

Implementación de un proyecto eléctrico y domótico para vivienda campestre en el municipio de Samaniego.

*Autores: Jorge David Molina Mora
Código: 23551928378*

*Didier Javier Bravo Pantoja.
Código: 23551923971*

*Facultad de Ingeniería Mecánica, Electrónica y Biomédica.
Programa Académico: Tecnología Mantenimiento Electromecánico Industrial.
Universidad Antonio Nariño
Sede Pasto*

e-mail jmolina83@uan.edu.co – dibravo59@uan.edu.co

Director

*Esp. Luis Enrique Arteaga
e-mail larteaga@uan.edu.co*

SOPORTE

RESUMEN:

El proyecto enfatizó dos ramas de acción, la primera enfocada al diseño y construcción de la red eléctrica y su normal funcionamiento. La segunda establece el diseño e implementación del sistema domótico del proyecto.

Para consolidar el proyecto se requirió integrar varios conocimientos, establecer las diferentes opciones existentes en el mercado nacional para implementar los artefactos tecnológicos, todo en conjunto con el compromiso del propietario.

Este proyecto permitirá profundizar y apropiarse de nuevo conocimiento en la articulación de sistemas domóticos y normatividad eléctrica, que aportará en la consolidación de nuestra proyección profesional en la implementación de procesos de la industria 4.0.

ABSTRACT:

The project emphasized two branches of action, the first focused on the design and construction of the electricity grid and its normal operation. The second one establishes the design and implementation of the project's home automation system.

To consolidate the project, it was required to integrate several knowledge, establish the different options existing in the national market to implement the technological artifacts, all in conjunction with the commitment of the owner.

This project allowed to deepen and appropriate new knowledge in the articulation of home automation systems and electrical regulations, which contributes to the consolidation of our professional projection in the implementation of industry 4.0 processes.

KEYWORDS: Home automation – Technology – Artificial intelligence – Automation – Electrical system – Intelligent system.

INTRODUCCIÓN

En el municipio de Samaniego, no se conoce o no se tiene evidencia del desarrollo de proyectos domóticos con características que faciliten y permitan el aprovechamiento de los productos inteligentes y las nuevas tecnologías aplicadas al uso eficiente, al confort, la seguridad y la comunicación de los individuos y su medio de habitad, el desconocimiento de las aplicaciones que

pueden ser implementadas a nivel domótico son inexploradas o muy escasas, los diferentes sectores económicos han incorporado a sus productos la tecnología, comunicación y automatización de los procesos y tareas que desarrollan, específicamente nos enfocaremos en el sector de la construcción y específicamente de la electricidad residencial.

Para este proyecto se tuvo en cuenta que las instalaciones eléctricas en Colombia, aproximadamente desde el año 2000 han incorporado elementos y productos, que facilitan la normalización de los procedimientos técnicos y administrativos en este sector, en el campo de las instalaciones eléctricas residenciales. La implementación de los avances tecnológicos no es ajena a este tipo de instalaciones, su asociación facilita las interacciones entre los usuarios y las necesidades requeridas de un ambiente inteligente domótico, que apoya la comodidad, confort, seguridad e interacción con los usuarios de este tipo de instalaciones de uso final de la energía.

La implementación de este proyecto está dada por el interés de consolidar una vivienda domótica que proporcione una mejor calidad de vida a quienes habitan estas instalaciones. Incorporará procesos tecnológicos en el sistema eléctrico con recursos domóticos.

De igual forma se promoverá el uso racional de la energía y los recursos fundamentales como el consumo el agua, mediado por la interconexión de sensores y actuadores domóticos.

Consolidar este proyecto permitirá abrir más campos de acción y de investigación en esta importante área del diseño eléctrico asumiendo la adopción de la industria 4.0 en los diferentes sectores de la economía.

La articulación responsable de varias áreas de conocimiento, que se requieren para implementar este proyecto, retomara procesos de formación desarrollados durante toda la carrera.

El proyecto se basa en el método de Deming, fundamentado en el planear, hacer, verificar y actuar, consolidando el paso a paso del proyecto.

De igual manera se tiene el compromiso del propietario de la vivienda para seleccionar las alternativas domóticas aplicables al proyecto.

ANTECEDENTES

En la década de los 70 aparecieron los primeros dispositivos de automatización en edificios, para los 80 se inició este tipo de procesos en el comercio con circuitos integrados.

En relación a la domótica residencial, inicio a mediados de los 80, pero con muy pocas aplicaciones para el hogar.

Los diferentes sectores económicos incorporaron a sus productos la tecnología de comunicación y automatización de procesos en las tareas implementadas, la aeronáutica es un sector que desde el inicio y sin ninguna duda aprovecho el uso de los sistemas inteligentes para todos sus procesos, de esta manera impulso esta economía que hasta el día de hoy. Otro de los grandes sectores que ha sabido aprovechar de forma muy eficiente es el sector automotriz con la evolución continua de todos los vehículos que hasta el día de hoy ha desarrollado, encontramos carros que se manejan autónomamente+ y llegan a su destino programado.

Las instalaciones de los edificios han buscado la apropiación e incorporación de sistemas inteligentes. Seguidamente se proyectó a las instalaciones residenciales dando inicio al termino viviendas inteligentes asociado al lujo, comodidad, confort y seguridad que se podía establecer en las viviendas de tipo residencial.

La ciencia de la innovación o domótica como es conocida, ha llevado a acuñar la palabra inteligente, esta disciplina que permite establecer parámetros y acciones encaminadas a la comodidad confort y seguridad en la interacción del hombre y sus espacios o viviendas, sistemas que pueden interactuar con diferentes aparatos y actuadores que facilitan la comodidad en los diferentes usos de esta tecnología en las viviendas.

En Colombia la principal referencia se establece en la ciudad de Medellín con los edificios como el de las empresas públicas de Medellín EPM, el de la sede de Isagen, el de la ruta N, o el de la sede del Banco de Colombia y la facultad de ingeniería de la EAFIT, cada uno han sido referentes para implementación de inteligencia aplicada a los espacios con sus usuarios apoyando el bienestar y confort para la implementación de otros proyectos en Colombia.

De acuerdo a investigación realizada para este proyecto, en Nariño se encontró únicamente dos trabajos o artículos de grado que están relacionados en 2014, uno en Pasto con la Universidad nacional Abierta y a Distancia y el otro en el municipio de Tumaco, que involucra la energía solar.

En relación a viviendas en el municipio de Samaniego son casi imperceptibles limitándose a la instalación de sensores y cámaras de vigilancia.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los proyectos domóticos en nuestra región, reflejan su implementación día a día toma más fuerza, sin desconocer la existencia de inconvenientes entre los que podemos citar el desconocimiento de técnicas para la implementación de estos proyectos, desconocimiento de las grandes alternativas a instalar y desarrollar. Consecución de sistemas, módulos, sensores o actuadores que limitan la consecución de productos de tipo domótico.

Podemos mencionar de igual manera la dificultad que se presenta en el mercado de la construcción en referencia a la implementación de estas tecnologías motivada por los costos que elevan el precio final de la vivienda, el precio de su implementación y los reducidos presupuestó proyectados a la construcción de la vivienda.

Las instalaciones eléctricas residenciales en Nariño, permanecen con poca evolución, relegadas a la aplicación del uso con elementos manuales como son los interruptores y suich que limitan, el uso y aplicación entre abierto y cerrado de forma manual, la aplicación domótica es limitada

De igual manera otro factor a tener en cuenta es la mano de obra técnica para instalar estos elementos y equipos incluso para la ejecución de manteniendo y reparación de sistemas que fallen, en Nariño existen dos empresas en Pasto y dos en Ipiales que se dedican a esta implementación, se desconoce los valores que cobren por la prestación de sus servicios.

La influencia de proyectos exitosos que permitan trascender en este campo domótico, no son conocidos o reflejados en estudios que ayuden a encontrar guías o caminos para impulsar esta modalidad tecnológica.

JUSTIFICACIÓN.

La implementación de proyectos domóticos tiene una característica social importante, relacionada a la introducción de Info-tecnología requerida para establecer parámetros que permitan la interacción y la comodidad en tareas que hoy por hoy se realizan de manera manual, así se facilita el confort, la comodidad y la seguridad en cada proceso.

La vivienda domótica incorpora una serie de disciplinas en donde intervienen la electricidad, la electrónica, las telecomunicaciones, la robótica, entre otras, cada una hace su aporte habilitando diferentes acciones en un sistema domótico y permitiendo incorporar grandes posibilidades que se reflejan en el aumento del confort, apoyan a establecer planes de seguridad, incluso algo muy de moda, enfocado en el ahorro energético y al uso eficiente de los recursos en la vivienda.

Es indudable la complejidad que tiene la domótica, tenemos en cuenta que en cada sistema implementado interactúan varios elementos, los cuales generan varios tipos de señales o códigos, imaginemos un sistema de seguridad, este debe activar unos sensores que alerten de la presencia de movimiento o calor en zonas específicas identificadas previamente, a su vez emiten señales para activar cámaras de video, llamadas telefónicas a los usuarios, encender alarmas audibles que coaccionen el actuar delictivo, incluso alertas a organismos de seguridad para salvaguardar los bienes, en fin como podemos evidenciar y establecer varias funciones y acciones que aportan enormemente a dificultades planteadas que se puedan presentar y a los beneficios de cualquier proyecto domótico.

A la par de esto, el diseño, cálculo y construcción de las instalaciones eléctricas aplicable a proyectos eléctricos debe tener en cuenta el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) el cual es un documento técnico legal que establece los requerimientos que se aplican a todas las instalaciones eléctricas en Colombia, a sus productos utilizados y a las personas que intervienen en el diseño, cálculo, construcción y acreditación de las instalaciones eléctricas públicas y privadas ante los entes nacionales regulatorios.

De igual manera la Norma técnica colombiana NTC 2050, la cual es de obligatorio cumplimiento

en sus primeros 7 capítulos de acuerdo al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas al RETIE, otro reglamento que debe cumplir por parte de la institución educativa, es el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP. Documento que realiza importantes lineamientos en referencia a la iluminación que este tipo de edificaciones dedicadas a la capacitación deben cumplir.

Cabe resaltar la importancia que tiene una mano de obra calificada en todo el proceso involucrado con cualquier proyecto, ahí la importancia y la responsabilidad que tenemos como estudiantes de la Universidad Antonio Nariño, en apoyar y aportar a la comunidad en la implementación de tecnología que promuevan diferentes acciones en el bienestar de la comunidad.

OBJETIVOS

A. OBJETIVO GENERAL

Construcción del sistema eléctrico y domótico incorporando tecnología que contribuya al bienestar, confort, seguridad y uso eficiente de la energía de una vivienda campestre en el municipio de Samaniego.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

Identificar la normatividad aplicable a las instalaciones eléctricas y domóticas consolidando el buen funcionamiento de las aplicaciones domóticas ajustadas según el proyecto.

Instalar la red eléctrica y domótica según alcance, requerimientos y necesidades del usuario para tecnificar la vivienda asociada al proyecto.

Verificar el correcto y normal funcionamiento del sistema eléctrico y domótico comprobando la eficacia en la implementación en el proyecto.

Las actividades antes mencionadas son secuenciales y deben cumplirse paso a paso para garantizar la consolidación del proyecto.

ALCANCE.

El alcance del proyecto está dado en una vivienda campestre, con un área de 100 m², en la cual se

instalarán Sistema Eléctrico y Domótico que introduzca info-tecnología posibilitando el accionamiento, la comunicación, automatización, intercomunicación interna y externamente en la vivienda, lo anterior permitirá seguridad, confort, innovación para la vivienda que se desarrollarán en el municipio de Samaniego en el departamento de Nariño.

METODOLOGIA.

La metodología a desarrollar esta mediado por la investigación de tipo descriptiva, identificando actividades y procedimientos para garantizar el mejor desempeño en la construcción del proyecto, se tendrá en cuenta las fortalezas y mejora continua de manera deductiva para consolidación del mismo.

Estableciendo las normas a aplicar, los estándares necesarios y los soportes técnicos se aplicará un método deductivo con actividades en sitio se consolidará la construcción del proyecto.

A continuación, se documentarán y ejecutarán las diferentes actividades relacionadas secuencialmente según requerimientos normativos establecidos para este tipo de instalaciones concienciando al propietario de la instalación enfatizando la importancia de cumplir cada aspecto involucrado en el proyecto.

Para consolidación del proyecto se procederá con el cumplimiento de las siguientes fases:

Fase 1. Análisis.

Análisis del diseño planos instalación eléctrica de la vivienda para implementar sistema eléctrico y domótico.

Identificación de aplicaciones domóticas aplicables al proyecto.

Concertación de aplicaciones a implementar con el propietario del proyecto.

Fase 2. Planeación.

Replanteo de plano para alimentación de diferentes aplicaciones a implementar en el proyecto.

Realizar los cálculos correspondientes a los diferentes circuitos de eléctricos incluida acometida principal, alimentadores, y circuitos ramales de la instalación eléctrica.

Visita al sitio de trabajo y proyectar cronograma de actividades para la ejecución del proyecto eléctrico.

Elaboración lista de materiales requeridos para la construcción del proyecto Domótico con especificaciones técnicas de los productos a instalar.

Alistamiento de herramientas y equipos a utilizar en la construcción del proyecto.

Fase 3. Ejecución.

Instalación de ductos y diferentes tipos de cajas de acuerdo a replanteo y los diseños y cálculos ajustados y preestablecidos en cumpliendo con procedimiento técnico de instalación.

Alambrado de la instalación para el sistema eléctrico y de señales de acuerdo a necesidades y variables a tener en cuenta en el sistema domótico.

Instalación de elementos y artefactos para implementación del proyecto domótico según requerimientos técnicos establecidos para cada sistema.

Fase 4. Verificación.

Verificación y registro de variables obtenidas en las diferentes salidas eléctricas del proyecto.

Verificación y normal funcionamiento de todo el sistema eléctrico de acuerdo a normas establecidas en manuales del fabricante y estándares establecidos para este tipo de proyectos.

Entrega del proyecto con todos los soportes, características y recomendaciones del sistema eléctrico y domótico al propietario de la instalación.

RESULTADOS

Identificación de la normatividad aplicables a este tipo de proyectos.

En el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE se establecen los requisitos que garanticen los objetivos legítimos de protección contra los riesgos de origen eléctrico, para esto se han recopilado los preceptos esenciales que definen el ámbito de aplicación y las características básicas de las instalaciones eléctricas y algunos requisitos que pueden incidir en las relaciones entre las personas que interactúan con las instalaciones eléctricas o el servicio y los usuarios de la electricidad.

De igual manera se establecen los preceptos técnicos y legales que involucran a todos aquellos actores que intervienen en los procesos aplicables a este proyecto como son el diseño, la construcción la distribución y el uso final de la energía.

Teniendo en cuenta que la Norma técnica Colombiana 2050 es de libre adopción, nos remitimos al Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE al artículo 27.1 aplicación de normas técnicas, en la cual establece el obligatorio cumplimiento los primeros siete capítulos con las tablas relacionadas incluidas las tablas del capítulo 9 de la Norma técnica Colombiana NTC 2050 y la introducción en los aspectos que no contradigan el presente reglamento. En consecuencia, estos apartes de la citada norma hacen parte integral del reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE.

En relacion al Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP y su aplicación para las viviendas se establece cuando debe ser cumplido por proyectos objeto del mismo, y para cuales se hace necesario tener una certificación RETILAP:

Edificaciones residenciales o similares objeto de una misma licencia o permiso de construcción donde se puedan concentrar hasta 100 personas.

Viviendas individuales y comercios de áreas construidas mayores a 500 m².

En la sección 460 del RETILAP se establece una sección en donde se expresan terminología técnica mas no normas de instalación y conexión de la domótica y la inmótica en la iluminación.

Por lo anterior para este proyecto este Reglamento ¹NO APLICA. De acuerdo a investigación realizada con la empresa.

Análisis de la información.

De acuerdo a lo establecido en la normatividad y tomando las dos normas aplicables se define los aspectos, artículos y secciones aplicables al proyecto de acuerdo a los siguientes ítems:

Acometida eléctrica. - Ductos eléctricos y cajas eléctricas. - Productos eléctricos. - Tableros de distribución. - Circuitos ramales. - Parámetros eléctricos.

1. Acometida Eléctrica.

La construcción de la acometida eléctrica se realizó con conductor en cable de cobre AWG # 6, tiene una distancia comprendida desde el equipo de medida hasta el tablero de distribución con una longitud de 40 metros, en ducto tipo PVC ¾ por lo anterior debemos verificar las condiciones de caída de tensión para el alimentador.

En relación a la puesta a tierra, el proyecto ya contaba con un sistema de puesta a tierra, por lo anterior se procedió a construir un sistema aislado al tablero de distribución, de acuerdo a lo establecido en las normas el calibre del conductor se establece en AWG # 8 del tipo desnudo.

2. Ductos eléctricos y cajas eléctricas.

Los ductos instalados son del tipo PVC de ½ pulgada, se instalan curvas y uniones adheridas con pegante para evitar filtración de humedad que puede dañar el forro aislante del conductor.

Las cajas instaladas son del tipo 5800 o 2 x 4 para interruptores, cajas de paso de 20 x 20 con tapa de seguridad para distribución de circuitos, cajas 4 x 4 para circuitos especiales.

3. Productos eléctricos.

La normatividad establece que varios de los productos utilizados en las instalaciones eléctricas

cumplen con la certificación de producto. Por lo anterior se instalaron elementos con certificados de conformidad de cada producto para anexar a la carpeta de archivo del proyecto.

Los productos utilizados fueron conductores eléctricos en varios calibres y forros aislantes, interruptores termomagnéticos de diferentes capacidades de corriente. Tableros eléctricos bifásicos, ductos PVC en diferentes dimensiones con accesorios, lámparas de iluminación en diferentes watts, entre los principales elementos.

4. Tableros de distribución.

Para los tableros de distribución se utilizó los de tipo metálico bifásicos 120/240 voltios, de empotrar con tapa de seguridad, para 8 circuitos ramales.

5. Circuitos ramales.

Para los circuitos ramales se organizaron de acuerdo a los planos y requerimientos del proyecto, se tiene 3 circuitos de iluminación, 3 circuitos de tomacorrientes, 1 circuito especial para ducha.

En la distribución se tuvo en cuenta el siguiente cuadro que permite establecer parámetros técnicos a tener en cuenta para cada uno de los circuitos.

| Corriente nominal del circuito | Capacidad del circuito | | | | |
|---|---|----------------|--|-----------------|---|
| | 15 A | 20 A | 30 A | 40 A | 50 A |
| Conductores (Calibre mínimo): | | | | | |
| Alambres del circuito | 2,08 (14) | 3,3 (12) | 5,25 (10) | 8,36 (8) | 13,29 (6) |
| Salidas derivadas | 2,08 (14) | 2,08 (14) | 2,08 (14) | 3,3 (12) | 3,3 (12) |
| Protección contra sobrecorriente | 15 A | 20 A | 30 A | 40 A | 50 A |
| Dispositivo de salida: | | | | | |
| Portabombillas permitidos y capacidad nominal del tomacorriente | Cualquier tipo | Cualquier tipo | Servicio pesado | Servicio pesado | Servicio pesado |
| Carga máxima permisible | 15 A máx. | 15 o 20 A | 30 A | 40 o 50 A | 50 A |
| Carga permisible | 80 % de corriente nominal del circuito ramal para equipo conectado por cordón y clavija, y 50 % de corriente nominal del circuito ramal para el equipo de utilización fijo. | | 80 % de corriente nominal del circuito ramal para equipo conectado por cordón y clavija. | | Equipos de cocina fijos. Unidades de alumbrado fijas (servicio pesado), unidades de calefacción y otros equipos en lugares que no sean viviendas. |

Tabla 1. Resumen Requisitos Circuitos Ramales.

¹ Retie y Retilap S.A.S Sede Bogotá.
<https://www.retieyretilap.com/servicios/retilap/>

6. Parámetros Eléctricos.

En la implementación del proyecto se tiene en cuenta los niveles de tensión instalados, las intensidades de cada línea de conducción de corriente, los porcentajes de regulación aplicable a circuitos de más de 20 metros.

De igual manera existen parámetros de niveles de iluminación según uso y distribución por metro cuadrado.

La resistividad del terreno y resistencia del sistema de puesta a tierra.

Análisis del cumplimiento de requerimientos normativos entre el diseño establecido y la ejecución del proyecto.

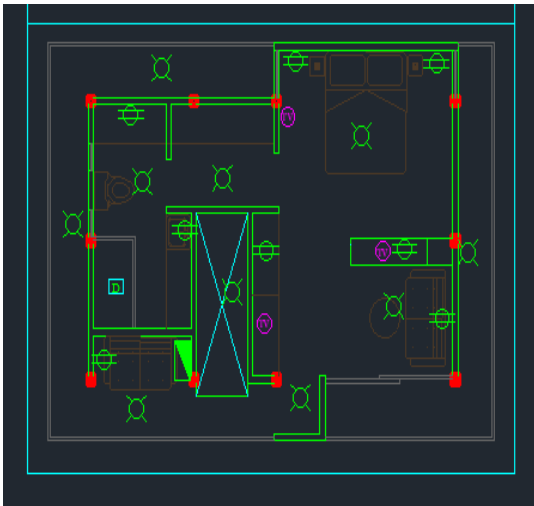


Imagen 1. Diseño Planos iniciales del proyecto.

En el proceso de verificación del cumplimiento del diseño frente a la construcción desarrollada se evidencian salidas de iluminación y de tomacorrientes que faltan implementar para el sistema eléctrico y domótico de acuerdo a requerimientos del propietario del proyecto.

Los ajustes necesarios teniendo en cuenta que la instalación tiene un voltaje de 220 voltios del tipo bifásica y en el diseño inicial es monofásica.

La distribución de cajas de paso, de alojamiento de artefactos eléctricos y la canalización de ductos requiere ajustar según requerimientos mínimos establecidos para la construcción de la red eléctrica

según el Reglamento Técnico de Instalaciones RETIE en su artículo 27 correspondiente a instalaciones de uso final de la energía.

Por lo anterior se remite al profesional competente las observaciones y recomendaciones para ser revisadas y avalarlas en la implementación en el diseño y en el proyecto eléctrico y domótico, siguiendo lineamiento establecidos en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE en el artículo 10.2 donde se relacionan las intervenciones de personas con las competencias profesionales.

Identificación de aplicaciones domóticas aplicables al proyecto.

Los avances tecnológicos de este tiempo, requieren y exigen cambios desde los proyectos o diseños de instalaciones eléctricas, pasando por los sistemas constructivos y llegan a el uso cotidiano de las instalaciones eléctricas por los usuarios finales, incorporando una revolución domestica aplicable a un nuevo tipo de vivienda que utiliza e interactúa con la tecnología y telecomunicación en varios sistemas incorporados a la vivienda.

Se analizarán los requerimientos del proyecto integrando el modelo de tres niveles de complejidad propuesto por Sáenz Vacas F. en 1983 inicialmente y ajustado en 1990 en lo que denomino Enfoque Sociotécnico.

Se tiene un primer nivel denominado Caja de Herramientas, en donde se recoge la complejidad de los objetos aislados y relacionan los dispositivos Domóticos como electrodomésticos, sensores y actuadores.

Un segundo nivel que corresponde al Sistemas técnico domótico, en donde los elementos están asociados e interrelacionados asociando a este nivel. Los sistemas de control automatizado, sistemas avanzados de comunicaciones y las redes multimedia y la de datos.

Un tercer nivel denominado sistema domótico entendido como la complejidad antropotécnica, en donde se relacionan la aceptación de la tecnología, la el impacto económico de la innovación tecnológica valorando la interacción de los dos niveles inferiores en donde el usuario entra a formar

parte del sistema interactuando con el medio y evolucionando con él.

En este orden de ideas se presenta y pone a disposición del propietario de la vivienda los siguientes componentes domóticos:

La aparición de electrodomésticos inteligentes ha surgido como una alternativa para apoyar a las personas a realizar las tareas del hogar de manera más eficiente. Sus beneficios no solo se traducen en ahorro de tiempo y esfuerzo, también en la posibilidad de ahorrar energía y generarle al dispositivo una mayor vida útil. Electrodomésticos como:

Smart TV, la gran mayoría de este tipo de elementos vienen así.

Neveras Smart como por ejemplo la nevera Family Hub de Samsung es un buen ejemplo.

Aire acondicionado inteligente.

Lavadora inteligente.

Sistema de audio y sonido Smart

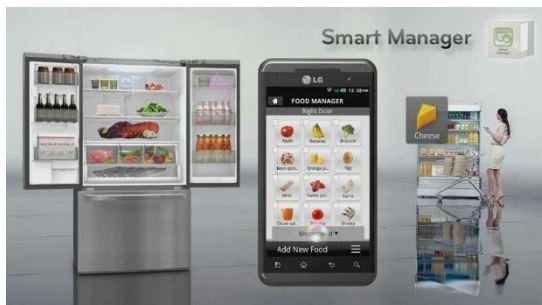


Imagen 2: Nevera Inteligente conexión Wifi

Otro aspecto a tener en cuenta son los sensores y actuadores entre los cuales encontramos:

Un sensor es un dispositivo o un objeto que tiene la capacidad de captar diferentes estímulos del exterior, y de transformarlos mediante un transductor en energía eléctrica impulso eléctrico. Es decir, transforma o traduce información o energía procedente del exterior en un impulso eléctrico normalmente un impulso digital. Entre los que encontramos:

Sensor de temperatura proporciona información de la temperatura del exterior, es decir, del medio, mediante impulsos eléctricos. Estos sensores permiten controlar la temperatura de ambiente.

Sensores de luz dispositivos electrónicos que responden al cambio en la intensidad de la luz (célula fotoeléctrica).

Sensores de proximidad, transductores que detectan la presencia de objetos obstáculos, personas sin necesidad de un contacto se pueden configurar para que midan la distancia.

Sensores de posición permiten determinar qué ubicación tiene un determinado objeto.

Sensores de sonido captan los sonidos del exterior ambiente, a través de un micrófono o de un sistema de sonar.



Imagen 3: Sensor PIR

Sensores de contacto detectan el final del recorrido de componentes mecánicos o su posición límite.

Sensores magnéticos actúan detectando los campos magnéticos que provocan las corrientes eléctricas o los imanes.

Actuadores son dispositivos capaces de recibir órdenes procedentes de los sensores o de un sistema de control con la que realizan una acción modificando un estado determinado como por

ejemplo encendido, subida, apagado apertura o cierre. Los actuadores se distinguen en hidráulicos, neumáticos, y eléctricos.

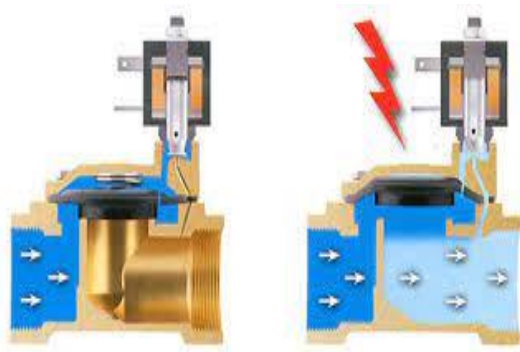


Imagen 4: Electroválvula accionamiento directo.

Actuador eléctrico como son las electroválvulas normalmente abiertas y normalmente cerradas, los relés, los contactores, motores, atenuadores, cerradura eléctrica, acústicos, luminosos, tomacorrientes e interruptores.

Sistemas o centrales de control, podemos desarrollar toda la instalación con centrales como el Arduino que permiten interactuar con varios elementos a la vez de igual manera se cuenta con varias opciones que pueden manejar una sección exclusiva implementando drives o controladores que se instalan para determina actividad o accionamiento.

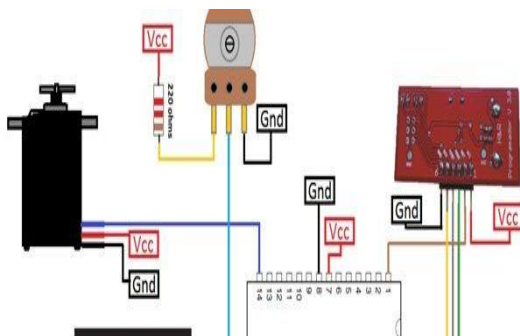


Imagen 5: Sistema operado por Arduino 1.

Concertación de aplicaciones a implementar con el propietario del proyecto.

De acuerdo a lo socializado con el propietario de la vivienda, se acuerda la instalación de los siguientes elementos:

Cámaras de video para monitoreo vía wifi.



Imagen 6: Actuador cámara de vigilancia wifi.

Chapa de seguridad para el ingreso tipo tarjeta y huella.



Imagen 7: Chapa de seguridad huella y clave de acceso.

Video portero citófono.



Imagen 8: Video portero.

Tomacorrientes conexión wifi.



Imagen 9: Tomacorriente inteligente wifi.

Interruptores conexión wifi y comando de voz.



Imagen 10: Interruptor inteligente wifi y voz.

Iluminación escalera inteligente.



Imagen 11: iluminación inteligente escaleras.

De igual manera se proyecta a los siguientes elementos:

Control de acceso seguro para puertas y ventanas.

Electroválvulas normalmente abiertas. (llaves agua)

Sensores de movimiento.



Imagen 12: sensor de movimiento.

Sensores de temperatura.

Se dejan listos los ductos, cajas y cableado para la proyección de instalación de otros actuadores domóticos.

Fase 2. Planeación.

Replanteo de plano para alimentación de diferentes aplicaciones a implementar en el proyecto.

En referencia a la construcción del proyecto se solcito los ajustes al diseño inicial y se recibió el siguiente plano para su construcción:

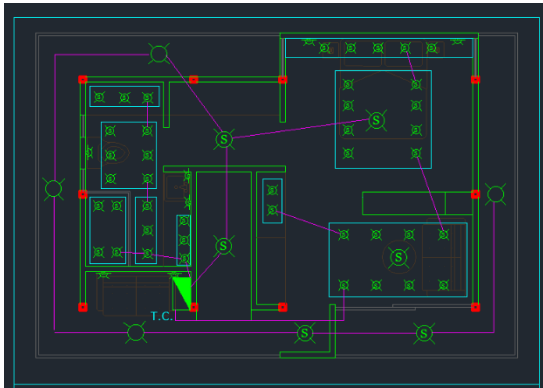


Imagen 13: Plano salidas de iluminación proyecto.

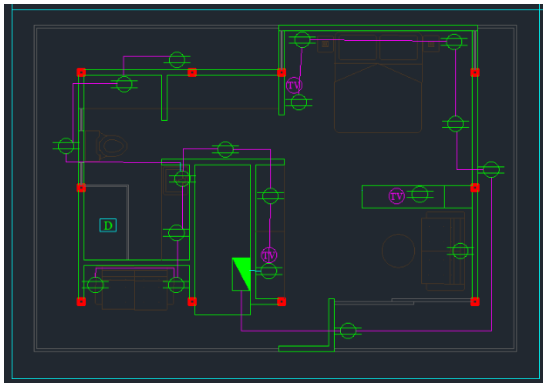


Imagen 14: Plano salidas de tomacorriente proyecto.

Los ajustes realizados cumplen los requerimientos normativos y técnicos para la instalación del sistema eléctrico y doméstico.

Realizar los cálculos correspondientes a los diferentes circuitos de eléctricos incluida acometida principal, alimentadores, y circuitos ramales de la instalación eléctrica.

Determinación de la carga eléctrica de la instalación.

Cuadro de cargas.

| Proyecto | Vivienda | | Ciudad | Iguales-Narño | | | | | | | | |
|-----------------|---------------------|-------------|---------------------|-------------------------------------|-------------------|------------------|---------------|------------------|---------------|--------------|---------------|----------------|
| Propietario | | | Tipo de instalación | Uso final- Residencial 220 voltios. | | | | | | | | |
| Área construida | 80 metros cuadrados | | Fecha | 08 de Abril de 2022 | | | | | | | | |
| Circuitos | Tomacorrientes | Iluminación | Toma Especial | Descripción | Potencia Unitaria | Potencia W Total | Voltamperios. | Intensidad Total | Conductor AWG | Protección A | Calibre Ducto | Longitud Acto. |
| 1 | | 12 | | Iluminación | 100 | 1200 | 1200 | 10 | 12 | 15 | 1/2 pulgada | 20 metros |
| 2 | 8 | | | Tomacorrientes Normal | 180 | 1440 | 1440 | 12 | 12 | 20 | 1/2 pulgada | 20 metros |
| 3 | 9 | | | Tomacorrientes Normal | 180 | 1620 | 1440 | 13.5 | 12 | 20 | 1/2 pulgada | 20 metros |
| 4 | | | 1 | Ducha | 3600 | 3600 | 3600 | 17.3 | 12 | 20 | 1/2 pulgada | 8 metros |
| 5 | | | 1 | Ducha | 3600 | 3600 | 3600 | 30 | 10 | 30 | 1/2 pulgada | 8 metros |
| 6 | 4 | | | Normal y 2 GFCI - Cocina 1 | 180 | 720 | 1500 | 12.5 | 12 | 20 | 1/2 pulgada | 8 metros |
| 7 | 2 | | | Tomacorriente - lavadora | 180 | 360 | 1500 | 12.5 | 12 | 20 | 1/2 pulgada | 10 metros |
| 8 | | | | Reserva | | | | | | | | |
| TOTAL | 23 | 0 | 2 | | | 11340 | 14280 | | | | | |

Cuadro 2: Cuadro de cargas proyecto.

La carga total del proyecto está en 12500 watt. Se distribuye en los siguientes circuitos, se cuenta con un voltaje de 220.

Circuito 1 de Iluminación 40 elementos de 6W.

Circuito 2 Iluminación 2 de 18W y 20 de 6W.

Circuito 3 Iluminación 5 de 18W y 12 de 6W.

Circuito 4 Especial Ducha 220 V. 4000 W.

Circuito 5 de Tomacorrientes 9 elementos.

Circuito 6 Especial Ducha 220 V. 4000 W.

Circuito 7 de Tomacorrientes 7 elementos.

Circuito 8 de Tomacorrientes 3 elementos.

Verificación del calibre por caída de tensión.

La caída de tensión de los circuitos (alimentador y ramales) debe cumplir con los criterios estipulados por la norma NTC 2050, esta fórmula permite obtener el valor de regulación para un circuito bifásico:

Con los siguientes datos calculamos impedancia eficaz (basados en tabla 9):

Calibre del conductor Cu AWG #6.

Resistencia conductor = 1,61 ohm/km

Reactancia del conductor = 0.167

Factor de potencia 0.90 - $\text{Sen}0 = 0.44$

$Z_{EF} = R \text{ Cos}0 + X_L \text{ Sen} 0$ (formula de la impedancia del conductor.)

$Z_{EF} = (1,61 \times 0.9) + (0.167 \times 0.44)$

$Z_{EF} = 1,52248 \text{ ohm/km.}$

Calculemos la intensidad del circuito:

$I = P/V * 1.44 * FP$

$= 8000/220 * 1.44 * .90$

$= 28.70 \text{ A.}$

Ahora Podemos encontrar la caída de tensión Fase a Fase;

$\Delta V \text{ Fase- Neutro} = Z_{EF} * L * I$

$\Delta V \text{ Fase- Neutro} = 1,52248 \text{ ohm/km} * 0.04 * 28.70$

$\Delta V \text{ Fase- Neutro} = 1,74 \text{ V}$

$\Delta V \text{ Fase- Fase} = \sqrt{3} \times \Delta V_{FN}$

$\Delta V \text{ Fase- Fase} = 1.73 * 1,74$

$\Delta V \text{ Fase- Fase} = 3,0237 \text{ V.}$

Encontramos porcentaje caída de tensión.

$\% \text{ caída de Tensión Fase - Fase} = (\Delta V / V_r) * 100$

$\% \text{ caída de Tensión Fase - Fase} = (3,0223 \text{ V} / 220\text{V}) * 100$

$\% \text{ caída de Tensión Fase - Fase} = 1.37\%$

Por lo anterior cumple teniendo en cuenta que la caída de tensión debe estar por debajo del 3%. El conductor seleccionado AWG 8 es suficiente.

Los circuitos ramales no tienen una distancia superior a los 20 metros contemplados desde el tablero de distribución hasta el último punto. Por lo anterior no requieren cálculo de caída de tensión en los circuitos ramales.

Visita al sitio de trabajo y proyectar cronograma de actividades para la ejecución del proyecto eléctrico.



Foto 1: Ubicación del proyecto.



Foto 2: Construcción del proyecto.



Foto 3: Entrepiso del proyecto.

De acuerdo a la verificación previa y el cumplimiento de las normas, se verifico los ajustes realizados al diseño inicial y lo correspondiente a

las dimensiones y capacidad de alojamiento de conductores, los cuales cumplen de acuerdo a lo establecido en las normas.

Se procedió a establecer el correspondiente cronograma de trabajo de acuerdo al siguiente cuadro:

| Actividades | Semana | | | | | |
|---|--------|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Verificación de ductos y cajas. | X | | | | | |
| Instalación de tableros de distribución | X | | | | | |
| Instalación de conductores eléctricos. | | X | X | | | |
| Instalación de elementos de iluminación. | | | | X | | |
| Instalación de Tomacorrientes | | | | X | | |
| Verificación parámetros eléctricos | | | | | X | |
| Instalación de elementos domóticos | | | | | | X |
| Verificación funcionamiento normal de instalación eléctrica y domótica. | | | | | | X |

Cuadro 1: cronograma de trabajo.

Elaboración lista de materiales requeridos para la construcción del proyecto.

En referencia a los materiales eléctricos utilizados en el proyecto en principio son los normales de una instalación eléctrica residencial como: conductores eléctricos de varios calibres, tableros de distribuciones, salidas de iluminación diferentes niveles de potencia, conectores, cintas de aislamiento, etc. De igual manera como este proyecto involucra sistema domótico de igual manera se solicita actuadores y centrales o sistemas que controlaran los artículos domóticos a instalar.

Por lo anterior adicional a los materiales eléctricos y domóticos se presentarán en un anexo, que se remitirá al final para su revisión.

Alistamiento de herramientas y equipos a utilizar en la construcción del proyecto.



Foto 4: Herramientas electricista.

Para el proyecto se requiere herramientas del tipo manual y eléctrico. Entre las que encontramos:

Herramientas manuales:

Alicates de 8 pul. - Alicata tipo pinza redonda.

Alicata cortafrío. - Destornilladores de pala y estrella. - Pelacables de conductores desde el calibre AWG 22 hasta el 10. - Cuchilla de electricista.

Multímetro digital. - Pinza voltamperometría.

Herramientas eléctricas.

Taladro percutor ½” - Pulidora 4”

Compresor de aire.

Fase 3. Ejecución.

Instalación de ductos y diferentes tipos de cajas de acuerdo a replanteo y los diseños y cálculos ajustados y preestablecidos en cumpliendo con procedimiento técnico de instalación.



Foto 5: Instalacion de ductos caja de distribucion.

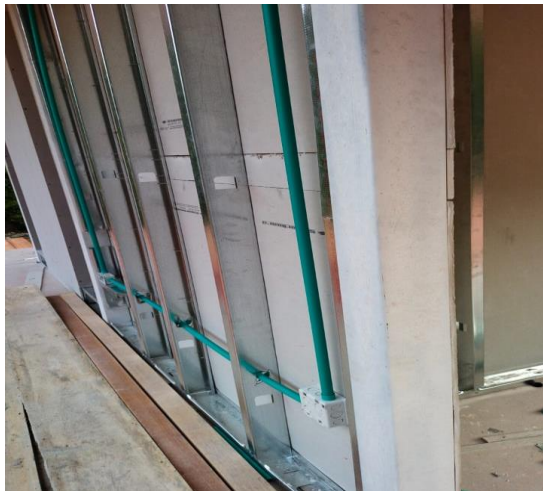


Foto 6: Instalacion ductos tomacorrientes.

En referencia a este punto, se instalaron los ductos correspondientes para cada aplicación, se utilizó ducto PVC de 3/4' y 1/2' con curvas, acoples y cajas

Alambrado de la instalación para el sistema eléctrico y de señales de acuerdo a necesidades y variables a tener en cuenta en el sistema domótico.

En referencia al alambrado se procedió a canalizar conductor el cual permite distribuir eficientemente las señales y la interconexión de los sistemas a instalar.



Foto 6: Alambrado Interruptores.



Foto 7: Alambrado puntos de iluminación.

El alambrado se realizó de acuerdo con el cumplimiento de las normas técnicas, cada circuito ramal se alambro de acuerdo a la capacidad de potencia establecido para cada circuito. De igual manera las protecciones de cada circuito.

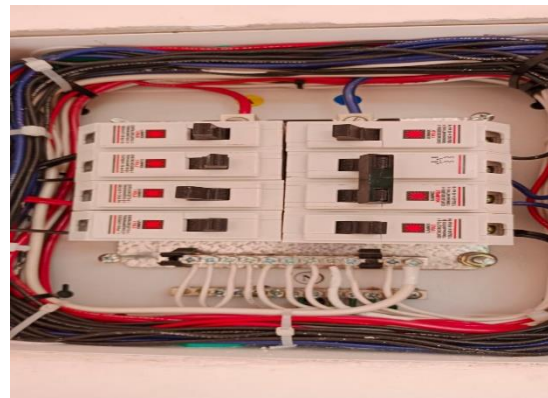


Foto 8: tablero de distribución bifásico.

Instalación de elementos y artefactos para implementación del proyecto domótico según requerimientos técnicos establecidos para cada sistema.

Video portero citófono.

Sistema que permiten la comunicación sobre una infraestructura de red, se basan en tecnología 100% digital y se instalan usando cableado de red Ethernet.

Debido a su gran avance tecnológico y a lo característico de su instalación, hace que sean adecuados para grandes proyectos o bien para pequeñas instalaciones con grandes requerimientos de conectividad e integración.



Foto 9. Instalación tarjeta video portero exterior.



Foto 10. Instalación tapa frontal video portero exterior.



Foto 11: Instalación Video portero interior.

Chapa de seguridad para el ingreso tipo tarjeta y huella.

Las cerradura o chapa es del tipo digital, permiten ingresar con contraseña y huella, tiene opción de lector de tarjeta o chip de proximidad. La cerradura se entrega con un par de llaves que pueden ser usadas para una apertura manual, para esta tarea se contó con el acompañamiento de técnico profesional en instalación de chapas contratado por el propietario.



Foto 12: Componentes de Chapa de seguridad.



Foto 13: Chapa de seguridad parte externa.

Interruptores conexión wifi y comando de voz.

El Interruptor táctil o sonoro inteligente tiene la capacidad de controlar de una a tres cargas, dependiendo del modelo, cuenta con opciones de configuración de conmutación inalámbrica, es decir, controla la iluminación desde varios puntos, con o sin necesidad de más cables.



Imagen 15: Interruptor inteligente wifi.

Tomacorrientes conexión wifi.

Los tomacorrientes inteligentes son dispositivos versátiles que nos permiten controlar cualquier aparato que se conectan a ellos, un Reuter, la calefacción, televisores o equipos de audio, de modo que podamos encenderlos cuando los necesitemos, incluso cuando no estemos en casa.



Imagen 16: Tomacorriente inteligente wifi.

Verificación y registro de variables obtenidas en las diferentes salidas eléctricas del proyecto.

Se realizó mediciones y registro de todas las variables eléctricas que representan importancia fundamental de los puntos clave para el circuito eléctrico:

| Registro variables eléctricas del proyecto. | | | |
|---|------------------------------|---------------|-----------------|
| Propietario | JEOVANY ROSERO. | | |
| Dirección | Kilometro 29 vía a Samaniego | | |
| Sistema de conexión | 120/220 | | |
| Tensión Instalada | 120/220 | | |
| Tensión F1/F2 | 220 Voltios | Intensidad F1 | 34,98 Amperios. |
| Tensión F1/N | 120 Voltios | Intensidad F2 | 34,53 Amperios. |
| Tensión F2/N | 120 Voltios | Intensidad N | 24,5 Amperios. |
| Tensión N/T | 0 | Intensidad T | 0 Amperios |
| Tensión F1/T | 120 Voltios | Intensidad C1 | 2 Amperios |
| Tensión F2/T | 120 Voltios | Intensidad C2 | 1,3 Amperios |
| Porcentaje de regulación Alimentador | 1,37% | Intensidad C3 | 1,35 Amperios |
| Promedio Intensidad entre fases | 34,755 Amperios | Intensidad C4 | 18,18 Amperios |
| Balance de cargas entre fases | 1,01% | Intensidad C5 | 13,5 Amperios |
| Valor resistencia del electrodo | 8,37 Ohm. | Intensidad C6 | 18,18 Amperios |
| Valor resistividad terreno. | 20 Ohm m. | Intensidad C7 | 10,5 Amperios. |
| | | Intensidad C8 | 4,5 Amperios. |

Cuadro 3: Registro parámetros eléctricos.

En relación al sistema de puesta a tierra se tienen los siguientes datos:

Electrodo tipo varilla Cu 5/8 2.40 metros, conductor a tierra se instala en tipo cable AWG # 8 desnudo, conector tipo cuña certificado.

El tipo de terreno es tierra cultivable representando un valor óhmico de 50 ohm, propicio para la construcción del sistema, una capa profunda en arcilla representando un valor óhmico de 50 unidades con estos datos se procede a construir el sistema y recolectar los valores de resistencia del mismo:

Resistividad aparente:

Para calcular la resistividad del terreno se escoge el procedimiento técnico electrotécnico para la construcción de sistemas puestos a tierra.

Equipo de medición para lo cual se utilizará Pinza voltamperometría marca UT 109. Con batería nueva marca Panasonic alcalina de 9 voltios.

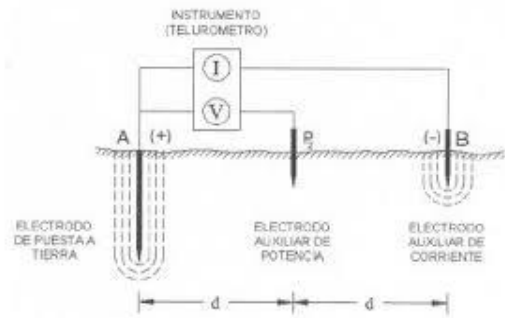


Imagen 16. Procedimiento para calcular resistividad del terreno.

Los siguientes cálculos eléctricos se toman en ejecución de la medición de la resistividad del terreno:

Tensión en la fuente fase – Neutro = 122 Voltios.

Tensión Fase de la fuente – Electrodo = 122 Voltios.

Tensión Neutro de la fuente – Electrodo = 0 Voltios.

Intensidad del Circuito Fase - Resistencia - Electrodo = 0.60 A.



Foto 14: Medición de Intensidad electrodo.



Foto 15: Ubicación electrodo auxiliar.

Tensión transmitida Fase de la fuente – resistencia – electrodo principal – electrodo auxiliar = 12 Voltios.

Resistividad obtenida (V/I) = 20 ohmios.

El anterior procedimiento tiene un margen de error del 5%+-. Por lo anterior los valores obtenidos cumplen de acuerdo con el RETIE.

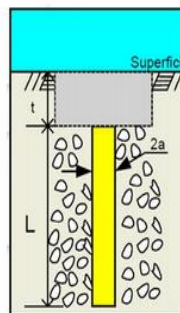
Las mediciones de resistividad de tierra pueden emplearse convenientemente para prospecto geofísico.

Las mediciones también pueden emplearse para determinar la profundidad de la roca. Las mediciones de la resistividad de la tierra también son útiles para encontrar la mejor ubicación y profundidad para electrodos de baja resistencia.

Calculo resistencia electrodo instalado.

Para el inicio del proceso del Sistema de puesta a tierra, se utilizará la siguiente formula establecida para los electrodos tipo varilla de forma vertical:

JABALINA ENTERRADA A PARTIR DE UNA PROFUNDIDAD "T".



$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln \left(\frac{L}{a} \sqrt{\frac{3L+4t}{L+4t}} \right)$$

Foto 16: Modelado electrodo vertical.

$$R = \frac{P}{2 \pi L} \operatorname{Ln} \left[\frac{L}{a} \sqrt{\frac{3L + 4t}{L + 4t}} \right]$$

Imagen 17: Formula resistencia electrodo vertical.

R= Resistencia del electrodo: x

P= Resistividad del terreno: 20 ohm metro.

L= Longitud del electrodo: 2.40 metros

a= Radio del electrodo: 0.007 mm

t= Distancia del electrodo del nivel del piso: 15 cm.

$$R = \frac{20}{2 (3.1416)(2.4)} \operatorname{Ln} \left[\frac{2.4}{0.007} \sqrt{\frac{3(2.4) + 4(0.15)}{2.4 + 4(0.15)}} \right]$$

$$R = \frac{20}{(6,2832)(2.4)} \operatorname{Ln} \left[\frac{2.4}{0.007} \sqrt{\frac{(7,2) + (0.6)}{2.4 + (0.6)}} \right]$$

$$R = \frac{20}{(15.0796)} \operatorname{Ln} \left[\frac{2.4}{0.007} \sqrt{\frac{7,8}{3}} \right]$$

$$R = \frac{20}{(15.0796)} \operatorname{Ln} \left[\frac{2.4}{0.007} \sqrt{2,6} \right]$$

$$R=1.3262 \operatorname{Ln}[342.8571 (1,6124)]$$

$$R=1.3262 \operatorname{Ln}[552,8226]$$

$$R=1.3262 (6,3150)$$

$$R= 8,3749 \text{ Ohm.}$$

Ratificando con el resultado anterior el valor exacto de resistencia del electrodo de acuerdo a Calculo de electrodo enterrado a una profundidad” t”.

De acuerdo a lo establecido en el RETIE para una aterrizada del neutro no debe ser superior los valore a 25 ohm, por lo anterior nuestro sistema cumple con los parámetros establecidos.

Los parámetros establecidos para las instalaciones eléctricas cumplen satisfactoriamente según resultados obtenidos.

Usuarios directos y formas de utilización de los resultados del proyecto.

Se identifica como usuarios directos del presente proyecto a 8 personas que habitaran la vivienda, 6 profesionales en diferentes áreas de la construcción y eléctrica, varios fabricantes y distribuidores de los materiales equipos y elementos requeridos para el proyecto, a la comunidad de la región quien podrá evidenciar que es posible el articular la domótica en las viviendas.

Los resultados del proyecto se identificarán cuando se termine el proyecto y se entre el proyecto en funcionamiento, se evidencie con el uso la efectividad del proyecto domótico.

La comunidad de la región, se beneficiará cuando por medio de evidencias se fortalezca y se promueva el uso y sus beneficios de incorporar estas viviendas inteligentes y promover su socialización para impulsar más proyectos.



Foto 16: prueba de iluminación.

Verificación y normal funcionamiento de todo el sistema eléctrico de acuerdo a normas establecidas en manuales del fabricante y estándares establecidos para este tipo de proyectos.

En referencia al funcionamiento normal del proyecto se expresa que hasta el momento continua la construcción y que requiere más tiempo para su entrega final, lo anterior teniendo en cuenta que el propietario se interesa por implementar más elementos y requerimientos domóticos y corresponde volver a establecer líneas de potencia y mando para la interacción de todos los elementos, sin embargo los elementos que se instalaron

funcionan adecuadamente y se puede utilizar de una manera normal y eficiente.

Entrega del proyecto con todos los soportes, características y recomendaciones del sistema eléctrico y domótico al propietario de la instalación.

Los soportes se entregan en físico con las fichas técnicas de cada uno de los elementos instalados y que hacen parte del sistema eléctrico y domótico, los cuales pueden ser verificados en el anexo.

Se realizan recomendación para realizar mantenimiento a todo el sistema de manera anual y las recomendaciones en el caso de un mal o errado funcionamiento tanto del sistema eléctrico como el domótico, de igual manera del sistema de puesta a tierra el cual cumple papel fundamental en el sistema domótico.

CONCLUSIONES.

Entre los objetivos de este proyecto, se estableció iniciar un proceso constructivo en donde se identifique las normas y técnicas constructivas para el proyecto eléctrico y domótico, por lo anterior se investigó, las normas Colombianas aplicables y se estableció de igual manera los procesos constructivos, los cuales se desarrollaron y cumplieron, para dar conformidad a todo el proyecto.

En referencia a la construcción se identificó los materiales y los requerimientos normativos de los mismo, se adquirió, solicitó e instalo según los registros de cumplimiento de producto los cuales fueron anexados a la entrega formal del proyecto,

La importancia de los sistemas inteligentes, se enfoca en disminuir el consumo energético alto el cual de acuerdo a la experiencia se centra en los circuitos de iluminación apoyando así un uso racional de energía.

Los parámetros eléctricos se establecieron y consolidaron en las diferentes mediciones realizadas, las mismas que permiten garantizar confiabilidad del sistema cuando se presenten fallas por motivos externos a la instalación aplicando los parámetros de seguridad establecidos en cumplimiento de los estándares establecidos por la normatividad del sector eléctrico.

El análisis y la ejecución de este tipo de proyectos novedosos, llamara la atención para el apoyo en futuros proyectos de investigación de este tipo, consolidando implementar nuevos elementos, artefactos y tecnologías para la consolidar una mejora continua a nuevos proyectos constructivos de este tipo. Los sistemas domóticos permiten una gran variedad de productos y aplicaciones que obligatoriamente exige investigación y ensayos para consolidar su óptimo funcionamiento, gracias a las diferentes disciplinas que se han desarrollado en la tecnología de Mantenimiento Electromecánico permitió entender y solucionar eficientemente las dificultades encontradas en la realización del proyecto.

RECOMENDACIONES.

El mantenimiento programado de los diferentes sistemas construidos, permite establecer un normal funcionamiento de cada artefacto instalado que un alto porcentaje conecta un equipo.

El seguir las indicaciones de usos de los elementos domóticos garantizaran un normal funcionamiento y estabilidad de cada elemento instalado.

Contar con profesionales con las competencias necesarias para la intervención en cada actividad de su área, permitiendo un proyecto sólido que garantizara su funcionamiento.

Informar y dará a conocer cómo y quienes consolidaron el proyecto con todas las situaciones y novedades presentadas y resueltas en el diseño, planeación, construcción y verificación de todo el proyecto.

BIBLIOGRAFIA.

- [1] COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Resolucion 90708 (30, agosto, 2013) Por la cual se expide el reglamento Tecnico de Instalaciones Electricas – RETIE – Santa Fe de Bogota D.C. [Consultado: 01 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.minenergia.gov.co/retie>
- [2] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Codigo Electrico Colombiano, NTC – 2050 – santa Fe de Bogota D.C.: El instituto. 25-11-2008. 1041 paginas.
- [3] COLOMBIA, MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Resolucion 181331 (06, agosto, 2009) Por la cual se expide el reglamento Tecnico de Iluminacion y Alumbrado Publico – RETILAP – Santa Fe de Bogota D.C. [Consultado: 01 de febrero de 2022]. Disponible en: <https://www.minenergia.gov.co/retilap>
- [4] COLOMBIA, CONGRESO DE LA REPUBLICA. Ley 697 de 2001 Mediante la cual se fomenta el uso racional y eficiente de la energía, se promueve la utilización de energías alternativas y se dictan otras disposiciones. – Santa Fe de Bogota D.C, publicado en el diario oficial 3 de octubre de 2001. Disponible en: <https://www.habitatbogota.gov.co/transparencia/normatividad/leyes/ley-697-2001>
- [5] HERRERA QUINTERO, Luis Felipe. Viviendas inteligentes (Domotica). Ing. Investig. [en línea]. 2005, Vol 25, n. 2, PP 47-52. [Consultado el 29 de marzo de 2022]. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0120-56092005000200006&lng=pt&nrm=iso&tlng=es. ISSN 0120-5609.
- [6] HUIDOBRO M. J. M., & Millan, T. R. J. (2004). *Domotica: Edificios inteligentes*. Las Rozas, Madrid: Creaciones Copyright. Disponible en <http://www.worldcat.org/oclc/55060901>
- [7] BRAVO DE LAS CASA, Marta, et al RUIZ SANCHEZ, Pedro, et al, MARIN SANTANA, Yandy, et al, QUINTANA DE BASTERRA, Grettel, Balanceo de cargas en los circuitos de distribución de un sistema eléctrico aislado que garantiza operación segura ante ocurrencias de averías 2019, Vol 37, n. 1, ISSN: 2145-9371. [Consultado el 29 de abril de 2022]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6840502>.
- [8] RYBCZYNSKI, W, La casa; La historia de una idea., 1989, [Consultado el 25 de abril de 2022]. Disponible en <https://www.studocu.com/co/document/universidad-del-norte-colombia/historia-del-arte/rybczynski-witold-la-casa-historia-de-una-idea/13279744>
- [9] SÁEZ VACAS, Fernando. Propuesta personal, basada en la Socio Tecnología de la Información y la Cultura: 2013 conviene desarrollar una inteligencia Tecno social. "Telos", v. 94 ; Madrid. ISBN 978-84-7402-365-7. Disponible en: <https://oa.upm.es/cgi/export/5409/>
- [10] RODRIGUEZ FERNANDEZ, Julian. Instalaciones electricas y domoticas. 2015, vol.1, n.13, pp.249-367. Available from: <https://parainfo.es>. ISBN: 978-84-283-3544-7.
- [11] MARTÍN CASTILLO, J. C. Iniciación a la domótica (Instalaciones domóticas) 2009- Google Books. EDITEX. Retrieved from <https://books.google.com.co/books?id=byLiAwAAQBAJ&pg=PA13&dq=sensor+en+domotica&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwjqs-TgipTZAhWDtVkKHY3yAuAQ6AEIMzAC#v=onepage&q=sensor+en+domotica&f=true>
- [12] VASQUEZ, M., Los limites de la tencnia, Biblioteca ciudades para el futuro, 1997. ISBN: 786-90-386-4435-7 Disponible en: <http://aq.upm.es/>
- [13] DECRETO REAL MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO. 279/1999. Establece los requisitos especificos de la instalacion de sistemas de automatizacion, gestion tecnica de la energia y seguridad de la vivienda y edificios conicdos como domoticos. – Madrid España, publicado en el diario oficial 07 de febrero de 1999. Disponible en: <https://www.dfists.ua.es/es/asignature/proyectos/legict/ict0>
- [14] CAMSCO, Manual de especificacion del rele. 2014[En línea]. Disponible en: <https://www.camscotw.com/spa/relay/P226.html>.
- [15] ARDUINO. Arduino uno. 2560 disponible en: <https://www.arduino.cc/en/main/arduinoounoboarmega>
- [16] COMPARALUX. Magnitudes Fisicas Fundamentales, 2016. Disponible en: https://www.comparalux.es/apuntes/magnitudes_fundamentales.php
- [17] BRINDLEY, K. Sensors and Transducers. Heinemann Newnes. (1988). Disponible en: <http://senofficial.yolasite.com>
- [18] NORTON, H.N. Handbook of Transducers. Prentice-Hall. (1989). Disponible en: <http://kupdf.net/download/hand>
- [19] PALLÁS, R. Sensores y Acondicionadores de señal, Ed. Marcombo. (2003). Disponible en: <http://baixardoc.com/preview/sensoes-y-acondicionadores/de/seal/4/ed/ramon/pallas/areny>

