propia con la Microsoft SQL Server.

Se diseñó un procedimiento almacenado por poder consultar la información por fechas de inicio y final, el cual se detalla a continuación:

Proc almacenado [dbo].[med_details]

```
(
    @start datetime, @end datetime
)
as
begin
```



```
select * from CartacontrolRef  
  
where Fecha between @start and @end  
  
end
```

VI.7 PATRONES DE DISEÑO USADOS EN EL PROYECTO MVC

Los patrones de diseño dentro de MVC ayudan a observar la definición de lo que es un diseño de "patrón".

El proyecto de MVC tiene tres tipos de objetos.

El Modelo es el objeto del sistema, la Vista es su presentación que ve los usuarios y el Controlador se definen como el modo en que la interfaz con el que el usuario realice la interacción. Anteriormente del tipo de proyecto MVC, los diseños para la interfaz del usuario agrupaban los objetos juntos. MVC los separa para aumentar la flexibilidad y la reutilización del Sistema. MVC separa las vistas y los modelos lo que logra un protocolo de comunicación entre ellos. Gamma Erich, Richard Helm, Ralph Johnson & John Vlissides. (1997)

Una vista debe comprender que en forma de verse de a notar el estado del modelo. Cada vez que los datos del modelo realicen cambios, el modelo comunica a las vistas que dependen de éste.

La respuesta que se da para cada vista en que tiene la oportunidad de hacer una actualización.

Esta perspectiva ha permitido juntar varias vistas a un modelo para dar diversas presentaciones.

Se pueden crear nuevas vistas a partir de un modelo sin la necesidad de volverlo a escribir.

El modelo contiene los datos, las vistas se definen en una tabla, un histograma y un gráfico circular se demuestran los datos de varias formas.



El modelo interactúa con sus propias vistas cuando sus valores se modifican, las vistas se comunican con el modelo para tener acceso a los valores.

Se detallan los patrones de diseño con lo que MVC elabora la estructura.

El Patrón de diseño compuesto contribuye a crear una jerarquía de clases en la que en algunas subclases se pueden identificar los objetos primitivos y otras clases definen objetos compuestos que se acoplan a objetos más complejos.

Con MVC también puedes cambiar la forma que una vista da una respuesta al usuario que lo utiliza sin que cambie su forma visual.

MVC empaqueta el funcionamiento de respuesta en un objeto Controlador. Existe la jerarquía de clases de controladores, lo que da la facilidad de la creación de un nuevo controlador como distinción de uno que existe.

Una vista usa una instancia de una subclase de controlador para la implementación de una forma de dar una respuesta particular para implementar una estrategia que sea diversa del controlador. De hecho también es posible realizar el cambio de un controlador de una vista en tiempo de ejecución para que la vista realice el cambio en la manera de dar respuesta en la entrada del usuario.

En la siguiente imagen se muestra un ejemplo del controlador de la Cartacontrol de referencia que se está usando en el Sistema de mediciones:

La relación que existe entre la Vista-Controlador es un ejemplo del patrón de diseño Estrategia.

Una estrategia es un objeto que demuestra a un algoritmo. Es funcional cuando se necesita sustituir estática o dinámicamente, cuando se tienen muchas variedades del algoritmo, o cuando el algoritmo tiene organización de los datos en forma compleja que se quiere empaquetar.

MVC utiliza algunos patrones de diseño, como Factory Method para identificar la clase para una vista y el Decorador para agregar el recorrido hacia una vista. Pero



las principales relaciones en MVC vienen dadas por los patrones de diseño Observer, Composite y Strategy.

Patrón de diseño Observer

La definición de una dependencia de uno a muchos entre los objetos para que cuando un objeto cambie de estado, todos los que dependen sean notificados y se actualicen en forma automática.

Un efecto secundario común de realizar una partición de un sistema en un conjunto de clases que es necesario alimentar la coherencia que hay entre los objetos relacionados.

No se requiere que se obtenga la coherencia realizando que las clases estén estrechamente acopladas, debido a que se disminuye su reutilización.

Se utilizó el Patrón Observer para lo siguiente:

- Para la abstracción de dos situaciones cuando una depende de la otra.
- Se encapsularon estos aspectos en objetos separados que admiten la variación y reutilizarlos en una manera independiente.
- Cuando se requiere un cambio de objeto a otro y no se tiene el conocimiento de cuántos objetos se deben cambiar.
- Un objeto debe estar preparado para notificarle a otros objetos sin que haya supuestos sobre la identificación de estos objetos.

Patrón de diseño de “comportamiento estrategia”

Se define como una familia de algoritmos, se empaqueta cada uno de éstos y son intercambiables.

Una estrategia ayuda a que el algoritmo tenga sus variaciones de forma independiente de cómo los clientes lo usan.



Hay varios algoritmos para dividir un conjunto de texto en líneas. Estos algoritmos en las clases los necesitan en las clases que los requieren y no es deseable por varias razones:

- Los clientes requieren romper las líneas porque se vuelven más complejos si incluyen el código de salto de línea.
- Esta situación permite que los clientes sean de mayor tamaño y se dificulta su mantenimiento específicamente si soportan varios algoritmos de salto de línea. -
- Existen diferentes algoritmos que serán los más apropiados en diversos instantes. No es deseable soportar varios algoritmos de salto de línea si no utilizan todos.
- Se dificulta agregar nuevos algoritmos y tener diversidad con los existentes cuando el salto de línea es una parte integral que realiza un cliente.

Se puede evitar tener estas dificultades con la definición de las clases cuando se empaquetan diversos algoritmos de salto de línea. Un algoritmo empaquetado de esta firma se denomina estrategia.

Patrón de Diseño Composite

El patrón de Diseño Composite se encarga de ayudar a la composición de los objetos en estructuras de árbol para darle la presentación a los niveles parte-todo.

Composite da la opción a los clientes de darle un tratamiento a los objetos individuales y composiciones de objetos en forma uniforme.

Las aplicaciones gráficas, como los editores para dibujar y los sistemas para realizar la captura de los esquemas, dan la oportunidad a los usuarios de elaborar los diagramas que son difíciles partiendo de diagramas más sencillos.

El usuario tiene la oportunidad de conjuntar los componentes para que formen componentes más grandes, que a su vez pueden conjuntarse para que sean más grandes.



La implementación sencilla puede dar la definición de las clases primitivas gráficas como texto y líneas, además de otras clases que se comportan como contenedores para estas primitivas.

Hay una objeción con este enfoque: El código que usa este tipo de clases debe tratar primitiva y los objetos contenedores de forma diferente incluso si el usuario lo trata en forma similar.

Hacer la distinción de estos objetos hace que el Sistema sea más complejo.

El Patrón Composite va a describir cómo se utiliza la composición recursiva para que los clientes no hagan esta diferencia.

Se utiliza el Patrón Composite en los siguientes casos:

- Se quieran representar jerarquías de objetos parte o todo.
- Si se desea que los clientes ignoren la diferencia entre las composiciones de objetos y los objetos individuales.
- Los clientes traten de que todos los objetos de la estructura compuesta sean uniformes.

VI.8 CONFIGURACIÓN DE REPORTING SERVICES

Se realizó la configuración de Reporting Services para que pueda ser usado por el Sistema Automatizado de Eléctrica.

Manualmente, con la herramienta de Reporting Services se inició la herramienta de configuración, se conectó a la instancia del servidor de reportes para la que se va a crear la base de datos.

En la página Instalación de base de datos, se escribió la instancia del motor de base de datos de SQL Server.

Se hizo clic en conectar. Se abrió un cuadro de diálogo de conexión a SQL Server para que puedan especificarse las credenciales que tienen permiso para crear una base de datos en el servidor. Se hizo clic en aceptar para conectarse al servidor.



En la página Instalación de base de datos, se hizo clic en nueva. Se abrió de nuevo el cuadro de diálogo Conexión de SQL Server

Escriba el nombre de la base de datos de servidor de reportes. Se creó una base de datos temporal junto con la base de datos primaria.

En la página Instalación de base de datos, en tipo de credenciales, se especificaron las credenciales que el servidor de reportes utiliza para conectarse a la base de datos.

El Report Server

El servidor de reportes (Report Server) es el componente principal de Reporting Services. El servidor de reportes se implementa como un servicio de Microsoft Windows y como un servicio Web que proporciona una infraestructura de procesamiento optimizada y en paralelo para el procesamiento y la representación de reportes.

El servicio Web presenta un conjunto de interfaces de programación que las aplicaciones cliente pueden utilizar para obtener acceso al servidor. El servicio de Windows proporciona servicios de inicialización, programación y entrega, así como mantenimiento del servidor. Los servicios funcionan conjuntamente y constituyen una única instancia del servidor de reportes.

Una implementación estándar consiste en una instancia de servidor de reportes que utiliza un motor de base de datos de SQL Server local o remoto para alojar la base de datos del servidor de reportes.

El Administrador de Informes (Report Manager) es una herramienta de administración y acceso a reportes basada en Web a la que se obtiene acceso a través de Microsoft Internet Explorer. Puede utilizar el Report Manager para administrar una única instancia del servidor de reportes desde una ubicación remota mediante una conexión HTTP. También puede utilizar el Report Manager por su visor de reportes y sus características de exploración.



VI.9 ELABORACIÓN DE REPORTES

Reporting Services le permite crear informes mediante el Generador de informes (Report Builder).

Permite a los usuarios crear informes arrastrando los campos desde modelos de informes predefinidos hasta una plantilla de diseño de informe prediseñada.

Los usuarios pueden formatear, agrupar, clasificar y filtrar los datos. Además, pueden modificar o definir fórmulas.

Los reportes se publican en el servidor de reportes como archivos de definición de reporte (.rdl). Una definición de reporte es un documento XML, por lo que puede crear y editar reportes con otras herramientas además de con el Generador de reportes. Es posible modificar una definición de reporte utilizando un editor de texto o una herramienta de otra fabricante diseñada para modificar reportes escritos en el lenguaje RDL (Report Definition Language).

Una definición de reporte es un archivo que se crea mediante el Diseñador de reportes o el Generador de reportes. Esta definición proporciona una descripción completa de conexiones de orígenes de datos, consultas utilizadas para recuperar datos, expresiones, parámetros, imágenes, cuadros de texto, tablas y cualquier otro elemento de tiempo de diseño que podría incluir en un reporte.

Las definiciones de reporte se representan en un tiempo de ejecución como un reporte procesado. Si bien las definiciones de reporte pueden ser complejas, como mínimo especifican una consulta y otro contenido del reporte, propiedades del reporte y un diseño de reporte.

Las definiciones de reporte se escriben en XML y se ajusta a una gramática XML denominada lenguaje RDL (Report Definition Language). El lenguaje RDL describe los elementos XML, que engloban todas las variantes posibles que puede tener un reporte.



VI.10 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA WEB CON LOS REPORTEES.

Se realizó un Sistema Automatizado en entorno WEB con los enlaces para poder navegar tanto en la Administración de los datos para poderlos editar, crear nuevos, eliminarlos o ver sus detalles así como la navegación de los reportes en los cuales pueden ser de diversos tipos en forma de tabla, gráficos, matrices.

En la vista de la carta control se presentan dos ejemplos un reporte en donde se filtran los datos por fecha y tensión para arrojar un reporte con los datos seleccionados que se pueden exportar a varios formatos como PDF, Word, excel, Power Point entre otros. Y el otro en donde se obtienen los datos en una tabla y una gráfica de tendencia.

VI.11 ADMINISTRACIÓN DE LA BASE DE DATOS DESDE EL SISTEMA WEB.

Basado en los controladores se realizó una página en donde se puede realizar la gestión de los datos de acuerdo con las funciones siguientes:

Create: Crea un registro para agregar nueva información a la tabla.

Delete: Elimina los datos de una fila en una tabla.

Details: Consulta los detalles de una fila de una tabla.

Edit: Edita y modifica los datos de una fila de una tabla.

Los usuarios del sistema pueden guardar los datos directamente en la página web para ser alimentada la tabla de la base de datos de SQL Server correspondiente manteniendo actualizada la información.

Se le agrego un filtro para que puedan ser buscados por fecha y por número de medición los cuales fueron agregados al controlador a través de métodos y en la vista se agregaron en algunos casos se utilizar la sintaxis de HTML en otros casos se usa Razor también para el diseño se utilizó CSS y Javascript.



VI.12 PRUEBAS UNITARIAS

Una prueba unitaria es un procedimiento que verifica un aspecto específico de la funcionalidad.

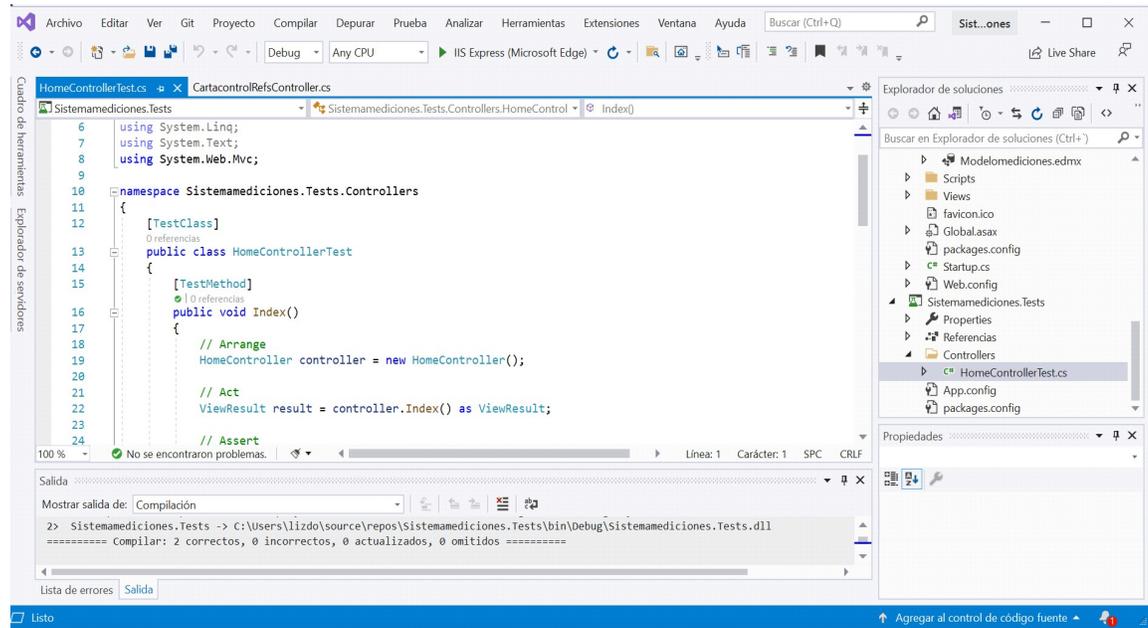
En la programación orientada a objetos, las pruebas unitarias suelen crear una instancia de una clase y llamar a uno de sus métodos.

En una aplicación web ASP.NET MVC, las pruebas unitarias pueden crear instancias de clases de modelo o controladores, y llamar sus métodos y acciones.

Las pruebas unitarias múltiples pueden ser realizadas para una sola clase e incluso para un solo método en una clase.

Se muestra la clase de la prueba unitaria que se realizó para el Sistema de eléctrica:

Figura 13. Prueba unitaria del proyecto del Sistema mediciones.

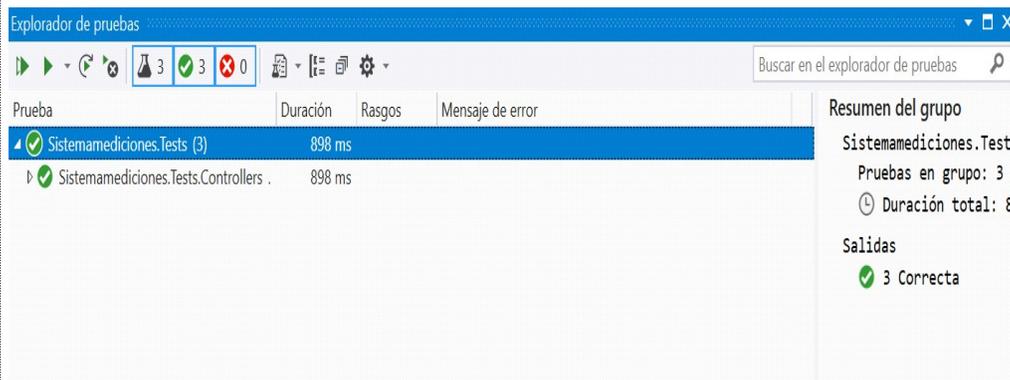


Fuente de figura: Elaboración propia con Visual Studio.

Debido a que las pruebas unitarias verifican un aspecto pequeño y específico del código, es fácil diagnosticar el problema cuando las pruebas fallan. Las pruebas unitarias generalmente funcionan con una sola clase y aíslan la clase de otras clases donde sea posible.

Utilizar la inyección de dependencias, crear clases falsas e implementar varios métodos como sean necesarios con los resultados esperados. Esto permite realizar pruebas completas para una clase, sin depender de otras entidades.

Figura 14. Prueba unitaria del proyecto.



Fuente de figura. Elaboración propia con Visual Studio.

VI.13 SEGURIDAD DEL SISTEMA AUTOMATIZADO

Es muy importante validar la entrada de datos del usuario en el Sistema desarrollado. La validación de la entrada del usuario puede ser una tarea desafiante. Normalmente se necesita escribir un código que verifique los errores cometidos por un usuario cuando completa un formulario. ASP.NET MVC permite desarrollar fácilmente el proceso de validación de entrada. Cuando se crea una clase modelo en ASP.NET MVC, se pueden anotar las propiedades de la clase con atributos que determinan cómo validar la entrada del usuario.

Se utilizan anotaciones de datos en modelos MVC para establecer criterios de validación para la entrada del usuario. La validación es el proceso mediante el cual MVC comprueba datos proporcionados por un usuario o una solicitud web para asegurarse de que esté en el formato correcto. La siguiente información muestra un formulario web que recopila información de autenticación del usuario:

- **Nombre. Esta es una entrada requerida. El usuario debe ingresar algunos datos en este campo.**
 - Dirección de correo electrónico. Esta es una entrada requerida. El valor ingresado debe ser una dirección de correo electrónico válida.
- Descripción. Debe ser una cadena de no más de 20 caracteres.



VII. RESULTADOS

Vertiente 1: Confiabilidad, eficiencia, seguridad informática en el manejo de datos para servicios.

Confiabilidad: el Metrólogo tienen los datos medidos (cientos de Tb) a su alcance, en todo tiempo.

Vertiente 2: Análisis de datos para presentar los certificados de calibración.

Eficiencia: Los datos medidos se gestionan en tiempo menor al 70% del tiempo sin el proyecto.

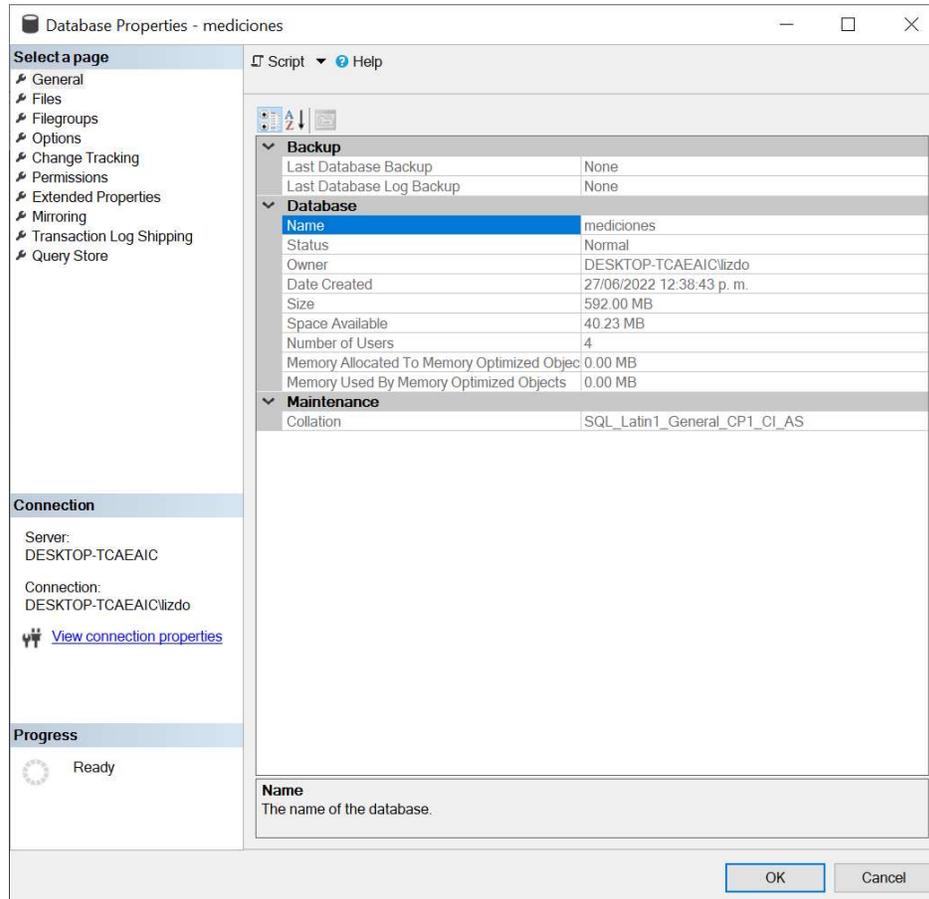
Vertiente 3: Vulnerabilidad de la Información/Seguridad.

Seguridad Informática: La información del cliente se mantiene íntegra al 100% y en Excel los datos se contaminan para siempre y generan errores en el procesamiento matemático.

Se desarrolló un sistema automatizado a través del modelado de la Ingeniería de Software utilizando patrones de diseño para obtener un sistema de buena calidad y robusto se puede actualizar el sistema por ello se utilizó MVC para así responder a las necesidades de la administración de la información de las mediciones del Laboratorio de Potencia y Energía.

El tamaño de la base de datos se muestra a continuación:

Figura 15. Tamaño de la base de datos realizada.



Fuente de figura. Información de Microsoft SQL Server.

Se realizó al más bajo costo buscando licencias gratuitas de Microsoft SQL Server, Visual Studio Community así como de Reporting Services se implementó en forma local para ahorrar recursos económicos.

Para modelar el Sistema se utilizaron diagramas UML con la herramienta de Visual Studio Paradigm.

El patrón nacional de potencia y energía eléctrica alterna da trazabilidad a las mediciones de potencia activa, reactiva y aparente, así como a las mediciones de energía eléctrica activa, reactiva y aparente en México. Es un patrón estratégico para



el desarrollo económico en el país debido a que está ligado a transacciones comerciales de energéticos.

Las mediciones de energía eléctrica se componen de cuatro parámetros fundamentales: tensión eléctrica alterna, corriente eléctrica alterna, frecuencia de ambas señales, y factor de potencia (o bien, relación temporal de fase entre tensión y corriente). El patrón nacional de potencia y energía tiene los siguientes alcances:

Tabla 1. Alcances del Laboratorio de Potencia y Energía.

Tensión eléctrica alterna	De 69 V a 600 V
Corriente eléctrica alterna	De 0.25 A a 100 A
Factor de potencia o desfaseamiento	Unitario $\pm 180^\circ$ en cualquier valor
Frecuencia de tensión y corriente	De 50 Hz a 60 Hz

Con estos valores se atienden servicios de calibración de medidores de energía patrón. Dichos patrones entregan valores de energía eléctrica de manera automática. El alcance de medición de la tabla anterior requiere de la definición de puntos discretos de medición, por ejemplo, energía activa en el punto de calibración de 120 V, 5 A, FP 1.0 Y frecuencia de 60 Hz. Estos puntos de calibración discretos definen una matriz de posibles combinaciones que se mantienen metrológicamente en el laboratorio de potencia y energía del CENAM. El total de puntos de calibración es de 300 de energía activa y 400 de energía reactiva.

El mantenimiento de estos 700 puntos de calibración es crucial para mantener las unidades de medición en México para aplicaciones de potencia y energía eléctrica.

El mantenimiento de los 700 puntos de calibración se realiza de manera física en un medidor patrón caracterizado. El mantenimiento de este patrón se realiza dos veces por año, cada seis meses.

Cada mantenimiento se compone de 5 mediciones estadísticamente independientes de los 700 puntos de calibración. Cada punto de medición independiente se compone de al menos 100 datos individuales. Se tienen por cada frecuencia de medición 3500 grupos de mediciones de 100 datos cada grupo, para un total de 350,000 datos



individuales. Típicamente el mantenimiento se hace en tres frecuencias: 50 Hz, 53 Hz y 60 Hz. El total de datos a analizar por parte del metrólogo encargado del mantenimiento es de 1,050,000 datos. Los datos más importantes son los errores sistemáticos que tiene el medidor patrón del CENAM para tensión, corriente, fase, potencia (energía) activa, potencia, reactiva y aparente.

El tiempo requerido para este análisis se compone de la siguiente manera:

Tabla 2. Tiempo de respuesta de consulta actual.

Actividad	Tiempo invertido en hrs/hombre
Recolección de datos	80
Análisis de datos para cada mantenimiento del patrón nacional	24
Análisis de estabilidad metrológica del medidor patrón del CENAM	160

Cada ejercicio de calibración y/o medición que el CENAM realiza para el mantenimiento del patrón nacional de potencia y energía requiere de 244 hrs/hombre.

Los datos de este mantenimiento arrojan la componente de mayor valor que el CENAM provee en sus servicios de calibración: conocimiento preciso sobre el comportamiento de un patrón dado, en este caso un medidor de energía eléctrica patrón.

A partir de este análisis es posible establecer una oferta de servicios de energía eléctrica con 700 posibles puntos de calibración para nuestros clientes. Cada cliente selecciona un número limitado de acuerdo con sus necesidades.

Para cada servicio de calibración se requiere un análisis de estabilidad con duración variable que depende del número de puntos seleccionados. El encargado del servicio usa un promedio de 8 hrs hombre para análisis de estabilidad del medidor energía patrón en cada servicio de calibración ofertado.

El sistema automático de análisis propuesto reduce los tiempos manejo de la información durante un ejercicio de mantenimiento del patrón nacional de potencia y energía de la siguiente manera:

Tabla 3. Tiempo de respuesta de consulta de la información.

Actividad	Tiempo invertido en hrs/hombre manejo manual de datos	Tiempo invertido en hrs/hombre manejo automático de datos	Reducción de tiempo en %
Recolección de datos	244	88	Sin cambio
Análisis de datos para cada mantenimiento del patrón nacional			Reducción del 64 % de tiempo para ejecutar la tarea
Análisis de estabilidad metrológica del medidor patrón del CENAM			

Se realizó el Sistema de Mediciones de acuerdo con las entrevistas realizadas con el cliente-usuario para que puedan hacer las consultas de información con los filtros de Tensión, Corriente, Fase y seleccionado el cliente, a continuación, se muestran las imágenes de un ejemplo de la tabla de Carta de Control, al inicio se selecciona la página correspondiente en donde se encuentra el enlace de los reportes:

Figura 16. Página de Carta Control de Referencia de la Interfaz del usuario.

Reportes Carta Control de Referencia

- Reporte Carta Control de Referencia
- Reporte por número de medición

Administrar Carta Control Ref

Create New

Filtrar por punto de calibración: **Buscar**

Filtrar por Fecha: Fecha de inicio: Fecha de termino: **Buscar**

Nombre	medicion	Fecha	Puntocalibración	Tensión	UnidadA	Corriente	Corriente1	Corriente2	Corriente3	Corriente4	Corriente5	Corriente6
CartacontrolRef	medicionRef7	07/02/2018 12:00:00 a. m.	Punto540	120	V	2						
CartacontrolRef	medicionRef1	18/01/2016 12:00:00 a.	puntocalibración1	69	V							

Fuente de figura. Elaboración propia en Visual Studio.

Figura 17. Filtros de reportes.

Report Viewer filters:

Fecha inicio: Fecha final: Tensión: Corriente1:

Fase: Clave cliente:

Fuente de figura. Elaboración propia en Reporting Services.



Figura 18. Reporte de información filtrada. 1/5

16 Fechafinal: 12/1/2021 Tensión: 120 Corriente1: 0.25 View Report

Clavecliente: 12

CENAM Centro Nacional de Metrología

Reporte Carta Control con parámetros de Tensión

IDCartacontrol Ref	Nombre	medicion	Fecha	Puntocalibración	Tensión	Unidad A	Corriente	Corriente1	Corriente2	Corriente3	Corriente
122	CartacontrolRef	medicionRef4	18/01/2016 12:00:00 a. m.	puntocalibración62	120			0.25			

km 4.5 de la Carretera a los Cués. C.P.76246. El Marqués, Querétaro, México.
08/09/2022 01:39:40 p. m.

Hecho por el Sistema mediciones de Eléctrica

Fuente de figura. Elaboración propia en Reporting Services.

Figura 19. Reporte de información filtrada 2/5.

16 Fechafinal: 12/1/2021 Tensión: 120 Corriente1: 0.25 View Report

Clavecliente: 12

Unidad B	Frecuencia	Unidad C	Fase	Unidad D	Fecha1	fe11	Unidad E	Fecha2	Ju11	Unidad F
A	60	Hz	0	*	01/02/2011 12:00:00 a. m.	6	Error(μWh/Wh)	01/07/2011 12:00:00 a. m.	9	Error(μWh/Wh)

Fuente de figura. Reporte de información.



Figura 20. Elaboración propia en Reporting Services 3/5.

Fecha3	oc11	Unidad G	Fecha4	fe12	Unidad H	Fecha5	ju12	Unidad I	Fecha6	di12
01/11/2011 12:00:00 a. m.	10	Error(μWh/Wh)	01/02/2012 12:00:00 a. m.	12.804	Error(μWh/Wh)	01/07/2012 12:00:00 a. m.	1.772	Error(μWh/Wh)	01/12/2012 12:00:00 a. m.	1.386

Fuente de figura. Reporte de información.

Figura 21. Elaboración propia en Reporting Services 4/5.

Unidad J	Fecha7	ab13	Unidad K	Fecha8	ma14	Unidad L	Fecha9	se14	Unidad M	Fecha10	ma15
Error(μWh/Wh)	01/04/2013 12:00:00 a. m.	5.04	Error(μWh/Wh)	01/03/2014 12:00:00 a. m.	8.546666666666667	Error(μWh/Wh)	01/09/2014 12:00:00 a. m.	8.104	Error(μWh/Wh)	01/03/2015 12:00:00 a. m.	4.88

Fuente de figura. Reporte de información.

Figura 22. Elaboración propia en Reporting Services 5/5.

Unidad R	Idequiporef	nombre	marca	modelo	numerodeserie	Idcliente	clavecliente	customer	Tipo
Error(μ Wh/Wh)	1	Medidor de Energía	Radian	22	201512	1	12	E012	Interno

Fuente de figura. Reporte de información.

La consulta se puede realizar en 5 s de una gran cantidad de datos filtrados.

Esto ayuda a la organización de la información para disminuir el tiempo de respuesta en la búsqueda de las mediciones realizadas a los instrumentos de medición para dar una más rápida respuesta a los clientes.

VII.1. Hipótesis

La siguiente hipótesis fue comprobada en su totalidad

Si se utilizan el modelado basado en sistemas, los patrones de diseño y pruebas de unidad de la ingeniería del software el sistema automatizado tendrá las características de mantenibilidad, escalabilidad, reúso, será robusto y de mejor calidad.

Si se desarrolla un sistema automatizado se optimizará el tiempo de los usuarios en el proceso de las mediciones.



VII.2. Método de Investigación

Se realizaron la Investigación con un enfoque explicativo para buscar el problema a solucionar y un enfoque descriptivo para identificar la situación actual en donde se utilizarán los métodos de investigación cuantitativo y cualitativo para analizar la información (Hernández, Fernández, & Baptista, 2006).

Se utilizó el método de investigación cuantitativo para el estudio de la relación entre las variables que serán cuantificadas para interpretar los resultados, se obtendrán, procesarán y analizarán los datos cuantitativos. Entre los métodos cuantitativos se encuentran los diseños experimentales y cuasi experimentales como los cuestionarios, los registros, las técnicas estadísticas de análisis de datos, las encuestas, entre otros.

Se realizaron encuestas transversales para saber que ocurría en el CENAM con relación a como se está llevando a cabo el proceso de las mediciones. Esta información nos dió una idea de lo que se está realizando en la organización. (Bocco, Cruz, & Velthuis, 2014)

VII.3 Resultados de las encuestas realizadas

El tamaño de la muestra probabilística que se realizó para la investigación fue de 22 metrólogos quienes son un pequeño estrato de usuarios a quienes se les aplicó la encuesta para lograr un 95% de nivel de confianza de la investigación.

El método de investigación cualitativo que se empleó tendrá la finalidad de dar una mayor comprensión acerca de lo que significan las acciones de los hombres en sus actividades, motivaciones, valores y los significados subjetivos.

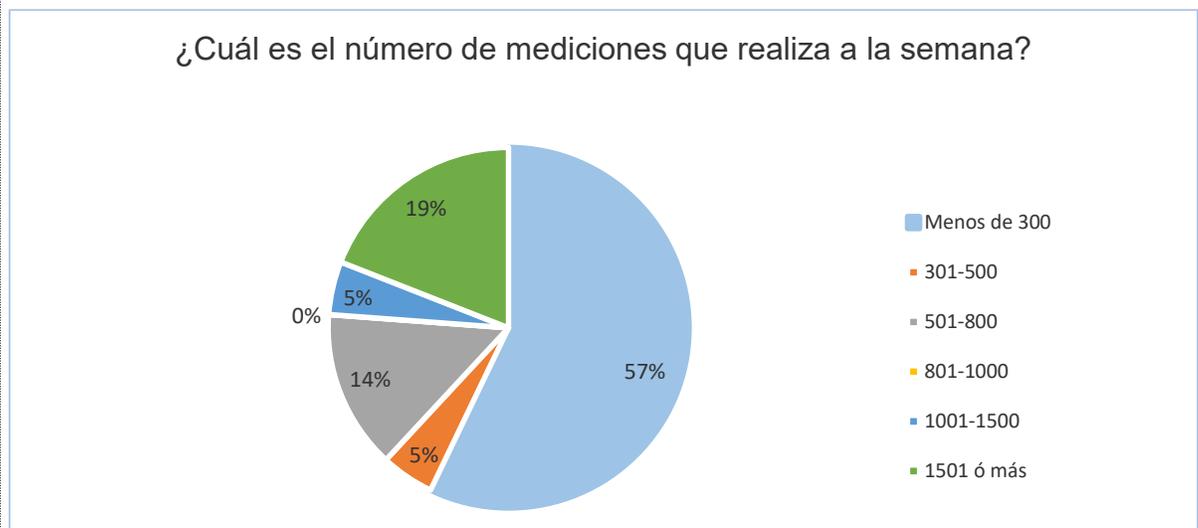
Hay varios métodos y enfoques que llevan a la investigación cualitativa, algunos de ellos son el estudio de casos, la política y la ética, la investigación participativa, los métodos de entrevista, la observación participante, los métodos visuales y el análisis

interpretativo que se han utilizado para realizar este tipo de investigación para plantear el desarrollo del proyecto (Denzin et al, 2012).

Se llevó cabo el análisis de la experiencia, interacción, documentos, informes y materiales que sean necesarios para su estudio (Gibbs, 2014)

Los resultados de la encuesta se analizaron por el método correlacional los cuales se detallan a continuación:

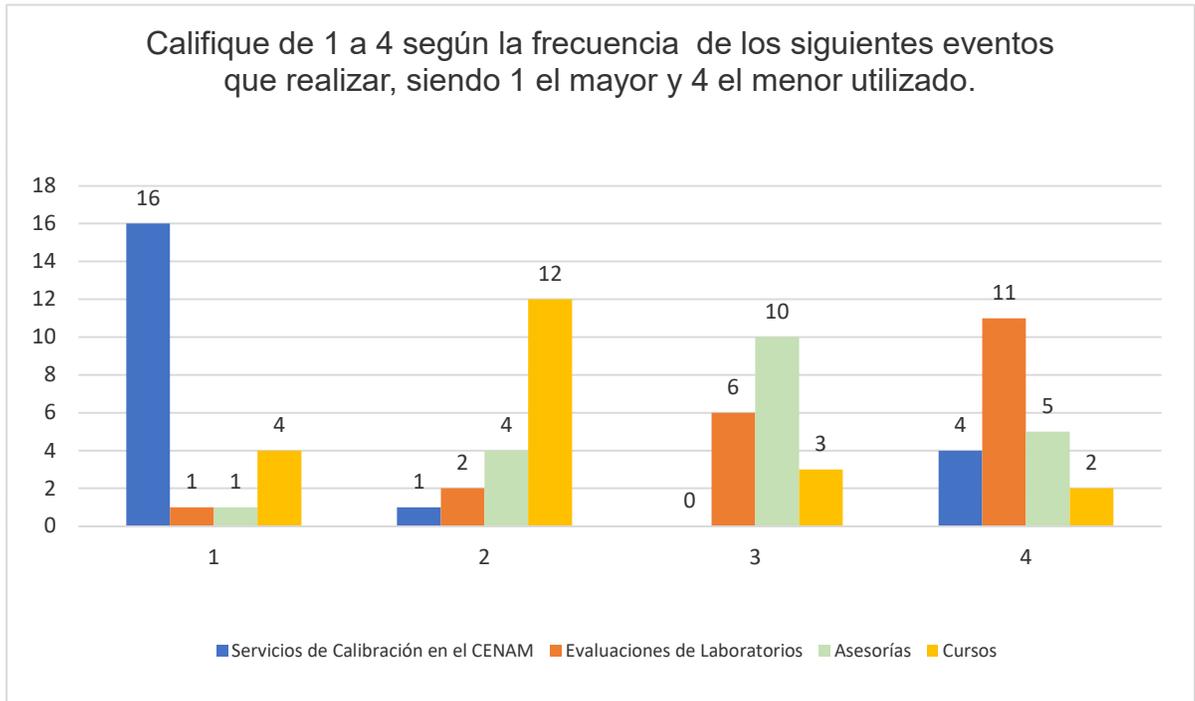
Figura 23. Pregunta 1 de la Encuesta



Fuente de la figura: Elaboración propia.

Del total de los encuestados el 57% realiza entre 1001 a 1500 mediciones a la semana que es la mayor tendencia, el 19% realiza 1501 o más, el 14% entre 501 a 800 mediciones y el 5% realiza de 301 a 500 y menos de 300 mediciones.

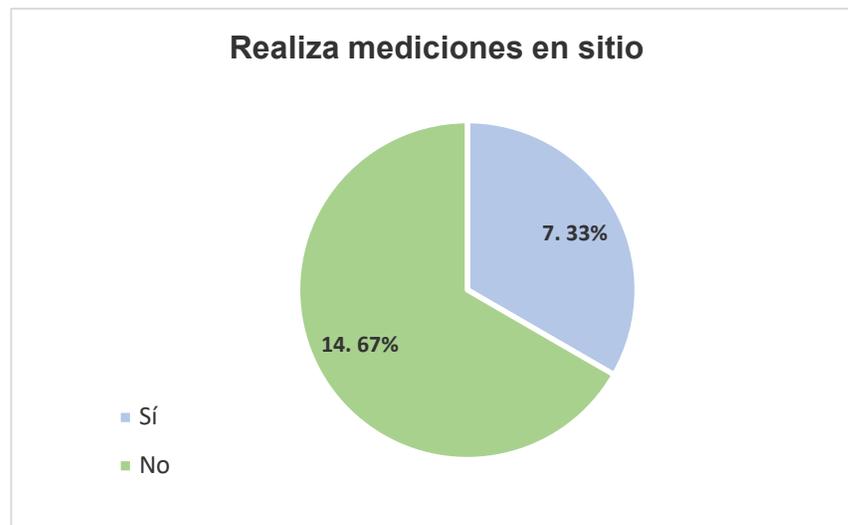
Figura 24. Pregunta 2 de la Encuesta.



Fuente de la figura: Elaboración propia.

El evento que con mayor frecuencia se realiza son los servicios de calibración en el CENAM, en segundo lugar los cursos, en tercera posición las evaluaciones de laboratorios y en cuarto lugar las asesorías.

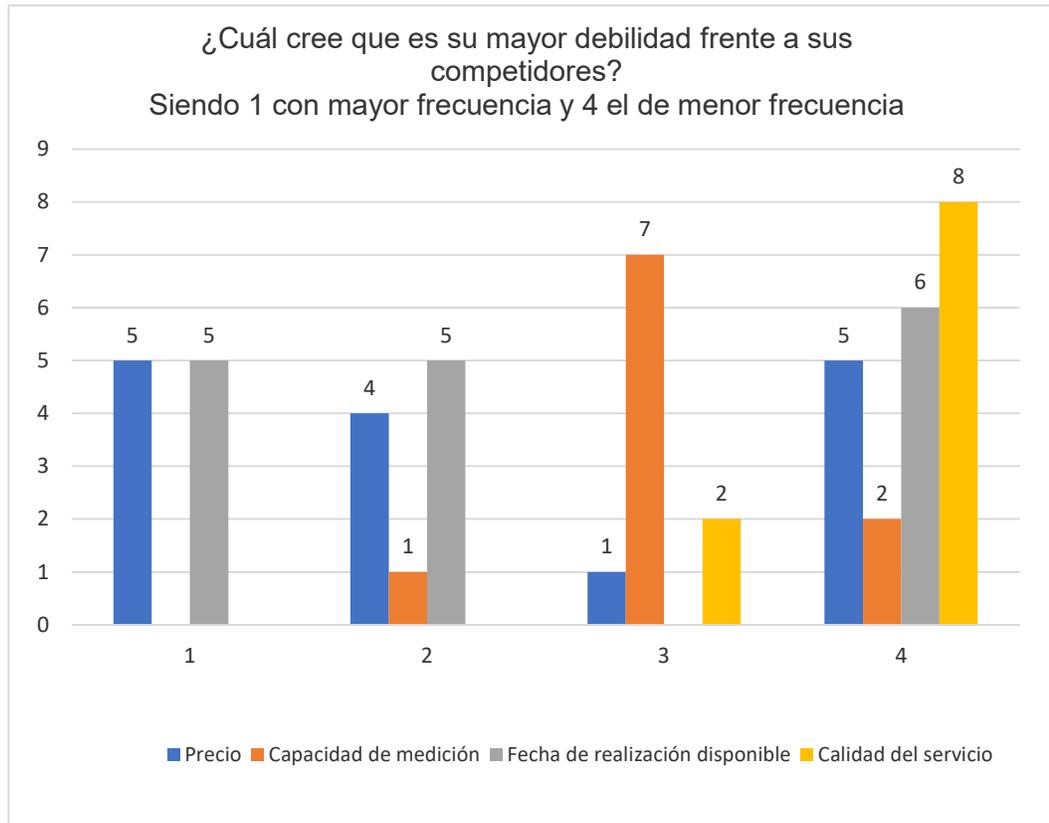
Figura 25. Pregunta 3 de la Encuesta.



Fuente de la figura: Elaboración propia.

De los encuestados el 14.67% indica que si realiza mediciones en sitio y el 7.33% no lo realizan.

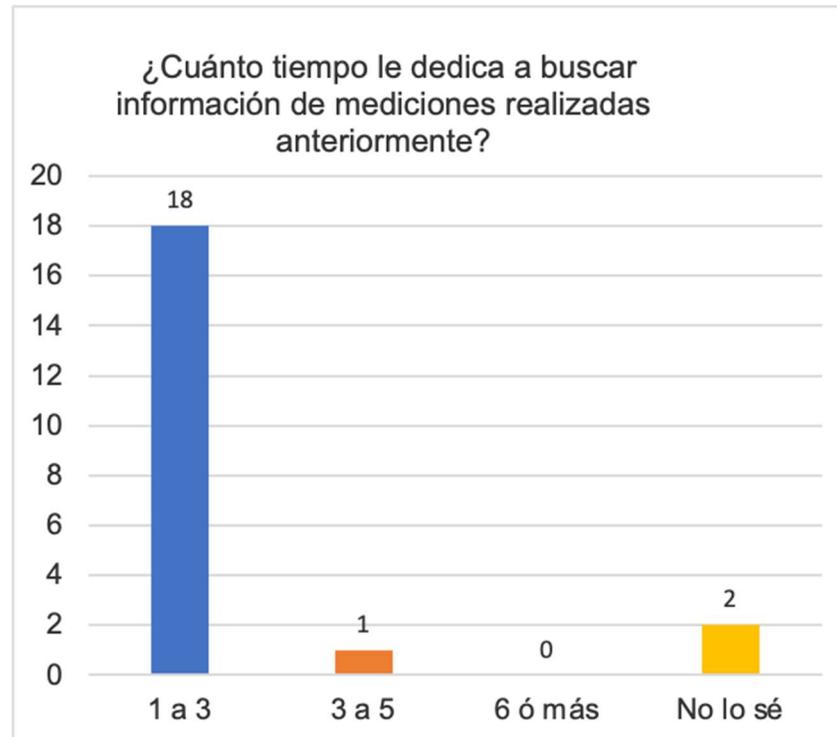
Figura 26. Pregunta 4 de la Encuesta.



Fuente de la figura: Elaboración propia.

La mayoría de los encuestados consideran que el precio y la fecha de realización disponibles son las mayores debilidades ante los competidores.

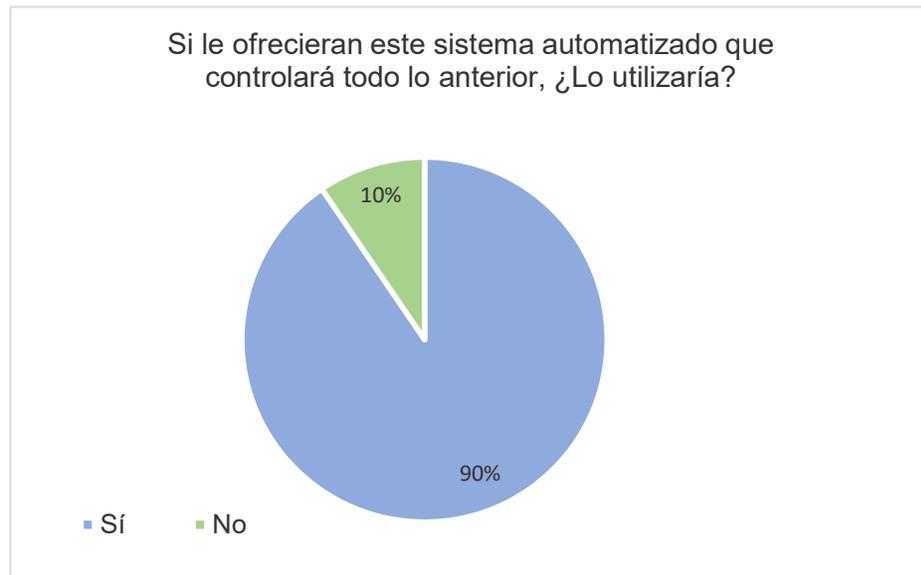
Figura 27. Pregunta 5 de la Encuesta.



Fuente de la figura: Elaboración propia.

De los encuestados 18 consideran que se llevan entre 1 y 3 horas para realizar la búsqueda de información.

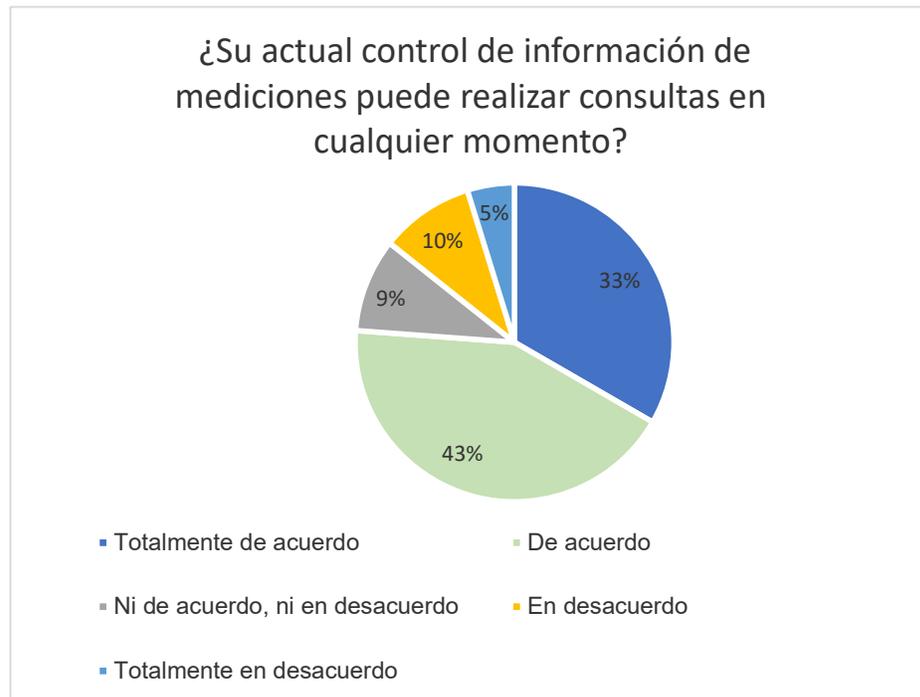
Figura 28. Pregunta 6 de la Encuesta.



Fuente de la figura: Elaboración propia.

El 90% de los encuestados contestaron que si utilizarían el Sistema Automatizado para gestionar la información de las mediciones.

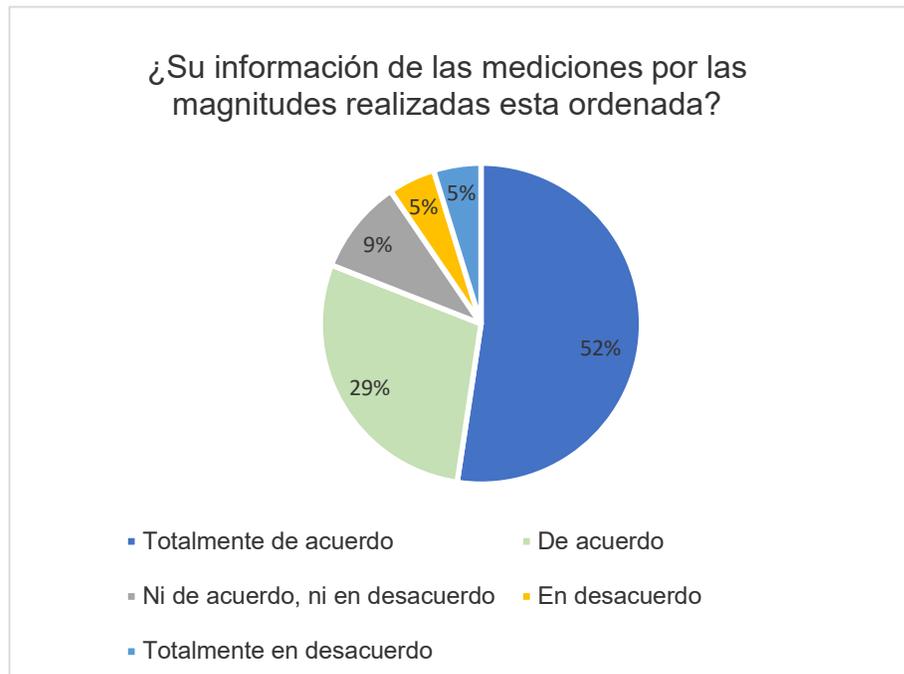
Figura 29. Pregunta 7 de la Encuesta.



Fuente de la figura: Elaboración propia.

El 43% contestó que está de acuerdo en que la actual información de las mediciones puede realizar consultas en cualquier momento, el 10% indica que esta en desacuerdo.

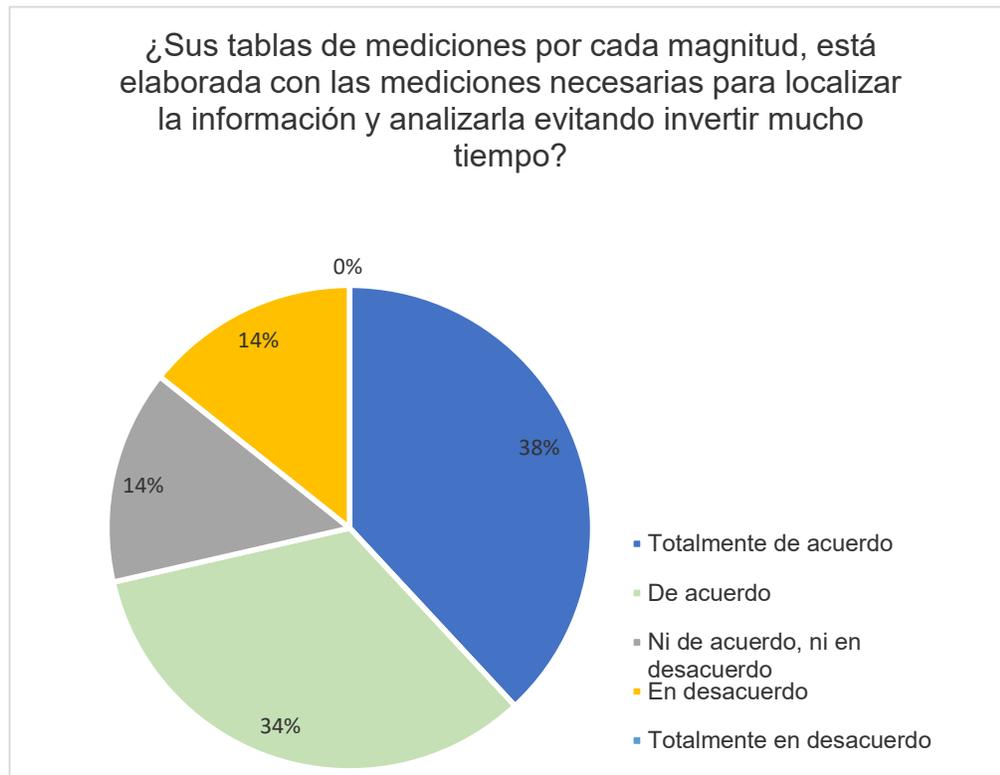
Figura 30. Pregunta 8 de la Encuesta.



Fuente de la figura: Elaboración propia.

El 52% de los encuestados indicaron que están totalmente de acuerdo en que la información de las mediciones está ordenada.

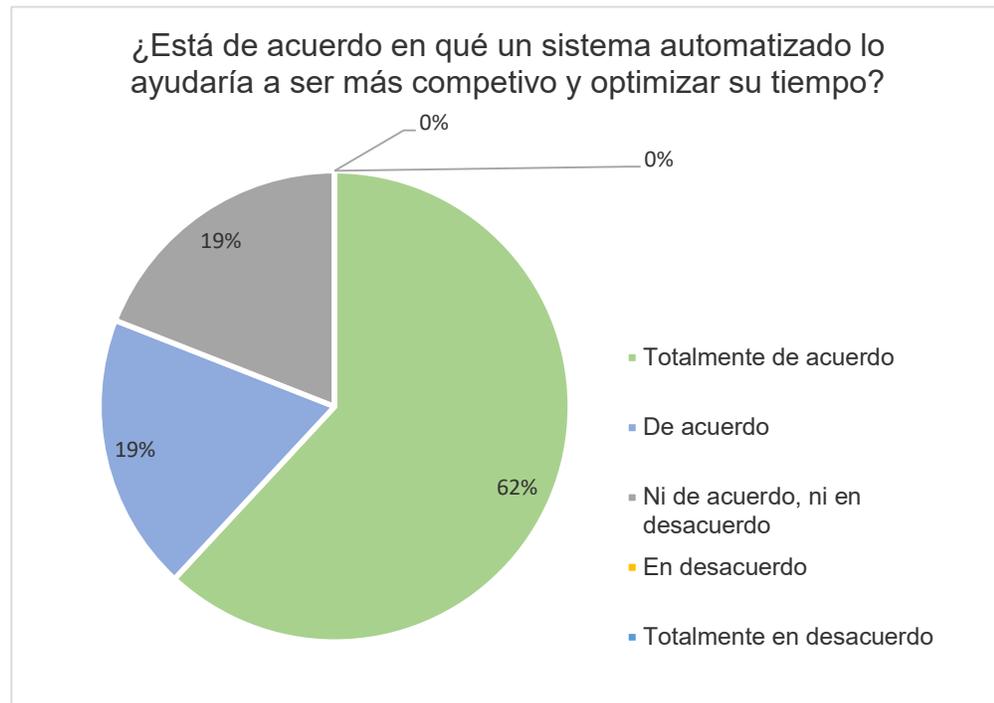
Figura 31. Pregunta 9 de la Encuesta.



Fuente de la figura: Elaboración propia.

El 38% de los encuestados indica que está totalmente de acuerdo en que las tablas de las mediciones por cada magnitud está elaborada con las mediciones necesarias para localizar la información y analizarla evitando invertir mucho tiempo.

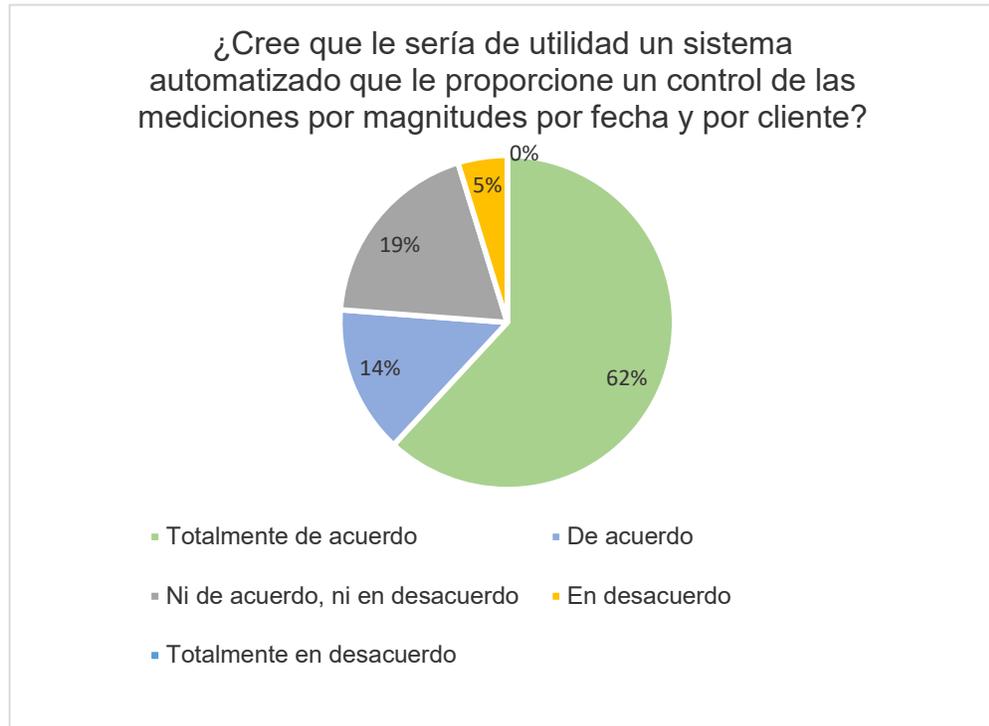
Figura 32. Pregunta 10 de la Encuesta.



Fuente de la figura: Elaboración propia.

El 62% de los encuestados indica que está totalmente de acuerdo en que un sistema automatizado ayudaría a ser más competitivo y optimizar el tiempo.

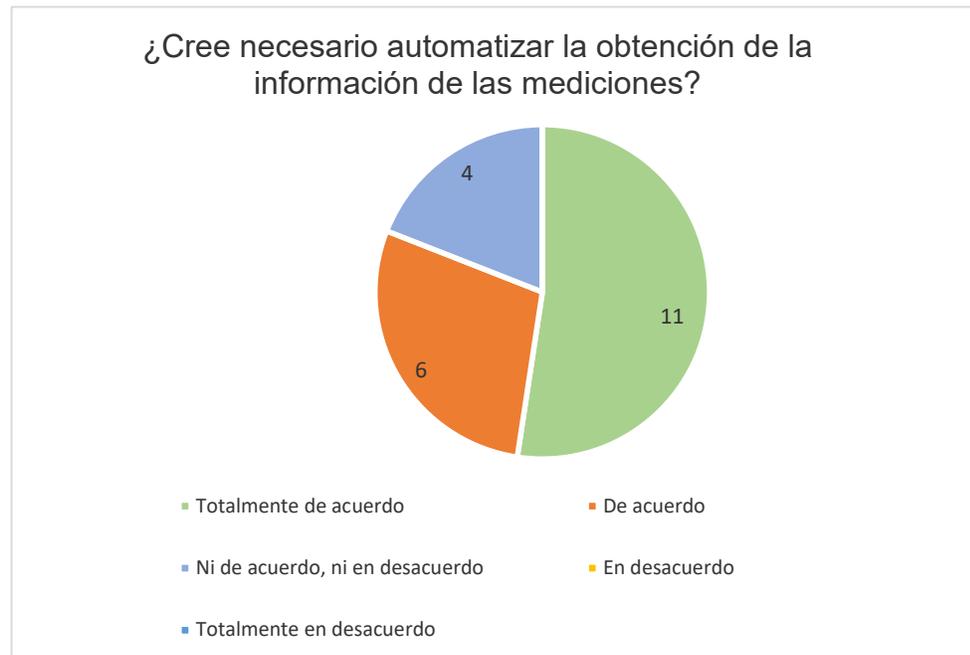
Figura 33. Pregunta 11 de la Encuesta.



Fuente de la figura: Elaboración propia.

El 62% de los encuestados están totalmente de acuerdo en que les sería de utilidad en que el Sistema automatizado proporcione un control de las mediciones por magnitudes por fecha y hora.

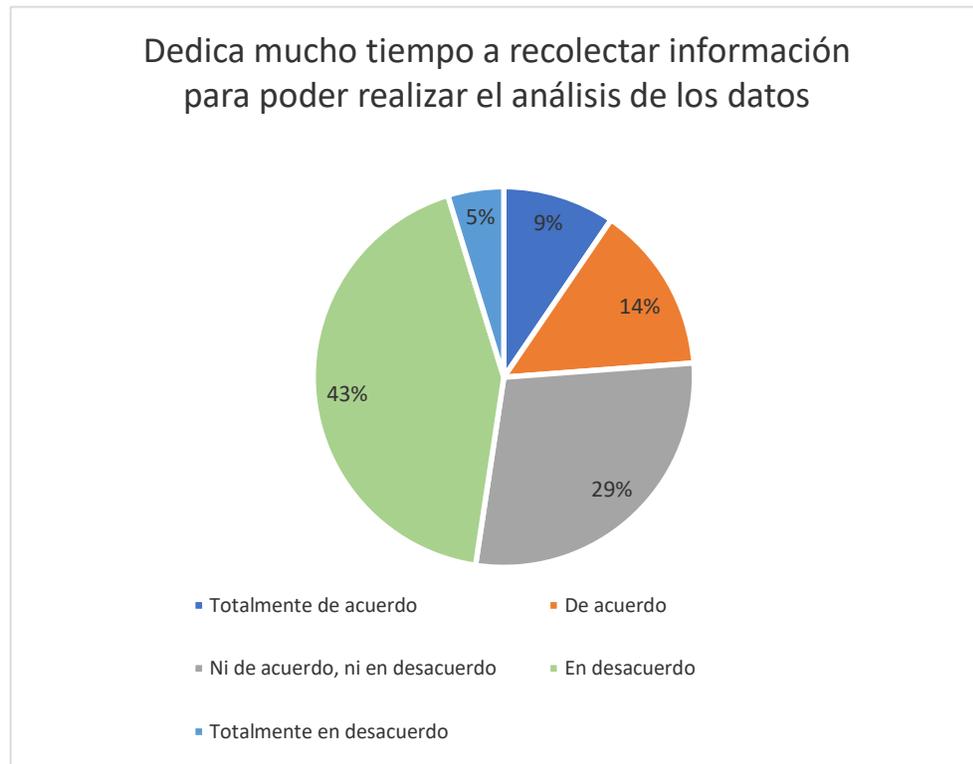
Figura 34. Pregunta 12 de la Encuesta.



Fuente de la figura: Elaboración propia.

11 personas de los encuestados están totalmente de acuerdo en que sería necesario automatizar la información de las mediciones.

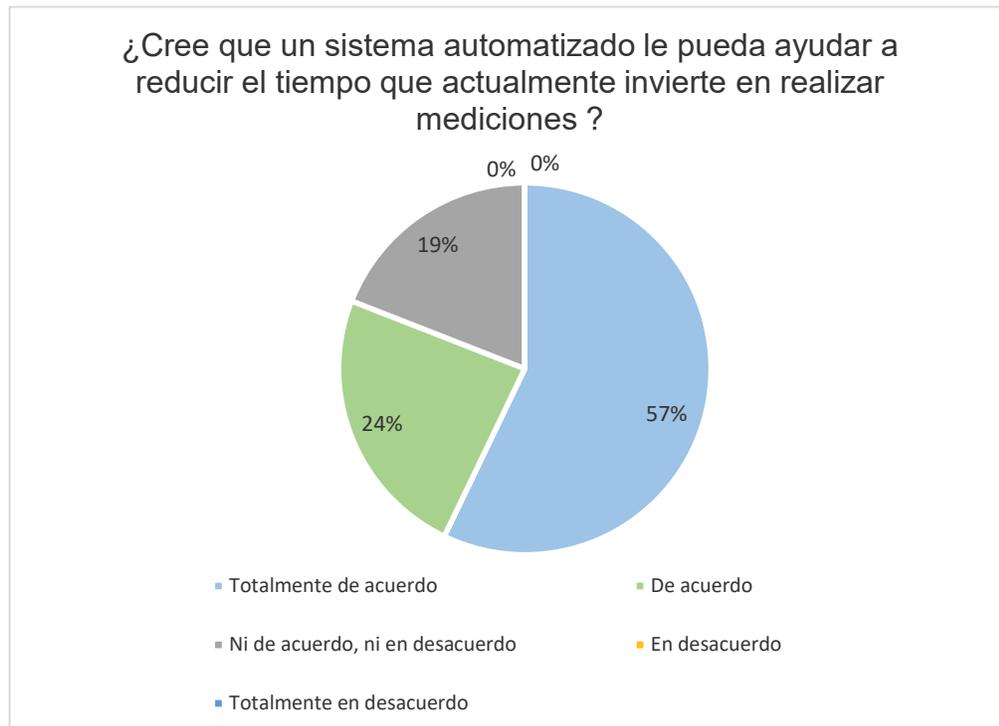
Figura 35. Pregunta 13 de la Encuesta.



Fuente de la figura: Elaboración propia.

El 43% de los encuestados indica que no dedica mucho tiempo para recolectar información para poder realizar el análisis de los datos.

Figura 36. Pregunta 14 de la Encuesta.



Fuente de la figura: Elaboración propia.

El 57% de los encuestados indican que el sistema automatizado puede ayudar a reducir el tiempo en que actualmente ocupan para realizar las mediciones.

Figura 37. Coeficiente de correlación.

Descripción		Pregunta 1	Pregunta 2	Pregunta 3	Pregunta 4	Pregunta 5	Pregunta 6	Pregunta 7	Pregunta 8	
		1	2	2	2	0	0	0	-1	1
1. ¿Su actual control de información de mediciones puede realizar consultas en cualquier momento?	2	-0.301317363	1							
2. ¿Su información de las mediciones por las magnitudes realizadas esta ordenada?	2	-0.144788863	0.629327902	1						
3. ¿Sus tablas de mediciones por cada magnitud, está elaborada con las mediciones necesarias para localizar la información y analizarla evitando invertir mucho	2	-0.074748665	0.548971408	0.877489731	1					
4. ¿Está de acuerdo en que un sistema automatizado lo ayudaría a ser más competitivo y optimizar	0	-0.046768434	0.517245636	0.212983497	0.12915327	1				
5. ¿Cree que le sería de utilidad un sistema automatizado que le proporcione un control de las mediciones por magnitudes por fecha y por cliente?	0	0.085148509	0.354529279	0.236352853	0.146310382	0.735612358	1			
6. ¿Cree necesario automatizar la obtención de la	0	0.106198849	0.50358899	0.110543925	0.117309283	0.733975843	0.579066024	1		
7. Dedicar mucho tiempo a recolectar información para poder realizar el análisis de los	-1	0.069412043	-0.104127889	-0.278382723	-0.148837518	0.095240495	0.215785062	0.269131257	1	
8. ¿Cree que un sistema automatizado le pueda ayudar a reducir el tiempo que actualmente invierte en realizar mediciones ?	1	0.205938618	0.349752604	0.045129368	-0.071836971	0.674199662	0.73648538	0.663403472	0.070632241	1

Fuente de figura: Elaboración propia con Excel.



VIII.CONCLUSIONES

Al Sistema MVC se le puede dar mantenimiento para recuperarse de posibles fallas, se le harán actualizaciones para que se siga utilizando, esto producirá que sea de mayor eficiencia. Se describen la forma en cómo se aplicarán los patrones de diseño en el desarrollo del sistema para que sea más robusto.

Se realizaron las pruebas de los protocolos de seguridad para que la información confidencial que este en el Sistema sea segura evitando la salida de datos a personas externas que no cuenten con los permisos necesarios para utilizar o administrar el Sistema automatizado.

Se comprobó que al automatizar la información se reduce el tiempo al comparar la forma en que está operando actualmente la información con esto se comprueba que se reduce el tiempo al menos en 50 minutos en cada búsqueda de información optimización el tiempo de los usuarios.

Se realizaron las pruebas de unidad necesarias para comprobar que el Sistema es de mejor calidad que si no se utilizaran dichas pruebas.

Este sistema permitirá conocer el desempeño del patrón de referencia a lo largo del tiempo, lo cual constituye una información valiosa para el CENAM para participar en una futura comparación internacional de patrones de medición de Calidad de la Potencia Eléctrica.

Este sistema permite realizar servicios de calibración de patrones y medidores de la industria, incrementando la confiabilidad de los servicios.

La tesista ha sido la responsable de realizar esta investigación así como el desarrollo del sistema automatizado para el Laboratorio de Potencia y Energía.

El desarrollo sí es de utilidad para la automatización de la información en el Laboratorio de Potencia y Energía lo cual reduce el tiempo en la realización de las consultas.



Aportaciones potenciales de la Investigación (Trabajo a futuro):

a) Gestión inteligente de mediciones de Calidad de la Potencia en tiempo real.

- El nivel de complejidad de gestión se incrementa geométricamente.
- El procesamiento de datos(matemático) se puede realizar en diferentes plataformas sin comprometer la integridad de los datos. Aplicaciones en Smart Cities, Electromovilidad.

b) Aplicaciones de Inteligencia Artificial en la Metrología.

- Análisis neuronal.
- Análisis genético: ADN, Ingeniería genética.



IX.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Beynon-Davies, P. (2014). Sistemas de bases de datos. (3era. Edic.) Editorial Reverté.

Jiménez de Parga, C. (2021). UML: arquitectura de aplicaciones en Java, C++ y Python (2a. ed.). Madrid, España: 2. RA-MA Editorial.

Castruita, A. (2016a). 410-AC-IT.001 Calibración de generadores de energía eléctrica de alta exactitud. Querétaro: Sistema de Gestión de la Calidad CENAM.

Castruita, A. (2016b). 410-AC-IT.002 Calibración de medidores de energía eléctrica de alta exactitud. Querétaro: Sistema de Gestión de la Calidad CENAM.

Castruita, A. (2016c). 410-AC-IT.004 Calibración de medidores de alta exactitud en las magnitudes de potencia eléctrica activa y potencia eléctrica reactiva. Querétaro: Sistema de Gestión de la Calidad CENAM.

Castruita, A. (2016d). 410-AC-IT.005 Calibración en campo de medidores de facturación de energía eléctrica tipo multifunción. Querétaro: Sistema de Gestión de la Calidad CENAM.

Castruita, A. (2016e). 410-AC-IT.007 Calibración de medidores de ángulo de fase o factor de potencia. Querétaro: Sistema de Gestión de la Calidad CENAM. CENAM. (2017). CENAM. Recuperado el 7 de marzo de 2017, a partir de <https://www.gob.mx/cenam/>

Beynon-Davies, P. (2014). Sistemas de información: introducción a la informática en las organizaciones. Barcelona, Spain: Editorial Reverté.

Pulido Romero, E. Escobar Domínguez, Ó. y Núñez Pérez, J. Á. (2019). Base de datos. Ciudad de México, Grupo Editorial Patria.

Montero, S. (2012). Patrones de diseño aplicados al desarrollo de Objetos Digitales Educativos (ODE). España, Spain: Ministerio de Educación y Formación Profesional.

Garzón, T. (2010, mayo). Sistemas Gestores de Bases de Datos, 15. Recuperado a partir de http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_30/TERESA_GARZON_1.pdf

Valderrey Sanz, P. (2015). Gestión de bases de datos. Madrid, Spain: RA-MA Editorial.



Ley Federal sobre Metrología y Normalización (1992). Ciudad de México: Diario Oficial de la Federación. Recuperado a partir de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/107522/LEYFEDERALSOBREMETROLOGIAYNORMALIZACION.pdf>

López, I., Castellano, M., & Ospino, J. (2013). Bases de datos (1era. edic). Madrid, España: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.

Martín González, E. S. (2015). Salvaguarda y seguridad de los datos: administración de bases de datos (UF1473). Antequera, Málaga, Spain: IC Editorial.

Jiménez de Parga, C. (2014). UML Aplicaciones en Java y C++. Madrid, RA-MA Editorial.

Escarcena, M. (2020). Programación páginas Web: JavaScript y PHP. 1. RA-MA Editorial.

Pulido Romero, E. Escobar Domínguez, Ó. y Núñez Pérez, J. Á. (2019). Base de datos. Ciudad de México, Grupo Editorial Patria.

Gibbs, G. (2014). El análisis de datos cualitativos en investigación cualitativa. Madrid, Spain: Ediciones Morata, S. L.

Denzin, N. K. (Coord.) y Lincoln, Y. S. (Coord.) (2012). El campo de la investigación cualitativa: Manual de investigación cualitativa Vol. I. Barcelona, Editorial Gedisa.

Genero Bocco, M. Cruz Lemus, J. A. y Piattini Velthuis, M. G. (2014). Métodos de investigación en ingeniería del software. Paracuellos de Jarama, Madrid, RA-MA Editorial.

Conesa Caralt, J. y Casas Roma, J. (2014). Diseño conceptual de bases de datos en UML. Barcelona, Spain: Editorial UOC.

Otey, M. (2010). Innovaciones en Microsoft SQL Server 2008. México D. F. etc, Spain: McGraw-Hill España.

Medina Serrano, S. (2015). SQL Server 2014: soluciones prácticas de administración. Madrid, RA-MA Editorial.

Gamma Erich, Richard Helm, Ralph Johnson & John Vlissidess. (1997): Design Patterns: Elements of Reusable Object-Oriented Software KevinZhang, Pearson India, Paperback.



Teniente López, E. Costal Costa, D. y Sancho Samsó, M. R. (2015). Especificación de sistemas software en UML. Barcelona, Spain: Universitat Politècnica de Catalunya.

Abelló Gamazo, A. y Rodríguez González, M. E. (2015). Diseño y administración de bases de datos. Barcelona, Spain: Universitat Politècnica de Catalunya.