UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA

FACULTAD DE INGENIERÍAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN TIC´s

ESCUELA DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y MECÁNICA

LICENCIATURA EN INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

Trabajo Final de Graduación para optar por el título de Licenciatura de Ingeniería Electromecánica

Título: Diseño electromecánico en beneficio del Hogar de Ancianos de Golfito.

Autores: Axel Rodríguez Jiménez

Heredia, Costa Rica

Fecha:26/12/2021

Hoja del Tribunal Examinador

UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA
POWERED BY Arizona State University

TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: Diseño electromecánico en beneficio del Hogar de Ancianos De Golfito, por el estudiante: Axel Andrés Rodríguez Jiménez, fue aprobaba por el Tribunal Examinador de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Latina de Costa Rica, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Electromecánica:

Ing. Luis Andrés Brenes Oses

Tutor

Ing. Andrés Gerardo Chávez Zamora

Lector

Ing. Freed Castillo Moya

Representante

Hoja de APROBACIÓN DEL TUTOR

Heredia, 6 de enero de 2022

Sres.

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: Diseño electromecánico en beneficio del Hogar de Ancianos de Golfito, elaborado por el estudiante Axel Rodríguez Jiménez puedan optar por Licenciatura en Ingeniería Electromecánica

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,

_____.

Ing. Luis Andrés Brenes Oses

Tutor

Hoja de APROBACIÓN DEL lector

Heredia, 6 de enero de 2022

Sres.

Miembros del Comité de Trabajos Finales de Graduación

SD

Estimados señores:

He revisado y corregido el Trabajo Final de Graduación, denominado: Diseño electromecánico en beneficio del Hogar de Ancianos de Golfito, elaborado por el estudiante Axel Rodríguez Jiménez puedan optar por Licenciatura en Ingeniería Electromecánica

Considero que dicho trabajo cumple con los requisitos formales y de contenido exigidos por la Universidad, y por tanto lo recomiendo para su defensa oral ante el Consejo Asesor.

Suscribe cordialmente,

Ing. Andrés Gerardo Chavez Zamora

Lector

Hoja de revisión por parte del filólogo

UNIVERSIDAD LATINA DE COSTA RICA
POWERED BY Arizona State University

A

Miércoles, 06 de enero del 2022

Señores
Facultad de Ingenierías y Tecnologías de la Información y Comunicación TIC's
Escuela de Ingeniería Eléctrica y Mecánica
Universidad Latina de Costa Rica

Estimados Señores,

Por medio de la presente hago constar que yo Jorge Alfonso Arias Vega, cédula 2-300-831 miembro activo del Colypro bajo el número 100-18, doy fe de haber corregido exhaustivamente la tesis: **"Diseño electromecánico en beneficio del Hogar de Ancianos de Golfito "**, que estuvo a cargo del (la) estudiante Axel Rodríguez Jiménez, con respecto a los siguientes aspectos:

1. Lexicografía, morfología, fondo y forma en su totalidad.
2. Uso correcto de las preposiciones.
3. Usos lingüísticos de los signos de puntuación, interrogación y exclamación.
4. Los solecismos, barbarismos, cacofonías, anfibologías, monotonía del lenguaje, redundancia, pleonasmos y la ortografía.

Por tanto doy fe que este proyecto contiene un fondo clara y preciso de la propuesta expresada en el mismo, con ideas correctas, que mantienen el hilo conductor a lo largo del documento.

Atentamente,

Lic. Jorge Alfonso Arias Vega
Carné 100-18

LIC. JORGE ALFONSO ARIAS VEGA
FILÓLOGO - CARNÉ 100-18 / COLYPRO

Hoja de Declaración Jurada

DECLARACIÓN JURADA

Yo, Axel Rodríguez Jiménez estudiante de la Universidad Latina de Costa Rica, declaro bajo la fe de juramento y consciente de las responsabilidades penales de este acto, que soy Autor Intelectual de la tesis titulado:

Diseño electromecánico en beneficio del Hogar de Ancianos de Golfito

Por lo que libero a la Universidad de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración sea falsa.

Coronado, 06/01/2022

Hoja de la Carta jurada del crai

"Carta autorización del autor (es)
para uso didáctico del Trabajo Final de Graduación"

Vigente a partir del 31 de Mayo de 2016, revisada el 24 de Abril de 2020

Instrucción: Complete el formulario en PDF, imprima, firme, escanee y adjunte en la página correspondiente del Trabajo Final de Graduación.

Yo (Nosotros):
Escriba Apellidos, Nombre del Autor(a). Para más de un autor separe con " ; "

Axel Rodríguez Jiménez

De la Carrera / Programa: **Ingeniería Electromecanica**
autor(es) del trabajo final de graduación titulado:

Diseño electromecánico en beneficio del Hogar De Ancianos De Golfito.

Autorizo (autorizamos) a la Universidad Latina de Costa Rica, para que exponga mi trabajo como medio didáctico en el Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación (CRAI o Biblioteca), y con fines académicos permita a los usuarios su consulta y acceso mediante catálogos electrónicos, repositorios académicos nacionales o internacionales, página Web institucional, así como medios electrónicos en general, Internet, intranet, DVD, u otro formato conocido o por conocer; así como integrados en programas de cooperación bibliotecaria académicos, que permitan mostrar al mundo la producción académica de la Universidad a través de la visibilidad de su contenido.

De acuerdo a lo dispuesto en la Ley No. 6683 sobre derechos de autor y derechos conexos de Costa Rica, permita copiar, reproducir o transferir información del documento, conforme su uso educativo y debiendo citar en todo momento la fuente de información; únicamente podrá ser consultado, esto permitirá ampliar los conocimientos a las personas que hagan uso, siempre y cuando resguarden la completa información que allí se muestra, debiendo citar los datos bibliográficos de la obra en caso de usar información textual o paráfrasis de la misma.

La presente autorización se extiende el día *(Día, fecha)* **jueves, 06** del mes **enero** de año **2022** a las **16:55** . Asimismo doy fe de la veracidad de los datos incluidos en el documento y eximo a la Universidad de cualquier responsabilidad por su autoría o cualquier situación de perjuicio que se pudiera presentar.

Firma(s) de los autores
Según orden de mención al inicio de ésta carta:

UNIVERSIDAD LATINA
DE COSTA RICA

I Hoja de Dedicatorias

Dedico este trabajo a mi mamá Zoveida Jiménez Oreamuno y a mi papá Axel Rodríguez Granados quienes son las personas que siempre me han apoyado en la vida. Sin ellos no podría ser la persona que soy hoy en día y le debo todo mi éxito presente y futuro a ellos.

También agradezco y dedico este trabajo a mi tío Ricardo Jiménez Oreamuno que en paz descanse que siempre estuvo a mi lado aconsejándome y motivándome, también fue la persona que me hizo creer que puedo ser quien yo quiera ser en la vida y que el límite para nuestras metas y sueños son las estrellas.

En general dedico este trabajo a todas las personas que han creído en mí y que han tenido buenas intenciones con mi persona.

II INTRODUCCIÓN O RESUMEN.

Esta tesis pretende demostrar la utilidad de la Ingeniería en la sociedad actual, donde se pretende beneficiar con este trabajo a la sociedad de cuidados de adultos mayores de Golfito. Para realizar el trabajo se va a revisar el diseño del sistema eléctrico de las instalaciones de la asociación. La asociación de ancianos de adulto mayor de Golfito posee un terreno en el que se encuentra el hogar de ancianos donde se brinda la ayuda a los ciudadanos de la tercera edad que así lo necesitan, sin embargo dentro del mismo terreno se cuenta con cabinas que utilizan para financiar algunos gastos que tiene el hogar de ancianos y en el mismo terreno también pretenden hacer un edificio de apartamentos para aumentar los ingresos de la asociación y bajo estos métodos brindarles una mejor calidad de vida a los beneficiados. Este proyecto quiere impactar en la calidad de las instalaciones y a la vez poder brindar un diseño donde se respeten las normas vigentes en el país acerca temas eléctricos y de esta manera poder resguardar la vida de beneficiados, vecinos y colaboradores. En pro del esfuerzo de la asociación por incrementar sus ingresos se va a diseñar un sistema de captación de agua eco amigable con el ambiente donde se pretende aprovechar el agua de lluvia para fines de limpieza, jardinería, servicios sanitarios entre otros usos. Acorde con la misma idea de ahorro también se encontrarán los cálculos de un sistema de generación de energía limpia con el mismo fin de poder reducir las facturas en el recibo eléctrico de las instalaciones. Los diseños propuestos van a ser respaldados por memorias de cálculos. Al final del proyecto se va a hacer una cotización de los materiales de los sistemas diseñados y también de la mano de obra necesaria para la realización del proyecto.

En el proyecto se encontrarán diseños de los planos eléctricos que se va a requerir levantar desde 0 debido a que se el hogar de ancianos no cuenta con planos digitales. Se encontrarán cálculos de los circuitos ramales, caídas de tensión, cálculos de los calibres de conductores eléctricos, acometida principal, diseño de las rutas eléctricas. Cotizaciones de materiales y de mano de obra.

III ÍNDICE GENERAL.

Índice

Hoja del Tribunal Examinador II
Hoja de APROBACIÓN DEL TUTOR III
Hoja de APROBACIÓN DEL lector IV
Hoja de revisión por parte del filólogo V
Hoja De la carta jurada del crai VI
I Hoja de Dedicatorias VII
II INTRODUCCIÓN O RESUMEN. IX
III ÍNDICE GENERAL. X
IV ÍNDICE DE TABLAS. XIII
V ÍNDICE DE FIGURAS. XIV
VI INDICE DE ECUACIONES. XVIII
CAPÍTULO I 1
1 PROBLEMA Y PROPÓSITO. 2
1.1 Síntoma. 2
1.2 Causas. 2
1.3 Pronóstico. 2
1.4 Control al pronóstico. 2
1.5 Formulación del problema. 3
1.6 Sistematización del problema. 3
1.7 Objetivo General 3
1.8 Objetivos Específicos. 3
1.9 Estado actual de la investigación. 3
1.10 Metodológica. 4
CAPÍTULO II 5
2 MARCO TEÓRICO. 6
2.1 Marco Situacional. 6
2.2 Antecedentes Históricos de la empresa. 6
2.3 Misión de la empresa. 7

2.4 Visión de la empresa. 7
2.5 Ubicación espacial. 7
2.6 Organigrama. 9
2.7 Marco Conceptual o Marco Teórico del Objeto de Estudio. 9
2.7.1 Energía eléctrica 9
2.7.2 Corriente eléctrica 10
2.7.3 Generación de energía eléctrica 10
2.7.4 Generación de energía eléctrica a base de radiación solar. 11
2.7.5 2.7.4.1Sistemas aislados 12
2.7.6 2.7.4.2Sistemas interconectados 12
2.7.7 NEC 25
2.7.8 Sistemas de captación de agua de lluvia 26
2.8 Hipótesis. 34
2.9 Limitaciones. 34
2.10 Alcances 34
CAPÍTULO III 36
3 DESARROLLO 37
3.1 Cálculo de la instalación eléctrica. 37
3.1.1 Levantamiento del plano arquitectónico. 37
3.1.2 Determinación de voltaje de trabajo, amperaje y consumo de los equipos. 46
3.1.3 Circuito de luminarias 48
3.1.4 Cálculos de los circuitos de tomacorrientes 57
3.1.5 Cálculos de protecciones de sobre tensión. 67
3.1.6 Selección de conductor 68
3.1.7 Costo de materiales 75
3.1.8 Costo de la mano de obra. 76
3.2 Calculo de sistema fotovoltaico 77
3.2.1 Horas solares pico 77
3.2.2 Temperatura promedio del lugar de estudio en el día 79
3.2.3 Consumo mensual energía del hogar de ancianos. 80
3.2.4 Consumo diario de energía 80

3.2.5 Cálculo de pérdidas 81
3.2.6 Cálculo cantidad de paneles. 84
3.2.7 Cálculo de inversores..... 85
3.2.8 Paneles por inversor. 85
3.2.9 Costos del sistema de generación fotovoltaico. 86
3.2.10 Costo de energía mensual en base a KW..... 86
3.2.11 Ahorro con sistema solar propuesto. 87
3.2.12 Tiempo de recuperación de inversión. 88
3.2.13 Impacto ambiental. 89
3.3 Cálculo de sistema de captación de agua. 89
3.3.1 Precipitación promedio anual. 89
3.3.2 Necesidad de agua mínima. 90
3.3.3 Cálculo de capacidad de recolección de agua. 92
3.3.4 Costo de los tanques de captación de agua. 93
CONCLUSIONES. 94
RECOMENDACIONES. 95
BIBLIOGRAFÍA. 96
GLOSARIO 102
ANEXOS 103
Hoja Guarda 111

IV ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1. Cobertura eléctrica en Costa Rica 10
Tabla 2. Cotización disyuntores principales..... 75
Tabla 3. Promedio mensual de horas solares pico. 77
Tabla 4. Promedio diario de temperatura. 79
Tabla 5. Promedio de consumo eléctrico. 80
Tabla 6. Promedio de consumo diario..... 81
Tabla 7. Pérdida de potencia. 82
Tabla 8. Pérdida de potencia por temperatura promedio diaria anual..... 83
Tabla 9. Cotización materiales sistema fotovoltaico..... 86
Tabla 10. Costos de consumo mensual de energía. 86
Tabla 11. Recuperación de la inversión..... 88
Tabla 12. Áreas por sección..... 92
Tabla 13. Cotización materiales sistema de captación de agua. 93

V ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1. Google Maps. (s. f.). *Hogar de Ancianos de Golfito* [Captura]. Google Maps. https://www.google.co.cr/maps/place/Provincia+de+Puntarenas,+Golfito/@8.6454625,-83.1796068,337a,35y,26.85h,6.2t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8fa4447f4c9de68f:0xa4779c8d339d437f!8m2!3d8.6040618!4d-83.1133792!5m1!1e4?hl=es-419 8

Figura 2. Asociación Albergue Para Ancianos. (2020, 16 mayo). *Organigrama Hogar de Ancianos* [Imagen]. 9

Figura 3. Asociación Chilena de Energía Solar. (s. f.). *Guía para Usuarios de Fotovoltaica*. ACESOL.https://acesol.cl/info-tecnica/gu%C3%ADa-para-usuarios-de-fotovoltaica.html 11

Figura 4. Tritect Intervento. (2020, 30 septiembre). TIPOS DE PANELES FOTOVOLTAICOS. -https://tritec-intervento.cl/tipos-de-paneles-fotovoltaicos/ 13

Figura 5. Arte Solar. (2020, 10 marzo). *Diferencias entre monocristalino y policristalino*. Artesolar Renovables. https://www.artesolarfotovoltaica.com/diferencias-entre-monocristalinos-y-policristalinos/ 14

Figura 6. Torres Búa, M. (2014, 30 abril). *3.1.5.- Elementos de protección.* XUNTA DE GALICIA.**www.edu.xunta.gal** 15

Figura 7. E. (2021b, junio 20). *La nueva generación: Energía Solar Fotovoltaica*. PLIMA. https://industriasolarplima.com/la-nueva-generacion-energia-solar-fotovoltaica/ 16

Figura 8. Unión Europea. (2016, 11 enero). *JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission*. European Commission https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#MR 17

Figura 9. IngenieriaReal.com. (2021, 2 septiembre). □□ *Instalaciones eléctricas de una casa*. Ingeniería Real. https://ingenieriareal.com/instalaciones-electricas/ 23

Figura 10. Comuval. (2016, 7 septiembre). *Protecciones en las instalaciones eléctricas externas a mi vivienda*. Comuval Instalaciones Eléctricas.https://www.comuval.com/blog/Proteccion-instalacion-electrica-fuera-de-vivienda.html 24

Figura 11. Sitiosolar. (2015, 22 febrero). *Los sistemas de recolección de agua de lluvia*. http://www.sitiosolar.com/los-sistemas-de-recoleccion-de-agua-de-lluvia/ 26

Figura 12. NETZSCH. (s. f.). *Bomba de rotor helicoidal NEMO® BF*. NETZSCH Bombas. https://bombas.netzsch.com/es/productos-accesorios/bombas-de-tornillo-excentrico-nemo/bf/ 28
Figura 13. *Neumática e Hidráulica*. (s. f.). Sapiensman. http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica9.htm 29
Figura 14. *Neumática e Hidráulica*. (s. f.). Sapiensman. http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica9.htm 30
Figura 15. *Bombas de desplazamiento positivo.* (2021, 5 diciembre). Ingenierocivilinfo. https://www.ingenierocivilinfo.com/2011/11/bombas-de-desplazamiento-positivo.html ... 31
Figura 16. *Hawe Bombas*. (s. f.). Hawe hidraulik. http://hawe.cohimar.com/hawe-bombas.php 32
Figura 17. COHA S.A.S. (s. f.). *Bombas HidrÃ¡ulicas - MÃ³vil - COHA S.A.S.* COHA. http://www.coha.com.co/movil_bombas_hidraulicas.html 33
Figura 18. Vista general del plano del hogar de ancianos. (Autoría propia) 38
Figura 19. Salón multiuso. (Autoría propia) 38
Figura 20. Habitaciones. (Autoría propia) 39
Figura 21. Cubículos habitaciones. (Autoría propia) 40
Figura 22. Comedor y farmacia. (Autoría propia) 41
Figura 23. Cocina. (Autoría propia) 42
Figura 24. Lavandería. (Autoría propia) 43
Figura 25. Departamentos de habitaciones. (Autoría propia) 43
Figura 26. Administración. (Autoría propia) 44
Figura 27. Rancho y terapia física. (Autoría propia) 44
Figura 28. Hogar de ancianos general. (Autoría propia) 45
Figura 29. Triángulo de potencia. (Auditoria propia). 46
Figura 30. Ejemplo de tabla utilizada para los cálculos necesarios. (Autoría propia) 47
Figura 31. https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/897793/como-calcular-la-intensidad-de-luz-necesaria-para-tus-ambientes 49
Figura 32. https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/897793/como-calcular-la-intensidad-de-luz-necesaria-para-tus-ambientes 50
Figura 33. Salón multiuso. (Autoría propia) 50

Figura 34. Habitaciones. (Autoría propia) 51
Figura 35. Cubículos de habitaciones. (Autoría propia) 52
Figura 36. Administración. (Autoría propia) 53
Figura 37. Rancho y terapia física. (Autoría propia). 53
Figura 38. Enfermería y comedor. (Autoría propia). 54
Figura 39. Cocina. (Autoría propia) 55
Figura 40. Lavandería. (Autoría propia) 56
Figura 41. Departamento de habitaciones. (Autoría propia) 56
Figura 42. Salón multiuso. (Autoría propia) 60
Figura 43. Módulos de habitaciones. (Autoría propia) 61
Figura 44. Cubículos de habitaciones. (Autoría propia) 62
Figura 45. Administración. (Autoría propia) 63
Figura 46. Rancho y terapia física. (Autoría propia) 63
Figura 47. Comedor y enfermería. (Autoría propia) 64
Figura 48. Cocina. (Autoría propia) 65
Figura 49. Lavandería. (Autoría propia) 65
Figura 50. Departamento de habitaciones. (Autoría propia) 66
Figura 51. Tabla de ampacidad y resistividad de los conductores. Realizada a base del NEC. 69
Figura 52. Administración. (Autoría propia) 70
Figura 53. Cocina. (Autoría propia) 71
Figura 54. Comedor y enfermería. (Autoría propia) 71
Figura 55. Cuartos fríos. (Autoría propia) 72
Figura 56. Cubículos de habitaciones. (Autoría propia) 72
Figura 57. Departamentos. (Autoría propia) 72
Figura 58. Habitaciones. (Autoría propia) 73
Figura 59. Lavandería. (Autoría propia) 73
Figura 60. Salón multiuso. (Autoría propia) 74
Figura 61. Terapia física y rancho. (Autoría propia) 74
Figura 62. Tablero principal. (Autoría propia) 74
Figura 63. Cotización de cable. (Autoría propia) 75

Figura 64. Cotización tubería.(Autoría propia)..... 76

Figura 65. Unión Europea. (2016, 11 enero). *JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission*. European Commission. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#MR..... 78

Figura 66. Tabla de precipitación del pacifico sur. Tabla de IMN. 90

VI INDICE DE ECUACIONES.

Ecuación 1. 46
Ecuación 2. 47
Ecuación 3. 47
Ecuación 4. 48
Ecuación 5. 49
Ecuación 6. 49
Ecuación 7. 49
Ecuación 8. 68
Ecuación 9. 70
Ecuación 10. 83
Ecuación 11. 84
Ecuación 12. 85
Ecuación 13. 85
Ecuación 14. 85
Ecuación 15. 85
Ecuación 16. 85
Ecuación 17. 86
Ecuación 18. 87
Ecuación 19. 87
Ecuación 20. 88
Ecuación 21. 88
Ecuación 22. 88
Ecuación 23. 89
Ecuación 24. 90
Ecuación 25. 90
Ecuación 26. 90
Ecuación 27. 90
Ecuación 28. 92
Ecuación 29. 93
Ecuación 30. 93

CAPÍTULO I

1 PROBLEMA Y PROPÓSITO.

1.1 Síntoma.

Los principales problemas detectados a atacar en el proyecto son las anomalías encontradas en las instalaciones de la asociación donde se incumplen algunas normas establecidas en el NEC y a la vez se detecta el poco apoyo económico que recibe la institución para la operación correcta de la asociación.

1.2 Causas.

La realización de los trabajos eléctricos por personal no calificado es una de las causas del incumplimiento en temas eléctricos. La segunda causa que se detecta en las instalaciones es la antigüedad en la instalación donde se utilizaban aspectos técnicos aceptados en el pasado pero que no se aceptan en la actualidad según las normas vigentes. En temas económicos se plantea la posibilidad de detectar como causa el poco apoyo con fondos para la ayuda social en el país.

1.3 Pronóstico.

Se valora la posibilidad de que los recibos eléctricos por los incumplimientos en las normas eléctricas sigan en aumento debido al deterioro de las instalaciones. Además, el incumplimiento de las especificaciones en el Código Eléctrico Nacional podría traer como consecuencia en última instancia un incendio.

1.4 Control al pronóstico.

Como paso número uno en el proyecto se va a alzar el plano de manera digital del hogar de ancianos. Una vez levantado el plano de manera digital se va a proceder a definir las rutas de la potencia eléctrica. Cuando se tengan las rutas del sistema eléctrico se van a calcular los calibres de cables, disyuntores, acometidas y protecciones. El cuarto paso va a consistir en el diseño del sistema de captación de agua eco-amigable con el ambiente y el sistema de generación de energía eléctrica para poder reducir los recibos eléctricos y de agua. El siguiente paso para la resolución del problema será la cotización de los materiales a utilizar y la cotización de la mano de obra de todos los trabajos a realizar.

1.5 Formulación del problema.

El hogar cuenta con una instalación eléctrica que no cumple con el 100% en lo dictado en las normas eléctricas lo que pone en riesgo la integridad de estructura y de las personas que habitan el hogar de anciano.

El factor económico también es un problema grave para la Asociación de hogar de ancianos de Golfito donde la factura eléctrica y el recibo de agua son un gran gasto para la organización. Por el motivo antes descrito se debe buscar una solución viable.

1.6 Sistematización del problema.

En este proyecto se va a utilizar el método de investigación para poder recolectar la información necesaria para aplicarla en una instalación eléctrica en cumplimento con los requerimientos que se dictan en el NEC.

1.7 Objetivo General

- Efectuar un plan con el fin de beneficiar directamente la Asociación de Hogar de Ancianos de Golfito.

1.8 Objetivos Específicos.

- Diseñar el circuito eléctrico de las instalaciones de la asociación del hogar de ancianos de Golfito
- Diseñar un sistema de captación de agua eco-amigable con el ambiente. re
- Diseñar un sistema de generación de energía eco-amigable con el ambiente ya sea la generación de energía eléctrica mediante paneles solares o la generación de energía eléctrica mediante la hidráulica.
- Realizar las cotizaciones necesarias en cuanto mano de obra y materiales necesarios para la realización del proyecto propuesto.

1.9 Estado actual de la investigación.

El tema de investigación que corresponde a este proyecto es el área eléctrica, donde se va a profundizar en lo que son las instalaciones eléctricas y la generación de energía amigable con el ambiente.

1.10 Metodológica.

Este es un trabajo teórico-práctico donde se van a investigar conceptos y términos que se plasmarán en la investigación. Uno de los puntos más fuertes del trabajo va a ser el cumplimiento del código eléctrico nacional que se investigará profundamente y se utilizará para el diseño del sistema eléctrico.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO.

2.1 Marco Situacional.

El proyecto consiste en el diseño eléctrico del Hogar de Ancianos de Golfito, donde se pretende diseñar el sistema eléctrico de las instalaciones de la asociación en cumplimiento con el código vigente en Costa Rica, en este caso es el NEC. Para eso se va a levantar el plano en digital de las instalaciones en el formato de AutoCAD.

Otro aspecto que se va a observar en este trabajo va a ser el diseño de un sistema de generación de energía limpia para la asociación con el fin de reducir costos en las facturas eléctricas así como también un sistema de captación de agua eco-amigable con el ambiente con el fin de reducir costos en la factura de agua y a su vez también poder utilizar el recurso hídrico en beneficio de la asociación como lo sería lavado de carros institucionales, limpieza de servicios, limpieza de baños, regado de plantas entre otros.

Como tercer punto a abordar en el proyecto vamos a encontrar la cotización de los materiales necesarios para la realización del proyecto, así como también la cotización de la mano de obra necesaria.

2.2 Antecedentes Históricos de la empresa.

Para el año 1985 la zona sur experimentaba una de las crisis más serias de su historia, la Compañía Bananera de Costa Rica abandonaba las operaciones que durante prácticamente toda la historia de esta zona había sido la fuente de empleo y sustento para sus habitantes (Explotación Bananera).

El cantón de Golfito y principalmente el distrito primero Golfito Centro, fue el primero en sufrir los efectos directos de tan importante acontecimiento, de la noche a la mañana gran cantidad de personas se quedaron sin empleo y heredando una cultura paternalista de la compañía difícil de superar rápidamente, lo cual dificultaría más el adaptarse a un sistema de vida diferente.

El impacto directo se empezó a notar inmediatamente en el campo económico y social especialmente en el grupo social del adulto mayor, ya que este hecho los sorprende en el ocaso de su existencia y totalmente desprotegidos pues nunca se prepararon, se dedicaron a trabajar para satisfacer sus necesidades inmediatas sin pensar en su futuro, la gran mayoría de ellos sin formar algún grupa familiar y con graves problemas de alcoholismo, por lo que

tardo en verse gran cantidad de estos adultos mayores deambulando por las calles del centro de Golfito en condición de indigencia .

Ante esta situación surge en el departamento de trabajo social del Hospital de Golfito la idea de formar un comité para atender esta problemática, este comité logro mediante coordinación con el IMAS la consecución de una pequeña casa ubicada en el Barrio llamado IMAS SAN ANDRÉS propiedad de dicha institución.

Realizando actividades y con la colaboración del comercio logran abrir las puertas de lo que hoy se convertiría en el Hogar de Ancianos de Golfito atendiendo para ese entonces cinco adultos mayores.

Con el transcurrir del tiempo las solicitudes de albergue se multiplican por lo que este grupo o comité considera la necesidad de tener carácter legal para lograr obtener el apoyo necesario del Gobierno o Instituciones del Estado, constituyendo así el 22 de Julio

2.3 Misión de la empresa.

Organización en la modalidad de hogar, encargada en dar protección y atención integral a personas adultas mayores en condiciones de abandono o riesgo social, ofreciéndoles así un ambiente familiar, satisfaciendo las necesidades básicas y cumpliendo con los servicios complementarios como los son hospedaje, alimentación, lavandería, vestido, terapia física, enfermería, actividades recreativas y sociales, entre otros, promoviendo una actitud de reconocimiento, respeto y comprensión, facilitando una vejez plena y sana, otorgando de esta manera una mejor calidad y calidez de vida a nuestros residentes.

2.4 Visión de la empresa.

Ser una organización sólida en recursos humanos y financieros, reconocida en brindar un servicio de calidad para satisfacer las necesidades básicas, materiales y necesidades psicoafectivas de las personas adultas mayores residentes de la Asociación Albergue para Ancianos de Golfito.

2.5 Ubicación espacial.

Costado Sur del Depósito Libre Comercial de Golfito, Puntarenas, Costa Rica. Latitud 8°38'42.42"N y longitud 83°10'45.15"O

Figura 1. Google Maps. (s. f.). *Hogar de Ancianos de Golfito* [Captura]. Google Maps. https://www.google.co.cr/maps/place/Provincia+de+Puntarenas,+Golfito/@8.6454625,-83.1796068,337a,35y,26.85h,6.2t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8fa4447f4c9de68f:0xa4779c8d339d437f!8m2!3d8.6040618!4d-83.1133792!5m1!1e4?hl=es-419

2.6 Organigrama.

ASOCIACIÓN ALBERGUE PARA ANCIANOS DE GOLFITO		
ORGANIGRAMA INSTITUCIONAL		
FECHA APROBACIÓN	SESIÓN DE JUNTA DIRECTIVA	ACUERDO
16/05/2020	817	9

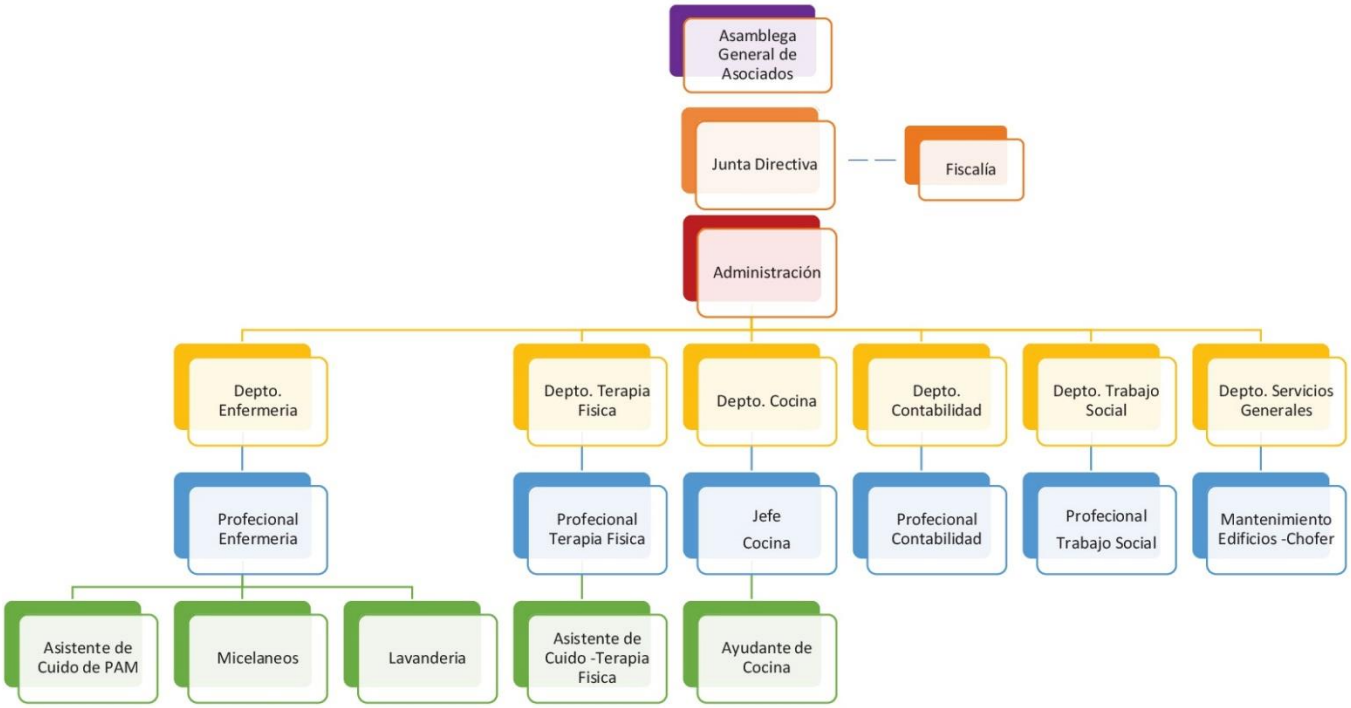


Figura 2. Asociación Albergue Para Ancianos. (2020, 16 mayo). *Organigrama Hogar de Ancianos* [Imagen].

2.7 Marco Conceptual o Marco Teórico del Objeto de Estudio.

2.7.1 Energía eléctrica

La energía eléctrica es un concepto que está presente en la historia de los humanos desde el principio de los tiempos, en la naturaleza se puede ver en forma de descargas atmosféricas, fricción de superficies y es también producido por animales como anguilas y algunos tipos de peces.

2.7.2 Corriente eléctrica

La corriente eléctrica es un concepto que frecuentemente lo vemos aplicado en la actualidad donde (Leskow, 2021) lo define como ”un flujo de carga eléctrica a través de un material conductor, debido al desplazamiento de los electrones que orbitan el núcleo de los átomos que componen al conductor.”. La electricidad se utiliza en la actualidad en la vida cotidiana de las personas, hay una gran cantidad de artefactos eléctricos que facilitan la comodidad y para su funcionamiento es necesaria la corriente eléctrica.

En el caso de Costa Rica el país alcanza un 99.4% de cobertura total en todo el territorio. Donde se registran 8 empresas distribuidoras: el ICE, la Compañía Nacional de Fuerza y Luz que es subsidiaria del ICE, ESPEH, JASEC siendo estas dos últimas empresas municipales que atienden el centro del país y por último se tiene 4 cooperativas que atienden las zonas rurales y son: COOPEGUANACASTE, COOPELESCA, POOPEALFARORUIZ y COOPESANTOS. (Documento índice de cobertura eléctrica). Siendo el ICE la dominante en cuanto a cobertura con respecto a área de alcance con un 75.76% del total del área del país con cobertura eléctrica.

Tabla 1. Cobertura eléctrica en Costa Rica

Índice de cobertura eléctrica en Costa Rica por empresa distribuidora. (Agosto 2019)		
Empresa Distribuidora	**Área abarcada (km²)**	**Porcentaje de territorio abarcado**
ICE	38 715	75.76%
CNFL	885	1.73%
ESPH	104	0.20%
JASEC	1 103	2.16%
COOPEGUANACASTE	3 915	7.66%
COOPELESCA	4 851	9.49%
COOPESANTOS	1 275	2.50%
COOPEALFARO	252	0.49%
Total	**51 100**	**100.00%**

2.7.3 Generación de energía eléctrica

La generación de energía eléctrica es el proceso de generación de energía principalmente por el principio de Faraday, donde esta ley es ampliamente utilizada en la tecnología de hoy en día principalmente en generadores, transformadores y motores. La ley de Faraday es la ley

del científico Michael Faraday quien propuso la relación en el cambio de flujo magnético cuando este pasa a través de una espira con la magnitud de la fuerza electromotriz inducida en la espira.

La energía eléctrica se puede generar por medios de energías primarias como la marea, el viento, calor, agua y la energía solar. La energía eléctrica también se puede generar por otros medios no renovables, como lo son el petróleo, gas, carbón, entre otros.

2.7.4 Generación de energía eléctrica a base de radiación solar.

La energía solar es una fuente de energía que es producida por el sol la cual se aprovecha por el ser humano captando la radiación solar por células fotoeléctricas y como lo explica Dobles, R. (2019, 17 junio). “la energía solar es la principal fuente de energía en nuestro país, en nuestro planeta y en nuestro sistema solar”. La energía solar es un recurso que está presente en nuestro mundo de manera gratuita y es una energía que si se aprovechara en mayor medida podría hacer cambios importantes a nivel mundial con respecto al desarrollo social, económico y ambiental.

Para la captación de esta energía se crearon los sistemas de generación fotovoltaicos, los cuales mediante uniones de varias células eléctricas conectadas entre sí forman los paneles solares. Cuando los paneles eléctricos captan la radiación solar esta radiación se convierte en energía eléctrica por medio del efecto fotovoltaico.

Figura 3. Asociación Chilena de Energía Solar. (s. f.). *Guía para Usuarios de Fotovoltaica*. ACESOL.https://acesol.cl/info-tecnica/gu%C3%ADa-para-usuarios-de-fotovoltaica.html

2.7.5 2.7.4.1Sistemas aislados

Los sistemas aislados son aquellos que cuando generan energía y esta energía es producida se almacena en un banco de baterías. Los sistemas fotovoltaicos aislados están compuestos por:

1. Placas solares: Son placas que convierten la radiación en energía continua, entre mayor sea la radiación mayor va a ser la energía que se produzca.
2. Inversores solares: Necesita estar conectados a las baterías y son los encargados de convertir la energía directa en energía alterna. La corriente alterna es el tipo de energía utilizado en el consumo doméstico por lo cual este componente es de gran importancia. Existen varias opciones en cuanto a potencia dependiendo del consumo del sistema.
3. Cableado: Son los conductores necesarios para poder interconectar todos los componentes.
4. Regulador de carga: El regulador de carga es el encargado de cortar y dar paso a la energía en función dl nivel de carga de la batería.
5. Estructura: la estructura es la parte encarada de sujetar los paneles evitando así la caída, es una parte muy importante debido a que sin ella todo el sistema no podría funcionar.
6. Batería: Este dispositivo es el encargado de almacenar la energía creada por el sistema fotovoltaico, posee la capacidad de brindar la energía demandada.

2.7.6 2.7.4.2Sistemas interconectados

Son aquellos sistemas donde toda la energía producida por los paneles solares es inyectada una red eléctrica. Comúnmente se realiza un contrato con la compañía responsable de distribuir la energía eléctrica donde la compañía eléctrica hace una revisión para certificar el cumplimiento de las regulaciones, estas regulaciones verifican la calidad de la energía ya que esta se inyecta directamente a la red nacional. El sistema aislado está compuesto por:

1. Paneles fotovoltaicos: Los paneles solares son los encargados de convertir la radiación en energía solar.

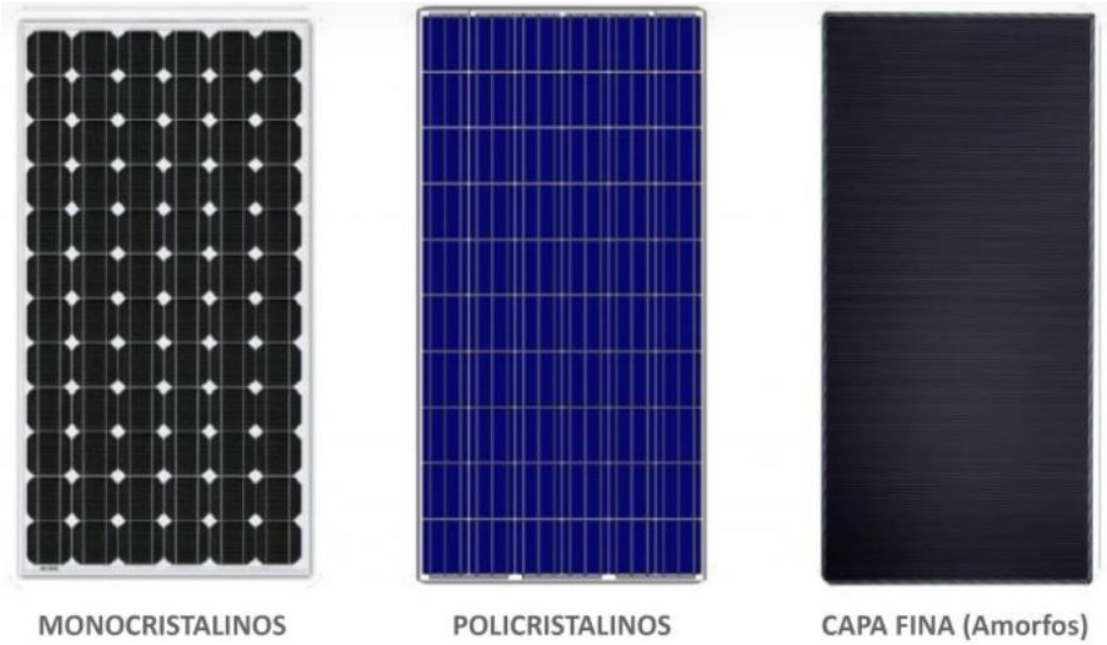


Figura 4. Tritect Intervento. (2020, 30 septiembre). TIPOS DE PANELES FOTOVOLTAICOS. -https://tritec-intervento.cl/tipos-de-paneles-fotovoltaicos/

Paneles solares monocristalinos: Son células que están fabricadas de un solo cristal de silicio, para ello se cortan figuras redondas con el fin de aumentar la pureza y la eficiencia del mismo.

Paneles solares policristalinos: Estos son los paneles que están compuestos por células policristalinas.

Paneles solares amorfos: Se fabrican depositando silicio en forma de vapor a una placa metálica creando una película de silicio encima del metal.

2. Cableado: El cable fotovoltaico esta creado de un solo conductor. Usualmente los cables para paneles o cajas combinatorias se construyen en conductores de cobre en calibres 12 AWG, 10 AWG Y 8 AWG. Los cables para los **feeders** o alimentadoras son comúnmente mayores a un calibre 1/0 AWG, son de aluminio y clasificados a 2 kV.
3. Inversores de corriente: Los equipos fotovoltaicos son dispositivos que se encargan de transformar la energía producto de la radiación solar obtenida por las celdas fotovoltaicas en corriente continua que se transforma a corriente alterna. Existen varios tipos de inversores:

Figura 5. Arte Solar. (2020, 10 marzo). *Diferencias entre monocristalino y policristalino*. Artesolar Renovables. https://www.artesolarfotovoltaica.com/diferencias-entre-monocristalinos-y-policristalinos/

Inversores de conexión a la red: Estos inversores son los equipos que están conectados a la red eléctrica. Este tipo de equipos mantiene la tensión de la energía generada por los paneles solares un poco por encima de la tensión de la red.

Inversores de instalaciones aisladas con baterías: Este tipo de inversor es el utilizado cuando una instalación fotovoltaica es 100% independiente a la red eléctrica general. Para almacenar la energía ocupa usualmente un banco de baterías para poder almacenar la energía generada.

Inversores mixtos de baterías e instalaciones: Son los inversores utilizados cuando se utiliza un banco de baterías y a su vez también el sistema eléctrico está conectado a la red eléctrica.

Inversores de onda sinusoidal: Estos inversores son los más comunes en instalaciones domésticas. Este tipo de transformador que genera una frecuencia y una tensión con una gran precisión y exactitud. Generando una onda más pura que la misma red eléctrica. Esto se debe al uso de electrónica más avanzada como microprocesadores.

Inversores de onda senoidal modificada: Se utilizan más comúnmente en aplicaciones industriales y son los que utilizan ondas cuadradas utilizando conmutadores electrónicos intentando que se asemeje lo más posible a una onda senoidal pura.

4. Protecciones eléctricas.

Son sistemas utilizados para evitar daños en los equipos o instalaciones por causa de una falla que podría iniciarse de manera simple y después extenderse sin control. En una instalación eléctrica podemos encontrar distintos componentes eléctricos utilizados para proteger las instalaciones:

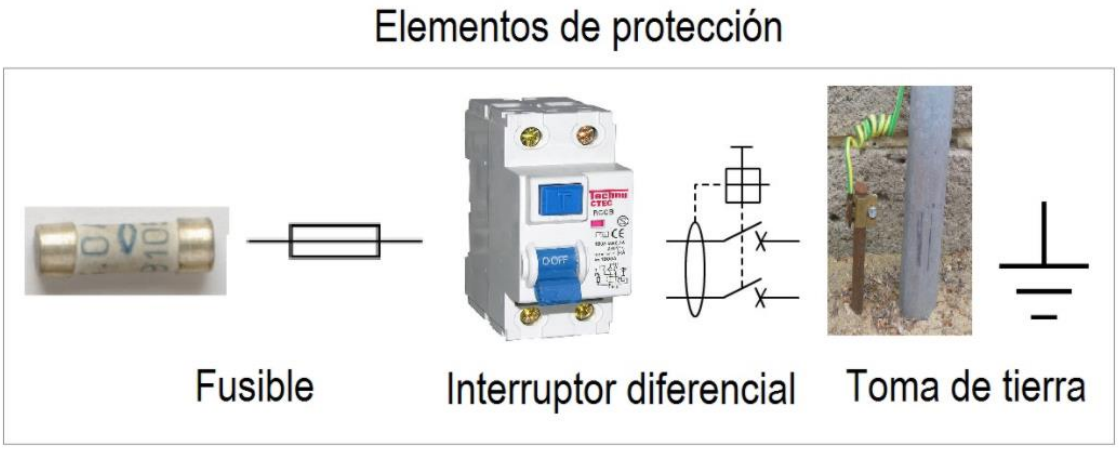


Figura 6. Torres Búa, M. (2014, 30 abril). *3.1.5.- Elementos de protección.* XUNTA DE GALICIA.**www.edu.xunta.gal**

Interruptores termomagnéticos: Este tipo de interruptores se acciona cuando la corriente que circula por el dispositivo es mayor a la nominal. Protege contra sobre cargas y cortocircuitos.

Fusibles: Son dispositivos que tienen un hilo que cuando circulan corrientes mayores a las nominales se funde. Protege contra sobrecorriente y cortocircuitos.

Descargadores: Son dispositivos que se colocan usualmente en equipos fotovoltaicos. Están creados para proteger de sobretensiones ocasionadas por motivos atmosféricos.

Tomacorrientes de tierra: Son dispositivos con tecnología de puesta a tierra incluida por cada unidad de tomacorriente. Se les llama tomacorrientes GFCI y son tomacorrientes que están ganando popularidad debido a que el NEC exige la utilización de este tipo de protección, ya sea en disyuntores o tomacorrientes en sí. Este tipo de tomacorrientes se instalan en zonas donde hay riesgo de agua o humedad.

Medidor bidireccional: Un medidor bidireccional es un dispositivo que como su nombre lo dice se utiliza para medir el consumo de energía eléctrica, pero a diferencia de los medidores convencionales gira en ambos sentidos. Este tipo de medidores gira

hacia atrás cuando los paneles solares generan energía eléctrica lo que hace que se reduzca el precio de los recibos cuando se inyecta la energía excedente al tendido eléctrico.

Figura 7. E. (2021b, junio 20). *La nueva generación: Energía Solar Fotovoltaica*. PLIMA. https://industriasolarplima.com/la-nueva-generacion-energia-solar-fotovoltaica/

Para hacer el cálculo de un sistema fotovoltaico se siguen los siguientes pasos.

1. Definir el promedio mensual de horas solares pico.

Con una base de datos se recopila la información necesaria para poder calcular las horas solares pico. Se puede utilizar cualquier página web o estudio que nos brinde la información necesaria con la cual hacer los cálculos necesarios. Para efectos de este proyecto se utiliza la página web PVGIS.

Estando en la página web se selecciona el lugar donde se va instalar el sistema fotovoltaico.

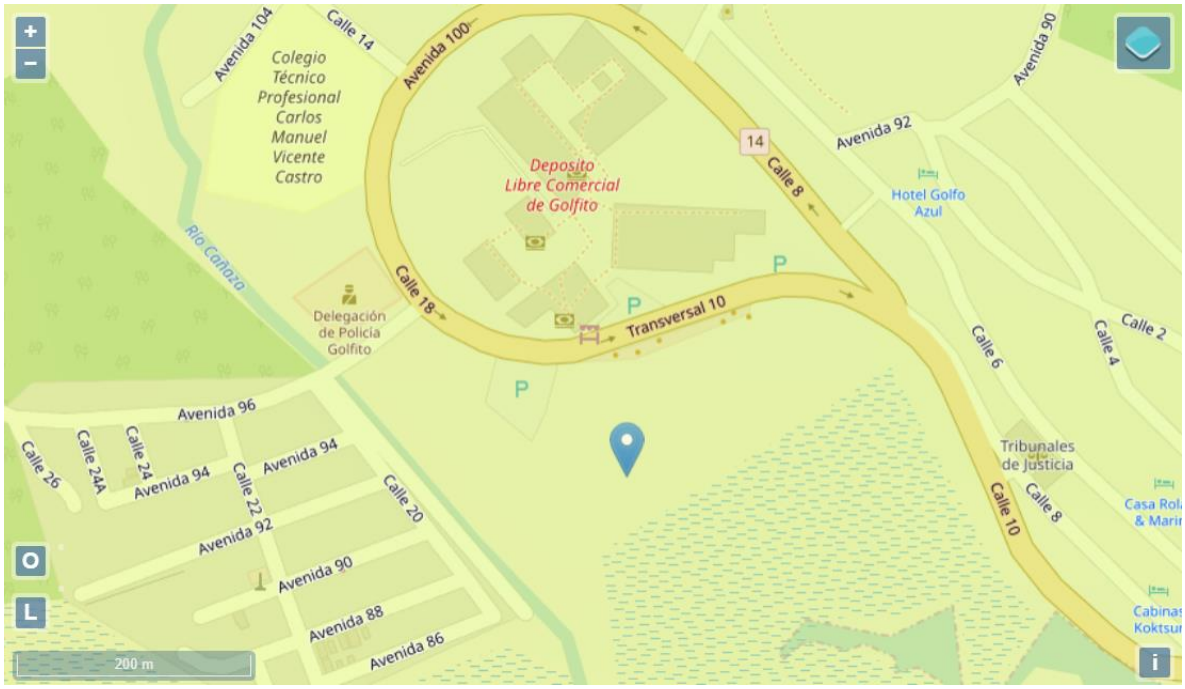


Figura 8. Unión Europea. (2016, 11 enero). *JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission*. European Commission https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#MR

Luego de haber ubicado el sitio donde se va a instalar el sistema fotovoltaico se tiene que calcular el ángulo que tienen que estar instalados los paneles para poder aprovechar la máxima eficiencia en captación de energía solar el cual se calcula por la siguiente fórmula:

Inclinación óptima= 3.7 + 0.69 * la latitud de la ubicación seleccionada.

Una vez obtenido el ángulo de inclinación óptima el valor se introduce en la página web para así poder descargar los valores de la radiación pico mensual.

Después de obtenida la radiación pico mensual la cual se obtiene en la página web que se utilizó para este proyecto se puede obtener la HSO (hora solar pico) al dividir la radiación pico mensual entre 30 días se obtiene la radiación pico diaria en la zona donde se realiza el estudio.

2. **Definir la temperatura media de la zona en que se va a realizar el diseño de generación de energía del sistema fotovoltaico.**

   Para obtener la temperatura media en la zona de nuestro interés se utiliza la página web POWER DATA ACCES VIEWER de la NASA donde para recabar la información necesaria seleccionamos la comunidad de donde deseamos obtener la información para ello

seleccionamos “Agroclimatology”, después se define la frecuencia de datos donde se marca la opción de “Monthly & Annual”, seguidamente se selecciona la ubicación en el mapa donde se desea saber la temperatura la cual con solo darle clic dentro del mapa de la aplicación web la definimos, además para poder realizar un cálculo más exacto seleccionamos la extensión de tiempo el cual en este caso es de un año y por ultimo seleccionamos el formato de los datos y los datos requeridos que en este caso son “CSV” y los datos de temperatura.
Una vez obtenido los datos de la temperatura diaria en un periodo de un año se procede a agrupar la temperatura en meses para así luego poder sacar la temperatura mensual promedio para la cual se suman todos los días del mes y luego se divide entre 30 o 31 según la cantidad de días que tenga el mes.

3. **Definir el promedio de consumo de la vivienda, industria o lugar donde se planea instalar el sistema de generación fotovoltaico.**

El promedio de consumo se puede calcular de varias maneras, la primera forma de averiguarlo es haciendo una recopilación de los recibos de luz en un periodo de un año o bien se puede pedir un resumen de promedio de consumo solicitando el dato a la distribuidora de electricidad.

Panorama para la generación de energía eléctrica en Costa Rica

En Costa Rica la generación de energía eléctrica a base de paneles solares ocupa el lugar más bajo en cuanto a generación se refiere. En el año 2018 según R. (2019, 17 junio)” la energía solar solo produjo el 0.09% de la energía total generada en el país, estando este tipo de energía por debajo del búnker y del diésel.”
En Costa Rica la generación de cualquier tipo de energía limpia incluyendo la energía solar está regulada por el MINAE por el Decreto 39220 donde para poder generar energía eléctrica a base de la radiación del sol se debe acatar obligatoriamente el decreto antes mencionado y como se expresa en el ARTICULO 3 DECRETO 39220 **“**Artículo 3º—Alcance. Este reglamento es de aplicación obligatoria para toda persona física o jurídica que instale y opere un sistema de generación distribuida para autoconsumo con fuentes renovables y para las empresas distribuidoras**.”**

En el Decreto N°39220(2015) se expresa que todo sistema de generación de energía fotovoltaica que genere más de 500 Kva debe de contar con una licencia de viabilidad ambiental otorgada por SETENA (Secretaria Técnica Nacional Ambiental). Los sistemas de generación que generen menos del potencial antes mencionado se exceptúan de licenciamiento.

Dentro de lo establecido en el documento regulatorio se expresa que la energía generada solo puede ser aprovechada por la persona física o jurídica que produce la electricidad y en el lugar donde se lleva a cabo la generación eléctrica.

En el artículo 19 Decreto N°39220(2015) se establecen las responsabilidades del productor con un sistema de generación interconectado a la red de distribución donde se cita textualmente:

> Artículo 19. —Responsabilidades del productor-consumidor con un sistema de generación interconectado a la red de distribución. Son responsabilidades del productor-consumidor interconectado: a) Previo a instalar el sistema de generación distribuida para autoconsumo deberá obtener la autorización por parte de la empresa distribuidora para su instalación. b) Instalar únicamente equipos que cumplan las especificaciones técnicas, constructivas y operativas contempladas en las normas técnicas. c) El diseño del sistema de generación distribuida deberá estar firmado y sellado por un ingeniero colegiado y visado por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos. d) Adecuar y mantener el sistema estructural y eléctrico de su inmueble, para los nuevos requerimientos del sistema de generación distribuida. e) Diseñar, construir, operar y mantener el sistema de generación distribuida y sus instalaciones eléctricas de conformidad con las normas técnicas. f) Cumplir en todos sus extremos el contrato de interconexión suscrito con la empresa distribuidora. g) Cumplir con los procedimientos, requisitos, condiciones técnicas y cualquier otro requerimiento establecido por la empresa distribuidora. h) Permitir el acceso del personal de la empresa distribuidora al área donde se ubique el sistema de generación distribuida. i) j) Atender las consultas y recomendaciones que la empresa distribuidora le realice en cumplimiento con este reglamento y las normas técnicas. Hacer una correcta disposición final de los residuos de los sistemas de generación y almacenamiento de la energía, en concordancia con la Ley N° 8839, Ley para la Gestión Integral de

Residuos y Reglamento N° 37567-S-MINAET-H, Reglamento General a la Ley para la Gestión Integral de Residuos”

Dentro de la regulación existen múltiples impedimentos para las personas que deseen instalar un sistema de generación interconectado a la red de distribución dentro de los cuales se encuentra el Artículo 21 del Decreto N°39220(2015) en el que se establece que “Para instalar un sistema de generación interconectado a la red de distribución, el abonado presentará a la empresa distribuidora una solicitud para el estudio de disponibilidad de potencia en el circuito. Se permitirá la cantidad de interconexiones de acuerdo con la capacidad máxima permitida en un circuito” Esto quiere decir que si en el circuito donde se pretende conectar el sistema de generación se encuentra al límite de capacidad con respecto al tránsito de potencia no se podrá instalar un sistema de generación de energía fotovoltaica en el área determinada por que se tendría que optar con otras alternativas como lo sería la instalación de un sistema de generación fotovoltaico independiente a la red de distribución eléctrica.

En Costa Rica no existe ningún incentivo para la producción de energías limpias. Por el contrario, en el caso de la generación de energía eléctrica mediante paneles solares existen rémoras como lo son el artículo 38 y el artículo 39 del Decreto N°39220(2015) que indican que se deben de pagar para que exista una interconexión y para poder tener acceso a la red “Artículo 38. —Interconexión. El productor-consumidor deberá cancelar el costo de interconexión a la red de distribución de acuerdo a la tarifa de la ARESEP. Artículo 39. —Acceso a la red. El productor-consumidor deberá cancelar mensualmente a la empresa distribuidora, el costo de acceso a la red de distribución de acuerdo con la tarifa de la ARESEP.” Pagar por la conexión y por tener acceso a la red de distribución es una traba clara en un país donde se promueve el desarrollo sustentable pero que sin embargo no alienta la generación de energías limpias de manera independiente de los ciudadanos del país.

Instalación eléctrica

En la mayoría de hogares de hoy en día es muy común que las personas cuenten con energía eléctrica donde los individuos están a acostumbrados a conectar sus aparatos eléctricos a la instalación eléctrica del hogar y que estos aparatos funcionen apropiadamente sin embargo muy pocos toman la importancia de la instalación eléctrica en sí y aún menos cantidad ven la importancia de realizar una instalación eléctrica.

Una instalación eléctrica es un conjunto de sistemas eléctricos capaces de dotar de energía eléctrica a edificios, casas o industrias. Las instalaciones eléctricas pueden presentarse en distintas tensiones.

Tipos de instalaciones eléctricas:

1. Instalación de media y alta tensión: Son las instalaciones que van desde los 1000 v en adelante.
2. Instalaciones de baja tensión: son las instalaciones que presentan una tensión menor a 1000 v y mayor a 24 v.
3. Instalaciones de muy baja tensión: Se consideran instalaciones de muy baja tensión aquellas que tienen una tensión menor a 24 v.

Instalación eléctrica doméstica: Son las instalaciones que se utilizan para la alimentación en general de una casa de habitación y está formada por:

- **Acometida.** Es la parte de la instalación que conecta la red de distribución con el edificio.
- **Caja general de protección (CGP).** Situada en el exterior del edificio, lo protege en el caso de que haya demasiada corriente eléctrica.
- **Línea general de alimentación (LGA).** Es la línea que une la caja general de protección (CGP) con los aparatos que controlan la corriente eléctrica.
- **Caja de protección y medida (CPM).** Si la electricidad llega desde el mismo lugar a uno o más edificios y no hay LGA, la CGP y el contador se colocan en un solo elemento llamado caja de protección y medida (CPM).
- **Contador.** Aparato que mide la energía eléctrica que se utiliza.
- **Derivación individual.** Es la línea que une la LGA con la de caja de protección de cada hogar.

Instalación eléctrica domestica

Una instalación eléctrica son todos los circuitos eléctricos que tienen como objetivo brindar de energía eléctrica a edificios, lugares públicos e infraestructuras y está compuesta:

- Acometida: Es la derivación que une por tierra o por aire la instalación eléctrica con la red de distribución de la empresa, cooperativa o ente encargado de dar energía eléctrica. La acometida la componen partes como postes, conduletas, medidor, conductores, canalizaciones y todos los accesorios necesarios para la conexión a la red del distribuidor. Esta unión se hace desde la red pública a la caja general de protección de la vivienda o estructura. La conexión es indispensable si se desea tener energía eléctrica.

  En Costa Rica la compañía con mayor cobertura en el país es el ICE con un 75.76% de la cobertura total con respecto a área total del país. Como regla de aceptación para sus clientes el ICE establece especificaciones mínimas para realizar su instalación con el fin de impactar de manera positiva en los recibos y a la misma vez reducir riesgos de incendios o accidentes. Dentro de las especificaciones generales se encuentran las siguientes:

    1. La acometida debe de ser mínimo de 3 metros de altura.
    2. En la parte superior debe de contar con una candeleta botaguas.
    3. Dentro de las acometidas deben de ir 2 conductores de color rojo para las líneas vivas y un conductor de color blanco para el neutro donde en la parte superior donde salen los conductores se debe dejar mínimo 0.30 m de cable.
    4. En el caso de que la acometida esté sujetada a la vivienda se debe de dejar un metro de tubo por encima del techo.
    5. La tubería a utilizar debe de ser de hierro galvanizado (EMT o superior).
    6. El medidor debe de ser ubicado a una altura entre 1.75 m y 2 m s.n.p.t.
    7. En el caso de que el medidor esté colado en muro, verja o poste este debe de instalarse dentro de una caja contra la intemperie (Nema 3R o superior).

8. El medio de desconexión ya sea un disyuntor termomagnético o interruptor con fusibles debe de ubicarse cerca del medidor, se recomienda una altura entre 1.70 a 1.90 m S.N.P.T.
9. El medidor debe de quedar frente a calle pública en el límite de la propiedad.
10. Se debe de aterrizar a tierra la acometida.
11. El tubo bajante del conduit debe de contener un conductor verde para puesta a tierra donde en el piso se debe de dejar una caja de registro accesible con tapa.
12. El valor de la resistencia a tierra debe de ser 25 ohms o menos.

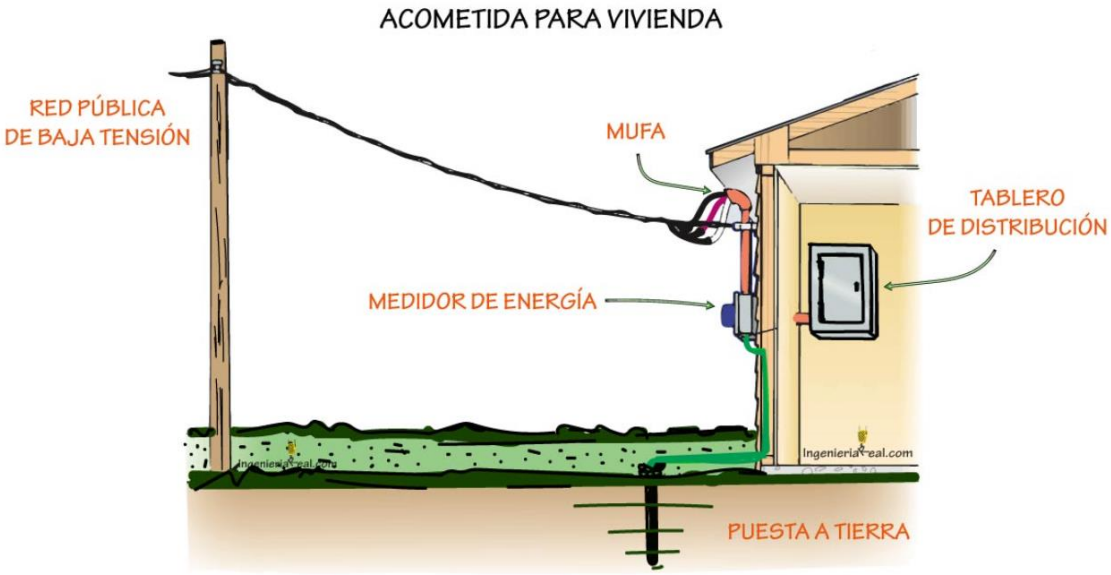


Figura 9. IngenieriaReal.com. (2021, 2 septiembre). □□ *Instalaciones eléctricas de una casa*. Ingeniería Real. https://ingenieriareal.com/instalaciones-electricas/

- Caja general de protección: Es la caja que contiene la protección principal de la línea de la acometida eléctrica.
- Línea repartidora: Es la línea que enlaza la caja general de protección con la centralización de contadores. En el edificio podrán disponerse una o más líneas

repartidoras. La línea estará constituida por tres conductores de fase, un conductor neutro y un conductor de protección. Cada línea no puede transportar más de 150 kW.

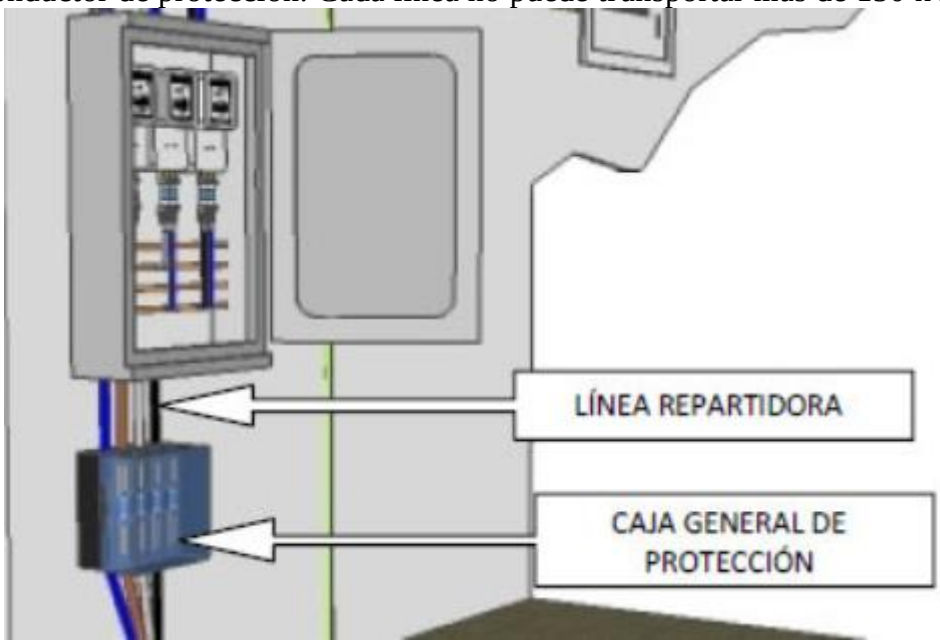


Figura 10. Comuval. (2016, 7 septiembre). *Protecciones en las instalaciones eléctricas externas a mi vivienda*. Comuval Instalaciones Eléctricas.https://www.comuval.com/blog/Proteccion-instalacion-electrica-fuera-de-vivienda.html

- Medidor: Es el encargado de medir el consumo eléctrico de los usuarios.
- Centro de carga: Es la caja donde se almacenan el conjunto de disyuntores encargados de proteger los distintos circuitos de la instalación.
- Instalación: Es el conjunto de circuitos constituidos pos fase, neutro y tierra conectados desde el centro de cargas hasta los receptáculos.

2.7.7 NEC

El NEC (National Electrical Code) es un conjunto de reglas que fue creado en USA para poder estandarizar las buenas prácticas en las instalaciones eléctricas residenciales, industriales y comerciales. El NEC fue creado en 1897 por la Asociación Nacional de Protección Contra Incendios (NFPA). Este código se revisa cada 3 años. Su principal función es resguardar la vida y los bienes materiales de las personas contra los riesgos que puedan ser causa del uso de la energía eléctrica. El NEC no es un manual para diseño ni es un manual para personal no calificado. El NEC tiene un gran alcance como lo son los edificios públicos, edificios privados y otras estructuras, incluyendo casas móviles, vehículos de recreo y casas flotantes, también abarca otras instalaciones como patios, parques de atracciones, estacionamientos y subestaciones industriales.

El NEC está compuesto por capítulos que abarcan distintos temas, que como conjunto tiene un gran alcance y que a la misma vez se desglosan en el NEC y se describe en el mismo documento de la siguiente forma NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). **90-3. Organización** del **Código.** Este código se divide en una Introducción y nueve capítulos. Los capítulos 1, 2, 3 y 4 son de aplicación general; los capítulos 5, 6 y 7 se refieren a lugares especiales, equipos especiales u otras condiciones especiales. Estos últimos capítulos complementan o modifican las normas generales. Los capítulos 1 a 4 se aplican en todo, excepto lo modificado en los capítulos 5,6 y 7 para las condiciones particulares. El capítulo 8 trata de los sistemas de comunicaciones y es independiente de los demás, excepto en las referencias concretas que se haga a ellos. El capítulo 9 consta de tablas y ejemplos. Los anexos no son partes de los requisitos de este Código, sino que se incluyen con propósitos informativos únicamente.

- **Capítulo 1:** Generalidades.
- **Capítulo 2:** Cableado y protección.
- **Capítulo 3:** Métodos de cableado y materiales.
- **Capítulo 4:** Equipo para uso general.
- **Capítulo 5:** Ocupación.
- **Capítulo 6:** Equipos especiales.
- **Capítulo 7:** Condiciones especiales.
- **Capítulo 8:** Sistemas de comunicaciones.

- **Capítulo 9:** Tablas.

2.7.8 Sistemas de captación de agua de lluvia

Un sistema de captación de agua de lluvia es un sistema que recolecta agua para posteriormente ser utilizada. Si el agua es limpiada y tratadamente se puede utilizar para cocinar y beber sin embargo existen otros usos como lo es la jardinería, para la lavar vehículos, para llenar los inodoros entre otros que no necesitan un proceso de limpieza en el agua.

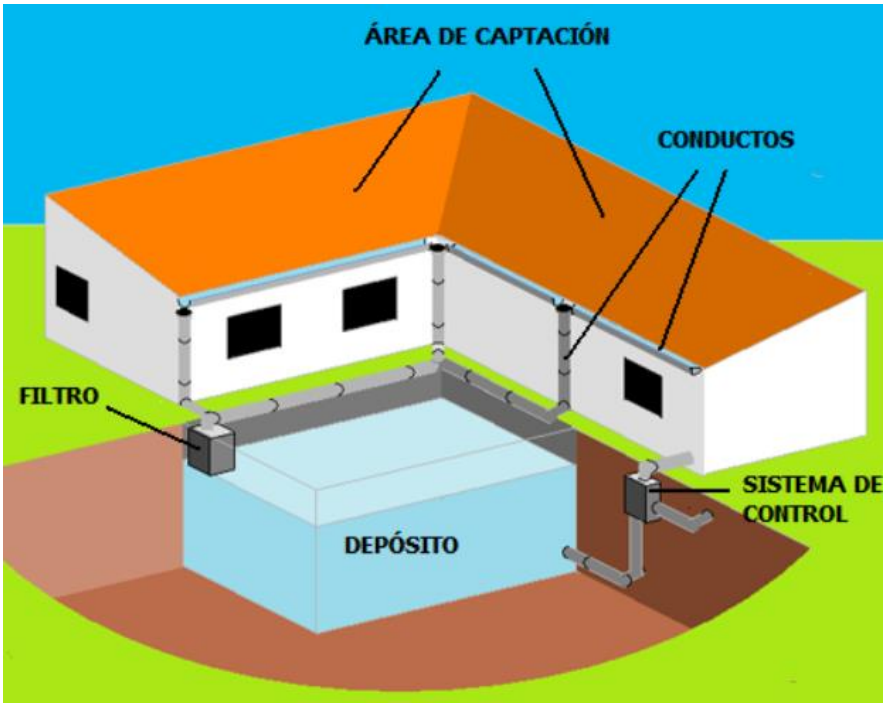


Figura 11. Sitiosolar. (2015, 22 febrero). *Los sistemas de recolección de agua de lluvia*. http://www.sitiosolar.com/los-sistemas-de-recoleccion-de-agua-de-lluvia/

El sistema de captación de agua de lluvia necesita varios componentes para poder funcionar de manera adecuada como lo son:

Área de captación: El área de captación es el área del techo donde va a caer la precipitación fluvial para posteriormente ser captada.

Canaletas de captación: Las canaletas de captación son las encargadas de recoger el agua en el perímetro del área de captación y que a su vez se conectan a las tuberías de captación. Estas canaletas tienen distintas medidas y se calcula dependiendo de la cantidad de lluvia y del tamaño del techo.

Tuberías de captación: Son las tuberías que conectan las canaletas de captación con el tanque de captación. El diámetro de las tuberías de captación tiene que ser calculados con base en la cantidad de agua que se pretende recolectar.

Filtro: Es la parte encargada de filtra cualquier residuo ya sea orgánicas o inorgánicas.

Tanque de captación: Su función es almacenar el agua captada por la superficie de captación, este tanque se calcula según las necesidades que se vayan a ocupar. Existen grandes cantidades de opciones a la hora de elegir el tanque de captación donde el diseño del sistema de captación de agua en general determina cuál tanque es el más apropiado según las necesidades de las personas beneficiadas.

Bomba: La bomba cumple la función de mover los fluidos a los distintos puntos donde se vaya a utilizar el fluido. Existen diferentes tipos de bombas para requerimientos específicos, las cuales son bombas de engrane, bombas de paleta y bomba de tornillo.

- Bombas de tornillo: Las bombas de tornillo son bombas rotatorias que como su palabra lo dicen utilizan tornillos para el desplazamiento de fluidos este fluido es de desplazamiento positivo.

  Esta bomba como todas las demás tiene un orificio de captación por donde se suministra el agua y a su vez cuenta con un orificio de salida, además en su interior tiene un tornillo helicoidal y una parte estática llamada estator.

  A medida que el tornillo gira el agua ingresa por el orificio de entrada que debido a la constancia en la rotación del tornillo el agua se desplaza dentro de la carcasa o estator que es la parte inmóvil y como resultado del giro del rotor el agua sale por el orificio de salida.

  Estas bombas son especialmente utilizadas cuando se requieren desplazar fluidos con alta viscosidad y que a su vez cuentan con materiales solidos esto debido a su funcionamiento.

  Como ventaja principal la bomba de tornillo destaca sobre las demás por tener uno de los diseños más sencillos y esto combinado a su baja velocidad de giro hacen que se un equipo con una gran confiabilidad y resistente al desgaste con poco mantenimiento.

Figura 12. NETZSCH. (s. f.). *Bomba de rotor helicoidal NEMO® BF*. NETZSCH Bombas. https://bombas.netzsch.com/es/productos-accesorios/bombas-de-tornillo-excentrico-nemo/bf/

- Bombas de engranajes: Son bombas que manejan presiones que van desde 50 a 210 bar. Funcionan con caudal constante y son bombas que funcionan a altas revoluciones que van desde 3000 a 6000 rpm siendo las bombas que de mayor velocidad en el mercado. Existen dos tipos de bombas de engrane dentro de la cual se encuentran las bombas de engrane interno y las bombas de engrane externo.
    - Bombas de engrane interno: Estas son bombas que están compuestas por una carcasa con un orificio de entrada que es por donde se succiona el fluido y un orificio de descarga que es el orificio por donde sale el flujo. En su interior tiene un engrane pequeño y un engrane externo de mayor tamaño, también cuenta con una media luna en su interior que es la pieza encargada de dividir el líquido entre el flujo de entrada y el flujo de salida.

      Cuando los engranes giran crean una fuerza de succión creada por el engrane exterior y el engrane interior, una vez adentro de la carcasa el líquido se divide por la media luna que divide el engrane exterior y el engrane interior y que da como fin la exención del fluido por el orificio de salida.

      Este tipo de bomba es utilizada en lugares donde se requiera el menor sonido posible ya que son altamente silenciosas.

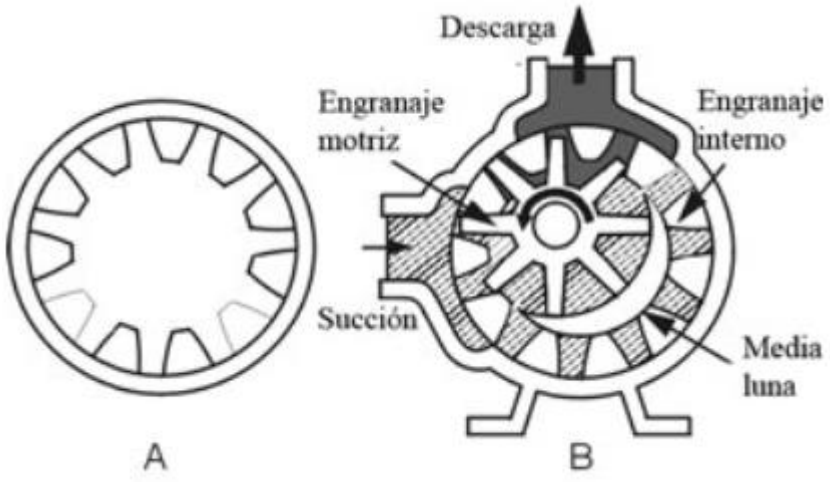


Figura 13. *Neumática e Hidráulica*. (s. f.). Sapiensman. http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica9.htm

Bomba de engrane externo: Estas bombas están compuestas por una carcasa que cuentan con un orificio de entrada y un orificio de salida, dentro de la carcasa tiene un engrane que es accionado por el motor de la bomba llamado engrane conductor y al girar hace girar en otra rueda dentada llamada engranaje conducido.

Este tipo de bomba es accionada por un motor que acciona el engranaje conductor que hace girar el engrane conducido en sentido contrario llevando agua en sus dientes y que al girar a alta velocidades genera la presión de salida.

Las bombas de engranajes son bombas con precios accesibles sin embargo no tienen una eficiencia volumetrica alta.

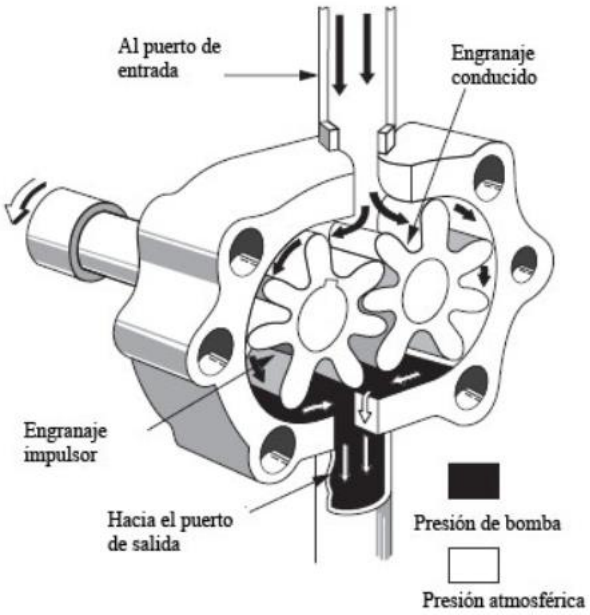


Figura 14. *Neumática e Hidráulica*. (s. f.). Sapiensman. http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica9.htm

- Bombas de paletas: Estas son bombas de funcionamiento radial que están compuestas por una carcasa que cuenta con un oricio de entrada y otro orificio de salida, dentro de la carcasa se encuentra un rotor que cuenta con múltiples paletas.

  Cuando la bomba gira las paletas ingresan el fluido dentro de la bomba y el rotor al girar descarga el agua comprendida entre los espacios de las paletas que salen por el orificio de salida.

  Dentro de las ventajas que tienen las bombas de paleta se encuentra que tienen gran succión, es una bomba que no tiene compresión; al utilizar las paletas para arrastrar los fluidos puede mover fluidos que tengan una alta viscosidad y por último al no ser dispositivos tan complejos su mantenimiento no es difícil y no lleva mucho tiempo realizarlo.

  Este tipo de bombas son altamente utilizadas en aplicaciones donde se requiera desplazar fluidos de alta viscosidad como en industrias donde se necesite trasferir productos químicos, en la industria petrolera y transferencia de agua en sistemas de refrigeración son algunos de las aplicaciones en que se emplean.

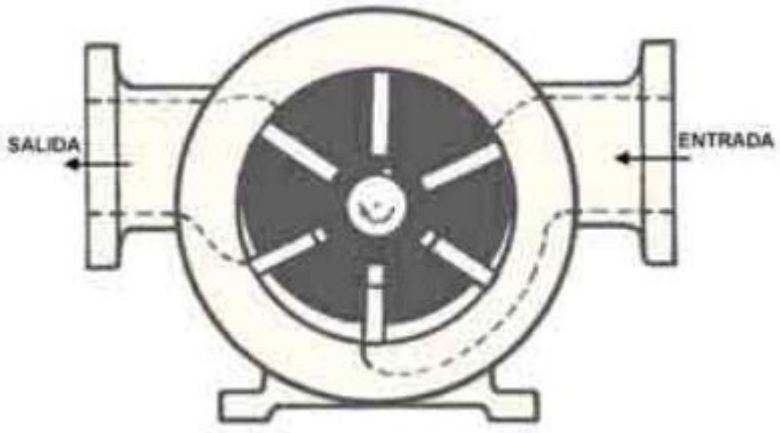


Figura 15. *Bombas de desplazamiento positivo.* (2021, 5 diciembre). Ingenierocivilinfo. https://www.ingenierocivilinfo.com/2011/11/bombas-de-desplazamiento-positivo.html

- Bombas de pistón: Son bombas que están compuestas por motores de aires y una serie de componentes que agrupados son llamadas conjunto de bombeo. Existen dos tipos de bombas de pistón, las bombas de pistones radiales y las bombas de pistones axiales.
    - Bombas de pistones radiales: Estas son bombas de alto rendimiento que debido a su eficiencia volumétrica es ampliamente utilizada en la industria. Este tipo de bombas tiene un gran número de aplicaciones industriales. Dentro de sus puntos a favor se conoce que las bombas de pistones con configuración radial tienen una gran vida útil, esta misma también es presentada en diferentes tamaños que van desde los 19 hasta los 250 centímetros cúbicos, además tienen la gran ventaja de que puedan rotar tanto en sentido horario como anti horario y por ultimo su diseño soporta presiones constantes en versiones estándares de 280 bar y presiones de hasta 350 bar en versiones de alta presión sin mencionar que algunas bombas de pistones radiales tienen múltiples salidas.

Figura 16. *Hawe Bombas*. (s. f.). Hawe hidraulik. http://hawe.cohimar.com/hawe-bombas.php

- Bombas hidráulicas axiales: Estas bombas tienen múltiples pistones que se colocan en sentido al árbol de accionamiento, estos equipos se pueden encontrar en bombas de caudal fijo o bombas de caudal variable donde las primeras mantienen constante el caudal y las segundas presentan la opción de ajustarse.
- En general estas bombas son equipos que tienen una gran eficiencia y pueden trabajar a altas presiones lo que las hace ideales para trabajos industriales de alto flujo.

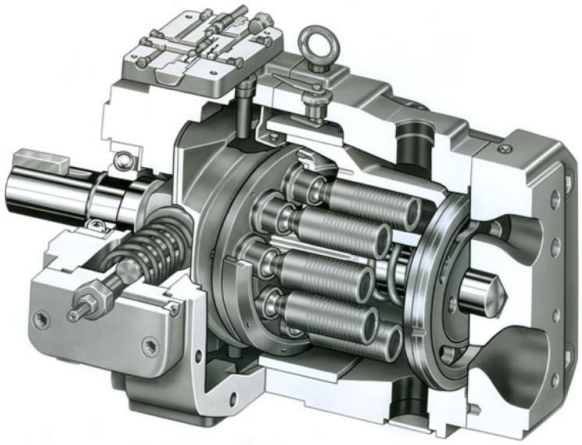


Figura 17. COHA S.A.S. (s. f.). *Bombas HidrÃ¡ulicas - MÃ³vil - COHA S.A.S.* COHA. http://www.coha.com.co/movil_bombas_hidraulicas.html

Un punto importante para tomar en cuenta cuando se quiere hacer un sistema de captación de agua es el estudio de la precipitación fluvial en el área donde se pretende instalar el sistema. Esta investigación se hace con el fin de determinar la cantidad de agua pluvial que se puede captar para poder realizar el cálculo del tanque en base a la necesidad unitaria de las personas que viven en una vivienda y como se menciona en (OMS, EL DERECHO HUMANO AL AGUA Y AL SANEAMIENTO, 2010) “son necesarios entre 50 y 100 litros de agua por persona al día para garantizar que se cubren las necesidades básicas y que no surjan grandes amenazas para la salud.”. Este requerimiento es necesario si se pretende calcular el agua necesaria con fines de consumo y para satisfacer las necesidades cotidianas a como lo define el comité de UNESCO quien dice que “el acceso al agua debe ser continuo y la cantidad de agua disponible debe ser adecuada “a la dignidad, la vida y la salud humanas” 32 y suficiente para beber y cocinar y para la higiene personal y doméstica.”

Por otro lado, si lo que se pretende es utilizar la precipitación fluvial como una alternativa para reducir costos en tarifas de recibos de agua y en general la utilización del líquido como una segunda opción para la utilización del líquido en actividades como riego, limpieza de suelos, lavado de vehículos, agua para inodoros entre otras actividades; el proceso a seguir es más flexible. El cálculo se debe basar en la cantidad de agua que el usuario está dispuesto a almacenar y el estudio necesario para determinar la cantidad de agua pluvial de la zona donde se pretende instalar el sistema.

2.8 Hipótesis.

La aplicación de los lineamientos dictados en el Código Eléctrico Nacional(NEC) reduce el riesgo de un posible incendio, resguardando así los bienes materiales y la vida humana.

2.9 Limitaciones.

En la elaboración de este trabajo se encuentran varias limitaciones que afectan la elaboración del mismo, dichas razones se explican a continuación:

1. El acceso a las instalaciones en el Hogar de Ancianos de Golfito es complicado, debido a la actual pandemia por la que pasa el mundo en este momento. El hogar de ancianos es riguroso con la entrada de visitantes en las instalaciones, donde los visitantes no pueden ingresar con síntomas de resfríos, para entrar hay que lavarse las manos y seguir el protocolo interno de la institución además de desinfectar las herramientas que se portan en el momento.
2. El inadecuado registro de las modificaciones realizadas en las instalaciones del Hogar son una limitación muy importante a la hora de tratar de obtener información técnica para la debida revisión de las instalaciones. Teniendo esta información a mano se podría verificar el cumplimiento del plano de diseño o bien se podrían encontrar las inconsistencias de una manera más rápida para poder darles solución además de acelerar el proceso del diseño correcto de la instalación.

2.10 Alcances

Con la elaboración de este proyecto se espera generar una propuesta de diseño que cumpla con la necesidad que requiere la asociación de Hogar de Ancianos de Golfito los cuales como agrupación esperan un diseño que resguarde la vida de los colaboradores y beneficiaros, a su vez también resguardar los bienes materiales de la asociación. Además, el hogar de ancianos espera un diseño en el que la red eléctrica no falle cuando se estén utilizando varios equipos simultáneamente.

Este proyecto espera tener distintos alcances, cada alcance va a ser relacionado con un tema en específico como se explica a continuación:

En el área eléctrica la asociación de Hogar de Ancianos de Golfito desea un diseño eléctrico que resguarde los bienes materiales y a su vez la vida de las personas beneficiadas con la

asociación que en este caso son los adultos mayores. Uno de los principales problemas que se pretende solucionar es el funcionamiento correcto de las instalaciones. El Hogar de Ancianos quiere poder tener la posibilidad de usar todos o varios equipos simultáneamente sin riesgo de que las protecciones interfieran. Se espera poder solucionar todos estos problemas en el presente proyecto.

Con respecto a la propuesta de diseño del sistema de captación de agua eco amigable con el ambiente y el sistema de generación de energía se pretende tener una reducción en los recibos de agua y luz. También se espera alcanzar un diseño que sea rentable de construir y que a largo plazo se pueda recuperar la inversión de construcción con el ahorro que el sistema genera.

CAPÍTULO III

3 DESARROLLO

3.1 Cálculo de la instalación eléctrica.

3.1.1 Levantamiento del plano arquitectónico.

Se realizan visitas al Hogar de Ancianos para tomar las medidas del lugar y así poder realizar un levantamiento arquitectónico del mismo. En el lugar se toman medidas de las longitudes de todas las áreas incluyendo baños, cocina, terapia física, enfermería, lavandería, cuartos, administración, rancho, salón multiuso y pasillos.

Después de pasar todos los datos y medidas a formato digital y después de la creación de distintos bloques para distintos elementos con el programa AutoCAD el trabajo nos queda de la siguiente manera:

Figura 18. Vista general del plano del hogar de ancianos. (Autoría propia)

Posteriormente se procede a plasmar el diseño eléctrico dentro del plano en digital donde se realizan laminas distintas para los distintos circuitos.

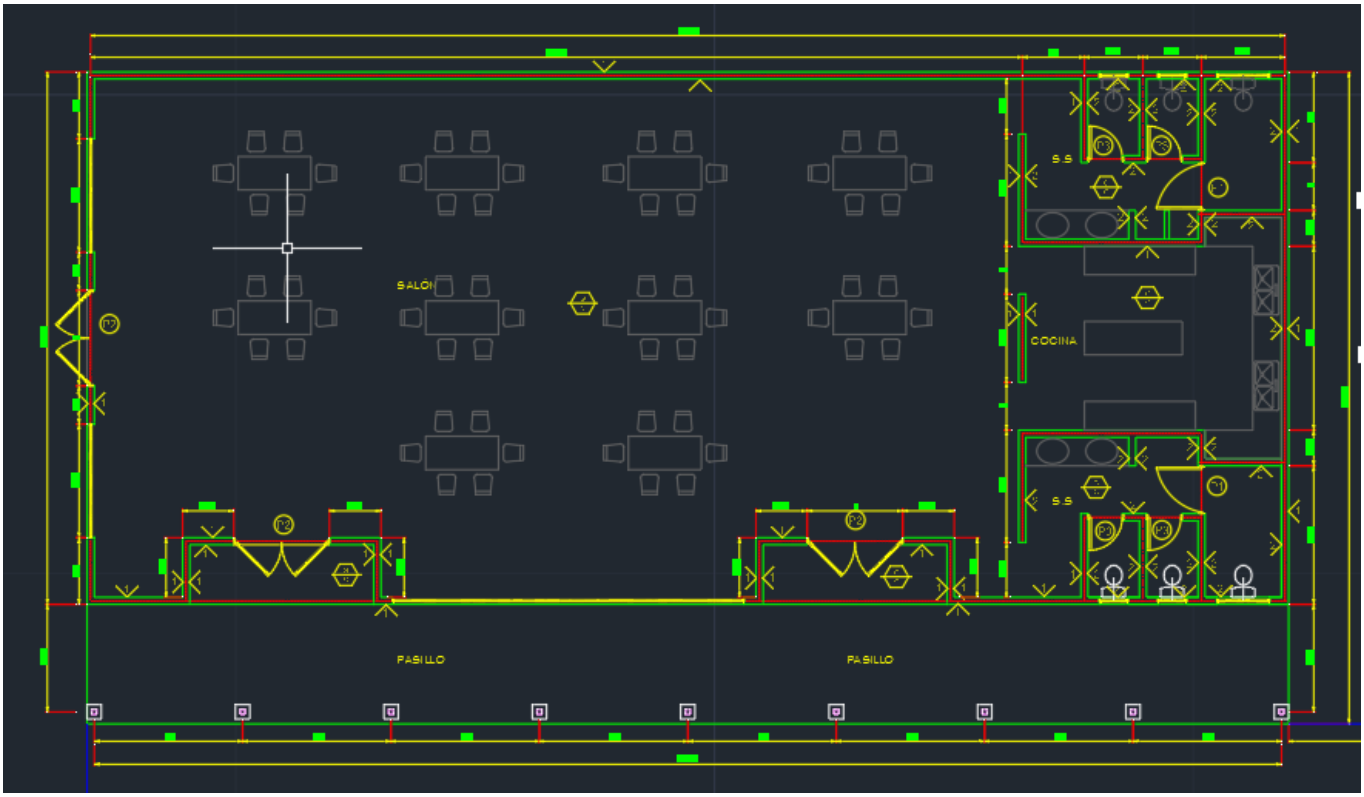


Figura 19. Salón multiuso. (Autoría propia)

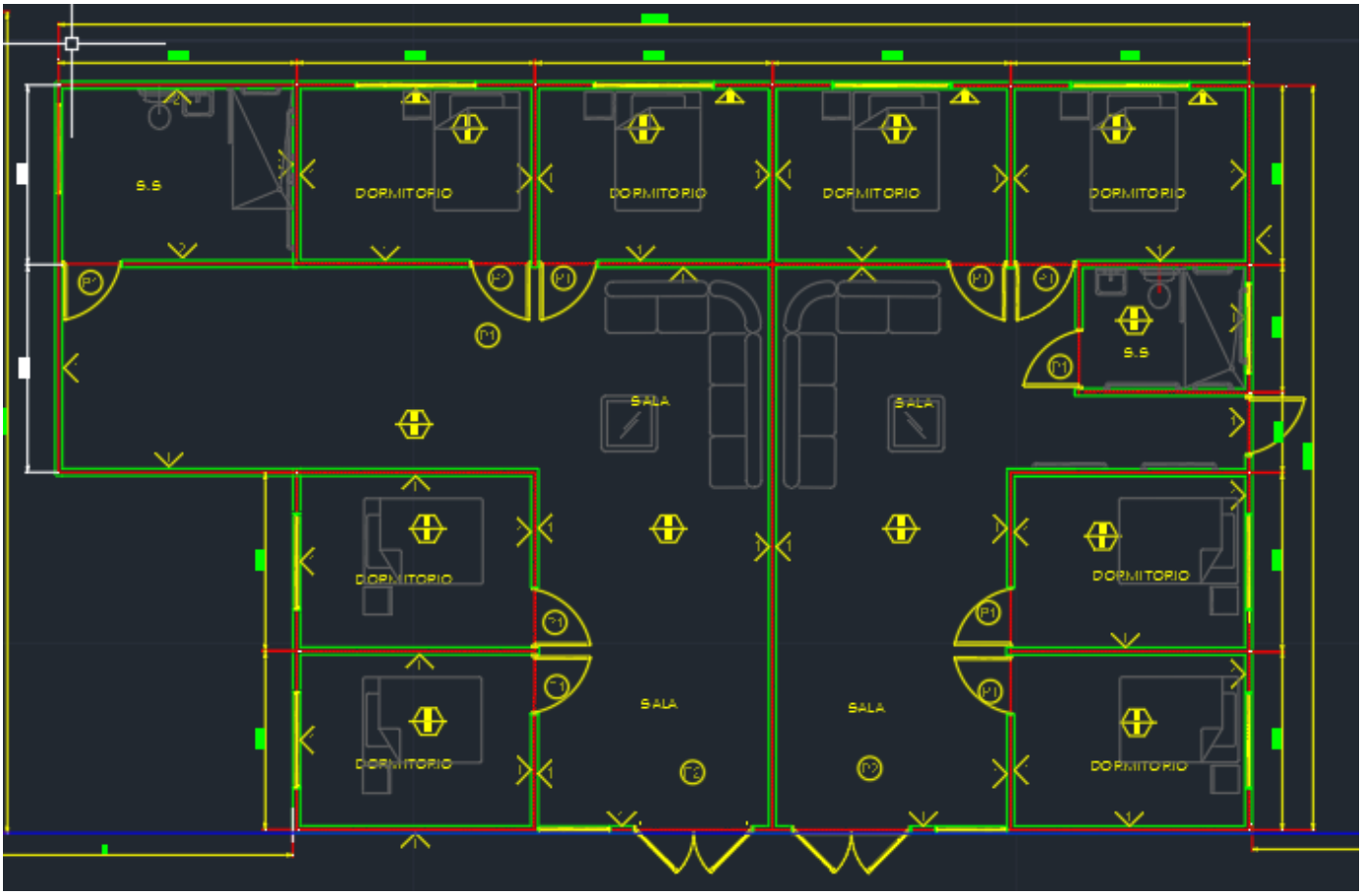


Figura 20. Habitaciones. (Autoría propia)

Figura 21. Cubículos habitaciones. (Autoría propia)

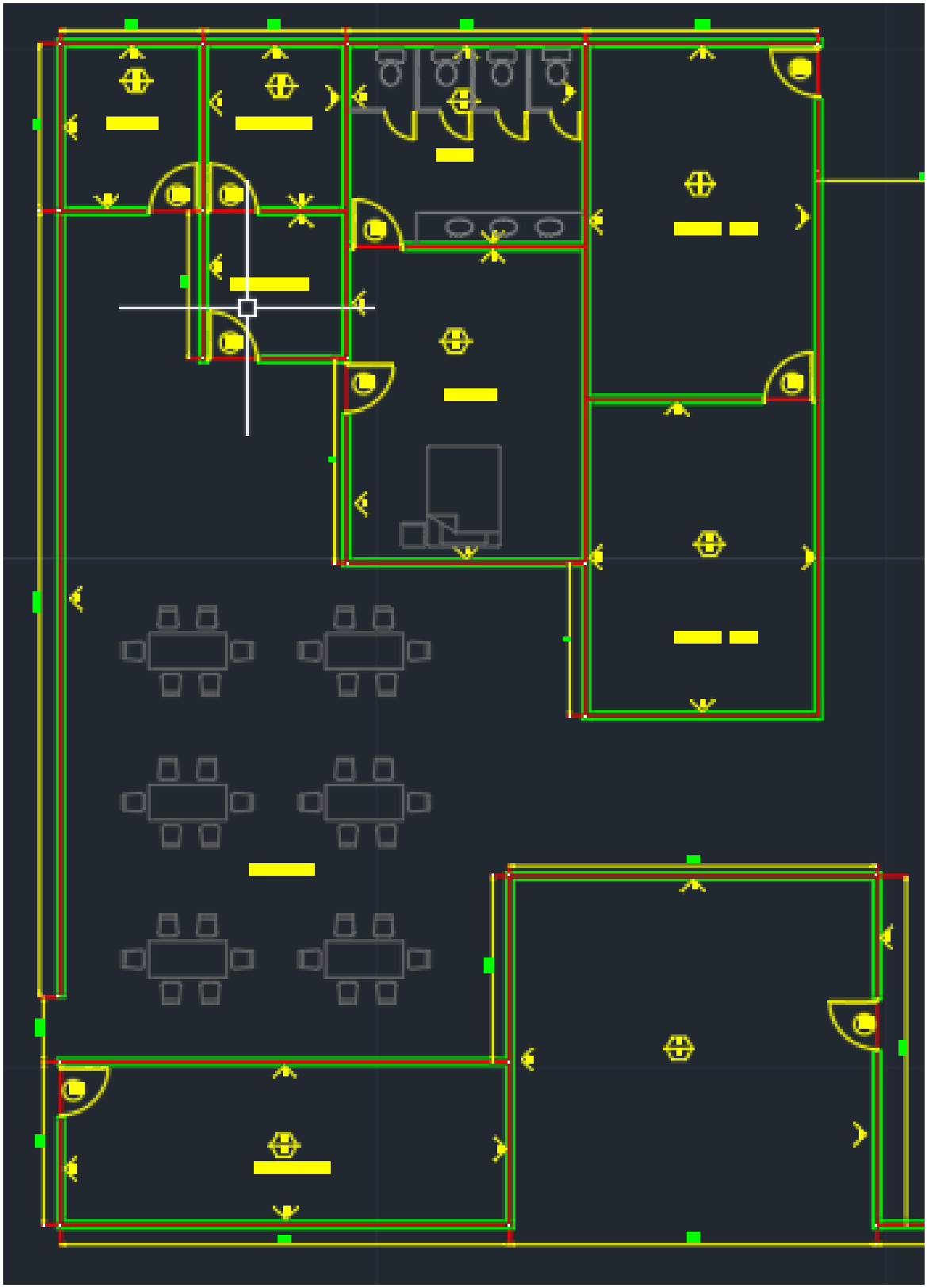


Figura 22. Comedor y farmacia. (Autoría propia)

Figura 23. Cocina. (Autoría propia)

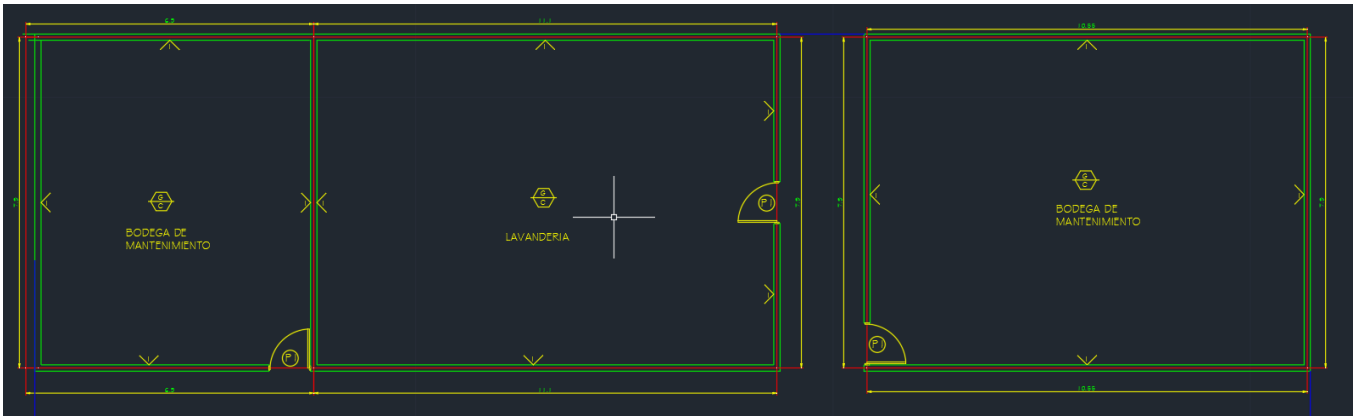


Figura 24. Lavandería. (Autoría propia)

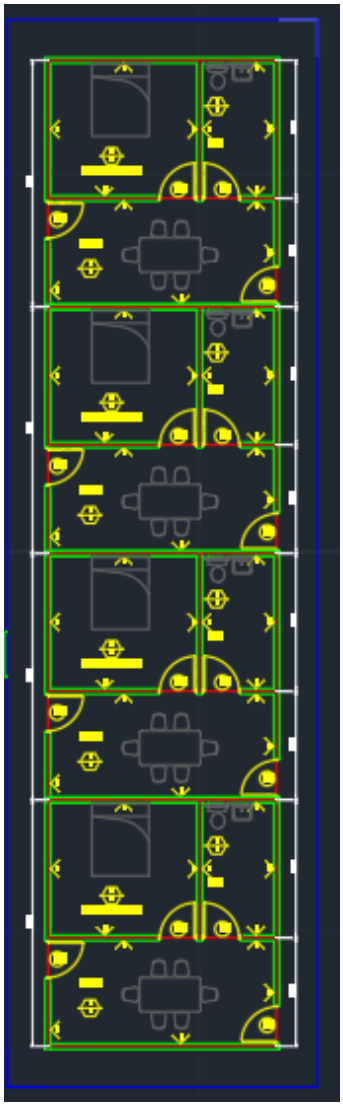


Figura 25. Departamentos de habitaciones. (Autoría propia)

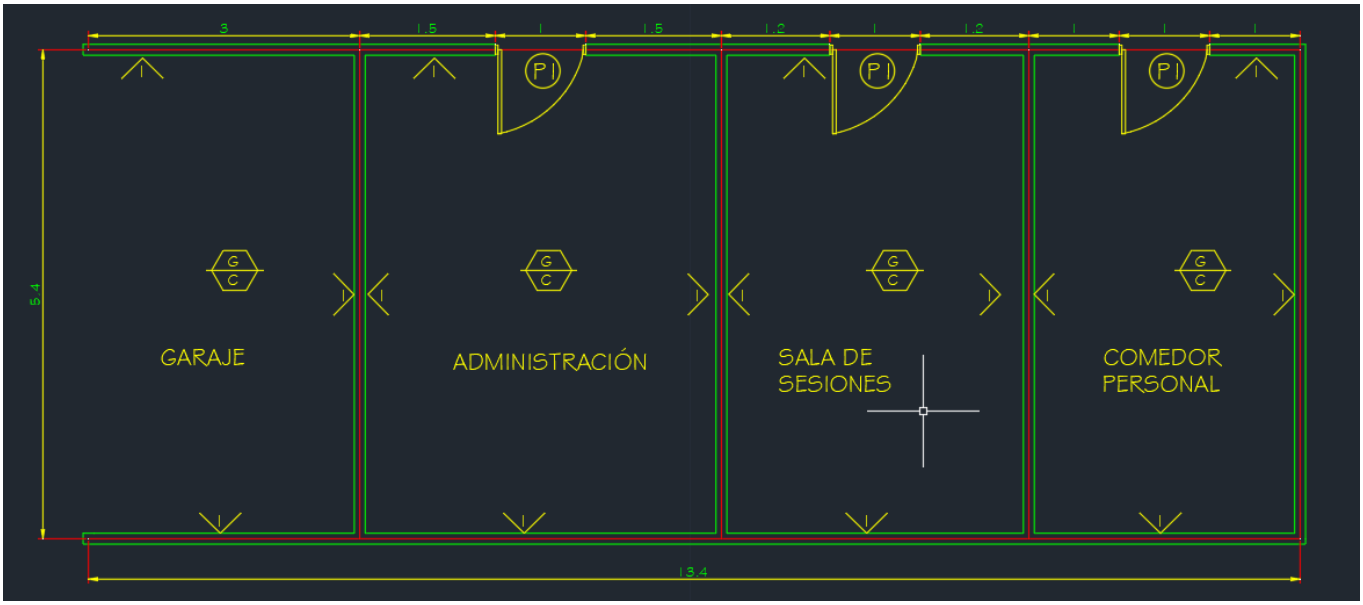


Figura 26. Administración. (Autoría propia)

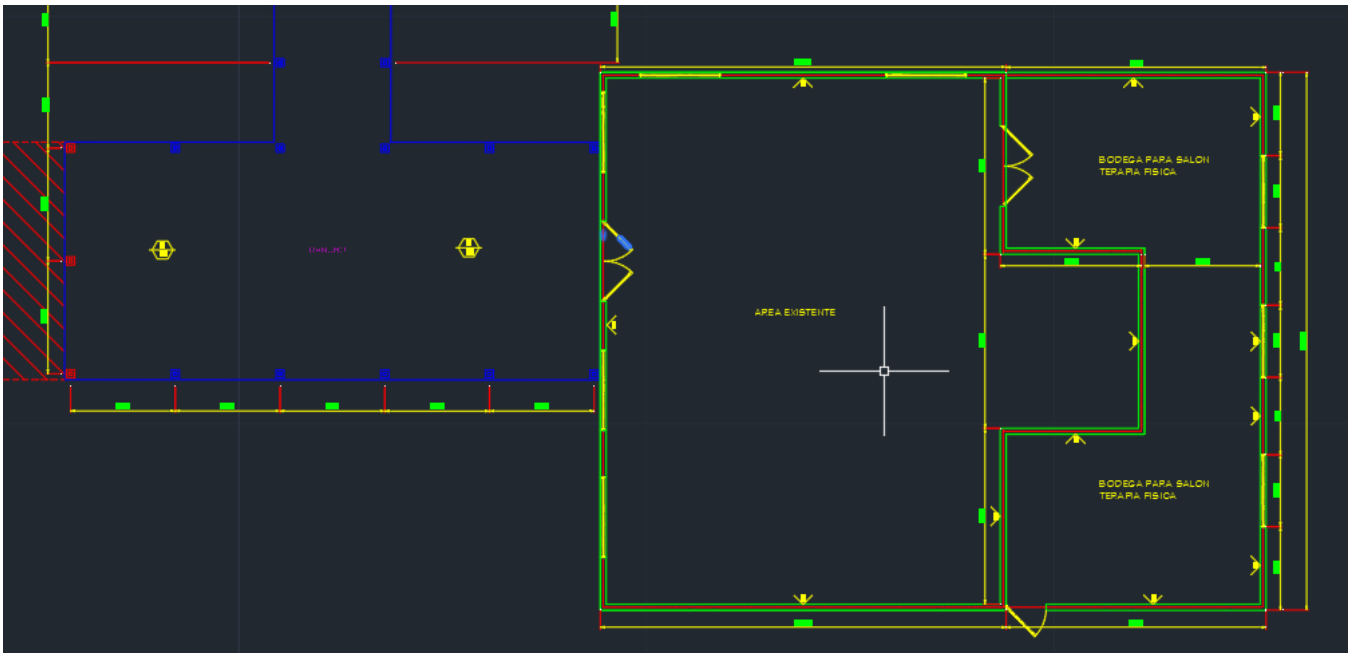


Figura 27. Rancho y terapia física. (Autoría propia)

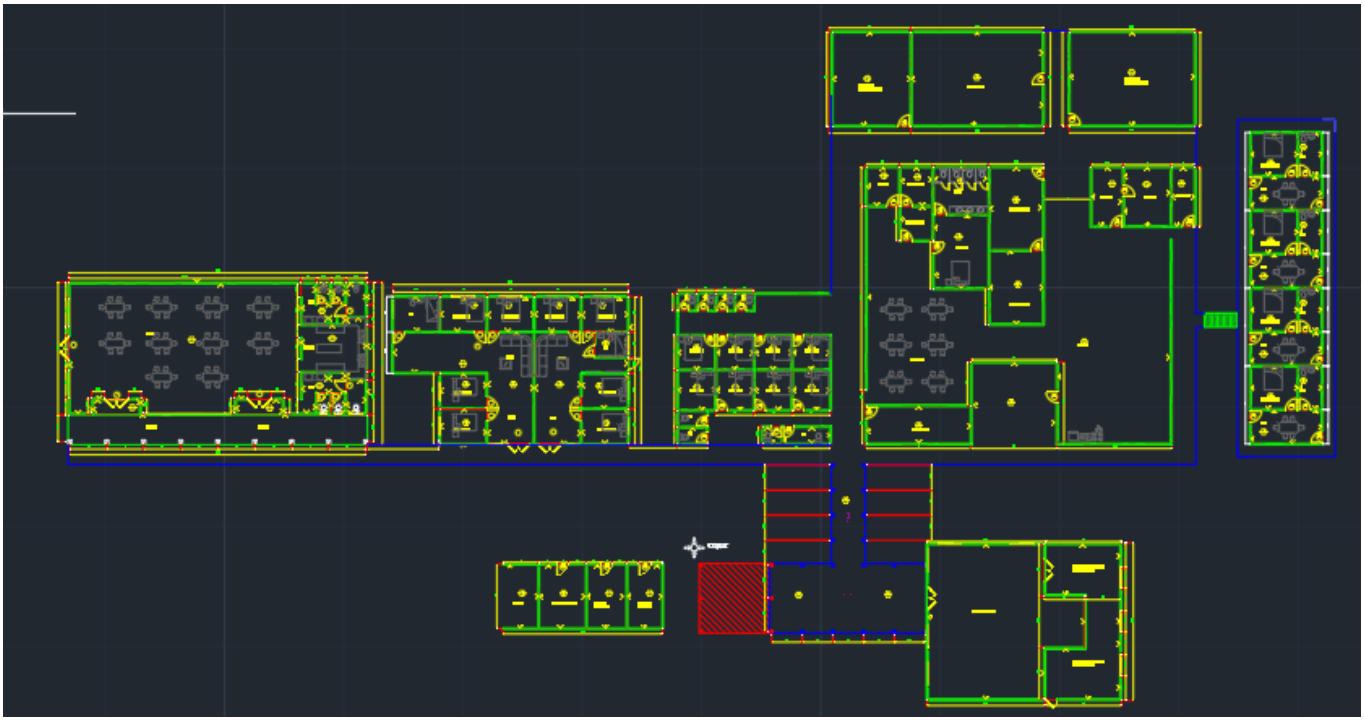


Figura 28. Hogar de ancianos general. (Autoría propia)

3.1.2 Determinación de voltaje de trabajo, amperaje y consumo de los equipos.

Todos los dispositivos traen una ficha o calcomanía adherida al cuerpo del equipo donde traen algunas especificaciones técnicas del artefacto. Dentro de la información que usualmente se encuentra en la ficha está el voltaje de trabajo(V), el amperaje(A), el consumo(W) y la frecuencia(Hz).

Los equipos tienen un funcionamiento general de 120 v o 240 v, este valor siempre se encuentra en la información brindada.

Hay dispositivos que no brindan alguna de la información descrita anteriormente y que es información necesaria para el diseño eléctrico pero esta información puede ser calculado con el triángulo de potencia.

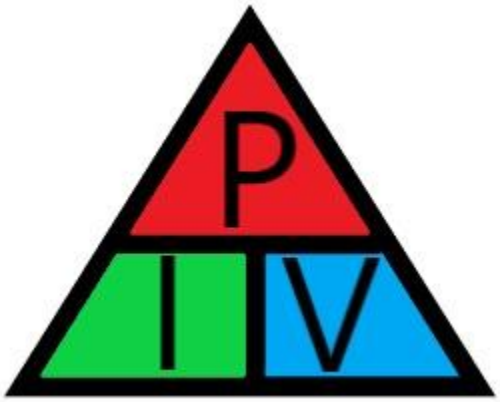


Figura 29. Triángulo de potencia. (Auditoria propia).

Con el triángulo de potencia podemos encontrar uno de los valores mientras que tengamos los otros dos valores definidos.

Si lo que se desea averiguar es la potencia entonces se debe de multiplicar la corriente por el voltaje:

Ecuación 1.

$$P = IxV$$

Donde:

P=Potencia

I= Corriente

V=Voltaje

Si el dato que se desea encontrar es la corriente entonces se aplica la siguiente fórmula:

Ecuación 2.

$$I = \frac{P}{V}$$

Donde:

P=Potencia

I= Corriente

V=Voltaje

Y por último si lo que se desea encontrar es el voltaje se aplica la fórmula:

Ecuación 3.

$$V = \frac{P}{I}$$

Donde:

P=Potencia

I= Corriente

V=Voltaje

Una vez obtenido los datos necesarios ya se puede empezar con el diseño eléctrico.

Es de importancia mencionar que los cálculos se realizan bajo una tabla en Excel programada realizada para fines de este proyecto en específico.

Tabla de calculo electrico

Panel ID	Administración					Barra (A)	70 A					entrada de alimenta		Disyuntor	B/T	Sí	pacidad disyun	70	Marca	Eaton			
Tensión	120/240					Fase/Hilos	2/4					Tipo entrada cablead		Inferior	N/S	Sí	Modelo	CH270	Modelo de	CH2L70SA			
Tipo	Panelboard					Montaje	Superficial					rriente de corto circu		35kA					Nema 1	Uso interioir			
N° del circuito	N° de circuito	po de circui	Cantidad de salid	ongitud (m	otencia (V	Lineas		Tension de trabajo(V)	Corriente (A)	Sobre dimensionamiento de un 25% en	Ampacidad del cable (A)	Calibre del conductor			Conductores	Aislamiento	Canalización	Diametro de canalización	Disyunto	Resistividad (Ω/km)	Resistividad de la sección del	Caida de tensión(V)
						A	B					Fase	Neutro	Tierra								
1	T. Sala de sesiones y	General	13	25 m	2340 W	2340 W		120 V	19.50 A	24.38 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	30 A (AFCI	6.73	0.17 Ω	3.28 %
2	T. Administracón y garaje.	General	12	23 m	2160 W		2160 W	120 V	18.00 A	22.50 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	30 A (AFCI	10.7	0.25 Ω	4.43 %
3-5	Aire acondicionado	Dedicados	1	12 m	2400 W	1200 W	1200 W	240 V	10.00 A	12.50 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	AWG	THHN	PVC UL	1/2"	15 A(AFCI)	10.7	0.13 Ω	1.28 %
4-6	Aire acondicionado	Dedicados	1	12 m	1200 W	600 W	600 W	240 V	5.00 A	6.25 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	AWG	THHN	PVC UL	1/2"	15 A(AFCI)	10.7	0.13 Ω	0.64 %
7	Luminarias	Iluminacion	9	20 m	135 W	135 W		120 V	1.13 A	1.41 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	16 A(AFCI)	10.7	0.21 Ω	0.24 %
8	Microondas	Dedicado	1	25 m	800 W		800 W	120 V	6.67 A	8.33 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A(AFCI)	10.7	0.27 Ω	1.78 %

Acometida

Canalización			Conductor			
Longitud	Tipo	Diametro	Fase	Neutro	Tierra	Caida
34 m	PVC SCH40	2"	2 x 4 AWG	1 x 4 AWG	1 x 6 AWG	1.31%

Resumen de cargas

Potencia por fase		Potencia instalada	Potencia dem	Factor de demanda
Fase A	Fase B	9 035 VA	9 035 VA	100.00%
4 275 VA	4 760 VA	Corriente del tablero		
Corrient	Corriente		37.65A	
17.81A	19.83A			

Figura 30. Ejemplo de tabla utilizada para los cálculos necesarios. (Autoría propia)

3.1.3 Circuito de luminarias

La iluminación está diseñada con base en el área de cada sección, ya sean pasillos, cuartos, salas de estar, cocinas o baños. Este criterio es muy propio del diseñador y de la solicitud del cliente. En el diseño todas las luminarias que se proponen son luces LED por lo cual cuentan con un muy bajo consumo para reducir costos. Las luces led se miden en lúmenes. Para calcular la cantidad de lúmenes de un área específica debemos conocer el área del lugar donde se planea realizar el cálculo.

En este proyecto utilizamos específicamente luces led de 40 W de 5156 lúmenes y luces led de 15 W de 1200 lúmenes por lo tanto todos los cálculos están basados en estos valores.

En este proyecto se utiliza unidad de longitudes definida por el SI la cual es el metro por lo tanto las áreas están dadas en m². La fórmula que se utiliza en este trabajo para calcular los lúmenes trabaja con ft².

Lo primero que se hace es convertir los m² a ft² para lo cual multiplicamos los m² por 10.764 y como resultado nos da ft².

Ecuación 4.

$$m^2 x 10.764 = ft^2$$

Una vez convertido de metros a pies cuadrados se multiplica el valor por el área que se desea calcular dándonos la cantidad de lúmenes requeridos. El valor se obtiene en la imagen 16.

ROOM	FOOT CANDLES NEEDED
Living Room	10-20
Kitchen General	30-40
Kitchen Stove	70-80
Kitchen Sink	70-80
Dining Room	30-40
Bed Room	10-20
Hall Way	5-10
Bathroom	70-80

Courtesy of Alcon Lighting

Figura 31. https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/897793/como-calcular-la-intensidad-de-luz-necesaria-para-tus-ambientes

Y por último para calcular la cantidad de unidades que se pretenden utilizar se divide los lúmenes requeridos entre la cantidad de lúmenes que posea la luminaria led, en este caso se divide por 5056 o 1200 lúmenes dependiendo si se requiera la utilización de mayor o menor intensidad luminosa.

Por ejemplo, calcular la cantidad de lúmenes para una sala con un área de 220m² se realiza el siguiente procedimiento.

Primero se calcula el área dada en metros de la zona a calcular la cual es 220m²

Como segundo paso aplicamos la fórmula para convertir de m² a ft²:

Ecuación 5.

$$220m^2x10.764 = 2368\ ft^2$$

El tercer paso es calcular la cantidad de lúmenes necesarios multiplicando los ft² por los lúmenes de cada área especificados en la imagen 16, para lo cual se aplica la fórmula:

Ecuación 6.

$$2368ft^2x20 = 47360\ lúmenes$$

El cuarto y final paso es el cálculo de la cantidad necesaria de lámparas. Como el resultado de los lúmenes es una cifra alta se utiliza la luminaria de 5056 lúmenes para realizar el cálculo:

Ecuación 7.

$$\frac{47360\ lúmenes}{5156\ lúmenes} = 9.1\ unidades$$

El resultado nos da 9.1 luminarias, pero se redondea a 10 para una mejor división física en el espacio determinado.

De esta forma ya se tienen la cantidad de luminarias necesarias en el área y por lo tanto se conoce el requerimiento del circuito.

Se utilizan 10 luminarias de 40 W de potencia por lo tanto el requerimiento del circuito de luminarias para la sala calculada es de 400W.

BRIGHTNESS / BULB	450 lumens	800 lumens	1100 lumens	1600 lumens	2600 lumens	5800 lumens
LED	6W	9-10W	13W	16-18W	24W	45W special high voltage lamps
CFL	8-9W	13-14W	18-19W	23W	40W	85W
Regular Incandescent	40W	60W	75W	100W	150W	300W
Halogen	29W	43W	53W	72W	150W	300W

Figura 32. https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/897793/como-calcular-la-intensidad-de-luz-necesaria-para-tus-ambientes

En las siguientes imágenes se definen los sitios físicos de las luminarias:

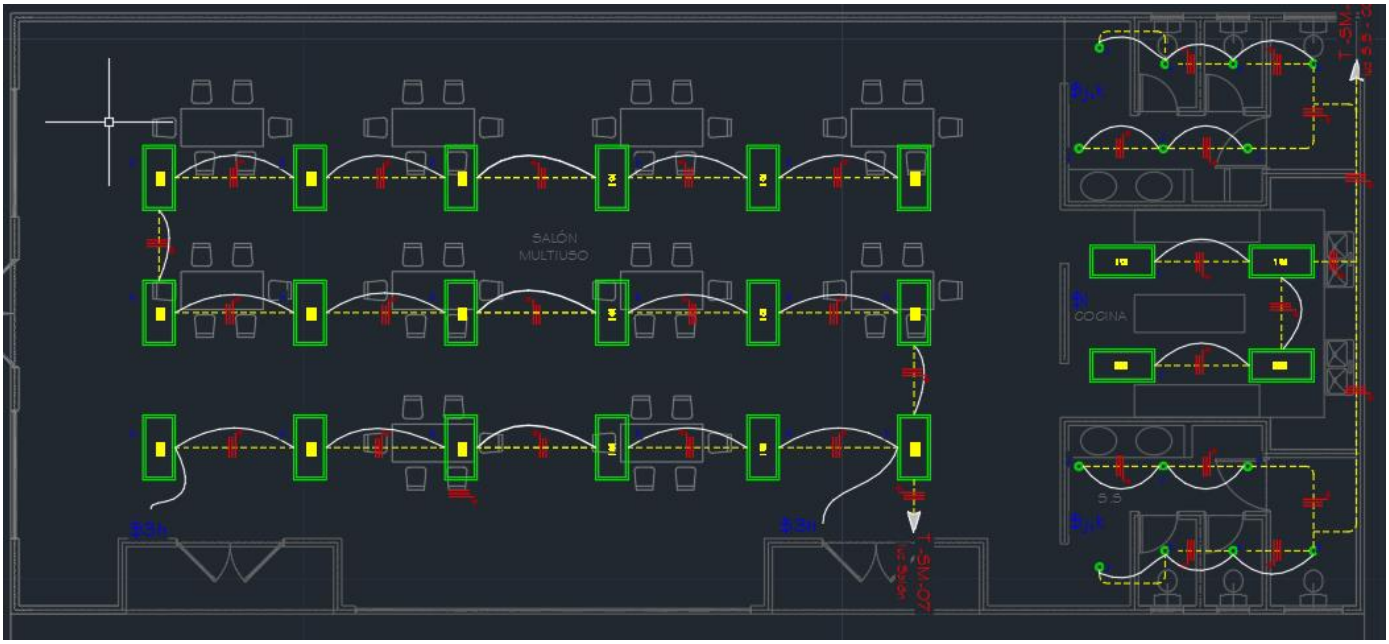


Figura 33. Salón multiuso. (Autoría propia)

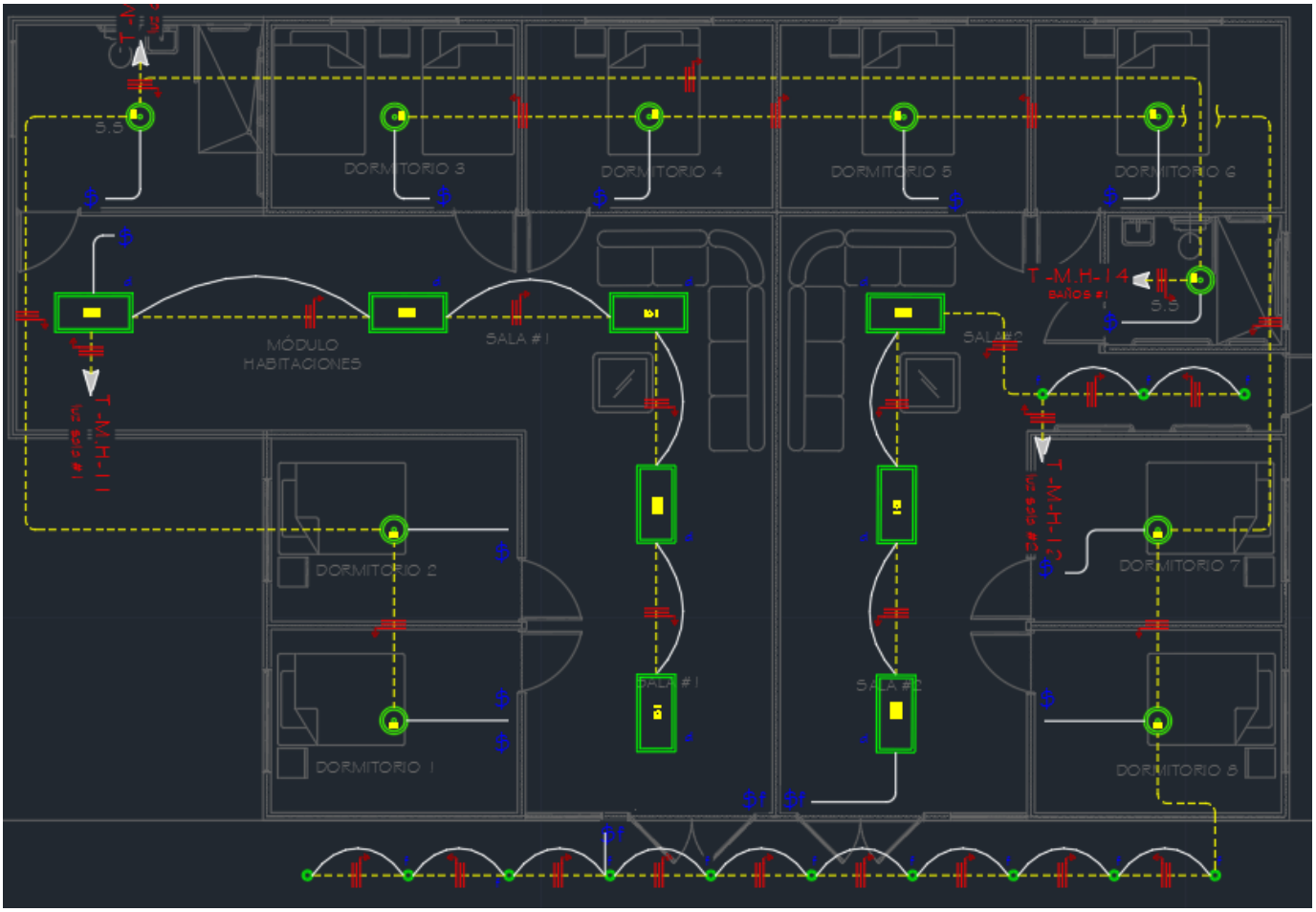


Figura 34. Habitaciones. (Autoría propia)

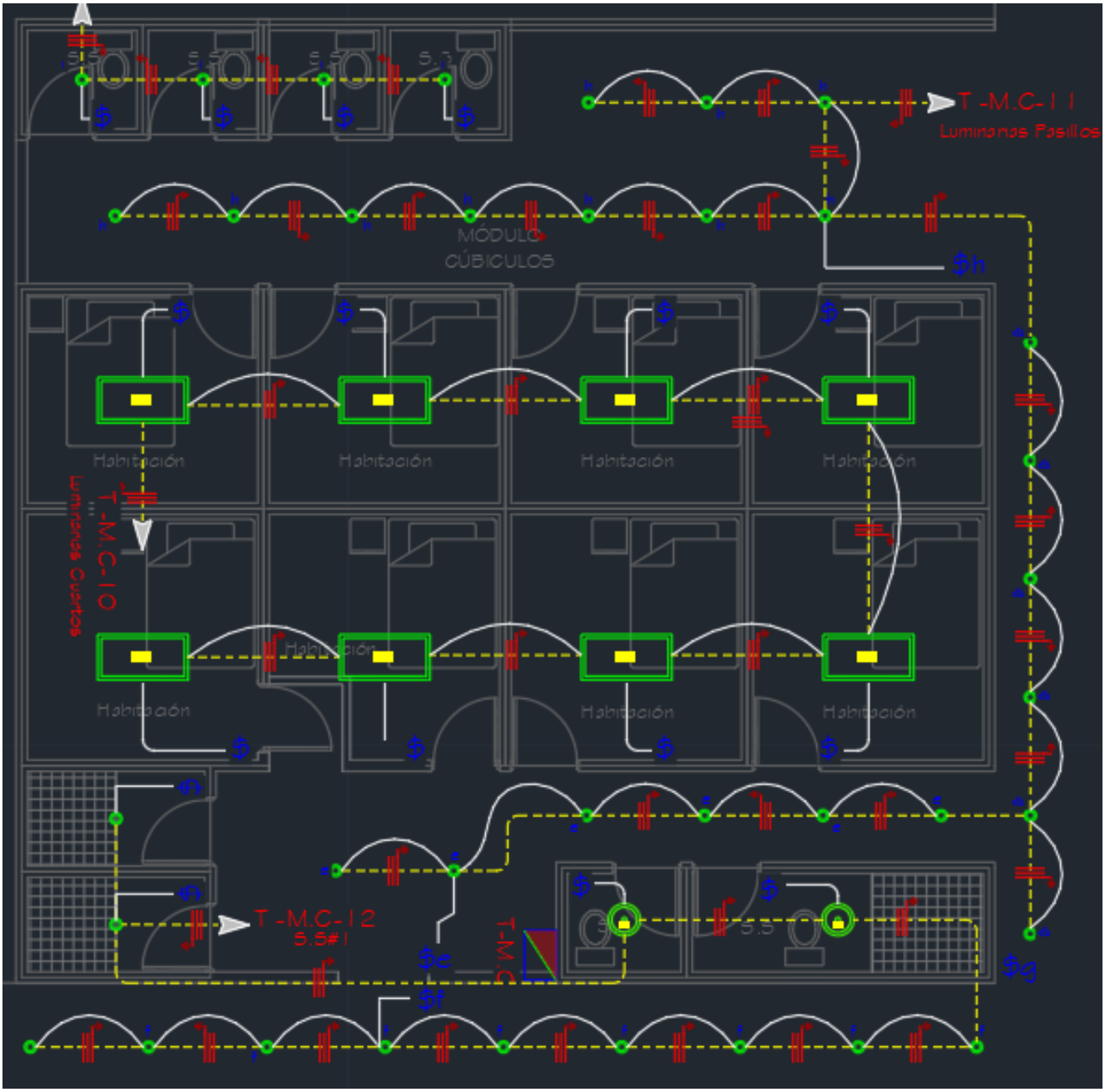


Figura 35. Cubículos de habitaciones. (Autoría propia)

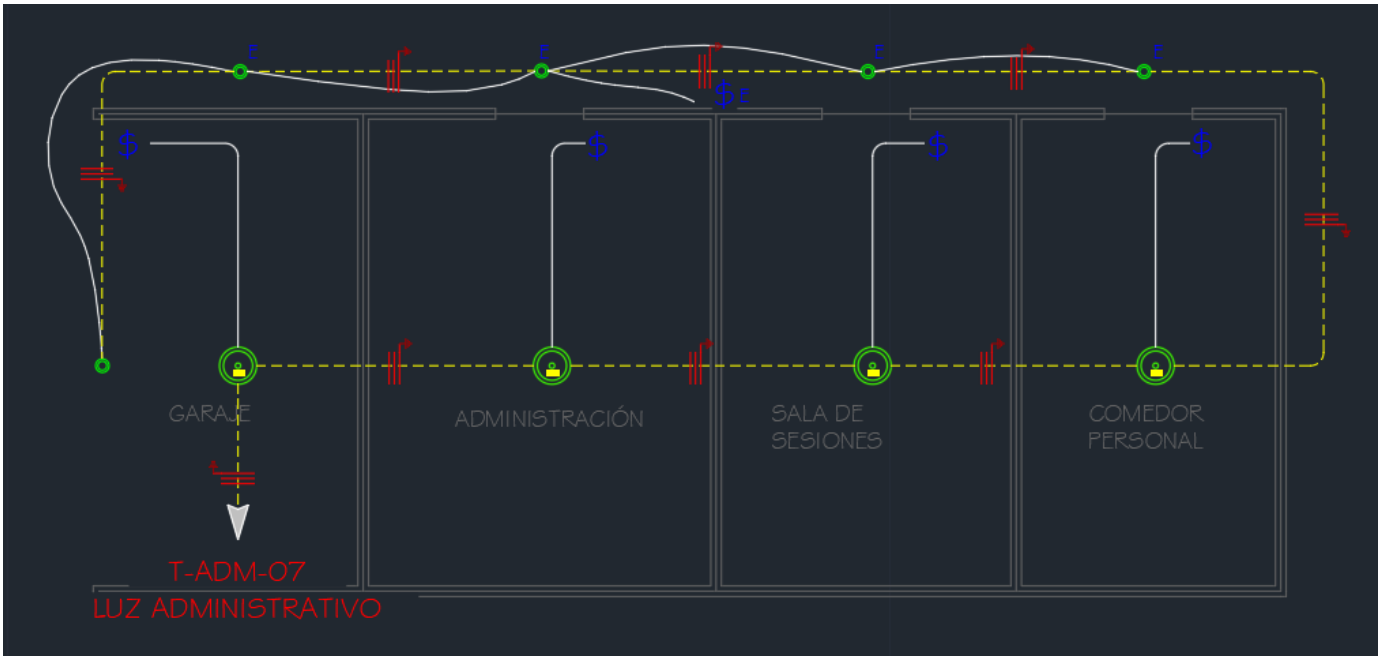


Figura 36. Administración. (Autoría propia)

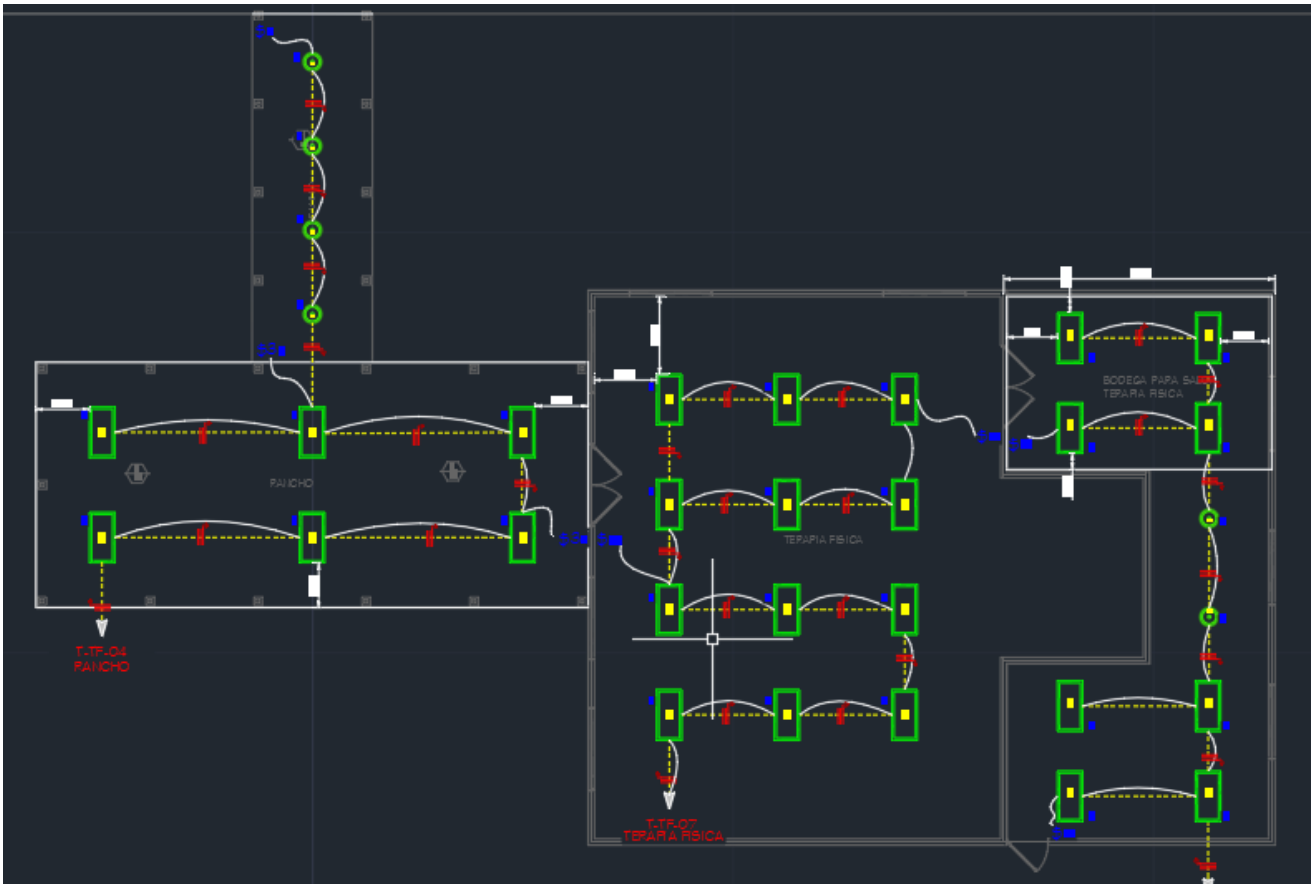


Figura 37. Rancho y terapia física. (Autoría propia).

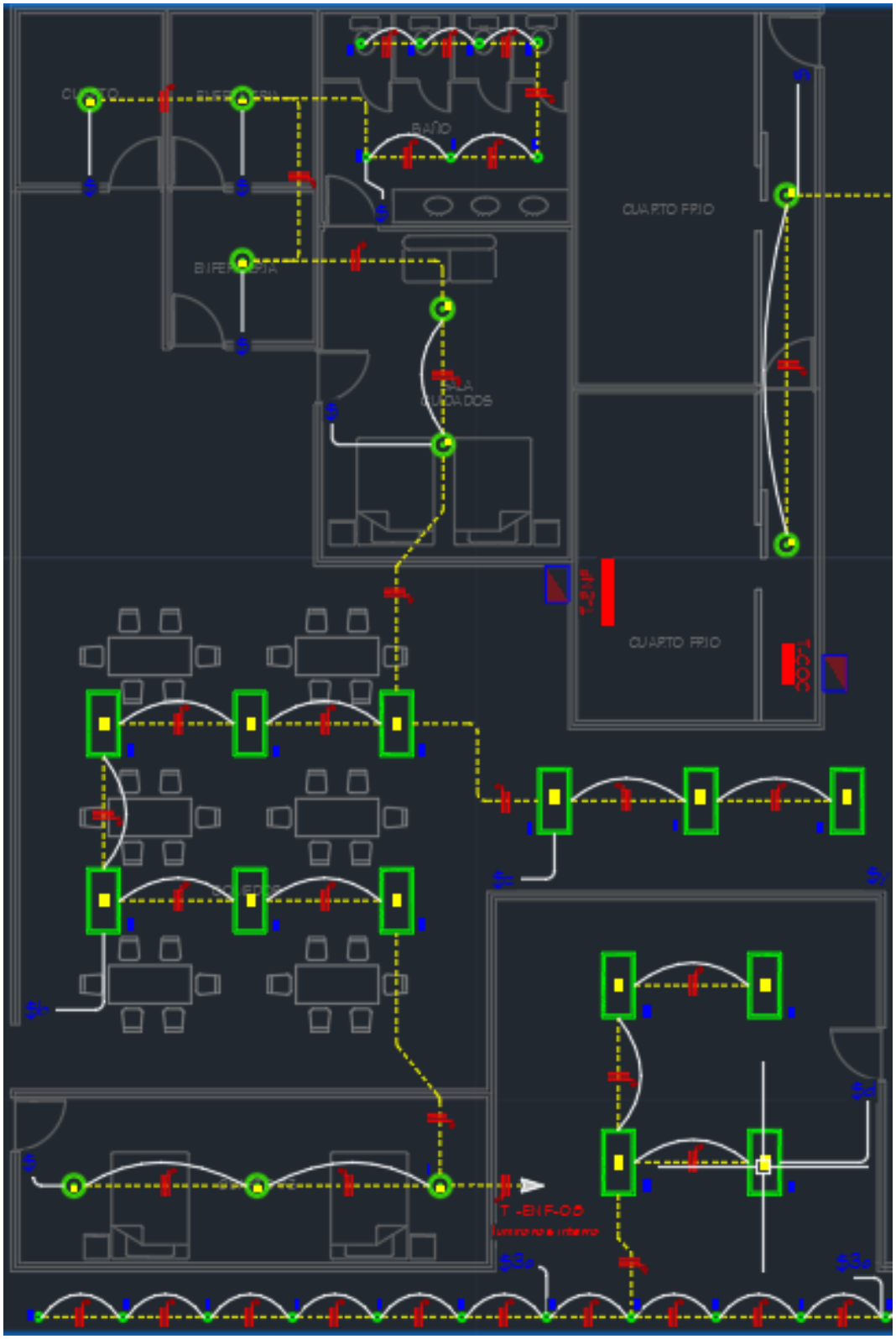


Figura 38. Enfermería y comedor. (Autoría propia).

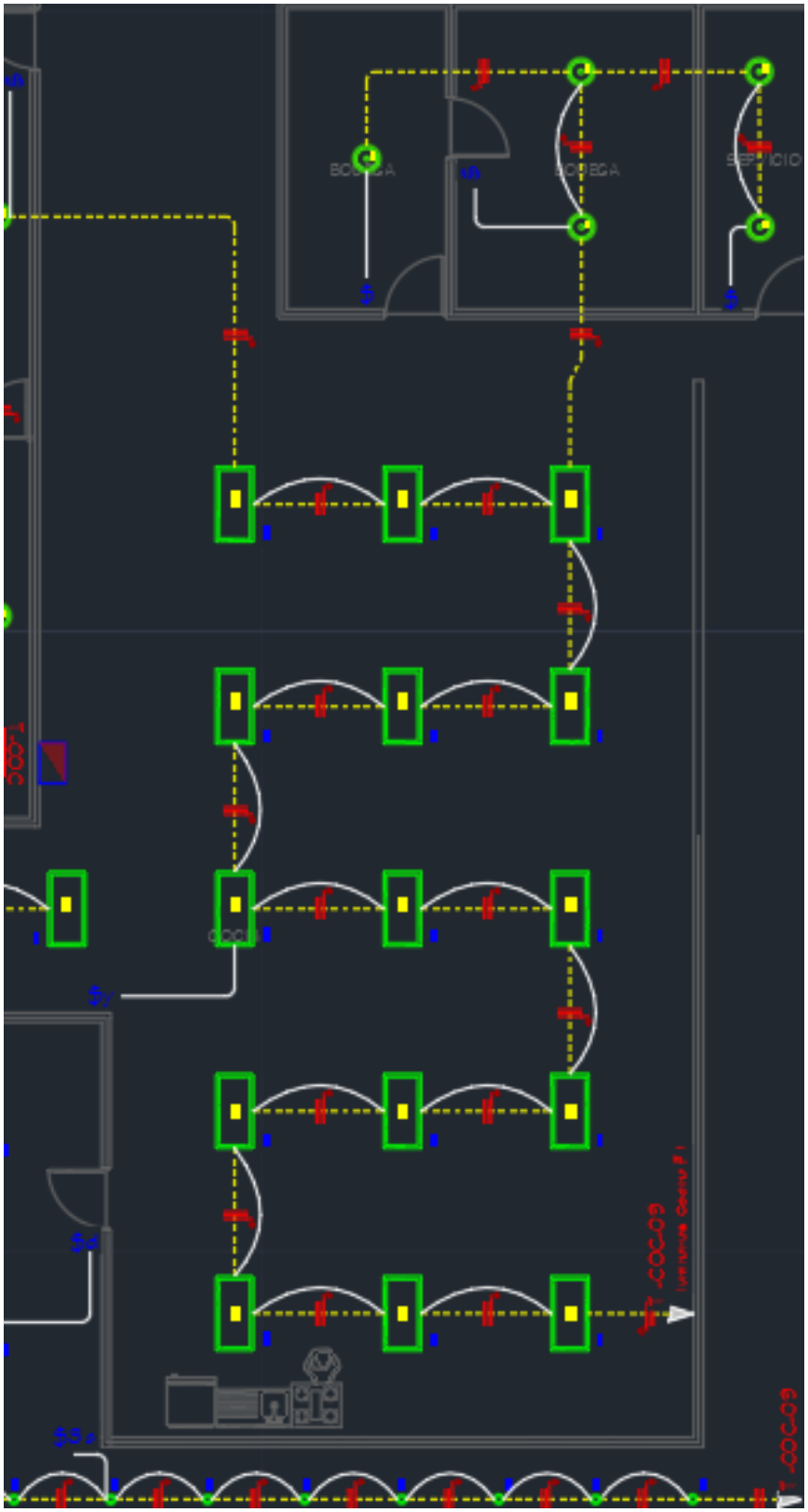


Figura 39. Cocina. (Autoría propia)

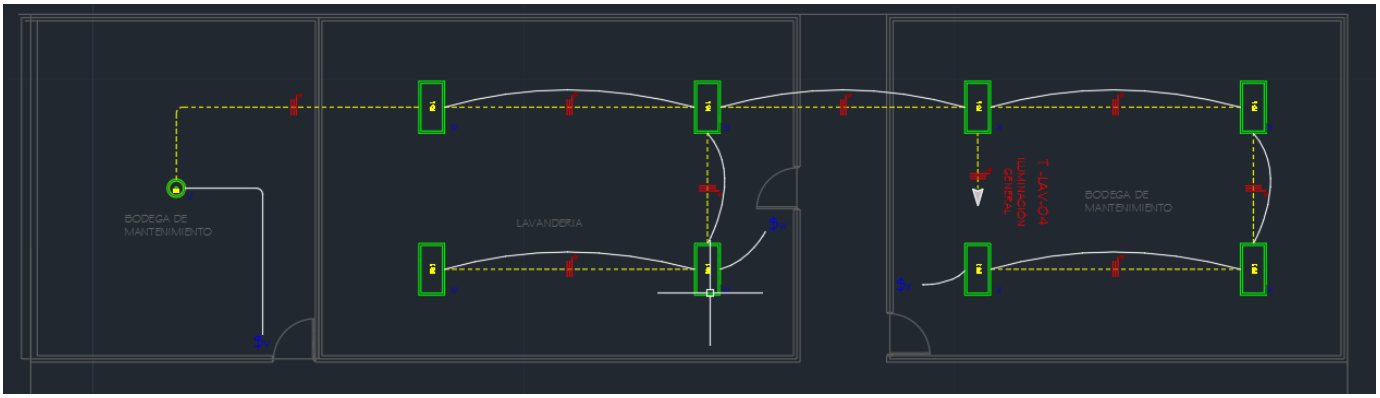


Figura 40. Lavandería. (Autoría propia)

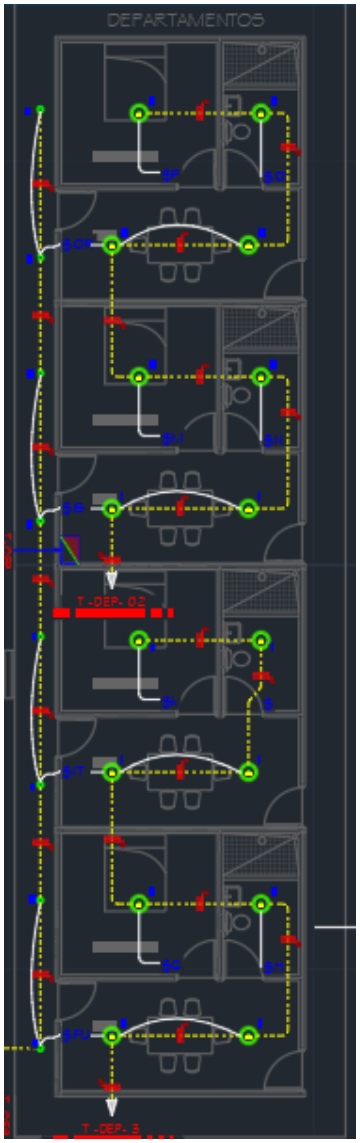


Figura 41. Departamento de habitaciones. (Autoría propia)

3.1.4 Cálculos de los circuitos de tomacorrientes

Para el cálculo de los tomacorrientes se toman en cuenta varios criterios dados por el NEC. En los lugares donde sea necesario la utilización de electrodomésticos pequeños se colocan dos o más circuitos de 20 A con el fin de abastecer el consumo de electrodomésticos pequeños para cumplir con lo establecido en el NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). Articulo 210.11(C)(1) que dice "Circuitos ramales de electrodomésticos pequeños. Además del número de circuitos exigidos en otras partes de esta sección, se deben de suministrar dos o más circuitos ramales de 20 amperios para electrodomésticos pequeños"

De igual manera se diseña el área de lavandería con un circuito independiente de 20 A para el cumplimiento del NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). Artículo 210.11(C)(2) del NEC que dice que "se debe de suministrar al menos un circuito ramal de 20 A para alimentar la(s) salida(s) de receptáculos de la lavandería. Este circuito no debe de tener otras salidas."

También se diseñan los baños con un circuito independiente dedicado solo para baños dependiendo si se trata de uno o más baños para respetar lo establecido en el NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). Artículo 210.11(C)(3) del NEC que dice que "se debe de suministrar al menos un circuito ramal de 20 A para alimentar la(s) salida(s) de receptáculos del cuarto de baño. Estos circuitos no deben de tener otras salidas.". También en el baño se coloca un receptáculo a una distancia máxima de 900 mm como lo establece el NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). NEC en su artículo 210.52(D) donde especifica que "(D) Cuartos de baño. En los cuartos de baño de unidades de vivienda se debe instalar por lo menos un receptáculo a no más de 900 mm (3 pies) del borde exterior de cada lavamanos."

Las salidas de receptáculos específicos se instalan a menos de 1.8 m de la ubicación de los equipos específicos. Para cumplir con el NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). artículo 210.50(C) del NEC que dice que "Las salidas con receptáculos o tomacorrientes para electrodomésticos, instaladas en una vivienda, para electrodomésticos específicos como equipo de lavandera, deben instalarse a no más de 1.8m de distancia del lugar destinado para el electrodoméstico."

En las áreas a de cuarto de cocina, despensa, comedor, desayunador el circuito ramal alimenta todos los receptáculos del área ya sean tomacorrientes de pared, de piso, de mostrador o tomacorrientes en el mesón para seguir lo dictado en el NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). articulo 210.52(B)(1) del NEC que dice que "En el cuarto de cocina, despensa, comedor, desayunador o área similar de una unidad de vivienda, los dos o más circuitos ramales de 20 amperios para artefactos pequeños que exige la sección 210.11(C) (1), deben alimentar todas las salidas de receptáculos o tomacorrientes de pared y de piso"

De igual manera los circuitos para electrodomésticos pequeños no tienen otras salidas y solo alimentan receptáculos con ese fin como lo indica el NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). articulo 210.52(B)(2) que dice que "Los dos o más circuitos ramales para electrodomésticos pequeños especificados en la sección 210.52 (B) (1) no deben tener otras salidas."

En los mostradores o mesetas que tienen un ancho mayor a 300mm se debe colocar receptáculos. Los receptáculos se deben de instalar de manera que ningún punto medido de la línea de la pared quede a más de 600mm por lo que se colocan tomas a cada 600mm en mostradores y mesetas en cumplimiento con el NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). artículo 210.52(C)(1) del NEC "Se debe instalar una salida de receptáculo o tomacorriente en cada espacio de pared del mesón que tenga 300 mm (12 pulgadas) o más de ancho. Las salidas de receptáculo se deben instalar de modo que ningún punto a lo largo de la línea de la pared quede a más de 600 mm (24 pulgadas), medido horizontalmente, desde una salida de receptáculo en ese espacio."

A la vez también se toma en consideración la indicación de los artículos 210.52(C)(2) y 210.52(C)(3) donde dicen que se debe de colocar por lo menos un tomacorriente en los espacios de mesetas de isla y espacios de mesones de península cuya dimisión más larga tenga 600 mm o más y la más corta 300 o más. NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). "(2) Espacios de mesetas de isla. Se debe instalar por lo menos un receptáculo o tomacorriente en cada meseta de isla cuya dimensión más larga tenga 600 mm (24 pulgadas) o más y la más corta 300 mm (12 pulgadas) o más.

(3) Espacios de mesones de península. En cada mesón de península, cuya dimensión más larga tenga 600 mm (24 pulgadas) o más y la más corta 300 mm (12 pulgadas) o más, se debe

instalar por lo menos una salida de receptáculo. Un mesón de península se mide desde el borde de unión."

En los pasillos se instalan luminarias para cumplir con la indicación del NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). artículo 210.52(F) (H) "Pasillos. En las unidades de vivienda, los pasillos de 3.0 m (10 pies) o más de longitud deben tener por lo menos una salida de receptáculo. Para efectos de esta subsección, la longitud del pasillo se mide como la longitud a lo largo de la línea central del pasillo, sin pasar por ninguna puerta."

Todos los tomacorrientes generales diseñados se calculan con una potencia de 180 W por receptáculo. Los únicos tomacorrientes que se calculan con otras cargas son los tomacorrientes dedicados para equipos especiales y de esta manera se cumple con lo establecido en el NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). articulo 220.14(I) del NEC que dice "(I) Salidas de receptáculo o tomacorriente. Excepto como se establece en las secciones 220.14 (J) y (K), las salidas de receptáculos o tomacorrientes se deben calcular a un mínimo de 180 volt-amperios para cada receptáculo sencillo o para cada receptáculo múltiple en un solo yugo."

En todos los casos de diseño de este proyecto se diseña el circuito de luminarias aparte de los circuitos de tomacorriente generales.

El NEC en su NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). artículo 220.52 establece que "(A) Cargas del circuito de electrodomésticos pequeños. En cada unidad de vivienda, la carga se debe calcular a 1500 volt-amperios por cada circuito ramal bifilar para electrodomésticos pequeños tal como se trata en la sección 210.11 (C) (1). Cuando la carga se subdivida entre dos o más alimentadores, la carga calculada para cada uno debe incluir un mínimo de 1500 volt-amperios por cada circuito ramal bifilar para electrodomésticos pequeños." En base a esta indicación del Código Eléctrico Nacional los circuitos ramales para electrodomésticos pequeños están se calculan con una carga mínima de 1500 VA.

Teniendo en cuenta los criterios anteriores se procede a diseñar. Se colocan los receptáculos necesarios en las diferentes zonas ya sean dormitorios, cocina, comedor, lavandería y u otras zonas.

Como se menciona en el NEC en el sector de cocina se proponen 4 circuitos para electrodomésticos pequeños.

Los baños de todas las instalaciones cuentan con un circuito dedicado solo para tomacorrientes de baños.

En el área de la lavandería se propone un circuito dedicado con el fin de abastecer los electrodomésticos pequeños que se encuentren en el lugar.

Para todas las áreas se diseñan circuitos para tomacorrientes y circuitos para luminarias, los dos circuitos definidos por aparte.

También es de importancia mencionar que todos los tomacorrientes de 15A y 20A deben de ser del tipo resistente a la manipulación (TR) y se deben colocar en todos los lugares especificados en el artículo 210.52 para cumplir con la indicación del NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). artículo 406.11 del NEC "En todas las áreas que se especifican en la sección 210.52, todos los receptáculos de 125 voltios, 15 y 20 amperios deben ser receptáculos listados resistentes a la manipulación ("TR")."

Las rutas y ubicaciones física de los tomacorrientes se definen en las láminas de los planos levantados.

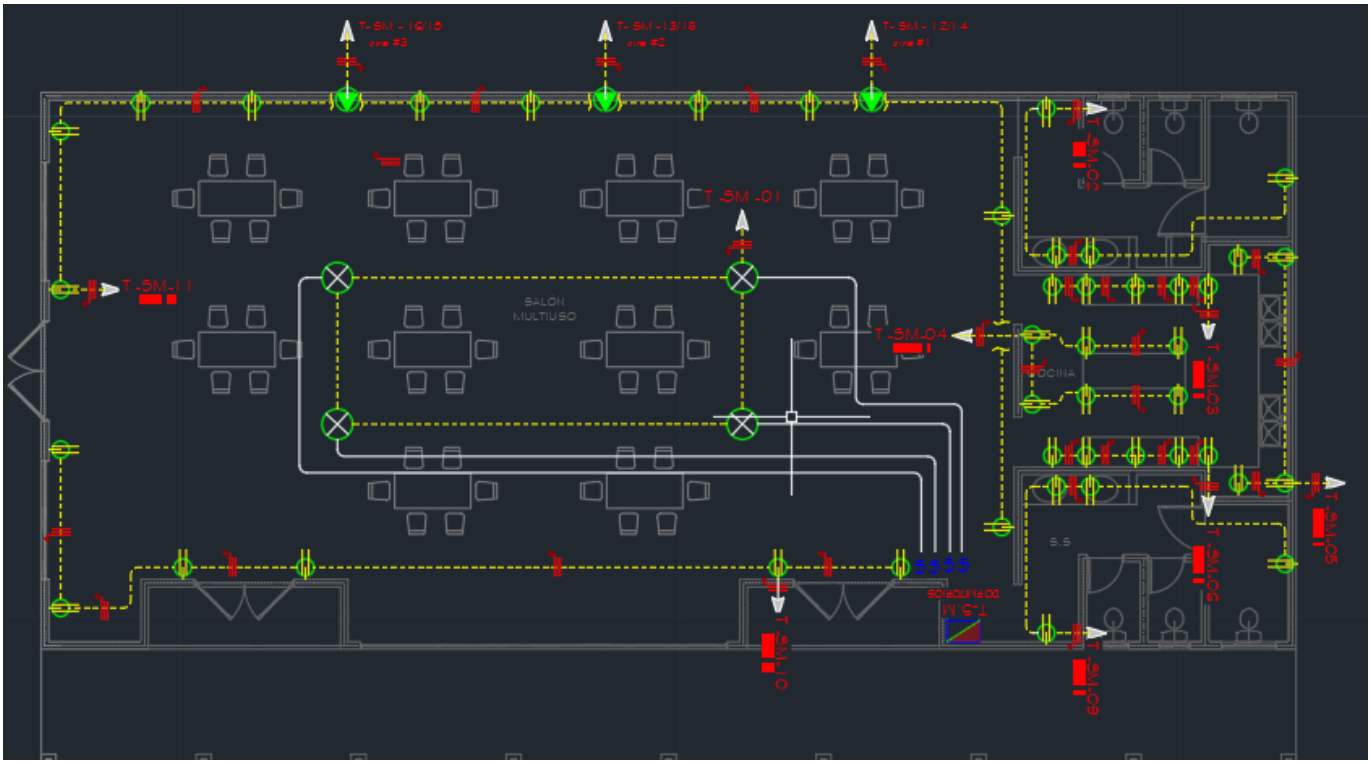


Figura 42. Salón multiuso. (Autoría propia)

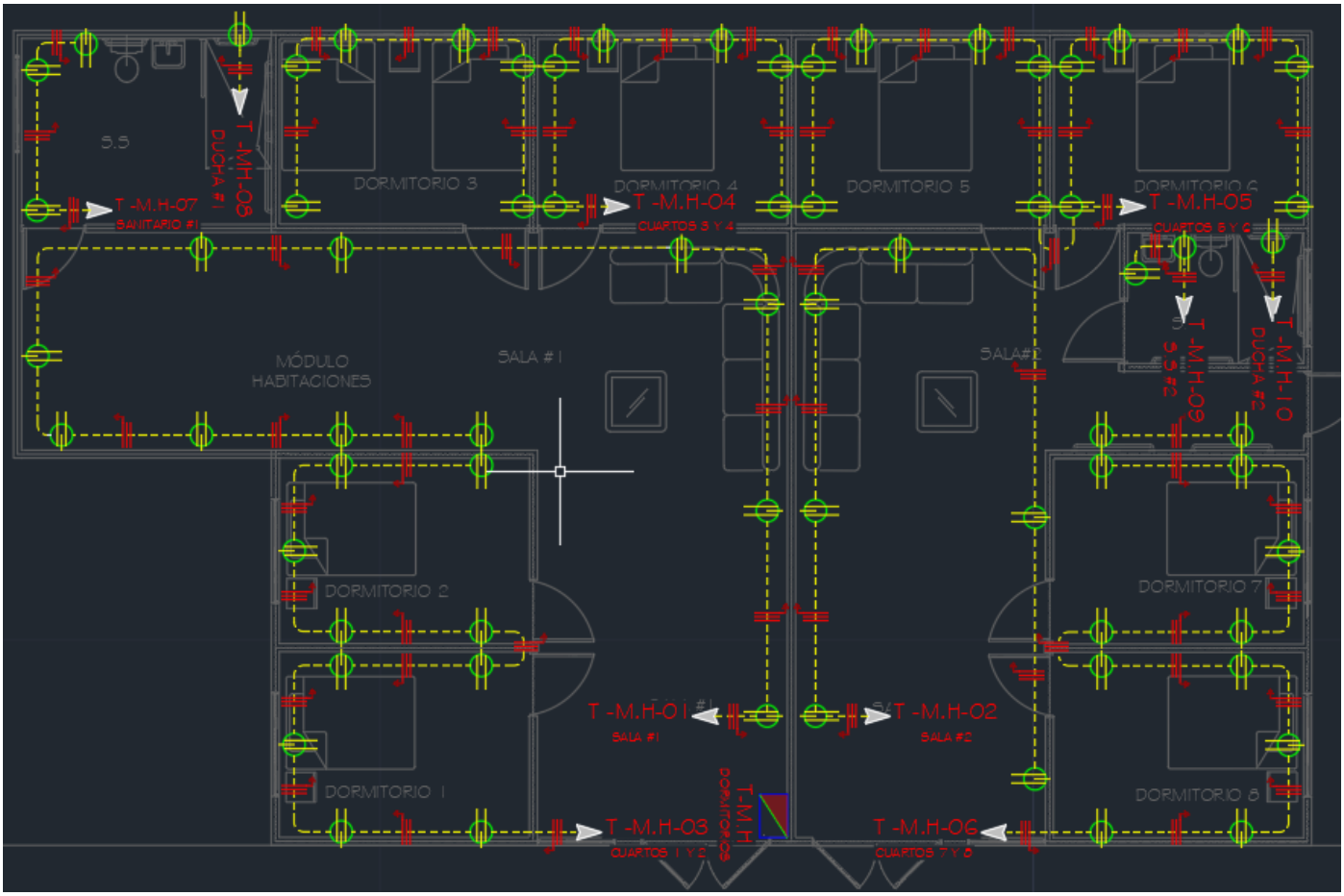


Figura 43. Módulos de habitaciones. (Autoría propia)

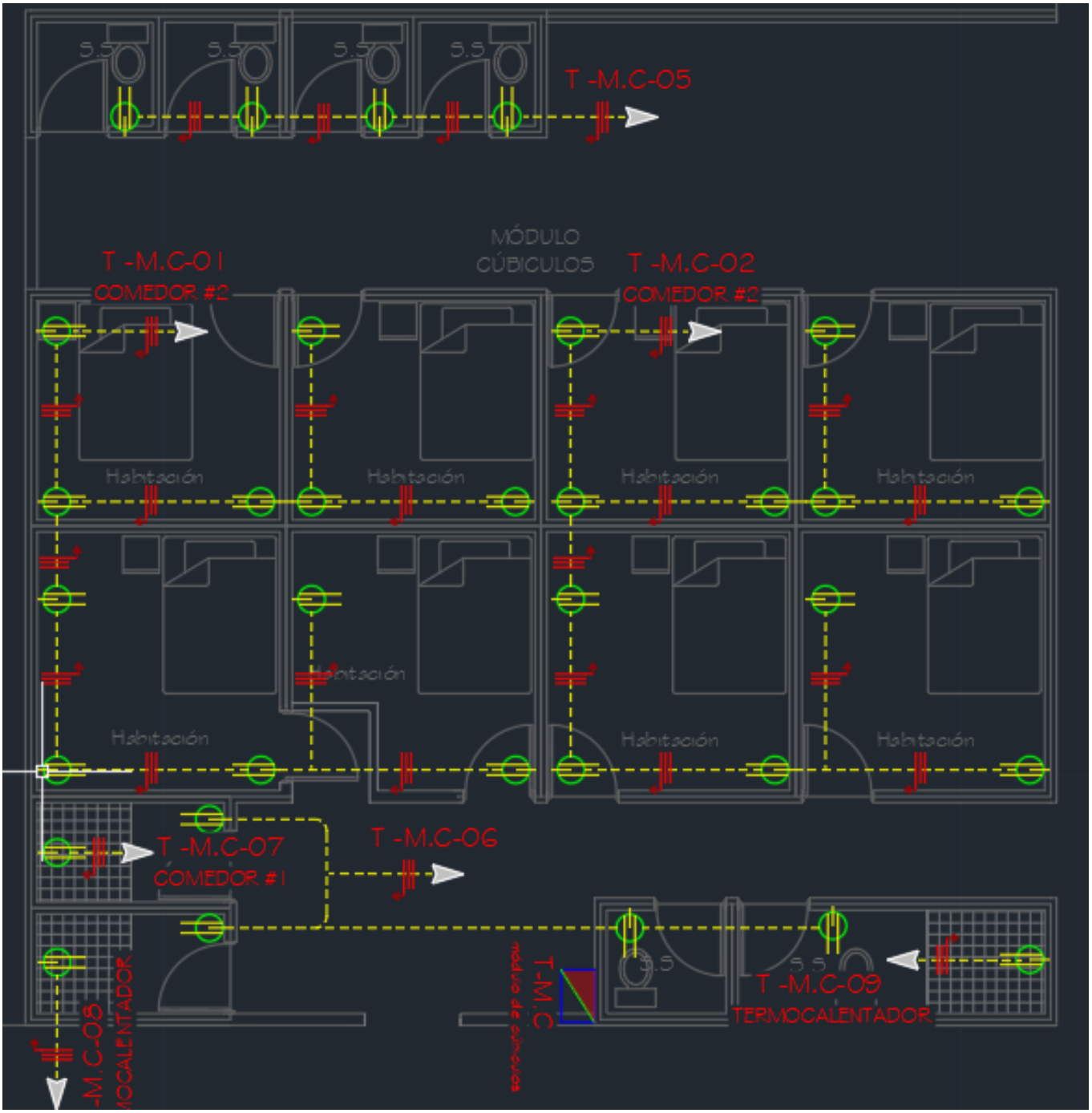


Figura 44. Cubículos de habitaciones. (Autoría propia)

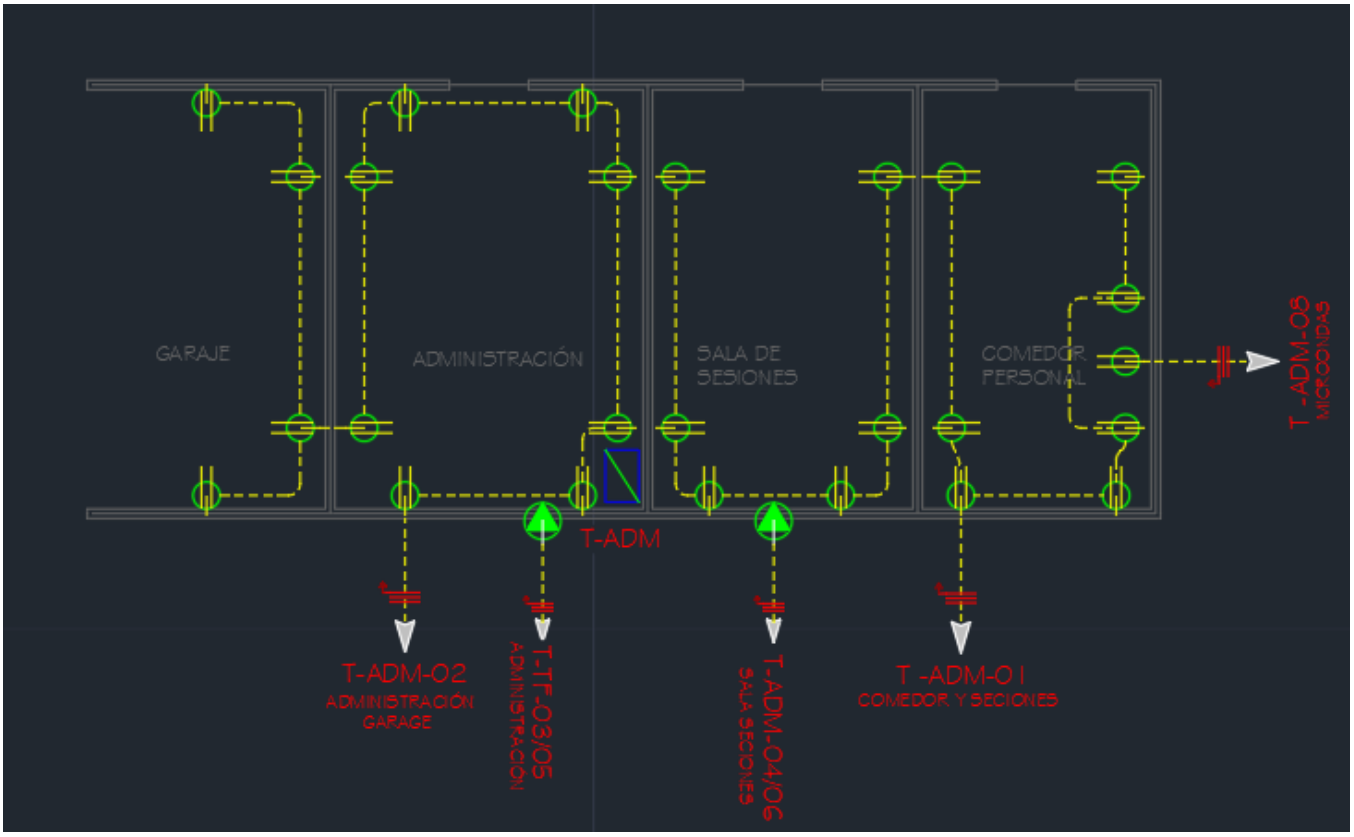


Figura 45. Administración. (Autoría propia)

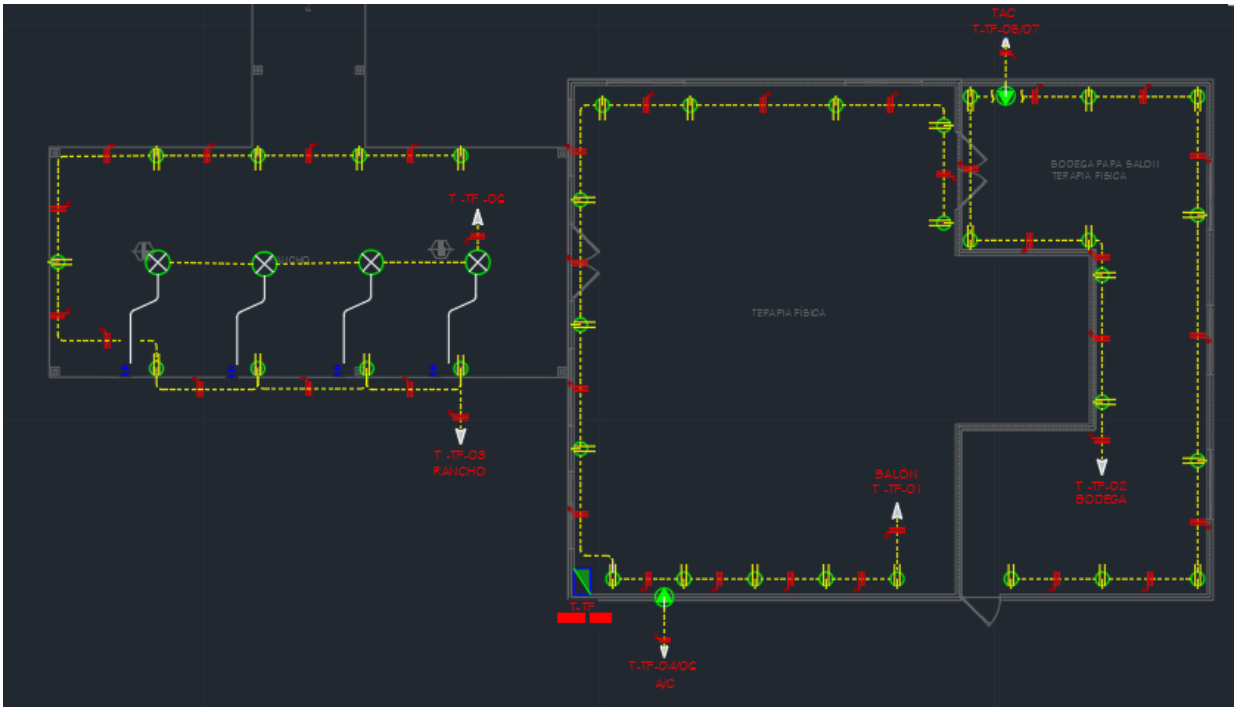


Figura 46. Rancho y terapia física. (Autoría propia)

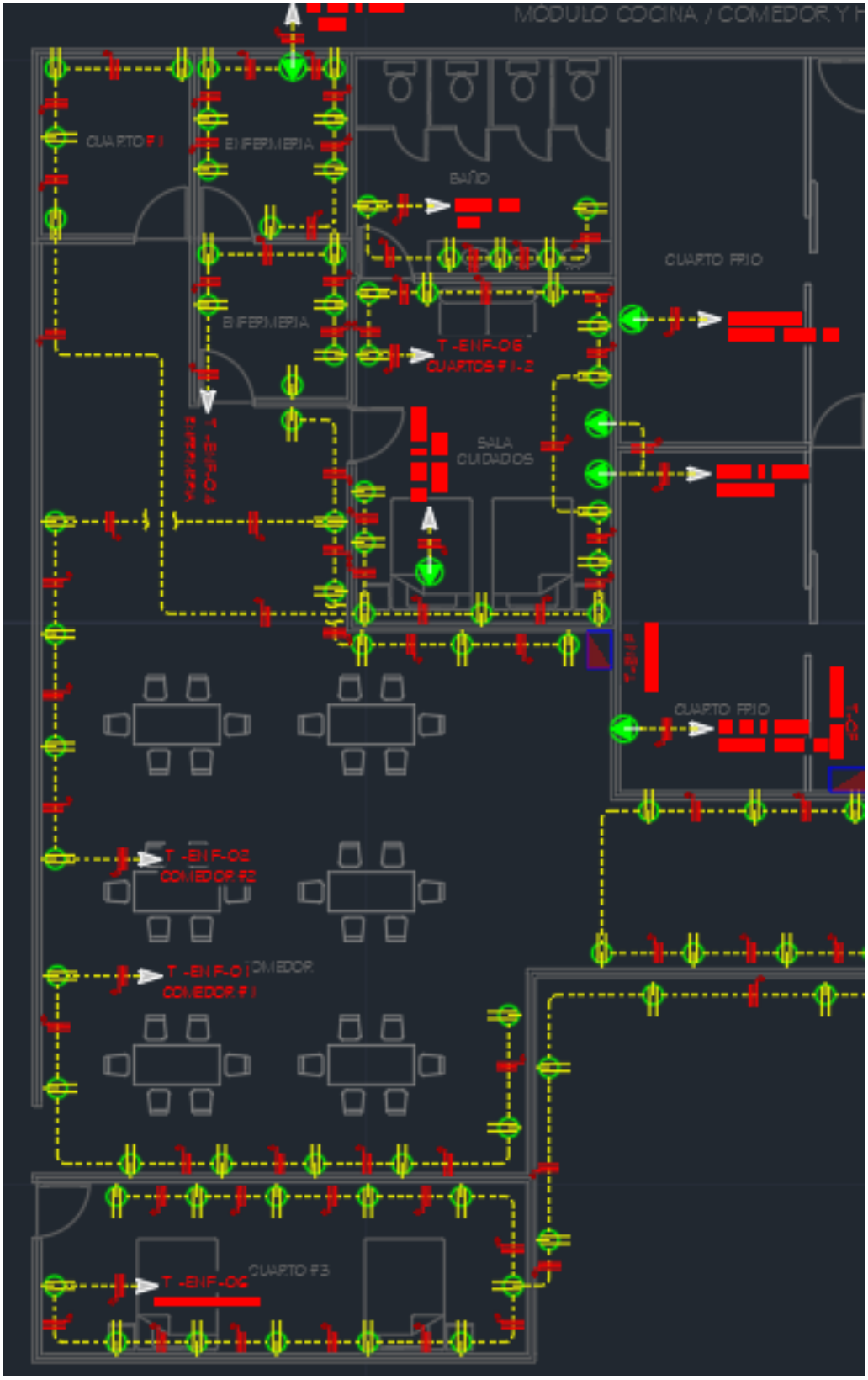


Figura 47. Comedor y enfermería. (Autoría propia)

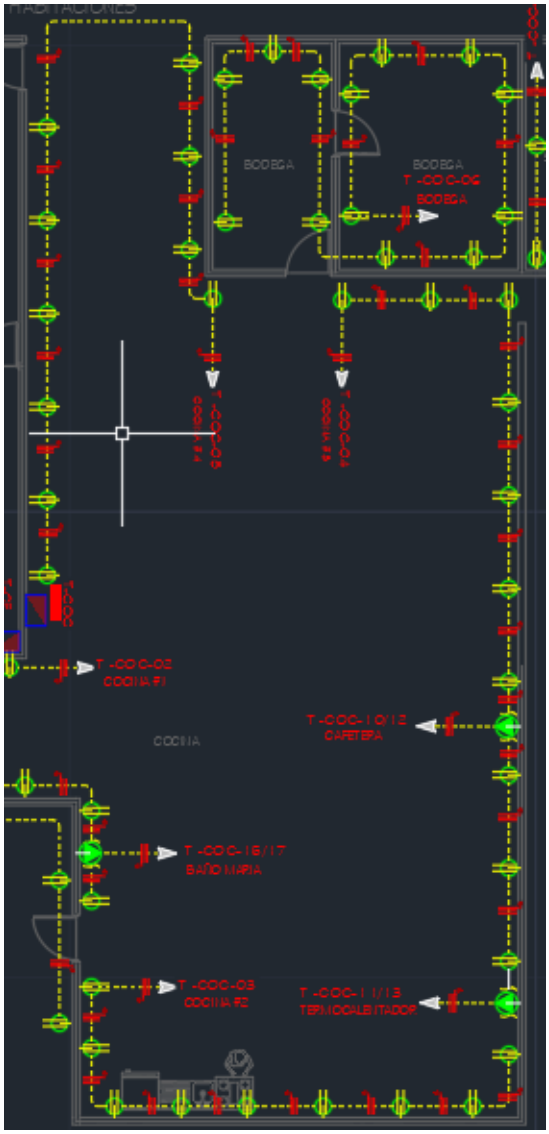


Figura 48. Cocina. (Autoría propia)

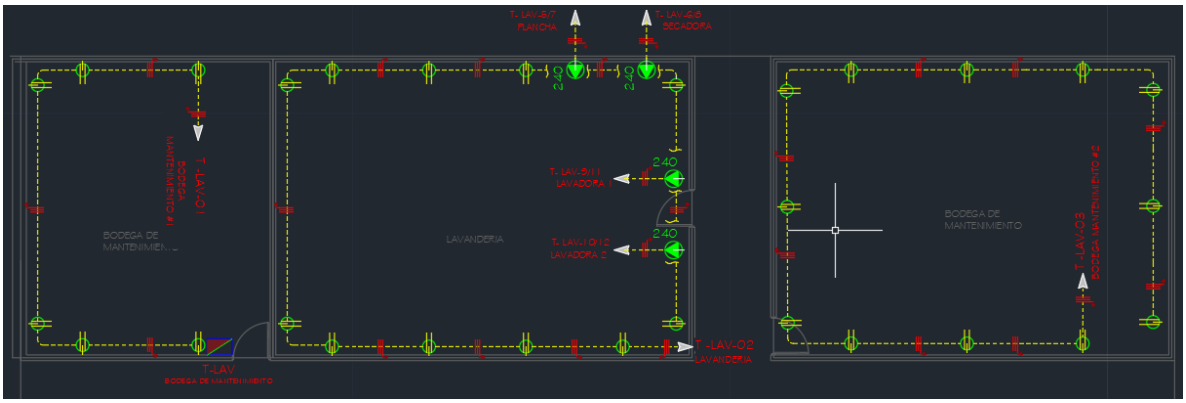


Figura 49. Lavandería. (Autoría propia)

Figura 50. Departamento de habitaciones. (Autoría propia)

3.1.5 Cálculos de protecciones de sobre tensión.

Se utilizan protecciones del tipo Interruptor de Circuito por falla a Tierra GFCI (Ground-Fault Circuit-Interrupter) en lugares donde se pueda presentar humedad o bien los tomacorrientes puedan ser afectados por agua. Se propone la utilización de protecciones GFCI para los circuitos ramales en los cuartos de baño, garajes, áreas exteriores, espacios de poca altura, sótanos, cocinas, lavandería, fregaderos, bares húmedos con sumidero y cobertizos para botes como se indica en el NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). articulo 210.8(B) del NEC (B) "Edificaciones diferentes de unidades de vivienda. Todos los receptáculos monofásicos de 125 voltios, 15 y 20 amperios, instalados en los lugares que se especifican en los numerales (1) a (5), deben tener protección para las personas mediante un dispositivo o interruptor de circuito por falla a tierra (GFCI):

(1) Cuartos de baño.

(2) Cocinas.

(3) Azoteas.

(4) Áreas exteriores."

Los lugares donde no se presentan humedad como habitaciones familiares, comedores, salas de estar, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, alcobas, solarios, salones para recreación, armarios pasillos u otros lugares donde no se presenten grandes valores de humedad o riesgo de salpicar con líquidos los receptáculos se deben de utilizar protecciones AFCI como se indica en la sección del NFPA. (2013). *NFPA 70 Código Eléctrico Nacional Edición 2014* (1st ed.). 210.12(B) "(B) Unidades de vivienda. Todos los circuitos ramales que alimentan salidas monofásicas de 120 voltios, 15 y 20 amperios instaladas en habitaciones familiares, comedores, salas de estar, salones, bibliotecas, cuartos de estudio, alcobas, solarios, salones para recreación, armarios, pasillos o habitaciones o áreas similares en unidades de vivienda, se deben proteger con un interruptor listado de circuito por fallas de arco, tipo combinación, instalado para brindar protección al circuito ramal."

Para calcular el tamaño de las protecciones se debe de conocer el consumo de los equipos que van a estar conectados al circuito, todos los consumos se deben de sumar y de esta forma se sabe el consumo total del circuito.

Una buena práctica para el cálculo de las protecciones es sumarle un 20% del total del amperaje o bien que el disyuntor no sobrepase el 80% de su capacidad. Para hacer el cálculo se aplica la siguiente fórmula:

Ecuación 8.

$$Capacidad\ del\ disyuntor = I_T + I_T\ x\ 20\%$$

Donde:

$I_T = Corriente\ total.$

Con esta fórmula ya se tiene la capacidad necesaria que se necesita para los disyuntores.

3.1.6 Selección de conductor

Para seleccionar el calibre del conductor se deben de cumplir dos especificaciones:

1. Que la caída de tensión no sea mayor de 5% en el caso de los circuitos ramales y no mayor al 2% para los alimentadores de las acometidas.
2. El conductor debe de tener la capacidad de soportar el amperaje del circuito y para ellos se compara la ampacidad del cable con el requerimiento del circuito.

Para calcular la caída de tensión existen una variedad grande de métodos para hacer el cálculo, en el presente trabajo se realiza multiplicando la resistividad del conductor de cobre recubierto por aislante dada en la tabla 8 de NEC “Propiedades de los conductores” o bien se visualiza en la figura 51 realizada para este proyecto en base en el NEC. Otro dato necesario para realizar la caída de tensión es la longitud del receptáculo más largo del circuito el cual lo sacamos las cotas del plano realizado.

Tabla 310.16

Ampacidad de conductores										
Temperatura nominal del conductor		60° C	75° C	90°C	60° C	75° C	90°C	Resistencia en correinte continua 75° C (Ω/km)		
Tipo		TW UF	RHW THHW THW THWN XHHW USE ZW	TBS SA SIS FEP FEPB MI RHH RHW-2 THHN THWN-2 USE-2 THHW THW-2 XHHW XHHW-2 ZW-2	TW UF	RHW THHW THW THWN XHHW USE ZW	TBS SA SIS FEP FEPB MI RHH RHW-2 THHN THWN-2 USE-2 THHW THW-2 XHHW XHHW-2 ZW-2			
Material del conductor		Cobre			Aluminio o aluminio recubierto de cobre			Cobre		Aluminio
Calibre del conductor (AWG	Area del conductor	mpacidad (A)						No recubiertos	Recubiertos	
18	0.824	--	--	14	--	--	--	26.10000	27.70000	42.8
16	1.31	--	--	18	--	--	--	16.40000	17.30000	26.9
14	2.08	20	20	25	--	--	--	10.30000	10.70000	16.9
12	3.31	25	25	30	20	20	25	6.50000	6.73000	10.69
10	5.26	30	35	40	25	30	35	4.07000	4.22600	6.679
8	8.37	40	50	55	30	40	45	2.55100	2.65300	4.204
6	13.3	55	65	75	40	50	60	1.60800	1.67100	2.652
4	21.15	70	85	95	55	65	75	1.01000	1.05300	1.666
3	26.67	85	100	110	65	75	85	0.80200	0.83300	1.32
2	33.62	95	115	130	75	90	100	0.63400	0.66100	1.045
1	42.41	110	130	150	85	100	115	0.50500	0.52400	0.829
1/0	53.49	125	150	170	100	120	135	0.39900	0.41500	0.66
2/0	67.43	145	175	195	115	135	150	0.31700	0.32900	0.523
3/0	85.01	165	200	225	130	155	175	0.25120	0.26100	0.413
4/0	107.2	195	230	260	150	180	205	0.19960	0.20500	0.328
250	126.67	215	255	290	170	205	230	0.16870	0.17530	0.2778
300	152.01	240	285	320	190	230	255	0.14090	0.14630	0.2318
350	177.34	260	310	350	210	250	280	0.12050	0.12520	0.1984
400	202.68	280	335	380	225	270	305	0.10530	0.10840	0.1737
500	253.35	320	380	430	260	310	350	0.08450	0.08690	0.1391
600	304.02	355	420	475	285	340	385	0.07040	0.07320	0.1159
700	354.69	385	460	520	310	375	420	0.06030	0.06220	0.0994
750	380.03	400	475	535	320	385	435	0.05630	0.05790	0.0927
800	405.36	410	490	555	330	395	450	0.05280	0.05440	0.0868
900	456.03	435	520	585	355	425	480	0.04700	0.04810	0.077
1000	506.7	455	545	615	375	445	500	0.04230	0.04340	0.0695
1250	633.38	495	590	665	405	485	545	0.03380	0.03470	0.0554
1500	760.06	520	625	705	435	520	585	0.02814	0.02814	0.0464
1750	886.73	545	650	735	455	545	615	0.02410	0.02410	0.0397
2000	1013.4	560	665	750	470	560	630	0.02109	0.02109	0.0348

Figura 51. Tabla de ampacidad y resistividad de los conductores. Realizada a base del NEC.

La resistividad está dada en Ω/Km lo que significa que hay que dividir el valor entre 1000 y luego multiplicarlo por la longitud del cable, obedece la siguiente formula.

Ecuación 9.

$$Caida\ de\ tension = \frac{Resistividad\ del\ conductor}{1000} x\ L$$

Donde:

L=Longitud

Una vez tenida la caída de tensión se prueban los distintos calibres de conductores hasta que alguno de menor de 5% para los circuitos ramales y menor de 2% si se habla de los alimentadores.

Todos los cálculos de caídas de tensión fueron realizados en una tabla de Excel programada por lo que se prueban los distintos calibres hasta encontrar el calibre que cumpla con el requerimiento de caída de tensión y con el requerimiento de la ampacidad del conductor.

Tabla de calculo electrico

Panel ID	Administración					Barra (A)	70 A						entrada de alimenta	Disyuntor	B/T	Sí	pacidad disyun	70	Marca	Eaton				
Tensión	120/240					Fase/Hilos	2/4						Tipo entrada cablead	Inferior	N/S	Sí	Modelo	CH270	Modelo de	CH2L70SA				
Tipo	Panelboard					Montaje	Superficial						rriente de corto circu	35kA					Nema 1	Uso interior				
N° del circuito	N° de circuito	po de circui	Cantidad de salid	ongitud (m	otencia (W	Lineas		Tension de trabajo(V)	Corriente (A)	Sobre dimensionamiento de un 25% en	Ampacidad del cable (A)	Calibre del conductor			Conductores	Aislamiento	Canalización	Diametro de canalización	Disyuntor	Resistividad (Ω/km)	Resistividad de la sección del	Caida de tensión(V)
						A	B					Fase	Neutro	Tierra								
1	T. Sala de sesiones y	General	13	25 m	2340 W	2340 W		120 V	19.50 A	24.38 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	30 A (AFCI	6.73	0.17 Ω	3.28 %
2	T. Administracón y garaje.	General	12	23 m	2160 W		2160 W	120 V	18.00 A	22.50 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	30 A (AFCI	10.7	0.25 Ω	4.43 %
3-5	Aire acondicionado	Dedicados	1	12 m	2400 W	1200 W	1200 W	240 V	10.00 A	12.50 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	AWG	THHN	PVC UL	1/2"	15 A(AFCI)	10.7	0.13 Ω	1.28 %
4-6	Aire acondicionado	Dedicados	1	12 m	1200 W	600 W	600 W	240 V	5.00 A	6.25 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	AWG	THHN	PVC UL	1/2"	15 A(AFCI)	10.7	0.13 Ω	0.64 %
7	Luminarias	Iluminacion	9	20 m	135 W	135 W		120 V	1.13 A	1.41 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	16 A(AFCI)	10.7	0.21 Ω	0.24 %
8	Microondas	Dedicado	1	25 m	800 W		800 W	120 V	6.67 A	8.33 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A(AFCI)	10.7	0.27 Ω	1.78 %

Acometida						
Canalización			Conductor			
Longitud	Tipo	Diametro	Fase	Neutro	Tierra	Caida
34 m	PVC SCH40	2"	2 x 4 AWG	1 x 4 AWG	1 x 6 AWG	1.31%

Resumen de cargas				
Potencia por fase		Potencia instalada	Potencia dem	Factor de demanda
Fase A	Fase B	9 035 VA	9 035 VA	100.00%
4 275 VA	4 760 VA	Corriente del tablero		
Corrient	Corriente		37.65A	
17.81A	19.83A			

Figura 52. Administración. (Autoría propia)

Tabla de calculo electrico								
Panel ID	Cocina	Barra (A)	125	entrada de alimenta	Disyuntor	B/T	Sí	Capacidad dis	125	Marca	Eaton
Tensión	120/240	Fase/Hilos	2/4	Tipo entrada cablead	Inferior	N/S	Sí	lodelos disyunt	CH2125	Modelo de tablero	CH24L125CPS
Tipo	Panelboard	Montaje	Superficial	rriente de corto circu	35 kA					Nema 1	Uso interioir

N° del circuito	N° de circuito	ipo de circuit	Cantidad de salid	ongitud (m	tencia (W	Lineas A	Lineas B	Tension de trabajo(V)	Corriente (A)	Sobre dimensionamiento de un 25% en la	Ampacidad del cable (A)	Calibre del conductor Fase	Neutro	Tierra	Conductores	Aislamiento	Canalización	Diametro de canalización	Disyuntor	Resistividad (Ω/km)	Resistividad de la sección del	Caida de tensión(V)
1	Tomas Baños	General	2	32 m	360 W	360 W		120 V	3.00 A	3.75 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20 A(GFCI)	10.7	0.34 Ω	1.03 %
2	T.Cocina 1	Electrodomesticos pequeños	10	21 m	1800 W	1800 W		120 V	15.00 A	18.75 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20 A(GFCI)	6.73	0.14 Ω	2.12 %
3	T.Cocina 2	Electrodomesticos pequeños	10	32 m	1800 W	1800 W		120 V	15.00 A	18.75 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20 A(GFCI)	6.73	0.21 Ω	3.22 %
4	T.Cocina 3	Electrodomesticos pequeños	10	37 m	1800 W	1800 W		120 V	15.00 A	18.75 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20 A(GFCI)	6.73	0.25 Ω	3.74 %
5	T.Cocina 4	Electrodomesticos pequeños	11	34 m	1980 W		1980 W	120 V	16.50 A	20.63 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20 A(GFCI)	6.73	0.23 Ω	3.78 %
6	Bodega y Alacen	General	13	34 m	2340 W	2340 W		120 V	19.50 A	24.38 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	25 A(AFCI)	6.73	0.23 Ω	4.46 %
7	Abanicos de techo	General	3	28 m	210 W		210 W	120 V	1.75 A	2.19 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	10 A(AFCI)	6.73	0.19 Ω	0.33 %
8	Ducha servicio sanitario.	Dedicado	1	32 m	5500 W		5500 W	120 V	45.83 A	57.29 A	55.00 A	8 AWG	8 AWG	10 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1 1/4"	55 A(GFCI)	2.653	0.08 Ω	3.89 %
9	Luminarias cocina	Iluminación	16	35 m	440 W		440 W	120 V	3.67 A	4.58 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	10 A(GFCI)	10.7	0.37 Ω	1.37 %
10-12	Cafetera	Dedicado	1	20 m	900 W	450 W	450 W	240 V	3.75 A	4.69 A	40.00 A	10 AWG	10 AWG	12 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	1"	Disyuntor doble 20 A(GFCI)	4.226	0.08 Ω	0.32 %
11-13	Termo calentador	Dedicado	1	23 m	24000 W	12000 W	12000 W	240 V	100.00 A	125.00 A	130.00 A	2 AWG	2 AWG	4 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	2"	Disyuntor doble 115 A(GFCI)	0.661	0.02 Ω	1.52 %
14-16	Lavaplatos	Dedicado	1	28 m	3400 W	1700 W	1700 W	240 V	14.17 A	17.71 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	1/2"	Disyuntor doble de 20 A(AFCI)	6.73	0.19 Ω	2.67 %
15-17	Baño María	Dedicado	1	32 m	800 W	400 W	400 W	240 V	3.33 A	4.17 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	1/2"	Disyuntor doble 20 A(GFCI)	6.73	0.22 Ω	0.72 %

Acometida					
Canalización		Conductor			
Tipo	Diametro	Fase	Neutro	Tierra	Caida
PVC SCH40	3 1/2"	2 x 350 Kcmil	1 x 350 Kcmil	300 Kcmil	1.96 %

Resumen de cargas				
Potencia por fase		Potencia instalada	Potencia	Factor de demanda
Fase A	Fase B	45 330 VA	27 665 VA	61.03%
22 650 VA	22 680 VA	rriente del tablero		
Corriente	Corriente		115.27A	

Figura 53. Cocina. (Autoría propia)

Tablero Comedor y Enfermería.											
Panel ID	Comedor y enfermería	Barra (A)	125	Tipo entrada de alimentación	Disyuntor	B/T	Sí	Capacidad disyuntor	125	Marca	Eaton
Tensión	120/240	Fase/Hilos	2/4	Tipo entrada cableado	Inferior	N/S	Sí	Modelo	CH2125	Modelo de tablero	CH24L125CPS
Tipo	Panelboard	Montaje	Superficial	Corriente de corto circuito	35kA					Nema 1	Uso interioir

N° del circuito	N° de circuito	ipo de circui	Cantidad de salida	ongitud (m	otencia (W	Lineas A	Lineas B	Tension de trabajo(V)	Corriente (A)	Sobre dimensionamiento de un	Ampacidad del cable (A)	Calibre del conductor Fase	Neutro	Tierra	Conductores	Aislamiento	Canalización	Diametro de canalización	Disyuntor	Resistividad (Ω/km)	Resistividad de la sección	Caida de tensión (V)
1	Tomas de baño.	General	5	19 m	900 W		900 W	120 V	7.50 A	9.38 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	30 A (AFCI)	6.73	0.13	0.96 %
2	T.Comedor 1.	General	10	31 m	1800 W	1800 W		120 V	15.00 A	18.75 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	30 A (AFCI)	6.73	0.21	3.13 %
3	T.Comedor 2.	General	11	40 m	1980 W		1980 W	120 V	16.50 A	20.63 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	25 A(GFCI)	6.73	0.27	4.44 %
4	T.Enfermería.	General	13	24 m	2340 W	2340 W		120 V	19.50 A	24.38 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	25 A (AFCI)	6.73	0.16	3.15 %
5	T.Cuartos 1 y 2.	General	17	37 m	3060 W	3060 W		120 V	25.50 A	31.88 A	40.00 A	10 AWG	10 AWG	12 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	3/4"	30 A (AFCI)	4.226	0.16	3.99 %
6	T.Cuarto 3 y entrada de cocina.	General	17	45 m	3060 W		3060 W	120 V	25.50 A	31.88 A	40.00 A	10 AWG	10 AWG	12 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	3/4"	30 A (AFCI)	4.226	0.19	4.85 %
7	T.Pasillo Exterior.	General	8	36 m	1440 W		1440 W	120 V	12.00 A	15.00 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A (AFCI)	6.73	0.24	2.91 %
8	Luminarias internas.	Iluminación.	18	35 m	720 W		720 W	120 V	6.00 A	7.50 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	Disyuntor doble de 15 A(AFCI)	10.7	0.37	2.25 %
9	Luminarias pasillo exterior.	Iluminación.	14	44 m	560 W	560 W		120 V	4.67 A	5.83 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	Disyuntor doble 20 A(AFCI)	10.7	0.47	2.2 %
10	Ducha 1	Dedicados	1	23 m	5500 W	5500 W		120 V	45.83 A	57.29 A	55.00 A	8 AWG	8 AWG	10 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1"	60 A(GFCI)	2.653	0.06	2.8 %
11	Ducha 2	Dedicados	1	21 m	5500 W		5500 W	120 V	45.83 A	57.29 A	55.00 A	8 AWG	8 AWG	10 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1"	60 A(GFCI)	2.653	0.06	2.55 %
12	Ducha 3	Dedicados	1	19 m	5500 W	5500 W		120 V	45.83 A	57.29 A	55.00 A	8 AWG	8 AWG	10 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1"	60 A(GFCI)	2.653	0.05	2.31 %
13	Ducha 4	Dedicados	1	17 m	5500 W		5500 W	120 V	45.83 A	57.29 A	55.00 A	8 AWG	8 AWG	10 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1"	60 A(GFCI)	2.653	0.05	2.07 %
14-16	Aire Acondicionado Enfermería.	Dedicados	1	23 m	1200 W	600 W	600 W	240 V	5.00 A	6.25 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	1/2"	Disyuntor doble 10 A(AFCI)	6.73	0.15	0.77 %
15-17	Aire acondicionado salon de	Dedicados	1	16 m	1400 W	700 W	700 W	240 V	5.83 A	7.29 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	1/2"	Disyuntor doble 10 A(AFCI)	6.73	0.11	0.63 %
18-20	Concentrador de oxígeno.	Dedicados	2	12 m	1200 W	600 W	600 W	240 V	5.00 A	6.25 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	1/2"	Disyuntor doble de 10 A(AFCI)	6.73	0.08	0.4 %

Acometida					
Canalización		Conductor			
Tipo	Diametro	Fase	Neutro	Tierra	Caida de
PVC SCH40	3 1/2"	2 x 300 Kcmil	1 x 300 Kcmil	250 Kcmil	1.95%

Resumen de cargas				
Potencia por fase		Potencia instalada	Potencia	Factor de demanda
Fase A	Fase B	41 660 VA	25 830 VA	62.00%
20 660 VA	21 000 VA	Corriente del tablero		
Corriente	Corriente		107.63A	
86.08A	87.50A			

Figura 54. Comedor y enfermería. (Autoría propia)

Cuartos fríos

Panel ID	Cuartos frios	Barra (A)	125	Tipo entrada de alimentación	Disyuntor	B/T	Sí	Capacidad disy	100	Marca	Eaton
Tensión	120/240	Fase/Hilos	2/4	Tipo entrada cableado	Inferior	N/S	Sí	Modelo	CH2100	Modelo de tablero	CH20L125CPS
Tipo	Panelboard	Montaje	Superficial	Corriente de corto circuito	35 kA					Nema 1	Uso interioir

N° del circuito	N° de circuito	Tipo de circuito	Cantidad de salid	Longitud (m)	Potencia (W)	Lineas A	Lineas B	Tension de trabajo(V)	Corriente (A)	Sobre dimensionamiento de un 25% en	Ampacidad del cable (A)	Calibre del conductor Fase	Neutro	Tierra	Conductores	Aislamiento	Canalización	Diametro de canalización	Disyuntor	Resistividad (Ω/km)	Resistividad de la sección del	Caida de tensión(V)
1-3	Cuarto frío 1	Dedicado	1	15 m	18000 W	9000 W	9000 W	240 V	75.00 A	93.75 A	95.00 A	4 AWG	4 AWG	6 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	1 1/2"	Disyuntor doble 110 A(GFCI)	1.053	0.02 Ω	1.18 %
2-4	Cuarto frío 2	Dedicado	1	22 m	16000 W	8000 W	8000 W	240 V	66.67 A	83.33 A	95.00 A	4 AWG	4 AWG	6 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	1/2"	Disyuntor doble 95 A(GFCI)	1.053	0.02 Ω	1.54 %

Acometida

Canalización			Conductor			
Longitud	Tipo	Diametro	Fase	Neutro	Tierra	Caida de
34 m	PVC SCH40	2"	2 x 4 AWG	1 x 4 AWG	1 x 6 AWG	1.31%

Resumen de cargas

Potencia por fase		Potencia instalada	Potencia	Factor de demanda
Fase A	Fase B	34 000 VA	22 000 VA	64.71%
17 000 VA	17 000 VA	Corriente del tablero		
Corrient	Corriente		91.67A	
70.83A	70.83A			

Figura 55. Cuartos fríos. (Autoría propia)

Cubiculos de habitaciones

Cubiculos de habitaciones	Barra (A)	125	Tipo entrada de alimentación	Disyuntor	B/T	Sí	Capacidad disyu	70	Marca	Eaton
120/240	Fase/Hilos	2/4	Tipo entrada cableado	Inferior	N/S	Sí	Modelo	CH270	Modelo de tablero	CH20L125CPS
Panelboard	Montaje	Superficial	Corriente de cortocircuito	35kA					Nema 1	Uso interioir

N° de circuito	Tipo de circuito	Cantidad de salidas	Longitud (m)	Potencia (W)	Lineas A	Lineas B	Tension de trabajo(V)	Corriente (A)	Sobre dimensionamiento de un 25% en la	Ampacidad del cable (A)	Calibre del conductor Fase	Neutro	Tierra	Conductores	Aislamiento	Canalización	Diametro de canalización	Disyuntor	Resistividad (Ω/km)	Resistividad de la sección del	Caida de tensión(V)
T.Cubiculo 1,2,5,6	General	16	50 m	2880 W	2880 W		120 V	24.00 A	30.00 A	55.00 A	8 AWG	10 AWG	12 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1 1/4"	30 A (AFCI)	2.653	0.13 Ω	3.18 %
T.Cubiculo 3,4,7,8	General	16	47 m	2880 W		2880 W	120 V	24.00 A	30.00 A	40.00 A	10 AWG	10 AWG	12 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	30 A (AFCI)	4.226	0.2 Ω	4.77 %
T. Pasillos 1	General	14	34 m	2520 W	2520 W		120 V	21.00 A	26.25 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	30 A (AFCI)	6.73	0.23 Ω	4.81 %
T.Pasillos 2	General	16	34 m	2880 W		2880 W	120 V	24.00 A	30.00 A	40.00 A	10 AWG	10 AWG	12 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1"	30 A (AFCI)	4.226	0.14 Ω	3.45 %
T.Baños 1	General	4	13 m	720 W		720 W	120 V	6.00 A	7.50 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20 A (GFCI)	10.7	0.14 Ω	0.83 %
T.Baños 2	General	4	23 m	720 W		720 W	120 V	6.00 A	7.50 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20 A (GFCI)	10.7	0.25 Ω	1.48 %
Ducha 1	Uso especial	1	13 m	1800 W	1800 W		120 V	15.00 A	18.75 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20 A (GFCI)	10.7	0.14 Ω	2.09 %
Ducha 2	Uso especial	1	14 m	1800 W		1800 W	120 V	15.00 A	18.75 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20 A (GFCI)	10.7	0.15 Ω	2.25 %
Ducha 3	Uso especial	1	12 m	1800 W	1800 W		120 V	15.00 A	18.75 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20 A (GFCI)	10.7	0.13 Ω	1.93 %
Luminarias cubículos	Iluminación	8	20 m	120 W	120 W		120 V	1.00 A	1.25 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A (AFCI)	10.7	0.21 Ω	0.21 %
Luminarias de pasillos	Iluminación	22	40 m	330 W		330 W	120 V	2.75 A	3.44 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A (AFCI)	10.7	0.43 Ω	1.18 %
Luminarias baños 1 y	Iluminación	14	30 m	120 W	120 W		120 V	01.00 A	01.25 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A (AFCI)	10.7	0.32 Ω	0.32 %
Luminarias baños 2	Iluminación	4	14 m	60 W	60 W		120 V	0.50 A	0.63 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A (AFCI)	10.7	0.15 Ω	0.07 %

Acometida

Canalización		Conductor			
Tipo	Diametro	Fase	Neutro	Tierra	Caida de
PVC SCH40	2"	2 x 1 AWG	1 x 1 AWG	1 x 2AWG	1.87%

Resumen de cargas

Potencia por fase		Potencia instalada	Potencia d	Factor de demanda
Fase A	Fase B	18 630 VA	14 315 VA	76.84%
9 300 VA	9 330 VA	Corriente del tablero		
Corriente	Corriente		59.65A	
38.75A	38.88A			

Figura 56. Cubículos de habitaciones. (Autoría propia)

Departamentos

Panel ID	Departamentos	Barra (A)	125	Tipo entrada de alimentación	Disyuntor	B/T	Sí	Capacidad disyu	100	Marca	Eaton
Tensión	120/240	Fase/Hilos	2/4	Tipo entrada cableado	Inferior	N/S	Sí	Modelo	CH2100	Modelo de tablero	CH20L125CPS
Tipo	Panelboard	Montaje	Superficial	Corriente de corto circuito	35kA					Nema 1	Uso interioir

N° del circuito	N° de circuito	Tipo de circuito	Cantidad de salidas	Longitud (m)	Potencia (W)	Lineas A	Lineas B	Tension de trabajo(V)	Corriente (A)	Sobre dimensionamiento de un 25% en la	Ampacidad del cable (A)	Calibre del conductor Fase	Neutro	Tierra	Conductores	Aislamiento	Canalización	Diametro de canalización	Disyuntor	Resistividad (Ω/km)	Resistividad de la sección del	Caida de tensión(V)
1	Luminarias Pasillo.	Iluminacion	8	22 m	120 W	120 W		120 V	1.00 A	1.25 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	16 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A (AFCI)	10.7	0.24 Ω	0.24 %
2	Luminarias Departamentos 1 y	Iluminacion	8	23 m	120 W	120 W		120 V	1.00 A	1.25 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	16 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A (AFCI)	10.7	0.25 Ω	0.25 %
3	Luminarias Departamentos 3 y	Iluminacion	8	23 m	120 W	120 W		120 V	1.00 A	1.25 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	16 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A (AFCI)	10.7	0.25 Ω	0.25 %
4	Tomas de Baños.	Dedicados	8	29 m	1500 W		1500 W	120 V	12.50 A	15.63 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	30 A (GFCI)	6.73	0.2 Ω	2.44 %
5	Ducha 1	Dedicados	1	23 m	5500 W	5500 W		120 V	45.83 A	57.29 A	55.00 A	8 AWG	8 AWG	10 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1"	60 A (GFCI)	2.653	0.06 Ω	2.8 %
6	Ducha 2	Dedicados	1	20 m	5500 W		5500 W	120 V	45.83 A	57.29 A	55.00 A	8 AWG	8 AWG	10 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1"	60 A (GFCI)	2.653	0.05 Ω	2.43 %
7	T.Departamento 1	General	16	26 m	2880 W	2880 W		120 V	24.00 A	30.00 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	30 A (AFCI)	6.73	0.17 Ω	4.2 %
8	T.Departamento 2	General	16	26 m	2880 W		2880 W	120 V	24.00 A	30.00 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	30 A (AFCI)	6.73	0.17 Ω	4.2 %
9	T.Departamento 3	General	16	23 m	2880 W	2880 W		120 V	24.00 A	30.00 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro	THHN	PVC UL	1/2"	30 A (AFCI)	6.73	0.15 Ω	3.71 %
10	T.Departamento 4	General	16	15 m	2880 W		2880 W	120 V	24.00 A	30.00 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro	THHN	PVC UL	1/2"	30 A (AFCI)	6.73	0.1 Ω	2.42 %
11	Ducha 3	Dedicados	1	20 m	5500 W		5500 W	120 V	45.83 A	57.29 A	55.00 A	8 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1"	30 A (GFCI)	2.653	0.05 Ω	2.43 %
12	Ducha 4	Dedicados	1	23 m	5500 W	5500 W		120 V	45.83 A	57.29 A	55.00 A	8 AWG	8 AWG	10 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1"	60 A (GFCI)	2.653	0.06 Ω	2.8 %

Acometida

Canalización		Conductor			
Tipo	Diametro	Fase	Neutro	Tierra	Caida de voltaje
PVC SCH40	3"	2 x 4/0	2 x 4/0	1 x 3/0	1.88%

Resumen de cargas

Potencia por fase		Potencia	Potencia demandada	Factor de
Fase A	Fase B	35 380 VA	22 690 VA	64.13%
17 120 VA	18 260 VA	Corriente del tablero		
Corriente	Corriente		94.54A	
71.33A	76.08A			

Figura 57. Departamentos. (Autoría propia)

Habitaciones

Panel ID	Habitaciones					Barra (A)	125				po entrada de alimentaci		Disyuntor	B/T	Sí	Capacidad dis	70	Marca	Eaton			
Tensión	120/240					Fase/Hilos	2/4				Tipo entrada cableado		Inferior	N/S	Sí	Modelo	CH270	Modelo de tablero	CH20L125CPS			
Tipo	Panelboard					Montaje	Superficial				Corriente de corto circuit		35kS					Nema 1	Uso interioir			
N° del circuito	N° de circuito	po de circui	Canti dad de salid	ongitud (m	otencia (V	Lineas A	Lineas B	Tension de trabajo(V)	orriente (	Sobre dimensiona miento de un 25% en	Ampaci dad del cable (A)	Calibre del conductor Fase	Calibre del conductor Neutro	Calibre del conductor Tierra	Conduct ores	Aislamie nto	Canalización	Diametro de canaliza ción	Disyuntor	Resistividad (Ω/km)	Resistivi dad de la sección del	Caida de tensión(V)
1	T. Sala 1	General	16	47 m	2880 W	2880 W		120 V	24.00 A	30.00 A	55.00 A	8 AWG	8 AWG	10 AWG	Fase,neutr o y tierra	THHN	PVC UL	1"	35 A (AFCI)	2.653	0.12 Ω	2.99 %
2	T. Sala 2	General	9	47 m	1620 W		1620 W	120 V	13.50 A	16.88 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutr o y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20 A (AFCI)	6.73	0.32 Ω	4.27 %
3	T. Dormitorio 1 y 2	General	14	26 m	2520 W	2520 W		120 V	21.00 A	26.25 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutr o y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	25 A (AFCI)	6.73	0.17 Ω	3.67 %
4	T. Dormitorio 3 y 4	General	16	32 m	2880 W		2880 W	120 V	24.00 A	30.00 A	40.00 A	10 AWG	10 AWG	12 AWG	Fase,neutr o y tierra	THHN	PVC UL	3/4"	30 A (AFCI)	4.226	0.14 Ω	3.25 %
5	T. Dormitorio 5 y 6	General	16	32 m	2880 W	2880 W		120 V	24.00 A	30.00 A	40.00 A	10 AWG	10 AWG	12 AWG	Fase,neutr o y tierra	THHN	PVC UL	3/4"	30 A (AFCI)	4.226	0.14 Ω	3.25 %
6	T. Dormitorio 7 y 8	General	14	26 m	2520 W		2520 W	120 V	21.00 A	26.25 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutr o y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	25 A (AFCI)	6.73	0.17 Ω	3.67 %
7	T.Servicio sanitario 1	General	3	34 m	540 W		540 W	120 V	4.50 A	5.63 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutr o y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20 A (GCFI)	10.7	0.36 Ω	1.64 %
8	ucha servicio sanitari	Dedicado	1	26 m	1500 W	1500 W		120 V	12.50 A	15.63 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutr o y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A (GCFI)	10.7	0.28 Ω	3.48 %
9	T.Servicio sanitario 2	General	2	24 m	360 W	360 W		120 V	3.00 A	3.75 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutr o y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20 A (GCFI)	10.7	0.26 Ω	0.77 %
10	ucha servicio sanitari	Dedicado	1	24 m	1500 W		1500 W	120 V	12.50 A	15.63 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutr o y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A (GCFI)	10.7	0.26 Ω	3.21 %
11	Luminarias sala 1	Iluminancion	3	19 m	120 W	120 W		120 V	1.00 A	1.25 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutr o y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A (AFCI)	10.7	0.2 Ω	0.2 %
12	Luminarias sala 2	Iluminancion	4	16 m	110 W		110 W	120 V	.92 A	1.15 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutr o y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A (AFCI)	10.7	0.17 Ω	0.16 %
13	Luminarias de cuartos y pasillo	General	14	53 m	180 W	180 W		120 V	1.50 A	1.88 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutr o y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A (AFCI)	10.7	0.57 Ω	0.85 %
14	Luminarias de baños	Iluminancion	2	30 m	30 W		30 W	120 V	.25 A	.31 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutr o y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A (AFCI)	10.7	0.32 Ω	0.08 %

Acometida

Canalización		Conductor			
Tipo	Diametro	Fase	Neutro	Tierra	Caida
PVC SCH40		2 x 1 AWG	1 x 1 AWG	1 x 2 AWG	1.23 %

Resumen de cargas

Potencia por fase		Potencia instalada	Potencia demand	Factor de demanda
Fase A	Fase B	19 640 VA	14 820 VA	75.46%
10 440 VA	9 200 VA	Corriente del tablero		
Corrient	Corrient		61.75A	
43.50A	38.33A			

Figura 58. Habitaciones. (Autoría propia)

Lavandería

Panel ID	Lavandería					Barra (A)	125				Tipo entrada de alimentación		Disyuntor	B/T	Sí	Capacidad disyuntor	90	Marca	Eaton			
Tensión	120/240					Fase/Hilos	2/4				Tipo entrada cableado		Inferior	N/S	Sí	Modelo	CH290	Modelo de tablero	CH20L125CPS			
Tipo	Panelboard					Montaje	Superficial				Corriente de cortocircuito		35 kA					Nema 1	Uso interioir			
N° del circuito	N° de circuito	Tipo de circuito	Cantidad de salidas	Longitud (m)	Potencia (W)	Lineas A	Lineas B	Tension de trabajo(V)	Corriente (A)	Sobre dimensionamien to de un 25% en la corriente de	Ampacidad del cable (A)	Calibre del conductor Fase	Calibre del conductor Neutro	Calibre del conductor Tierra	Conductores	Aislamiento	Canalización	Diametro de canalización	Disyuntor	Resistividad (Ω/km)	Resistividad de la sección del conductor(Ω)	Caida de tensión(V)
1	T.Mantenimiento 1	General	8	32 m	1440 W	1440 W		120 V	12.00 A	15.00 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	16 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20 A(AFCI)	10.7	0.34 Ω	4.11 %
2	T.Lavandería.	General	12	44 m	2160 W	2160 W		120 V	18.00 A	22.50 A	40.00 A	10 AWG	10 AWG	12 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	25 A(GFCI)	4.226	0.19 Ω	3.35 %
3	T.Mantemiento 2.	General	12	58 m	2160 W		2160 W	120 V	18.00 A	22.50 A	40.00 A	10 AWG	10 AWG	12 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	25 A(AFCI)	4.226	0.25 Ω	4.41 %
4	Luminarias.	Iluminacion	9	41 m	360 W		360 W	120 V	3.00 A	3.75 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15 A(AFCI)	6.73	0.28 Ω	0.83 %
5-7	Plancha de ropa.	Dedicados	1	21 m	3900 W	1950 W	1950 W	240 V	16.25 A	20.31 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	1/2"	20 A(GFCI)	6.73	0.14 Ω	2.3 %
6-8	Secadora.	Dedicados	1	23 m	2448 W	1224 W	1224 W	240 V	10.20 A	12.75 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	1/2"	20 A(GFCI)	6.73	0.15 Ω	1.58 %
9-11	Lavadora 1.	Dedicados	1	25 m	6480 W	3240 W	3240 W	240 V	27.00 A	33.75 A	40.00 A	10 AWG	10 AWG	12 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	1/2"	35 A(GFCI)	4.226	0.11 Ω	2.85 %
10-12	Lavadora 2.	Dedicados	1	29 m	4608 W	2304 W	2304 W	240 V	19.20 A	24.00 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	1/2"	25 A(GFCI)	6.73	0.2 Ω	3.75 %

Acometida

Canalización		Conductor			
Tipo	Diametro	Fase	Neutro	Tierra	Caida de voltaje
PVC SCH40	3"	2 x 4/0 Kcmil	1 x 4/0 Kcmil	1 x 3/0 Kcmil	1.64 %

Resumen de cargas

Potencia por fase		Potencia instalada	encia demand	Factor de demanda
Fase A	Fase B	23 556 VA	16 778 VA	71.23%
12 318 VA	11 238 VA	Corriente del tablero		
Corriente	Corriente		69.91A	
51.33A	46.83A			

Figura 59. Lavandería. (Autoría propia)

Salon multiuso.									
Panel ID	Salon Multiuso	Barra (A)	125	o entrada de alimentac	Disyuntor	B/T	Sí	Capacidad	100
Tensión	120/240	Fase/Hilos	2/4	Tipo entrada cableado	Inferior	N/S	Sí	Modelo	CH2100
Tipo	Panelboard	Montaje	Superficial	orriente de cortocircui	35kV				
Marca	Eaton	Modelo de tablero	CH20L125CPS	Nema 1	Uso interioir				

N° del circuito	N° de circuito	ipo de circuit	Cantidad de salidas	ongitud (m	otencia (V	Lineas A	Lineas B	Tension de trabajo(V)	orriente (A	Sobre dimensionamiento de un 25% en la corriente de los circuitos en cosumos continuos.	Ampacidad del cable (A)	Calibre del conductor: Fase	Neutro	Tierra	Conductores	Aislamiento	Canalización	Diametro de canalización	Disyuntor	Resistividad (Ω/km)	Resistividad de la sección del conductor r(Ω)	Caida de tensión(V)
1	Abanicos de techo	Normal	4	21 m	280 W	280 W		120 V	2.33 A	2.92 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15A AFCI	10.7	0.22 Ω	0.52 %
2	T. Baños 1	Normal	4	15 m	1500 W	1500 W		120 V	12.50 A	15.63 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20A GFCI	10.7	0.16 Ω	2.01 %
3	T. Cocina 1	Normal	5	13 m	1500 W	1500 W		120 V	12.50 A	15.63 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20A GFCI	10.7	0.14 Ω	1.74 %
4	T. Cocina 2	Normal	6	16 m	1500 W		1500 W	120 V	12.50 A	15.63 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20A GFCI	10.7	0.17 Ω	2.14 %
5	T. Cocina 3	Normal	4	17 m	1500 W	1500 W		120 V	12.50 A	15.63 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20A GFCI	10.7	0.18 Ω	2.27 %
6	T. Cocina 4	Normal	5	23 m	1500 W		1500 W	120 V	12.50 A	15.63 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20A GFCI	10.7	0.25 Ω	3.08 %
7	Luminarias de salon	Normal	10	33 m	400 W	400 W		120 V	3.33 A	4.17 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15A AFCI	10.7	0.35 Ω	1.18 %
8	Luminarias de baños y cocina.	Normal	18	21 m	270 W		270 W	120 V	2.25 A	2.81 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	15A AFCI	10.7	0.22 Ω	0.51 %
9	T. Baños 2	Normal	4	21 m	1500 W		1500 W	120 V	12.50 A	15.63 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20A GFCI	10.7	0.22 Ω	2.81 %
10	T. de salon 1	Normal	6	31 m	1500 W	1500 W		120 V	12.50 A	15.63 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20A AFCI	10.7	0.33 Ω	4.15 %
11	T. de salon 2	Normal	10	44 m	1800 W		1800 W	120 V	15.00 A	18.75 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20A AFCI	6.73	0.3 Ω	4.44 %
12-14	Aire Acondicionado 1	Especial	1	20 m	6300 W	3150 W	3150 W	240 V	26.25 A	32.81 A	40.00 A	10 AWG	10 AWG	12 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	1/2"	Doble 35A AFC	4.226	0.08 Ω	2.22 %
13-15	Aire Acondicionado 2	Especial	1	26 m	6300 W	3150 W	3150 W	240 V	26.25 A	32.81 A	40.00 A	10 AWG	10 AWG	12 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	1"	Doble 35A AFC	4.226	0.11 Ω	2.88 %
16-18	Aire Acondicionado 3	Especial	1	32 m	6300 W	3150 W	3150 W	240 V	26.25 A	32.81 A	40.00 A	10 AWG	10 AWG	12 AWG	Fase A, Fase B,neutro y	THHN	PVC UL	1"	Doble 35A AFC	4.226	0.14 Ω	3.55 %

Acometida					
Canalización		Conductor			
Tipo	Diametro	Fase	Neutro	Tierra	Caida de voltaje
PVC SCH40	2"	2 x 1 AWG	1 x 1 AWG	2 AWG	1.46 %

Resumen de cargas				
Potencia por fase		Potencia instalada	Potencia demanda	Factor de demanda
Fase A	Fase B	32 150 VA	21 075 VA	65.55%
16 130 VA	16 020 VA	Corriente del tablero		
Corrient	Corrient		87.81A	
67.21A	66.75A			

Figura 60. Salón multiuso. (Autoría propia)

Terapia Fisica y Rancho									
Panel ID	Terapia física y rancho	Barra (A)	125	Tipo entrada de	Disyuntor	B/T	Sí	Capacidad disyu	70
Tensión	120/240	Fase/Hilos	2/4	Tipo entrada cableado	Inferior	N/S	Sí	Modelo	CH270
Tipo	Panelboard	Montaje	Superficial	Corriente de corto circuito	35 Ka				
Marca	Eaton	Modelo de tablero	CH20L125CPS	Nema 1	Uso interioir				

N° del circui	N° de circuito	ipo de circuit	Cantidad de	ongitud (m	Potencia (W	Lineas A	Lineas B	Tension de	orriente (A	Sobre dimensiona	Ampacidad del	Calibre del conductor (AWG): Fase	Neutro	Tierra	Conductores	Aislamiento	Canalización	Diametro de	Disyuntor	Resistividad (Ω/km)	Resistividad de la	Caida de
1	T. Salon terapia física.	General	13	32 m	2340 W	2340 W		120 V	19.50 A	24.38 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	30 A (AFCI)	6.73	0.22 Ω	4.2 %
2	T. Bodega de terapia físic	General	12	47 m	2160 W		2160 W	120 V	18.00 A	22.50 A	40.00 A	10 AWG	10 AWG	12 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1"	30 A (AFCI)	4.226	0.2 Ω	3.58 %
3	T. Rancho	General	9	27 m	1620 W	1620 W		120 V	13.50 A	16.88 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	20 A(GFCI)	10.7	0.29 Ω	3.9 %
4	Luminarias Rancho	Iluminación	10	45 m	300 W		300 W	120 V	2.50 A	3.13 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	10 A (AFCI)	10.7	0.48 Ω	1.2 %
5	uminarias Terapia Física	Iluminación	12	50 m	480 W		480 W	120 V	4.00 A	5.00 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	10 A (AFCI)	10.7	0.54 Ω	2.14 %
6	Abanicos Rancho	General	4	28 m	280 W		280 W	120 V	2.33 A	2.92 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	10 A (AFCI)	10.7	0.3 Ω	0.7 %
7	uminarias Terapia Física	Iluminación	10	24	400 W		400 W	120 V	3.33 A	4.17 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	11 A (AFCI)	10.7	0.26 Ω	0.86 %
4-6	Aire Acondicionado	Dedicado	1	14 m	2670 W	1335 W	1335 W	240 V	11.13 A	13.91 A	25.00 A	14 AWG	14 AWG	14 AWG	Fase A, Fase B,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	Disyuntor doble de 15 A(AFCI)	10.7	0.15 Ω	1.67 %
5-7	Calentador de agua	Dedicado	1	32 m	3700 W	1850 W	1850 W	240 V	15.42 A	19.27 A	30.00 A	12 AWG	12 AWG	14 AWG	Fase A, Fase B,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1/2"	Disyuntor doble 20 A(AFCI)	6.73	0.22 Ω	3.32 %

Acometida					
Canalización		Conductor			
Tipo	Diametro	Fase	Neutro	Tierra	Caida de
PVC SCH40	3"	2 x 2/0	1 x 2/0	1 x 1/0	1.58

Resumen de cargas				
Potencia por fase		Potencia instalada	cia demai	Factor de demanda
Fase A	Fase B	13 950 VA	11 975 VA	85.84%
7 145 VA	6 805 VA	Corriente del tablero		
Corrient	Corriente		49.90A	
29.77A	28.35A			

Figura 61. Terapia física y rancho. (Autoría propia)

Tabla de calculo electrico									
Panel ID	Tablero Principal	Barra (A)	600	Tipo entrada de alimentación	Disyuntor	B/T	Sí	Capacida	600
Tensión	120/240	Fase/Hilos	2/4	Tipo entrada cableado	Inferior	N/S	Sí	Modelo	LD3600
Tipo	Panelboard	Montaje	Superficial	Corriente de corto circuito	200 Kv				
Marca	Eaton	Modelo de tablero	PLR4LD60025X	Nema 1	Uso interioir				

N° del circuito	N° de circuito	po de circui	Cantidad de salid	ongitud (m	tencia (V	Lineas A	Lineas B	Tension de trabajo(V)	Corriente (A)	Sobre dimensionamiento de un 25% en	Ampacidad del cable (A)	Calibre del conductor: Fase	Neutro	Tierra	Conductores	Aislamiento	Canalización	Diametro de canalización	Disyuntor	Resistividad (Ω/km)	Resistividad de la sección del	Caida de tensión(V)
1	Administración.	Alimentador	1	34 m	8760 W	4380 W	4380 W	240 V	36.50 A	45.63 A	95.00 A	4 AWG	4 AWG	6 AWG	Fase A, Fase B,neutro y tierra	THHN	PVC UL	1 1/2"	30 A (AFCI)	1.053	0.04 Ω	1.31 %
2	Cocina	Alimentador	1	83 m	45334 W	22667 W	22667 W	240 V	188.89 A	236.11 A	350.00 A	350 AWG	350 AWG	300 AWG	Fase A, Fase B,neutro y tierra	THHN	PVC UL	3 1/2"	30 A (AFCI)	0.1252	0.01 Ω	1.96 %
3	Comedor y enfermería	Alimentador	1	78 m	41105 W	20553 W	20553 W	240 V	171.27 A	214.09 A	320.00 A	300 AWG	300 AWG	250 AWG	Fase A, Fase B,neutro y tierra	THHN	PVC UL	3 1/2"	15 A(AFCI)	0.1463	0.01 Ω	1.95 %
4	Cubículos de habitaciones.	Alimentador	1	46 m	18570 W	9285 W	9285 W	240 V	77.38 A	96.72 A	170.00 A	1/0	1/0	2 AWG	Fase A, Fase B,neutro y tierra	THHN	PVC UL	2 1/2"	15 A(AFCI)	0.415	0.02 Ω	1.48 %
5	Departamentos	Alimentador	1	100 m	22020 W	11010 W	11010 W	240 V	91.75 A	114.69 A	260.00 A	4/0	4/0	3/0	Fase A, Fase B,neutro y tierra	THHN	PVC UL	3"	16 A(AFCI)	0.205	0.02 Ω	1.88 %
6	Habitaciones	Alimentador	1	27 m	20870 W	10435 W	10435 W	240 V	86.96 A	108.70 A	170.00 A	1/0	1/0	2 AWG	Fase A, Fase B,neutro y tierra	THHN	PVC UL	2 1/2"	17 A(AFCI)	0.415	0.01 Ω	0.97 %
7	Lavandería.	Alimentador	1	82 m	23421 W	11711 W	11711 W	240 V	97.59 A	121.98 A	260.00 A	4/0	4/0	3/0	Fase A, Fase B,neutro y tierra	THHN	PVC UL	3"	18 A(AFCI)	0.205	0.02 Ω	1.64 %
8	Terapia Física.	Alimentador	1	79 m	14560 W	7280 W	7280 W	240 V	60.67 A	75.83 A	195.00 A	2/0	2/0	1/0	Fase A, Fase B,neutro y tierra	THHN	PVC UL	2 1/2"	19 A(AFCI)	0.329	0.03 Ω	1.58 %
9	Salon Multiuso.	Alimentador	1	24 m	27950 W	13975 W	13975 W	240 V	116.46 A	145.57 A	170.00 A	1/0	1/0	2 AWG	Fase A, Fase B,neutro y tierra	THHN	PVC UL	2 1/2"	20 A(AFCI)	0.415	0.01 Ω	1.16 %
10	Cuartos frios	Alimentador	1	85 m	34000 W	17000 W	17000 W	240 V	141.67 A	177.08 A	320.00 A	300 AWG	300 AWG	250 AWG	Fase A, Fase B,neutro y tierra	THHN	PVC UL	3 1/2"	21 A(AFCI)	0.1463	0.01 Ω	1.76 %

Acometida					
Canalización		Conductor			
Tipo	Diametro	Fase	Neutro	Tierra	Caida de voltaje
PVC SCH40					

Resumen de cargas				
Potencia por fase		Potencia instalada	Potencia	Factor de demanda
Fase A	Fase B	256 590 VA	133 295 VA	51.95%
128 295 VA	128 295 VA	Corriente del tablero		
Corriente	Corriente		555.40A	
534.56A	534.56A			

Figura 62. Tablero principal. (Autoría propia)

3.1.7 Costo de materiales

Se definen los costos de los materiales eléctricos en las siguientes tablas:

Tabla 2. Cotización disyuntores principales

Cotización disyuntores					
	Marca	**Modelo**	**Cantidad**	**Precio**	**Total**
Tablero 600 A	Eaton	PLR4LD60025X	1	₡ 40 535 040.00	₡ 40 535 040.00
Tablero 125 A	Eaton	CH24L125CPS	9	₡ 129 295.00	₡ 1 163 655.00
Tablero 125 A	Eaton	CH2L70SA	1	₡ 29 631.00	₡ 29 631.00
Disyuntor 600 A	Eaton	LD3600	1	₡ 2 633 600.00	₡ 2 633 600.00
Disyuntor 125 A	Eaton	CH2125	1	₡ 96 366.00	₡ 96 366.00
Disyuntor 100 A	Eaton	CH2100	3	₡ 50 560.00	₡ 151 680.00
Disyuntor 90 A	Eaton	CH290	1	₡ 76 800.00	₡ 76 800.00
Disyuntor 70 A	Eaton	CH270	4	₡ 51 200.00	₡ 204 800.00
				Total	**₡ 44 891 572.00**

Calculo del cable															
Calibre del cable	**Marca**	**Precio**	**Metros por calibre**											**Total m**	**Total precio**
Cable THHN 14 AWG	Phelps dodge	300*m	447 m	301 m	438 m	m	571 m	275 m	777 m	178 m	677 m	628 m	m	4292 m	₡ 1 287 570.00
Cable THHN 12 AWG	Phelps dodge	39500 caja	512 m	50 m	484 m	m	199 m	258 m	262 m	355 m	166 m	175 m	m	2461 m	₡ 972 016.00
Cables THHN 10 AWG	Phelps dodge	80500 caja	72 m		244 m	m	212 m	66 m	175 m	254 m	156 m	94 m	m	1273 m	₡ 502 835.00
Cable THHN 8 AWG	Phelps dodge	1325 x m	64 m		160 m	m	50 m	152 m	94 m	m	m	m	m	520 m	₡ 689 000.00
Cable THHN 6 AWG	Phelps dodge	2250 x m	m		m	37 m	m	m	m	m	m	m	34 m	71 m	₡ 159 750.00
Cable THHN 4 AWG	Phelps dodge	3295 x m	23 m		m	74 m	m	m	m	m	m	m	68 m	165 m	₡ 543 675.00
Cable THHN 2 AWG	Phelps dodge	5150 x m	46 m		m	m	m	m	m	m	m	m	97 m	143 m	₡ 736 450.00
Cable THHN 1/0 AWG	southwire	3525 x m											273 m	273 m	₡ 962 325.00
Cable THHN 2/0 AWG	southwire	4666 x m											158 m	158 m	₡ 737 228.00
Cable THHN 3/0 AWG	southwire	6102 x m											182 m	182 m	₡ 1 110 564.00
Cable THHN 4/0 AWG	southwire	7638 x m											364 m	364 m	₡ 2 780 232.00
Cable THHN 250 Kcmil	southwire	15929 x m											163 m	163 m	₡ 2 596 427.00
Cable THHN 300 Kcmil	Phelps dodge	18952 x m											409 m	409 m	₡ 7 751 368.00
Cable THHN 350 Kcmil	Phelps dodge	19263 x m											166 m	166 m	₡ 3 197 658.00
														Total	**₡ 24 027 098.00**

Figura 63. Cotización de cable. (Autoría propia)

Cotizacion Tuberia																
Tubo	Marca	Modelo	Unidades											Total de tubos	Precio	Total de precio
1/2"	Durman	Kraloy	78.225	29.25	70	5.5	65	46.75	81.25	68.25	68.75	63	0	576	₡ 3 540.00	₡2 038 951.50
3/4"	Durman	Kraloy	0	0	20.5	0	0	0	16	0	0	0	0	37	₡ 4 662.00	₡ 170 163.00
1"	Durman	Kraloy	5	0	20	0	8.5	21.5	11.75	0	14.5	11.75	0	93	₡ 5 801.00	₡ 539 493.00
1 1/4"	Durman	Kraloy	8	0	0	0	12.5	0	0	0	0	0	0	21	₡ 9 265.00	₡ 189 932.50
1 1/2"	Durman	Kraloy	0	0	0	3.75	0	0	0	0	0	0	8.5	12	₡10 690.00	₡ 130 952.50
2"	Durman	Kraloy	5.75	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	₡15 341.00	₡ 88 210.75
2 1/2"	Durman	Kraloy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	44	44	₡17 414.00	₡ 766 216.00
3"	Durman	Kraloy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	45.5	46	₡19 427.00	₡ 883 928.50
3 1/2"	Durman	Kraloy	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	61.5	62	₡23 480.00	₡1 444 020.00
															Total	₡6 251 867.75

Figura 64. Cotización tubería.(Autoría propia)

3.1.8 Costo de la mano de obra.

Todas las empresas consultadas afirman cobrar del 40 al 50% de valor de los materiales del proyecto. Los precios son variables pero se encuentran dentro del rango señalado.

3.2 Calculo de sistema fotovoltaico

3.2.1 Horas solares pico

Haciendo uso de la página **web** PVGIS la cual es una base de datos donde encuentra distinta información meteorológica se puede obtener la información necesaria para realizar encontrar el valor buscado. En la página web se define el lugar geográfico donde se desean saber los datos, después al seleccionar la información específica que se desea saber en la misma aplicación web y seleccionando el formato CSV la aplicación nos brinda una serie de información que nos sirve para crear una tabla en formato de Excel donde nos muestra las horas solares pico del lugar.

Tabla 3. Promedio mensual de horas solares pico.

HSP			
Mes	**Irradiación (kWh/m²)**	**HSP(W/m²)**	**Promedio**
Enero	187,25	6,24	**5.44**
Febrero	174,99	5,83	
Marzo	197,48	6,58	
Abril	179,13	5,97	
Mayo	153,4	5,11	
Junio	137,56	4,59	
Julio	141,92	4,73	
Agosto	154,32	5,14	
Septiembre	152,12	5,07	
Octubre	154,4	5,15	
Noviembre	145,19	4,84	
Diciembre	182,05	6,07	

Con la información obtenida de la aplicación web realizamos la tabla 1 donde se puede ver la irradiación mensual del lugar de estudio y la hora solar pico.

Con una base de datos se recopila la información necesaria para poder calcular las horas solares pico. Se puede utilizar cualquier página web o estudio que nos brinde la información

necesaria con la cual hacer los cálculos necesarios. Para efectos de este proyecto se utiliza la página web PVGIS.

Estando en la página web se selecciona el lugar donde se va instalar el sistema fotovoltaico.

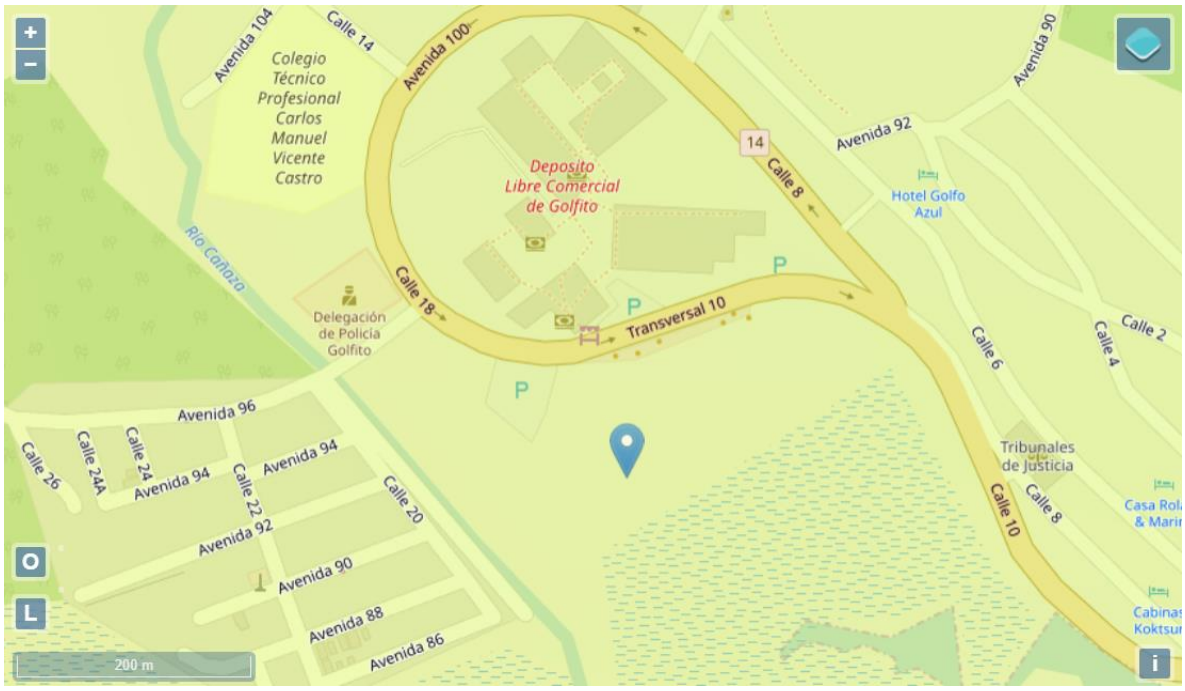


Figura 65. Unión Europea. (2016, 11 enero). *JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission*. European Commission. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#MR

Luego de haber ubicado el sitio donde se va a instalar el sistema fotovoltaico se tiene que calcular el ángulo que tienen que estar instalados los paneles para poder aprovechar la máxima eficiencia en captación de energía solar el cual se calcula por la siguiente fórmula:

Inclinación óptima= 3.7 + 0.69 * la latitud de la ubicación seleccionada.

Una vez obtenido el ángulo de inclinación óptima el valor se introduce en la página web para así poder descargar los valores de la radiación pico mensual.

Después de obtenida la radiación pico mensual la cual se obtiene en la página web que se utilizó para este proyecto se puede obtener la HSO (hora solar pico) al dividir la radiación pico mensual entre 30 días se obtiene la radiación pico diaria en la zona donde se realiza el estudio.

3.2.2 Temperatura promedio del lugar de estudio en el día

Para obtener la temperatura media en la zona de nuestro interés se utiliza la página **web** POWER DATA ACCES VIEWER de la NASA donde para recabar la información necesaria seleccionamos la comunidad de donde deseamos obtener la información para ello seleccionamos "Agroclimatology", después se define la frecuencia de datos donde se marca la opción de "Monthly & Annual", seguidamente se selecciona la ubicación en el mapa donde se desea saber la temperatura la cual con solo darle clic dentro del mapa de la aplicación web la definimos, además para poder realizar un cálculo más exacto seleccionamos la extensión de tiempo el cual en este caso es de un año y por último seleccionamos el formato de los datos y los datos requeridos que en este caso son "CSV" y los datos de temperatura.

Una vez obtenidos los datos de la temperatura diaria en un periodo de un año se procede a agrupar la temperatura en meses para así luego poder sacar la temperatura mensual promedio para la cual se suman todos los días del mes y luego se divide entre 30 o 31 según la cantidad de días que tenga el mes.

Tabla 4. Promedio diario de temperatura.

AÑO	MES	Promedio de temperatura mensual	Promedio anual de temperatura
2020	**Noviembre**	24.71°C	26.01°C
2020	**Diciembre**	25.47°C	
2021	**Enero**	25.84°C	
2021	**Febrero**	26.97°C	
2021	**Marzo**	27.69°C	
2021	**Abril**	26.85°C	
2021	**Mayo**	26.16°C	
2021	**Junio**	25.70°C	
2021	**Julio**	26.03°C	
2021	**Agosto**	25.34°C	
2021	**Septiembre**	25.85°C	
2021	**Octubre**	25.49°C	

3.2.3 Consumo mensual energía del hogar de ancianos.

El consumo mensual se realiza con base en la información brinda por el Hogar de Ancianos dándonos como resultado la siguiente tabla.

Tabla 5. Promedio de consumo eléctrico.

Consumo promedio de energía.		
Mes	**Energía (kWh)**	**Anual(kWh)**
Enero	9102	**9037.58**
Febrero	9616	
Marzo	9432	
Abril	8328	
Mayo	9173	
Junio	9248	
Julio	8711	
Agosto	9085	
Septiembre	9076	
Octubre	8759	
Noviembre	8921	
Diciembre	9000	

Este dato es necesario para poder calcular la cantidad de paneles necesarios para generar la cantidad de energía más aproximada a la real posible ya que si se produce energía en exceso esta energía tiene que ser inyectada a la red de distribución y la compañía distribuidora solo devuelve el 49% de la energía inyectada, esto debido a la ley vigente en el país de Costa Rica.

3.2.4 Consumo diario de energía

Este cálculo se realiza dividiendo el consumo mensual entre la cantidad de días que tenga el mes. Para ellos se realiza una tabla en Excel la cual nos da el resultado.

Tabla 6. Promedio de consumo diario.

Promedio de consumo diario.			
Mes	**Energía (kWh)**	**Energía por medio diaria (kWd)**	**Promedio de consumo diario en un año (kWd)**
Enero	9102 kWh	293.61 kWd	297.492076
Febrero	9616 kWh	343.43 kWd	
Marzo	9432 kWh	304.26 kWd	
Abril	8328 kWh	277.60 kWd	
Mayo	9173 kWh	295.90 kWd	
Junio	9248 kWh	308.27 kWd	
Julio	8711 kWh	281.00 kWd	
Agosto	9085 kWh	293.06 kWd	
Septiembre	9076 kWh	302.53 kWd	
Octubre	8759 kWh	282.55 kWd	
Noviembre	8921 kWh	297.37 kWd	
Diciembre	9000 kWh	290.32 kWd	

3.2.5 Cálculo de pérdidas

Para los sistemas fotovoltaicos existen varios factores por los cuales se dan las pérdidas de generación dentro de las cuales se encuentran pérdidas por polvo y suciedad, perdidas por caída de tensión, perdidas por sombreado, perdidas por rendimiento del inversor y perdidas por temperatura.

Se calculan las pérdidas de generación en los paneles debido a la temperatura los cuales presentan pérdidas de 4% por cada 10°C sobre la temperatura nominal de los módulos donde los módulos fotovoltaicos trabajan a una temperatura promedio de 25°C.

Haciendo uso de Excel y aplicando la razón de pérdida nos da la siguiente tabla.

Para obtener el resultado final multiplicamos el porcentaje de pérdidas por el promedio de consumo diario de la institución.

Tabla 7. Pérdida de potencia.

AÑO	MES	Promedio de temperatura mensual en un día	Exceso de temperatura nominal de módulo.	% De perdida por temperatura a restar de potencia.
2020	**Noviembre**	24.71°C	0.00°C	0
2020	**Diciembre**	25.47°C	0.47°C	0.00188
2021	**Enero**	25.84°C	0.84°C	0.00336
2021	**Febrero**	26.97°C	1.97°C	0.00788
2021	**Marzo**	27.69°C	2.69°C	0.01076
2021	**Abril**	26.85°C	1.85°C	0.0074
2021	**Mayo**	26.16°C	1.16°C	0.00464
2021	**Junio**	25.70°C	0.70°C	0.0028
2021	**Julio**	26.03°C	1.03°C	0.00412
2021	**Agosto**	25.34°C	0.34°C	0.00136
2021	**Septiembre**	25.85°C	0.85°C	0.0034
2021	**Octubre**	25.49°C	0.49°C	0.00196

Y que si sacamos el promedio de temperatura diario promediando los doce meses del año nos da 26.01°C según la tabla 4. Aplicando este número en la tabla de Excel nos da el siguiente resultado.

Tabla 8. Pérdida de potencia por temperatura promedio diaria anual.

AÑO	MES	Promedio de temperatura mensual	Promedio anual de temperatura	Exceso de temperatura nominal de módulo.	% De pérdida por temperatura a restar de potencia.
2020	**Noviembre**	24.71°C	26.01°C	1.01°C	0.4%
2020	**Diciembre**	25.47°C			
2021	**Enero**	25.84°C			
2021	**Febrero**	26.97°C			
2021	**Marzo**	27.69°C			
2021	**Abril**	26.85°C			
2021	**Mayo**	26.16°C			
2021	**Junio**	25.70°C			
2021	**Julio**	26.03°C			
2021	**Agosto**	25.34°C			
2021	**Septiembre**	25.85°C			
2021	**Octubre**	25.49°C			

Ecuación 10.

$$Perdidas\ de\ potencia\ por\ temperatura = 0.4\%\ x\ 297.50\ V = 1.19V$$

3.2.6 Cálculo cantidad de paneles.

Para calcular la cantidad de paneles se utiliza la siguiente ecuación en la que se suma el consumo promedio más las pérdidas, luego se multiplica por 1.3 y el resultado se divide por la multiplicación de las horas solares pico por la potencia del panel.

Ecuación 11.

$$\boldsymbol{Cantidad\ de\ paneles} = \frac{(\boldsymbol{CDP} + \boldsymbol{p}) * \mathbf{1,3}}{\boldsymbol{HSP} * \boldsymbol{PMP}}$$

Donde:

CDP=Consumo diario promedio.

p=Pérdidas.

HSP=Horas solares pico.

PMP=Potencia máxima del panel.

Sustituyendo en la fórmula:

$$\boldsymbol{Cantidad\ de\ paneles} = \frac{(\mathbf{297500Wh} + \mathbf{1.19}\boldsymbol{Wh}) * \mathbf{1,3}}{\mathbf{5.44} * \mathbf{200}\boldsymbol{W}}$$

$$\boldsymbol{Cantidad\ de\ paneles} = \mathbf{355.47}$$

La cantidad de paneles necesarios para poder suministrar el promedio de consumo diario en el lugar de estudio es 356 paneles monocristalinos de 200 W cada uno.

3.2.7 Cálculo de inversores

Para calcular el inversor se multiplica la cantidad de paneles propuestos para abastecer el consumo por la potencia de generación de cada panel, por lo que tenemos:

Ecuación 12.

$$Inversor = 366\ x\ 200\ W = 73200\ W$$

Se puede utilizar la combinación de inversores que se deseen, pero se propone la utilización de 7 inversores de 10 000W y 2 de 2000W.

3.2.8 Paneles por inversor.

Para calcular la cantidad de paneles que deben de ir por inversor se debe de dividir la capacidad del inversor entre la potencia de generación máxima del panel. Debido a que se proponen dos inversores con capacidades distintas se hace el cálculo con los dos casos quedando la siguientes formulas:

Ecuación 13.

$$Paneles\ por\ inversor_1 = \frac{Capacidad\ del\ inversor_1}{Potencia\ máxima\ del\ panel}$$

Sustituyendo:

Ecuación 14.

$$\text{Paneles por inversor}_1 = \frac{10000W}{200\text{W}} = 50\ paneles$$

Ecuación 15.

$$Paneles\ por\ inversor_2 = \frac{Capacidad\ del\ inversor_2}{Potencia\ máxima\ del\ panel}$$

Sustituyendo:

Ecuación 16.

$$Paneles\ por\ inversor_2 = \frac{2000W}{200W} = 10\ paneles$$

Con la ecuación 14 y la ecuación 16 podemos decir que se van a colocar 50 paneles en los inversores de 10 000 W. Se van a colocar 7 inversores dando como resultado 350 paneles, en los inversores de 2000 W se van a colocar 3 paneles en cada uno. Sumando los paneles que se van a colocar en los inversores de 10 000 W y en los inversores de 2000W nos da el requerimiento total de 356 paneles solare.

Estos paneles se van a colocar en los techos de las instalaciones del hogar de ancianos, la distribución física va a ser a conveniencia del personal instalador.

3.2.9 Costos del sistema de generación fotovoltaico.

Se detallan los costos de los materiales en el siguiente cuadro:

Tabla 9. Cotización materiales sistema fotovoltaico.

Cotización de materiales			
Cantidad	**Material**	**Precio por unidad**	**Precio total**
356	Paneles 200 W	₡ 114 560.00	₡ 40 783 360.00
7	Inversores 10 000 w	₡ 309 120.00	₡ 2 163 840.00
2	Inversores 2000 W	₡ 115 200.00	₡ 230 400.00

3.2.10 Costo de energía mensual en base a KW.

El costo por kW cobrado a las instituciones de carácter social es de ₡48.86 según lo publicado en la Ordenanza RE0063-IE-2021(2021). Entonces para calcular el costo del consumo mensual multiplicamos el consumo mensual por el costo de la energía consumida. Tenemos la siguiente ecuación:

Ecuación 17.

$$Costo\ de\ consumo\ mensual = 48.86\ x\ Kw_{Consumido}$$

Aplicando la ecuación la tabla de Excel nos da como resultado la siguiente tabla.

Tabla 10. Costos de consumo mensual de energía.

Costo de consumo de energía por mes		
Mes	**Energía (kWh)**	**Costo de energía**
Enero	9102	₡ 444 723.72
Febrero	9616	₡ 469 837.76
Marzo	9432	₡ 460 847.52
Abril	8328	₡ 406 906.08
Mayo	9173	₡ 448 192.78
Junio	9248	₡ 451 857.28
Julio	8711	₡ 425 619.46
Agosto	9085	₡ 443 893.10
Septiembre	9076	₡ 443 453.36
Octubre	8759	₡ 427 964.74
Noviembre	8921	₡ 435 880.06
Diciembre	9000	₡ 439 740.00

Dentro de las facturas de luz se cobran otros cargos como lo son el alumbrado público, tributo de bomberos y energía demandada. Todos estos conceptos sumados nos dan el monto total a pagar en la factura de nuestro proveedor de energía eléctrica.

El alumbrado público según lo dictado en la Ordenanza RE0063-IE-2021(2021) tiene un valor de ₡3.72.

Con respecto a la demanda este monto es variable ya que se cobra la potencia demandada máxima en cualquier intervalo de 15 minutos en el periodo correspondiente donde se produzca la demanda. El precio es de ₡8 074.76

El tributo a bomberos es de ₡1554.20.

3.2.11 Ahorro con sistema solar propuesto.

Para calcular el monto de ahorro mensual con el sistema de generación de energía solar primero se tiene que calcular la producción de energía diaria con los paneles solares, después multiplicamos la energía generada por el costo de la energía consumida y lo multiplicamos por 30 o 31 dependiendo del mes del año.

Para calcular la energía generada por los paneles solares diariamente primero multiplicamos la potencia máxima de generación del panel por las horas solares pico y después se multiplica por la cantidad de paneles que se tienen en el sistema, obedece la siguiente ecuación.

Ecuación 18.

$$Generacion\ diaria\ a\ base\ de\ energia\ solar: PMP\ x\ HSP\ x\ U$$

Donde:

PMP=Potencia máxima del panel.

HSP=Horas solares pico.

U=Unidades de paneles.

Sustituyendo:

Ecuación 19.

$$Generacion\ diaria\ a\ base\ de\ energia\ solar: 200\ W\ x\ 5.44\ x\ 356 = 387.33\ kWh$$

Una vez obtenida la generación por lo paneles de manera diaria esto se debe multiplicar por 28,30 o 31 que son la cantidad de días que tienen los meses lo que nos da como resultado la generación mensual de energía solar a base de los paneles.

Ecuación 20.

$$Generacion\ mensual\ de\ energia\ electrica\ con\ paneles\ solares = 387.33\ kWh\ x\ 30 = 11\ 620\ kW$$

Por ultimo para determinar el consumo promedio ahorrado de los paneles solares multiplicamos la generación mensual de energía eléctrica con paneles solares por el precio de la energía eléctrica de la compañía distribuidora de energía el cual es ₡48.86.

Ecuación 21.

$$Ahorro\ de\ energia\ mensual: 11\ 620\ \ x\ ₡48.86 = ₡567\ 753.20$$

Se determina que por mes con el sistema propuesto de paneles solares se puede llegar a ahorrar hasta ₡567 753.20.

El monto ahorrado mensualmente multiplicado por 12 nos da el ahorro anual.

Ecuación 22.

$$Ahorro\ anual = 567\ 753.20\ x\ 12 = ₡6\ 813\ 038.40$$

3.2.12 Tiempo de recuperación de inversión.

Ahora para sacar el tiempo estimado de recuperación de la inversión del sistema de generación fotovoltaico se resta la inversión del sistema menos el ahorro anual. A los saldos se les resta el ahorro anual. En la tabla se muestra la información.

Tabla 11. Recuperación de la inversión.

		Ahorro mensual	Ahorro anual
		₡ 567 753.20	₡ 6 813 038.40
Recuperación de la inversión	Inversión	-₡ 43 177 600.00	
	Año 1	-₡ 36 364 562	
	Año 2	-₡ 29 551 523	
	Año 3	-₡ 22 738 485	
	Año 4	-₡ 15 925 446	
	Año 5	-₡ 9 112 408	
	Año 6	-₡ 2 299 370	
	Año 7	₡ 4 513 669	

En la tabla 11 se muestra que al pasar el 7 año ya se recupera la inversión y se cuenta con un saldo positivo que se traduce en ahorro de dinero.

3.2.13 Impacto ambiental.

Para calcular el impacto ambiental que tiene el sistema de paneles solares debemos multiplicar el promedio de consumo anual del lugar por el factor de emisión de CO2 que es 0.4119 kgCO2/kWh.

Ecuación 23.

$$Huella\ de\ carbono_{Energía\ Electrica} = 9037.58\ \text{kWh x } 0.4119\,\frac{\text{kgCO2}}{\text{kWh}} = 3722.57\ \text{kgCO2}$$

El sistema está diseñado para poder cubrir el consumo anual promedio por lo tanto este sistema evitaría que se libere a la atmosfera 3722.57 kgCO2 por lo que se considera que tiene un impacto positivo en el ambiente.

3.3 Cálculo de sistema de captación de agua.

Estos sistemas usualmente se calculan en lugares donde el agua potable regulada por alguna institución o asociación no tienen acceso por lo que los sistemas están diseñados para satisfacer todas las necesidades básicas de las personas usuarias sin embargo para fines de este diseño solo se va a utilizar el agua recolectada con fines no consumibles como lo son el riego de jardines, limpieza de pasillos e instalaciones, agua para el servicio sanitario, lavado de vehículos institucionales o cualquier otro fin donde no se involucre el consumo del líquido por lo que algunos elementos que están presentes en este tipo de diseños no se toman en cuenta para fines de este diseño en específico.

3.3.1 Precipitación promedio anual.

Los datos del lugar para realizar el diseño se toman del Instituto Meteorológico Nacional. Donde se extrae la tabla de precipitación anual de las áreas del Pacífico Sur.

Región	Unidades fisiográficas	Estación	Línea Base anual (1961-1990)			
			precipitación (mm)	días con lluvia (días)	máxima (°C)	mínima (°C)
Pacífico Sur	Cordillera de Talamanca y Fila Brunqueña	Villa Mills	2632	191	18.8	15.0
		Cedral	4214	228	ND	ND
	Zona baja tectónica (Valle de El General, Valle Coto Brus, zona costera y Punta Burica)	Repunta	2531	181	ND	ND
		San Vito	3714	212	ND	ND
		Golfito	5073	228	29.1	23.4
		Coto 47	4102	212	31.8	21.1
	Península de Osa	Palmar	3584	177	31.8	22.5
	PROMEDIO REGIONAL		3693	204	27.9	20.5

Figura 66. Tabla de precipitación del pacifico sur. Tabla de IMN.

La precipitación de la zona de Golfito donde se está haciendo el diseño es de 5073 mm anualmente. El diseño se hace con base la información disponible del clima de la zona de interés.

3.3.2 Necesidad de agua mínima.

Una persona en promedio utiliza el inodoro unas 7 veces diarias. Cada vez que se baja la cadena se utilizan aproximadamente 10 litros de agua. El hogar de ancianos les da ayuda social a 41 adultos mayores por lo que para sacar la cantidad de agua necesaria para darle abasto a los inodoros sigue la siguiente fórmula.

Ecuación 24.

$$Agua_{Inodoros} = 10l\ x\ 7\ x\ np$$

Donde:

10 l= Es la cantidad de agua en litros utilizada por el inodoro.

7= Es el número promedio de veces que una persona utiliza el inodoro.

np= Número de personas que utilizan el inodoro.

Ecuación 25.

$$Agua_{Inodoros} = 10l\ x\ 7\ x\ 63 = 4410\ l$$

Se ponen 63 personas tomando en cuenta el personal que ayuda en la institución que son 22 personas.

Diariamente solo para fines del inodoro se necesita un mínimo de 4410 litros de agua. Para sacar la necesidad mensual multiplicamos la necesidad diaria por 30.

Ecuación 26.

$$Agua_{Inodoros\ mensual} = 4410\ l\ x\ 30 = 132\ 300l$$

El promedio de gasto de agua para el lavado de un vehículo son 70 litros por vehículo. El Hogar De Ancianos cuenta con 2 vehículos por lo que se multiplica el resultado por 2 y además en promedio se lavan los automóviles cada 15 días por lo que se tendría que multiplicar por 2 dándonos la siguiente fórmula:

Ecuación 27.

$$Promedio\ de\ lavado\ de\ vehiculos\ mensual = 70\ l\ x\ 2\ x\ 2 = 280\ l$$

El consumo de agua para el riego depende del área que se riega y la constancia en que se realice el riego. No se tienen los datos necesarios por lo que no se puede calcular el agua necesaria para la acción.

Tampoco se puede realizar el cálculo del agua necesaria para la limpieza de pisos ya que la constancia de la tarea depende de datos variables.

El requerimiento mínimo de agua para abastecer los inodoros y el lavado de los autos es de 132 580 litros de agua.

3.3.3 Cálculo de capacidad de recolección de agua.

Para poder calcular la cantidad de agua que es posible recolectar se suman las áreas de la tabla 10 de los techos de administración, rancho, terapia física, cocina, enfermería y comedor. Una vez sumada las áreas el área resultante se multiplica por la precipitación promedio anual lo que nos da el requerimiento mínimo anual en milímetros cúbicos donde se divide entre 1000 tener el resultado en m cúbicos. Para convertir el requerimiento anual a requerimiento mensual se divide el resultado entre 12.

Tabla 12. Áreas por sección.

Áreas por sección	
Zona	**Área (m²)**
Administración	73
Rancho y terapia	289
Enfermería y comedor	370
Cocina	250
Departamentos	162
Lavandería	240
Habitaciones	242
Cubículos de habitaciones	164
Salón multiuso	276
Total	**2066**

La sumatoria de áreas obedece la siguiente ecuación:

Ecuación 28.

$$Sumatoria\ de\ area: A_{Administracion} + A_{Rancho\ y\ terapia} + A_{Enfermeria\ y\ comedor} + A_{Cocina}$$

Donde:

A=Es el área de cada sector.

Sustituyendo:

$$Sumatoria\ de\ area: 73\ m^2 + 289\ m^2 + 370\ m^2 + 250\ m^2 = 981\ m^2$$

Una vez tenidos todos los datos necesarios se procede a realizar siguiente ecuación:

Ecuación 29.

$$Cantidad\ de\ agua\ mensual: \frac{981\ m^2\ x\ 5073\ mm}{1000\ x\ 12} = 415\ m^3$$

Donde:

Para convertir de m³ a litros se multiplican los metros cúbicos por 1000.

Ecuación 30.

$$Litros = 415\ m^3 x\ 1000 = 415\ 000\ l$$

Teniendo en cuenta que en promedio en la zona Pacífico Sur llueve 5 073 000 litros de agua mensual se pueden decir que los tanques van a estar en constante llenado.

Se propone la instalación de 4 tanques de 2500 litros de capacidad para el almacenamiento del agua. Las tuberías de captación van a desaguar en los tanques que van a ser instalados en una base metálica por cada tanque.

Se desconocen las rutas de alimentación de los inodoros. Se propone que se determine la ubicación de las tuberías que alimentan los inodoros y ahí conectar los ductos de alimentación de los tanques de captación de agua pluvial e instalar una llave de paso para cuando se quiera utilizar el agua de los tanques.

3.3.4 Costo de los tanques de captación de agua.

El costo de los tanques se define en la siguiente tabla:

Tabla 13. Cotización materiales sistema de captación de agua.

Cotización de materiales			
Cantidad	**Material**	**Precio por unidad**	**Precio total**
4	Tanques 2500 litros	₡ 220 000.00	₡ 880 000.00

3.3.5 Ahorro en factura de agua.

En Costa Rica de 26 m3 a 40m3 se cobra ₡902 por cada metro cubico consumido. Entonces para determinar el ahorro mensual multiplicamos los metros cúbicos por el precio del agua.

Ecuación 31.

$$Ahorro\ factura\ de\ agua = 415 m^3\ x\ 902 = ₡374\ 330$$

3.3.6 Tiempo de recuperación de la inversión de los tanques.

Si mensualmente se ahorran ₡374 330 en un plazo de 3 meses se recuperaría el dinero.

CONCLUSIONES.

Es posible la realización de un diseño eléctrico en cumplimiento del NEC que garantiza el resguardo de las personas beneficiadas y de los colaboradores de la institución. Con el diseño propuesto se resuelve uno de los principales problemas de la institución el cual es que cuando hay muchos equipos utilizándose a la vez se dispara el disyuntor principal.

También se demuestra que el diseño de un sistema de generación de energía eléctrica a base de energía solar es posible. Este tipo de diseño siempre contribuye con el ahorro de dinero a mediano y largo plazo donde también siempre son sistemas que tienen un impacto positivo en el habiente. El sistema de generación fotovoltaico es un sistema que a mediano plazo puede ser beneficioso para la institución, teniendo un impacto positivo en la economía del hogar de ancianos y así como un impacto positivo en el medio ambiente evitando la liberación de una cantidad de CO2 considerable.

Con respecto al sistema de captación de agua pluvial no se tiene un panorama claro debido a que no se cuentan con todos los datos necesarios para determinar si la propuesta es o no viable.

RECOMENDACIONES.

Se recomienda realizar una investigación de las rutas de las tuberías para poder determinar los diámetros de las tuberías y sus rutas. Una vez obtenidos los diámetros de las tuberías y las rutas se pueden obtener las longitudes para así poder calcular la potencia de las bombas necesarias.

Se recomienda hacer una investigación de las rutas de las tuberías de agua existentes que alimentan los servicios sanitarios con el fin de poder hacer un cálculo más exacto en materiales y así poder trazar las rutas de tuberías que van a abastecer los sanitarios con el agua pluvial y a la misma vez poder calcular diámetro de tuberías nuevos y potencias de bombas.

BIBLIOGRAFÍA.

A. (2021a, mayo 29). *Que es la NEC (National Electrical Code), esta en español?* Electricaplicada. https://www.electricaplicada.com/que-es-la-nec-national-electrical-code-esta-en-espanol/

Alcubierre, D. (s. f.). *Tipos de Sistemas de Energía Solar Fotovoltaica – Cemaer*. Cemaer. https://www.cemaer.org/tipos-de-sistemas-de-energia-solar-fotovoltaica/

Anixter. (s. f.). *¿Qué es el cable fotovoltaico (FV/PV)?* https://www.anixter.com/es_mx/resources/literature/wire-wisdom/pv-wire.html

Arte Solar. (2020, 10 marzo). *Diferencias entre monocristalino y policristalino*. Artesolar Renovables. https://www.artesolarfotovoltaica.com/diferencias-entre-monocristalinos-y-policristalinos/

Asociación Chilena de Energía Solar. (s. f.). *Guía para Usuarios de Fotovoltaica*. ACESOL. https://acesol.cl/info-tecnica/gu%C3%ADa-para-usuarios-de-fotovoltaica.html

Blog MásMóvil. (2021, 11 noviembre). *¿QUÉ ES UNA INSTALACIÓN ELÉCTRICA?* Blog Pepeenergy. https://www.pepeenergy.com/blog/glosario/definicion-instalacion-electrica/

Bombas de desplazamiento positivo. (2021, 5 diciembre). Ingenierocivilinfo. https://www.ingenierocivilinfo.com/2011/11/bombas-de-desplazamiento-positivo.html

COHA S.A.S. (s. f.). *Bombas HidrÃ¡ulicas - MÃ³vil - COHA S.A.S.* COHA. http://www.coha.com.co/movil_bombas_hidraulicas.html

Comuval. (2016, 7 septiembre). *Protecciones en las instalaciones eléctricas externas a mi vivienda*. Comuval Instalaciones Eléctricas. https://www.comuval.com/blog/Proteccion-instalacion-electrica-fuera-de-vivienda.html

Contenidos Digitales Endesa. (2021, 21 junio). *Cómo se genera la energía eléctrica*. Endesa. https://www.endesa.com/es/conoce-la-energia/energia-y-mas/como-se-genera-electricidad

¿Cuáles son las partes de una instalación eléctrica? (2020, 15 septiembre). Blog Pepeenergy. https://www.pepeenergy.com/blog/partes-instalacion-electrica/

Damia Solar. (s. f.). *Comparativa: panel solar poli, panel mono, panel cuasi-mono y panel amorfo - Damia Solar Electrosol Energia S.L.* https://www.damiasolar.com/actualidad/blog/articulos-sobre-la-energia-solar-y-sus-componentes/comparativa-panel-solar-poli-mono-cuasimono-amorfo_1#:%7E:text=%2D%20Los%20paneles%20solares%20de%20silicio%20amorfo%20se%20fabrican%20depositando%20en,la%20misma%20potencia%20en%20vatios.

de la Fuente, E. (2020, 11 noviembre). *¿Qué es una acometida eléctrica?* Electricistas de la Fuente. https://www.electricistasdelafuentemadrid.com/blog/que-es-acometida-electrica/

Directindustry. (2021, 3 febrero). *Qué bomba hidráulica elegir*. Guías de compra DirectIndustry. https://guide.directindustry.com/es/que-bomba-hidraulica-elegir/

Dobles, R. (2019, 17 junio). *Costa Rica no aprovecha el auge mundial de la energía solar (II)*. La Republica. https://www.larepublica.net/noticia/costa-rica-no-aprovecha-el-auge-mundial-de-la-energia-solar-ii

E. (2021b, junio 20). *La nueva generación: Energía Solar Fotovoltaica*. PLIMA. https://industriasolarplima.com/la-nueva-generacion-energia-solar-fotovoltaica/

Endesa. (s. f.). *Instalación eléctrica doméstica*. https://www.fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educa/recursos/instalacion-electrica-domestica

Enel. (s. f.). *¿Qué es la energía solar y cómo funciona?* enel.pe. https://www.enel.pe/es/sostenibilidad/que-es-la-energia-solar-y-como-funciona.html

Google Maps. (s. f.). *Hogar de Ancianos de Golfito* [Captura]. Google Maps. https://www.google.co.cr/maps/place/Provincia+de+Puntarenas,+Golfito/@8.6454625,-83.1796068,337a,35y,26.85h,6.2t/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x8fa4447f4c9de68f:0xa4779c8d339d437f!8m2!3d8.6040618!4d-83.1133792!5m1!1e4?hl=es-419

Grupo Villar. (s. f.). *Inversores solares: ¿Qué tipos hay y cómo funcionan?* Enérgya VM. https://www.energyavm.es/inversores-solares-que-tipos-hay-y-como-funcionan/

Hawe Bombas. (s. f.). Hawe hidraulik. http://hawe.cohimar.com/hawe-bombas.php

Hidráulica y Neumática S.A. (2019, 2 marzo). *BOMBAS DE PISTONES RADIALES (RKP)*. http://www.hnsa.com.co/bombas-de-pistones-radiales/

IngenieriaReal.com. (2021, 2 septiembre). □□ *Instalaciones eléctricas de una casa*. Ingeniería Real. https://ingenieriareal.com/instalaciones-electricas/

Instituto Meteorológico Nacional. (s. f.). *Clima en Costa Rica - IMN*. IMN. https://www.imn.ac.cr/clima-en-costa-rica

Jaurlaritza, E. (s. f.). *Instalación de electricidad*. Visesa. https://visesa.euskadi.eus/aa37-detfaq/es/contenidos/faqs/visesa_7972/es_def/index.shtml

Keobra. (2020, 14 agosto). *Conoce cómo funciona un sistema de captación de agua pluvial en una casa*. https://keobra.com/sistema-de-captacion-de-agua-pluvial

Khan Academy. (s. f.). *¿Qué es la ley de Faraday? (artículo)*. https://es.khanacademy.org/science/physics/magnetic-forces-and-magnetic-fields/magnetic-flux-faradays-law/a/what-is-faradays-law

Leskow, E. C. (2021, 15 julio). *Corriente Eléctrica - Concepto, intensidad, tipos y efectos*. Concepto. https://concepto.de/corriente-electrica/

NETZSCH. (s. f.). *Bomba de rotor helicoidal NEMO® BF*. NETZSCH Bombas. https://bombas.netzsch.com/es/productos-accesorios/bombas-de-tornillo-excentrico-nemo/bf/

Neumática e Hidráulica. (s. f.). Sapiensman. http://www.sapiensman.com/neumatica/neumatica_hidraulica9.htm

Paneles Solares Monterrey – GreenLux. (2020, 27 octubre). *¿Qué es el medidor bidireccional? | Paneles Solares Monterrey*. Green Lux Energia Solar. https://www.greenlux.com.mx/paneles-solares-monterrey/que-es-el-medidor-bidireccional/

Protecciones eléctricas - Energía Solar Fotovoltaica. (2015, 9 abril). AulaFacil. https://www.aulafacil.com/cursos/medio-ambiente/energia-solar-fotovoltaica/protecciones-electricas-l21011

Santana, P. C. (2019, 26 julio). *Los mejores inversores solares 2019*. E&R Solar. https://solar.eyr.mx/los-mejores-inverosres-solares-2019/

Sitiosolar. (2015, 22 febrero). *Los sistemas de recolección de agua de lluvia*. http://www.sitiosolar.com/los-sistemas-de-recoleccion-de-agua-de-lluvia/

Solartik. (2020, 24 junio). *¿Que es un sistema solar OFF GRID?* Solartik | Energía Solar Renovable. http://solartik.com.ar/que-es-un-sistema-solar-off-grid/

Teknosolar. (2018, 3 enero). *¿Qué es y cómo funciona un Inversor solar?* TeknoSolar Community. https://www.teknosolar.com/community/index.php?p=/discussion/14/que-es-y-como-funciona-un-inversor-solar

Torres Búa, M. (2014, 30 abril). *3.1.5.- Elementos de protección.* XUNTA DE GALICIA. https://www.edu.xunta.gal/espazoAbalar/sites/espazoAbalar/files/datos/1464947843/contido/315_elementos_de_proteccin.html

Tritect Intervento. (2020, 30 septiembre). *TIPOS DE PANELES FOTOVOLTAICOS*. https://tritec-intervento.cl/tipos-de-paneles-fotovoltaicos/

UNESCO. (2009). *Resultado de la Reunión de expertos internacionales sobre el derecho humano al agua, París, 7 y 8 de julio de 2009*. UNESDOC. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000185432_spa

Unión Europea. (2016, 11 enero). *JRC Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS) - European Commission*. European Commission. https://re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/es/#MR

Ordenanza RE0063-IE-2021 de 20221[Intendencia de energía]. *Aplicación para el IV trimestre de 2021 de la "Metodología para el ajuste extraordinario de las tarifas del servicio de electricidad producto de variaciones en el costo de los combustibles*

utilizados en la generación térmica para el consumo nacional y las importaciones netas de energía eléctrica del mercado eléctrico regional,(CVG)" relacionada con el servicio de generación del ICE y el servicio de distribución y alumbrado público de todas las empresas distribuidoras. 28 de septiembre 2021. Intendencia de energía.

GLOSARIO

S.N.P.T: Sobre nivel de piso terminado.

Irradiación: La irradiación solar es la magnitud que mide la energía por unidad de área de radiación solar incidente en una superficie colocada en un lugar y rango de tiempo bien especificados.

Hora solar pico(HSP): La hora solar pico (HSP) es una unidad que mide la irradiación solar y se define como la energía por unidad de superficie que se recibiría con una hipotética irradiancia solar constante de 1000 W/m².

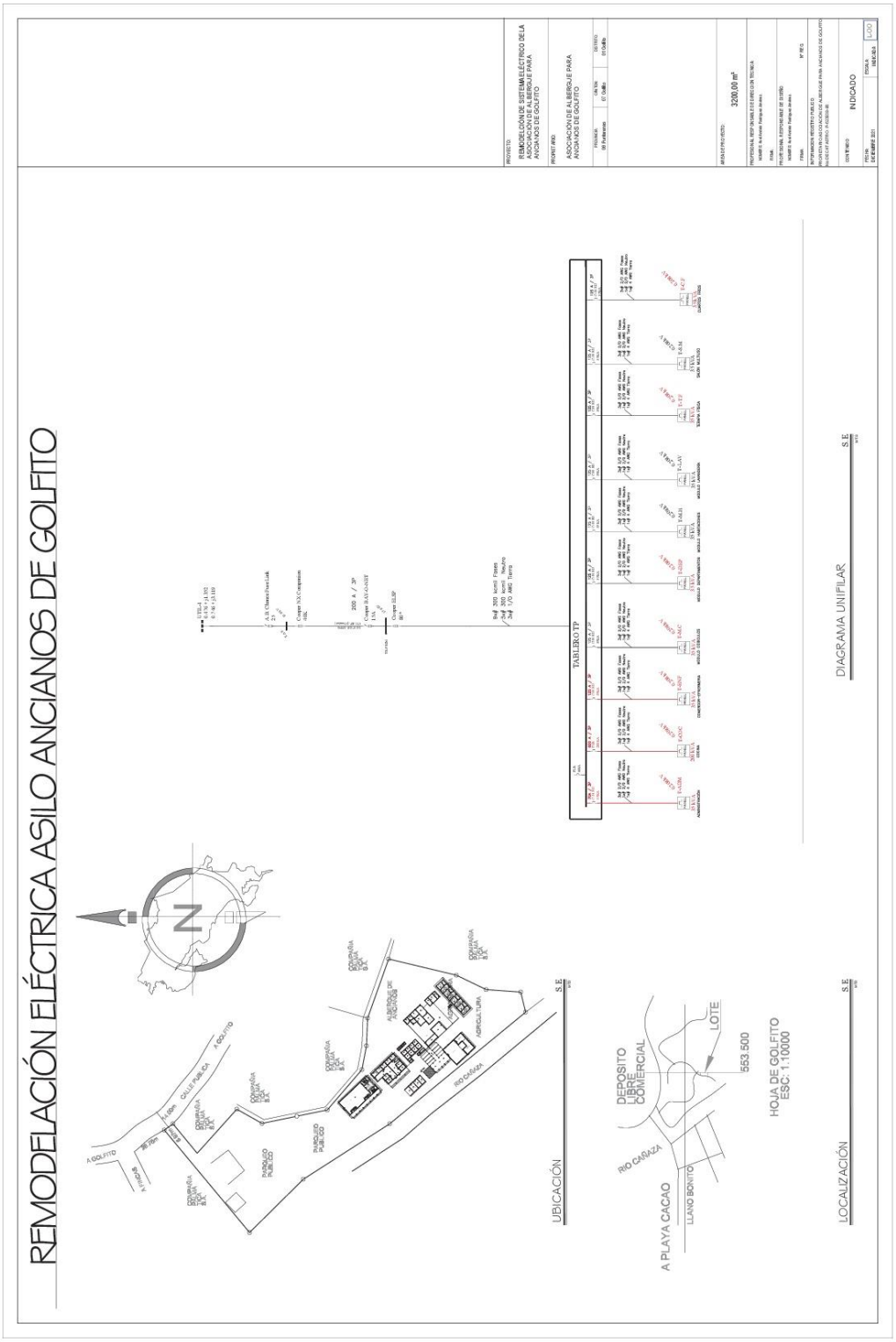
LED: El diodo emisor de luz es un dispositivo capaz de transformar la electricidad en intensidad luminosa.

SI (Sistema internacional de unidades): Es un sistema que define las magnitudes físicas fundamentales.

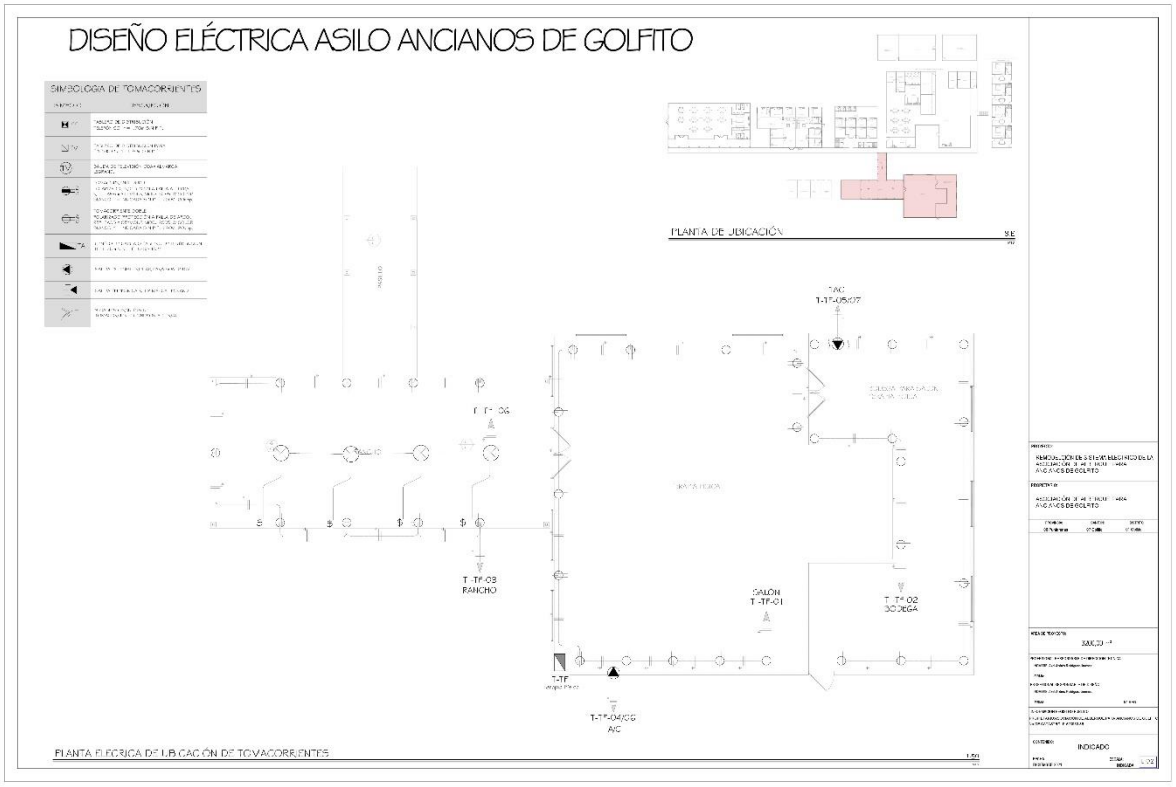
GFCI: Es un interruptor de circuito por falla de puesta a tierra.

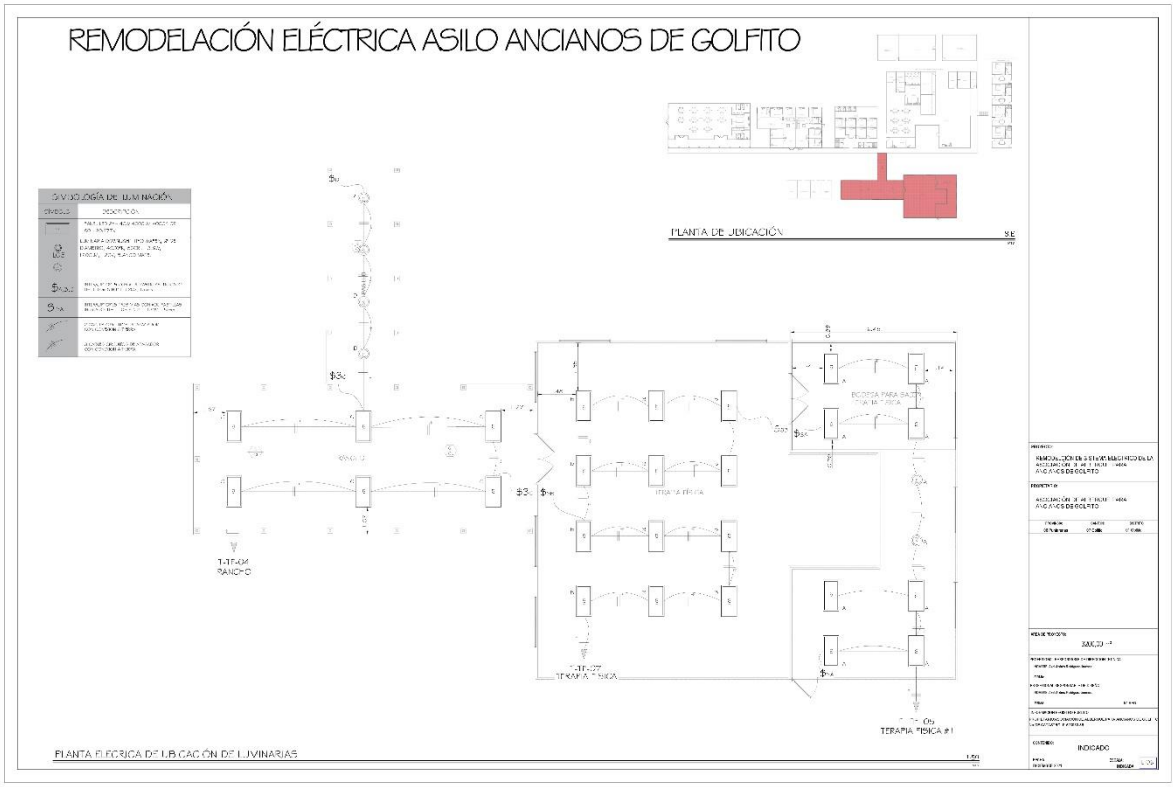
AFCI: Un interruptor de circuito por falla de arco (AFCI) es un dispositivo destinado a brindar protección contra los efectos de falla de arco, mediante el reconocimiento de las características únicas de la formación del arco y mediante su funcionamiento para des energizar el circuito cuando se detecta la falla de arco.

ANEXOS

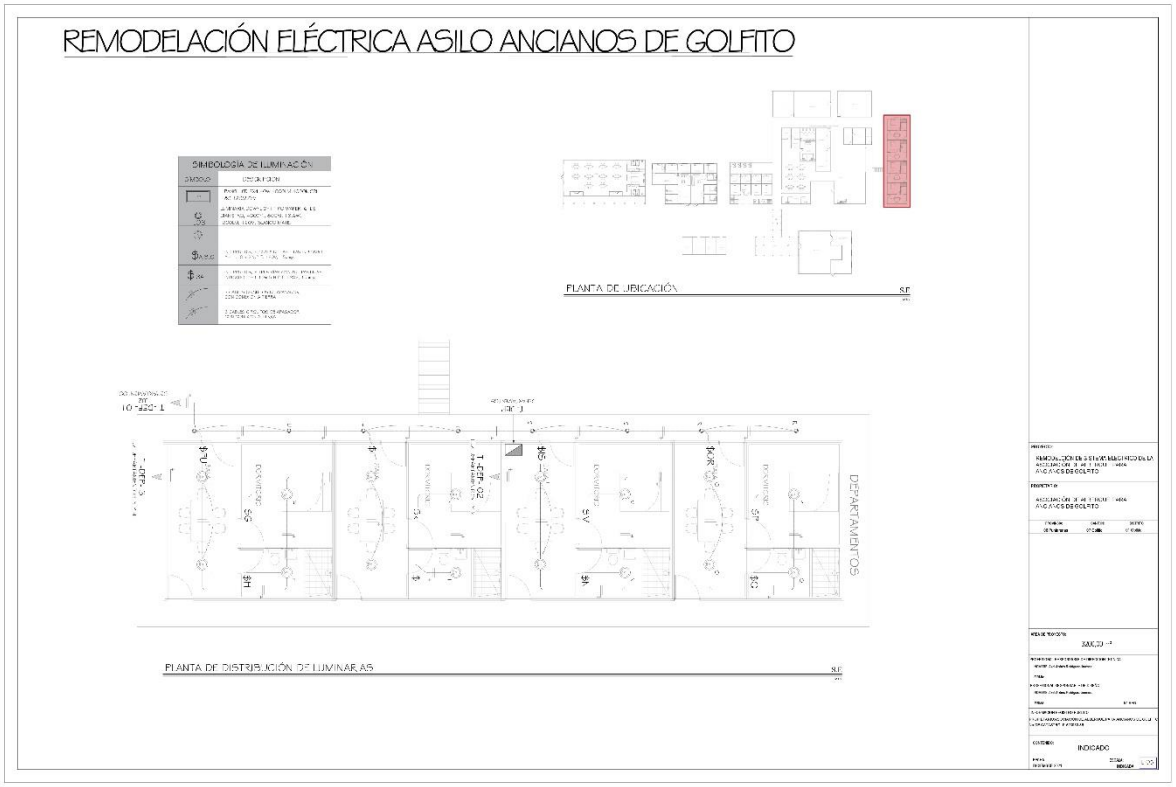

REMODELACIÓN ELÉCTRICA ASILO ANCIANOS DE GOLFITO
UBICACIÓN
LOCALIZACIÓN
DIAGRAMA UNIFILAR
TABLERO TP
DEPOSITO LIBRE COMERCIAL
LOTE
553.500
HOJA DE GOLFITO
ESC: 1:10000
RIO CAÑAZA
LLANO BONITO
A PLAYA CACAO
ASOCIACIÓN DE ALBERGUE PARA ANCIANOS DE GOLFITO
3200,00 m²
INDICADO

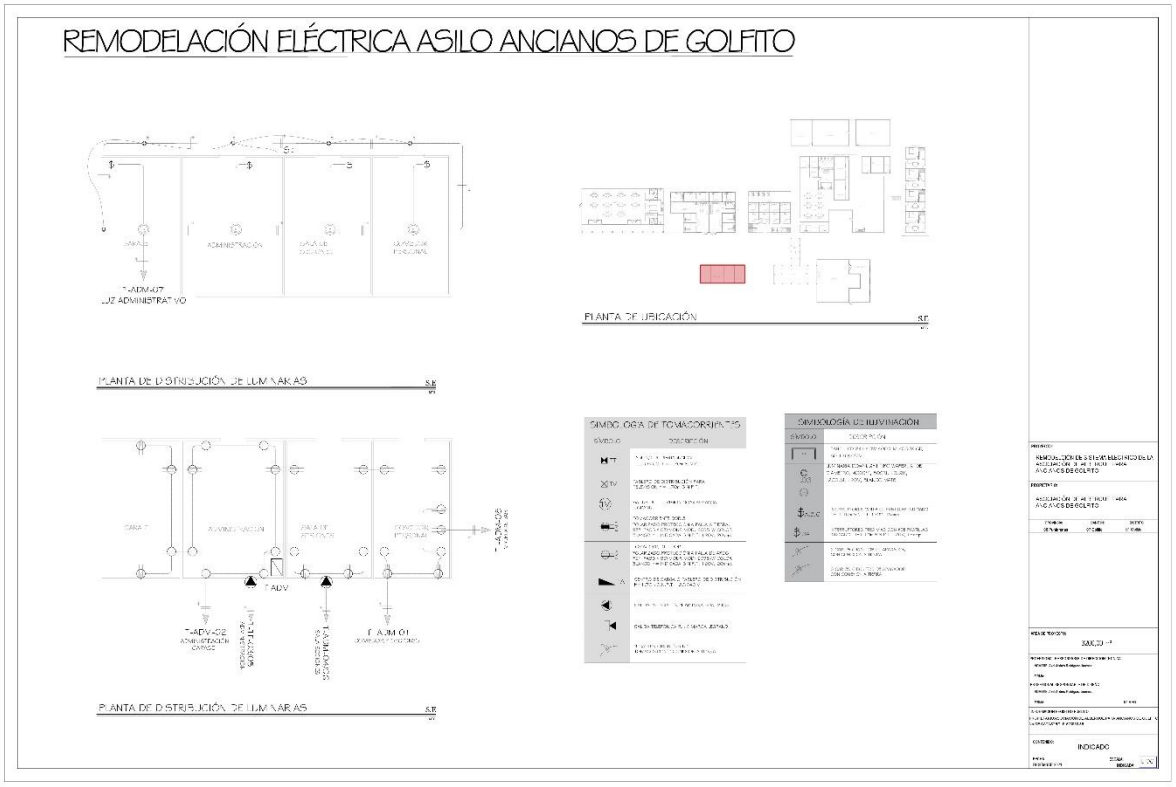
REMODELACIÓN ELÉCTRICA ASILO ANCIANOS DE GOLFITO
TABLA DE ACABADOS
Planta arquitectónica general
INDICADO

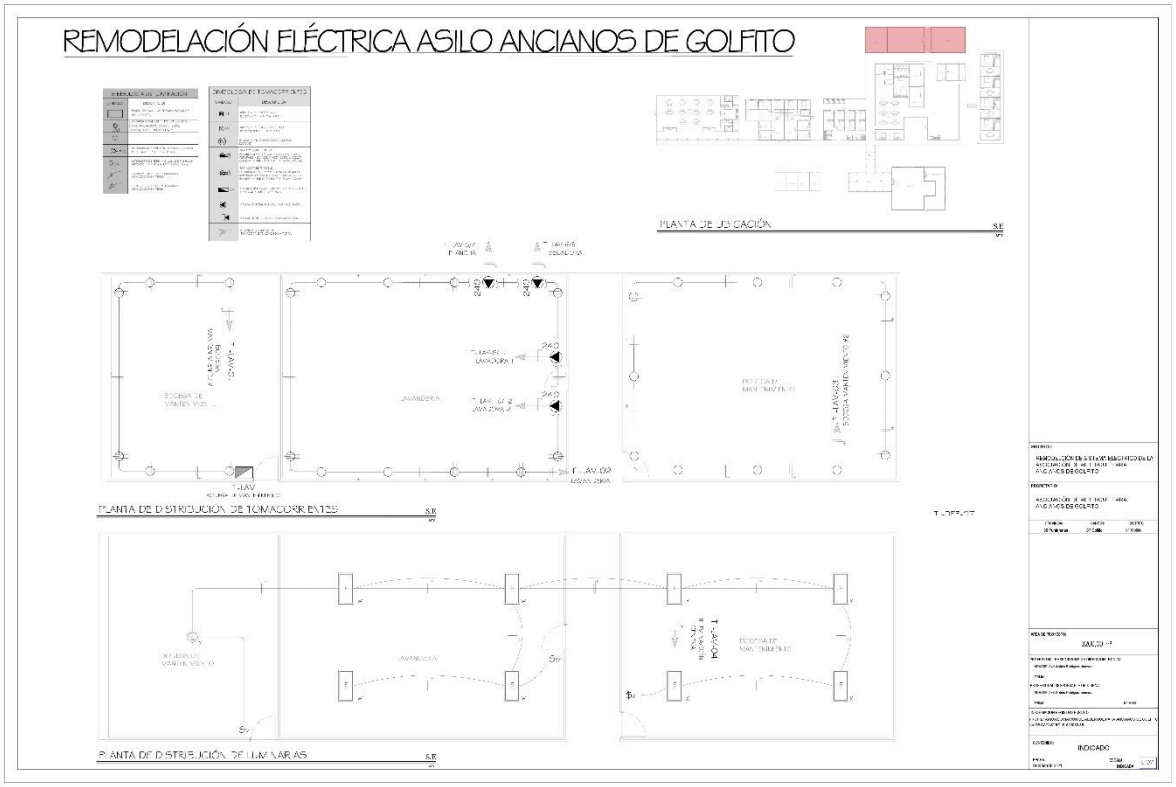

DISEÑO ELÉCTRICA ASILO ANCIANOS DE GOLFITO
SIMBOLOGÍA DE TOMACORRIENTES
PLANTA DE UBICACIÓN
T-TF-05/07
T-TF-06
T-TF-03
RANCHO
SALÓN
T-TF-01
T-TF-02
BODEGA
T-TF
T-TF-04/08
A/C
PLANTA ELÉCTRICA DE UBICACIÓN DE TOMACORRIENTES
INDICADO

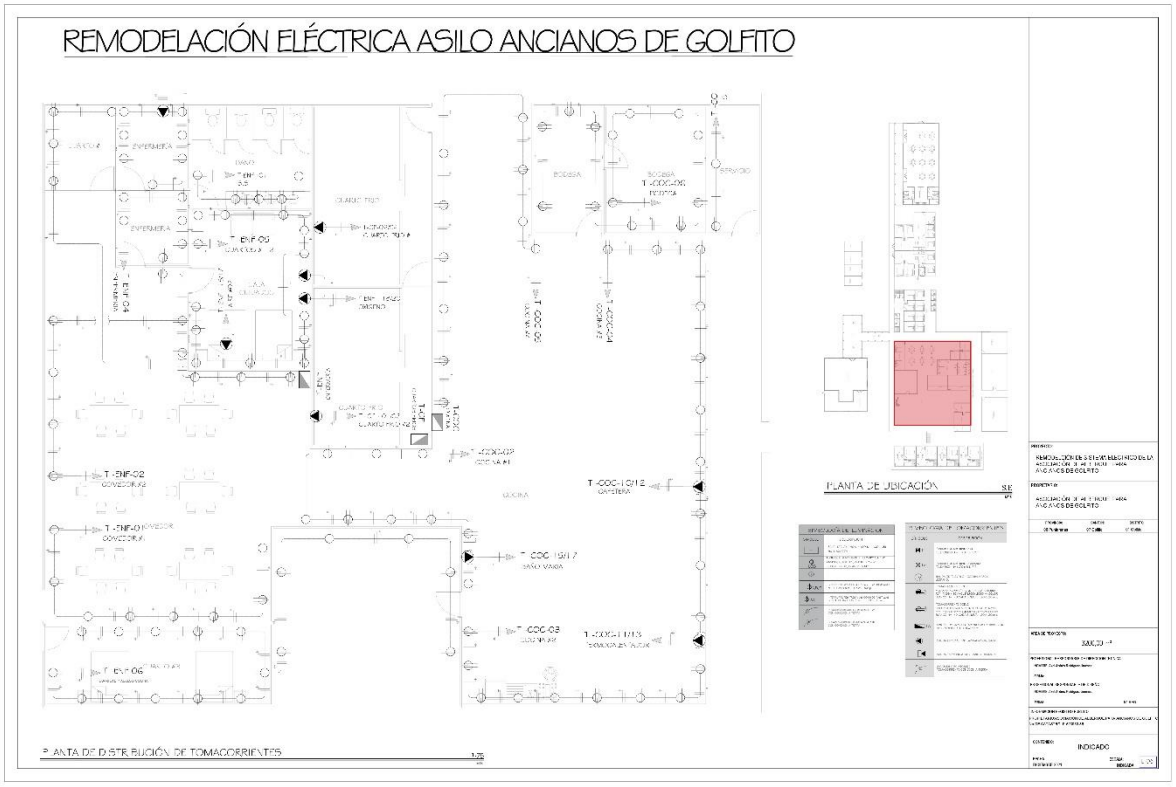

REMODELACIÓN ELÉCTRICA ASILO ANCIANOS DE GOLFITO
PLANTA DE UBICACIÓN
PLANTA ELECTRICA DE ILUMINACIÓN DE LUMINARIAS
TERAPIA FISICA #1
INDICADO

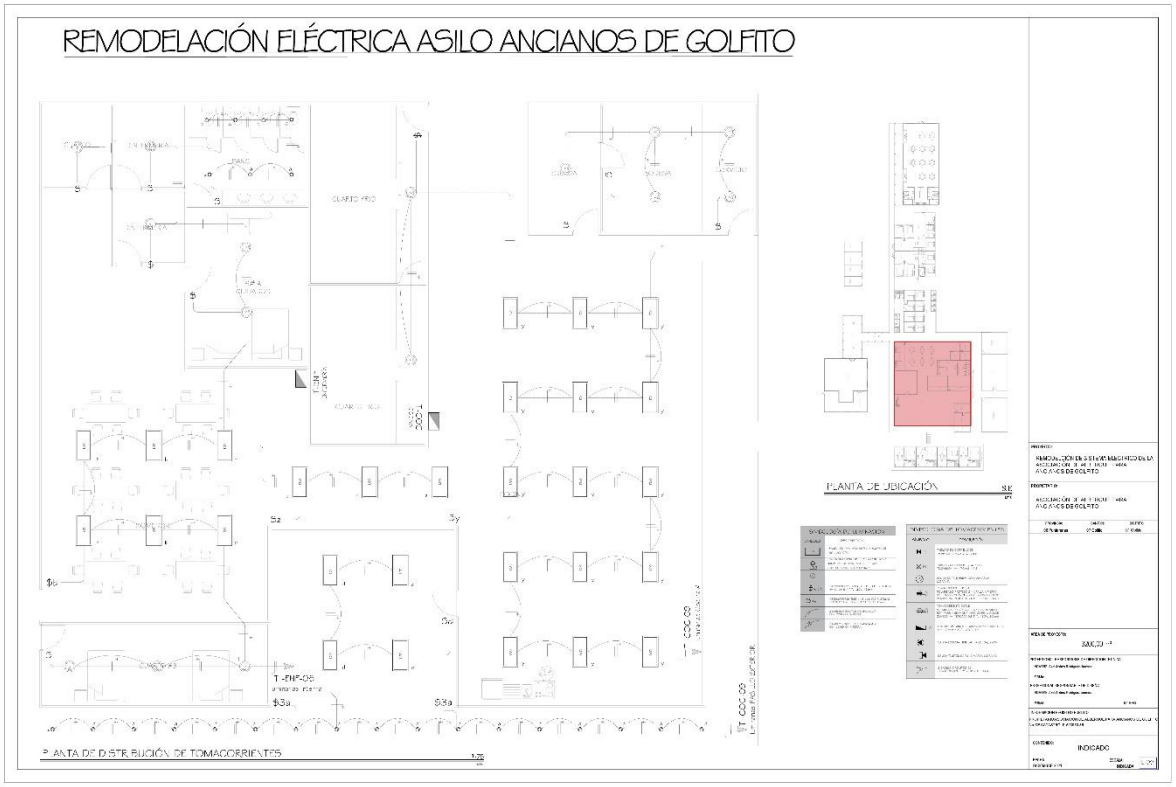
REMODELACIÓN ELÉCTRICA ASILO ANCIANOS DE GOLFITO
PLANTA DE UBICACIÓN
DEPARTAMENTOS
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES
INDICADO

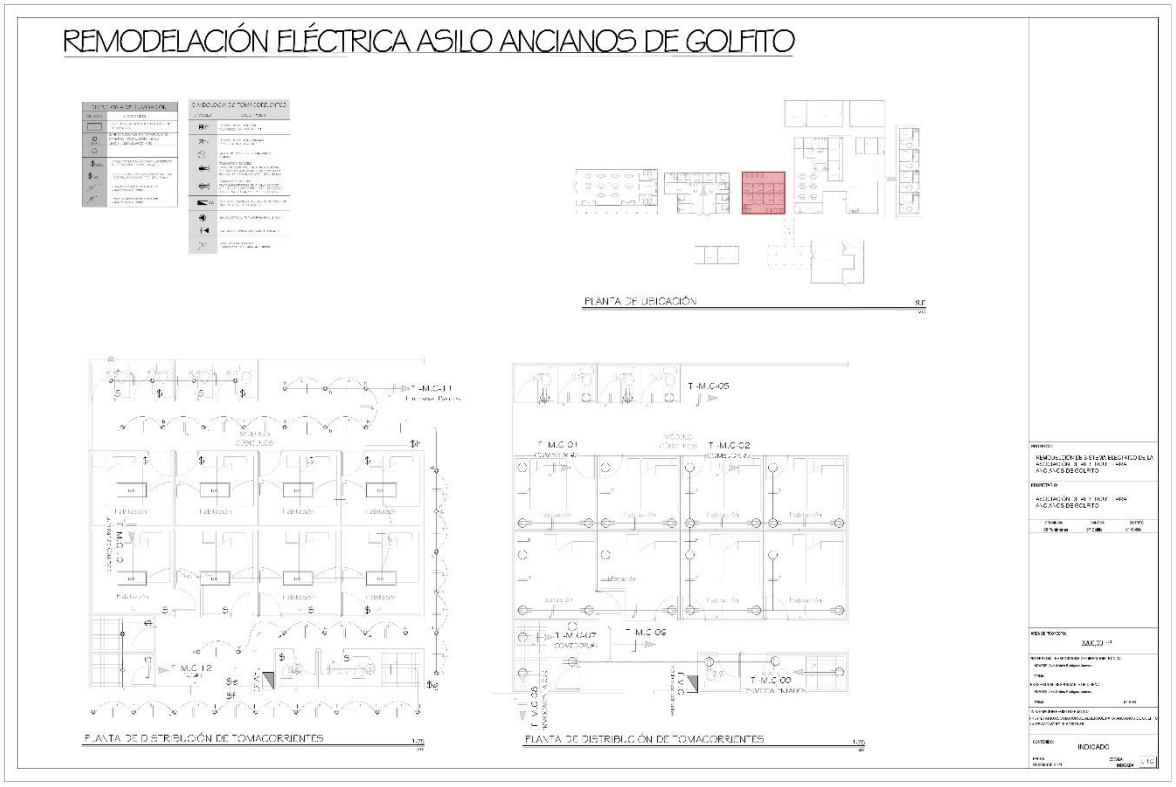

REMODELACIÓN ELÉCTRICA ASILO ANCIANOS DE GOLFITO
SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN
PLANTA DE UBICACIÓN
DEPARTAMENTOS
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS
INDICADO

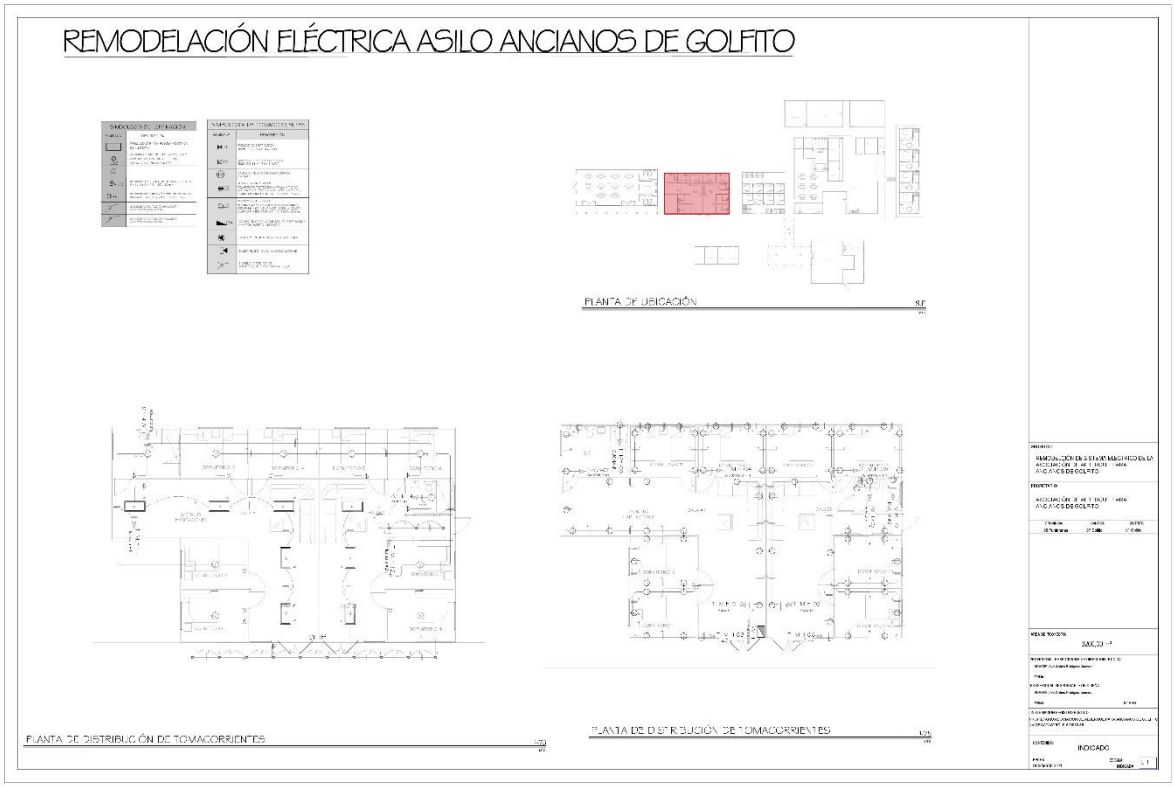

REMODELACIÓN ELÉCTRICA ASILO ANCIANOS DE GOLFITO
ADMINISTRACIÓN
T-ADM-07
LUZ ADMINISTRATIVO
PLANTA DE UBICACIÓN
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS
SIMBOLOGÍA DE TOMACORRIENTES
SIMBOLOGÍA DE ILUMINACIÓN
T-ADV
T-ADV-02
T-ALUM-01
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS
INDICADO

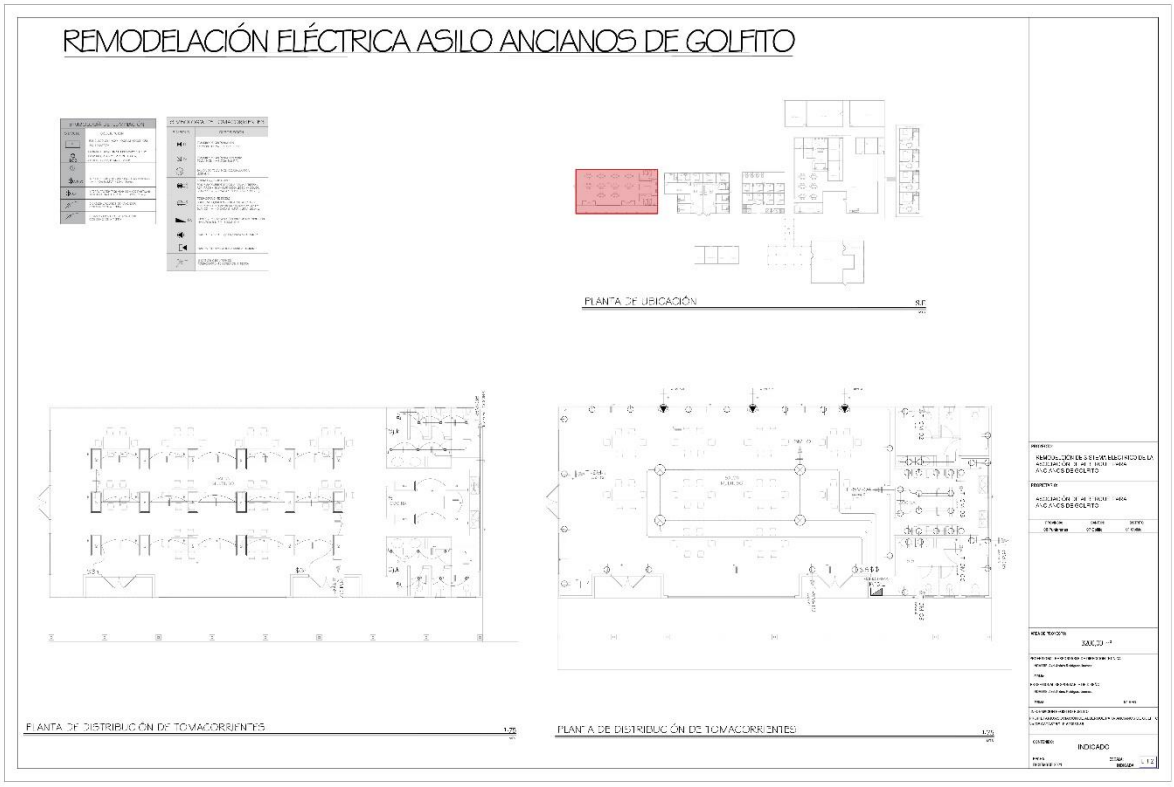

REMODELACIÓN ELÉCTRICA ASILO ANCIANOS DE GOLFITO
PLANTA DE UBICACIÓN
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE LUMINARIAS
INDICADO

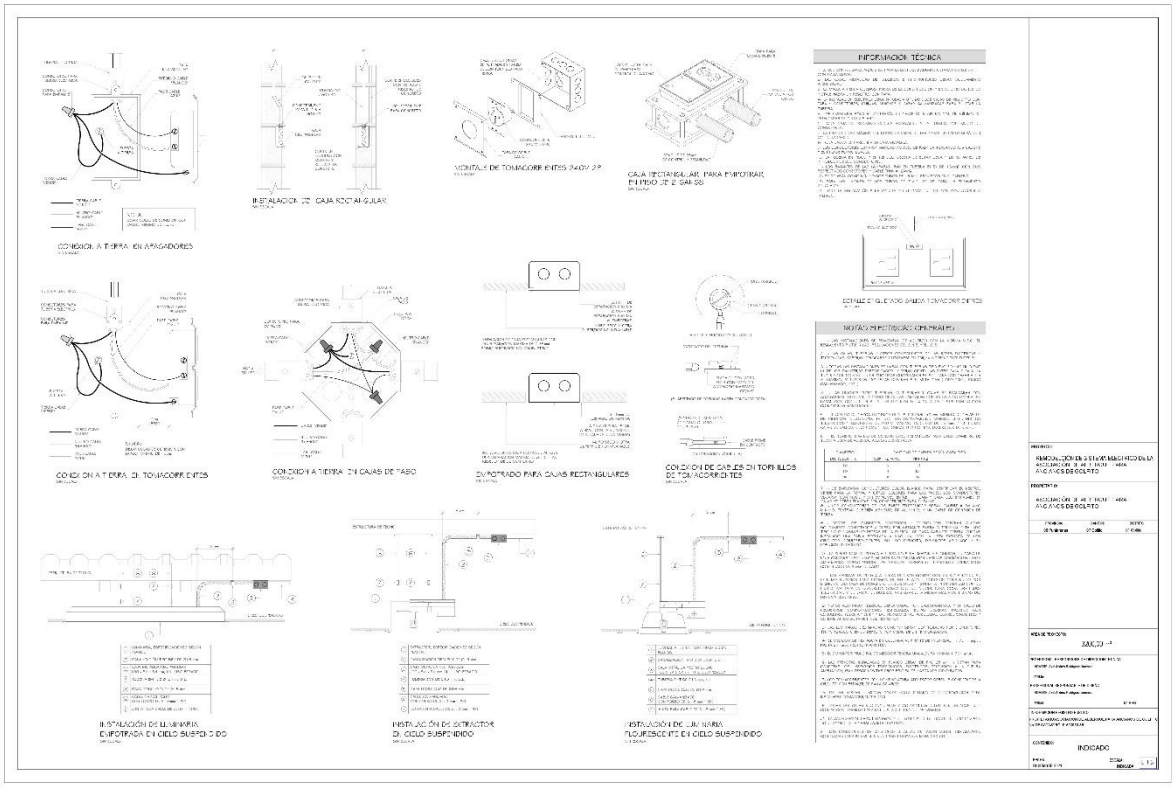

REMODELACIÓN ELÉCTRICA ASILO ANCIANOS DE GOLFITO
PLANTA DE UBICACIÓN
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES
INDICADO


REMODELACIÓN ELÉCTRICA ASILO ANCIANOS DE GOLFITO
PLANTA DE UBICACIÓN
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES
INDICADO


REMODELACIÓN ELÉCTRICA ASILO ANCIANOS DE GOLFITO
PLANTA DE UBICACIÓN
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES
INDICADO


REMODELACIÓN ELÉCTRICA ASILO ANCIANOS DE GOLFITO
PLANTA DE UBICACIÓN
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES
INDICADO


REMODELACIÓN ELÉCTRICA ASILO ANCIANOS DE GOLFITO
PLANTA DE UBICACIÓN
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES
PLANTA DE DISTRIBUCIÓN DE TOMACORRIENTES
INDICADO


CONEXIÓN A TIERRA EN APAGADORES
INSTALACIÓN DE CAJA RECTANGULAR
VENTILES DE TOMACORRIENTES 240V 2P
CAJA RECTANGULAR PARA EMPOTRAR EL PISO DE 2 GANGS
INFORMACIÓN TÉCNICA
CONEXIÓN A TIERRA EN TOMACORRIENTES
CONEXIÓN A TIERRA EN CAJAS DE PASO
EMPOTRADO PARA CAJAS RECTANGULARES
CONEXIÓN DE CABLES EN TORNILLOS DE TOMACORRIENTES
NOTAS ELÉCTRICAS GENERALES
INSTALACIÓN DE LUMINARIA EMPOTRADA EN CIELO SUSPENDIDO
INSTALACIÓN DE EXTRACTOR EN CIELO SUSPENDIDO
INSTALACIÓN DE LUMINARIA FLOURESCENTE EN CIELO SUSPENDIDO
INDICADO

Hoja Guarda