

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE TITULACIÓN POR TESIS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**“DISEÑO DE UNA VIVIENDA ECOLÓGICA MULTIFAMILIAR
CON PARÁMETROS DE SOSTENIBILIDAD EN LA CIUDAD DE
LIMA”**

TESIS
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

PRESENTADA POR

Bach. ESPINOZA LOPEZ ALDAIR

Bach. PORTOCARRERO LÓPEZ ROISER

ASESOR: DR. SUELDO MESONES JAIME PÍO

LIMA - PERÚ

2021

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a mi madre por todo lo que me brindó estando en vida y ahora desde el cielo debe estar feliz por mis logros profesionales, a mi padre por su apoyo y buenos deseos hacia mi persona, a mis hermanos por sus respaldos incondicionales durante mi etapa universitaria, a mi acompañante de vida y a mi hijo.
Aldair Espinoza Lopez

Esta tesis está dedicada a todos mis seres queridos; gracias por todo lo que me brindaron en mi etapa universitaria, sino fuera por ustedes no hubiese logrado mi objetivo principal de mi etapa universitaria el cual fue obtener el título de ingeniero civil.
Roiser Portocarrero Lopez

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestra alma mater por una excelente enseñanza durante nuestra etapa universitaria. También tenemos un agradecimiento profundo por nuestro asesor Dr. Jaime Pio Sueldo Mesones ya que por su enseñanza esquematizada y práctica pudimos concretar nuestra tesis. También agradecemos al ingeniero Northon de la Cruz por sus enseñanzas previas al dimensionamiento de una estructura. Por último, un agradecimiento a nuestra profesora de metodología Marianella Zeña Sencio por sus clases magistrales en el curso de titulación.

Aldair Espinoza y Roiser Portocarrero

ÍNDICE GENERAL

| | |
|--|-----------|
| RESUMEN | i |
| ABSTRACT..... | ii |
| INTRODUCCIÓN | iii |
| CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 1 |
| 1.1 Formulación y delimitación del problema | 1 |
| 1.1.1 Problema General | 17 |
| 1.1.2 Problema Específico | 17 |
| 1.2 Objetivos General y Específico..... | 18 |
| 1.2.1 Objetivo General | 18 |
| 1.2.2 Objetivo Específico | 18 |
| 1.3 Delimitación de la Investigación: Temporal, Espacial y Temática..... | 18 |
| 1.3.1 Delimitación Temporal..... | 18 |
| 1.3.2 Delimitación Espacial..... | 18 |
| 1.3.3 Delimitación Temática..... | 19 |
| 1.4 Importancia y justificación del estudio de investigación..... | 19 |
| 1.4.1 Importancia | 19 |
| 1.4.2 Justificación Ambiental | 19 |
| 1.4.3 Justificación Académica | 19 |
| 1.4.4 Limitación del estudio | 19 |
| CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO | 20 |
| 2.1 Antecedentes del estudio de investigación | 20 |
| 2.1.1 Antecedentes Internacionales..... | 20 |
| 2.1.2 Antecedentes Nacionales | 23 |
| 2.2 Bases Teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio | 25 |
| 2.2.1 Vivienda..... | 25 |
| 2.2.2 Sostenibilidad Ambiental..... | 49 |
| 2.2.3 Eficiencia Hídrica | 62 |
| 2.2.4 Eficiencia Energética | 65 |
| 2.3 Definición de términos básicos | 67 |
| CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO | 69 |
| 3.1 Tipo y método de investigación | 69 |
| 3.1.1 Tipo..... | 69 |

| | |
|---|------------|
| 3.1.2 Nivel | 69 |
| 3.1.3 Enfoque..... | 69 |
| 3.2 Diseño de la investigación | 69 |
| 3.3 Población y muestra..... | 70 |
| 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos | 70 |
| 3.4.1 Tipos y técnica de instrumentos | 70 |
| 3.4.2 Criterio de validez y confiabilidad de los instrumentos | 70 |
| 3.4.3 Procedimiento para la recolección de datos | 70 |
| 3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos | 71 |
| CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADO..... | 72 |
| 4.1 Descripción del proyecto | 72 |
| 4.2 Desarrollo del Proyecto. | 76 |
| 4.3 Discusión de Resultados | 152 |
| CONCLUSIONES..... | 153 |
| RECOMENDACIONES | 156 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 157 |
| ANEXOS..... | 164 |
| Anexo 1: Matriz de Consistencia | 165 |
| Anexo 2: Plano de Arquitectura del primer nivel. | 167 |
| Anexo 3: Plano de Arquitectura del segundo nivel..... | 168 |
| Anexo 4: Plano de Arquitectura del tercer nivel..... | 169 |
| Anexo 5: Plano de Estructuras..... | 170 |
| Anexo 6: Plano de Instalaciones Eléctricas. | 171 |
| Anexo 7: Abastecimiento de Agua potable del primer nivel..... | 172 |
| Anexo 8: Abastecimiento de Agua potable del segundo nivel. | 173 |
| Anexo 9: Abastecimiento de Agua potable del tercer nivel. | 174 |
| Anexo 10: Tratamiento de aguas grises..... | 175 |
| Anexo 11: Presupuestos..... | 171 |
| Anexo 12: Cálculo de la potencia de la bomba..... | 171 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Fuentes Contaminantes según Departamentos..... | 9 |
| Tabla 2: Censo Poblacional | 10 |
| Tabla 3: Consumo de agua potable en Lima Metropolitana por sectores, 1995 – 2018 | 13 |
| Tabla 4: Consumo total de agua potable en Lima Metropolitana, según centro de servicio y distrito, 2009-2017 (Miles de metros cúbicos). | 14 |
| Tabla 5: Tipos de Edificación | 25 |
| Tabla 6: Requerimientos de Potencia instalada | 27 |
| Tabla 7: Cargas Eléctricas | 28 |
| Tabla 8: Caída de Tensión | 28 |
| Tabla 9: Sección nominal del alimentador según su intensidad. | 28 |
| Tabla 10: Capacidad Máxima de los conductores..... | 29 |
| Tabla 11: Dotación del agua | 30 |
| Tabla 12: Tubería de Impulsión | 30 |
| Tabla 13: Tubería con relación a velocidades..... | 31 |
| Tabla 14: Número de puntos de exploración dependiendo de la infraestructura..... | 32 |
| Tabla 15: Condiciones del suelo en estudio | 33 |
| Tabla 16: Estimación de cargas | 38 |
| Tabla 17: Valores de Reducción de Resistencia | 41 |
| Tabla 18: Valores de las zonas Sísmicas en el Perú..... | 42 |
| Tabla 19: Factores de Suelos (z) | 43 |
| Tabla 20: Periodo de la estructura..... | 43 |
| Tabla 21: Factor U de acuerdo con el tipo de construcción. | 44 |
| Tabla 22: Coeficiente de Reducción | 44 |
| Tabla 23: Irregularidad Estructural Ia | 44 |
| Tabla 24: Irregularidad Estructural Ip | 45 |
| Tabla 25: Derivas de la estructura..... | 47 |
| Tabla 26: Sismos según departamentos con magnitud mayor o igual a 5 grados..... | 47 |
| Tabla 27: Destrucción de vivienda por efecto de un evento natural | 48 |
| Tabla 28: Cargas vivas por tipo de infraestructura | 49 |
| Tabla 29: Promedio mensual de partículas inferiores a 10 ug/m3 | 55 |
| Tabla 30: Indicadores de puntaje | 56 |
| Tabla 31: Disponibilidad hídrica a nivel nacional (hectómetros cúbicos) | 62 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 32: Producción per cápita de agua potable según tamaño de empresa prestadora de servicio de saneamiento, 2013-2018 (litros/habitante/día) | 63 |
| Tabla 33: Características físicas de los tipos de focos | 67 |
| Tabla 34: Presión admisible del suelo | 73 |
| Tabla 35: Datos de la estructura..... | 78 |
| Tabla 36: Dimensionamiento de la columna | 78 |
| Tabla 37: Periodo de la estructura usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 94 |
| Tabla 38: Masa por piso usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 95 |
| Tabla 39: Peso de la estructura usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 95 |
| Tabla 40: Cortante Basal Estático usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 95 |
| Tabla 41: Cortante Basal Estática y Dinámica usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 100 |
| Tabla 42: Porcentaje Modal usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 102 |
| Tabla 43: Desplazamiento de la estructura por el Sismo Dinámico “x” usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 102 |
| Tabla 44: Figura 37: Desplazamiento de la estructura por el Sismo Dinámico “y” usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 102 |
| Tabla 45: Desplazamiento de la estructura por el Sismo Dinámico “x” corregido usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 103 |
| Tabla 46: Desplazamiento de la estructura por el Sismo Dinámico “y” corregido usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 103 |
| Tabla 47: Diseño de zapata..... | 104 |
| Tabla 48: Diseño por punzonamiento. | 104 |
| Tabla 49: Diseño por cortante..... | 104 |
| Tabla 50: Diseño por flexión. | 105 |
| Tabla 51: Cálculo del acero. | 105 |
| Tabla 52: Cálculo del acero de la columna..... | 107 |
| Tabla 53: Diseño de la viga. | 108 |
| Tabla 54: Criterios de Potencia Instalada | 108 |
| Tabla 55: Cargas Eléctricas | 109 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 56: Sección nominal del alimentador según su intensidad. | 109 |
| Tabla 57: Capacidad Máxima de los conductores..... | 110 |
| Tabla 58: Áreas de la infraestructura. | 111 |
| Tabla 59: Tipos de cargas. | 111 |
| Tabla 60: Cuadro de carga por departamento. | 111 |
| Tabla 61: Máxima Demanda..... | 112 |
| Tabla 62: Valores | 112 |
| Tabla 63: Datos de la fórmula de caída de tensión | 113 |
| Tabla 64: Conductor del alumbrado | 113 |
| Tabla 65: Conductor del tomacorriente | 114 |
| Tabla 66: Conductor del calentador eléctrico. | 114 |
| Tabla 67: Conductor de la cocina eléctrica..... | 115 |
| Tabla 68: Conductor del equipo de calefacción..... | 115 |
| Tabla 69: Conductor del horno microondas. | 116 |
| Tabla 70: Conductor alimentador de la lavadora. | 116 |
| Tabla 71: Conductor de la iluminación exterior | 117 |
| Tabla 72: Cuadro de carga por departamento | 117 |
| Tabla 73: Máxima Demanda..... | 118 |
| Tabla 74: Valores | 118 |
| Tabla 75: Datos de la fórmula de caída de tensión | 119 |
| Tabla 76: Conductor del alumbrado..... | 119 |
| Tabla 77: Conductor del tomacorriente | 120 |
| Tabla 78: Conductor del calentador eléctrico. | 120 |
| Tabla 79: Conductor de la cocina eléctrica..... | 121 |
| Tabla 80: Conductor del equipo de calefacción..... | 122 |
| Tabla 81: Conductor del horno microondas. | 122 |
| Tabla 82: Conductor alimentador de la lavadora. | 123 |
| Tabla 83: Conductor de la iluminación exterior | 123 |
| Tabla 84: Cuadro de carga por departamento. | 124 |
| Tabla 85: Máxima Demanda..... | 125 |
| Tabla 86: Valores | 125 |
| Tabla 87: Datos de la fórmula de caída de tensión | 125 |
| Tabla 88: Conductor del alumbrado..... | 126 |
| Tabla 89: Conductor del tomacorriente | 126 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 90: Conductor del calentador eléctrico. | 127 |
| Tabla 91: Conductor de la cocina eléctrica..... | 127 |
| Tabla 92: Conductor del equipo de calefacción..... | 128 |
| Tabla 93: Conductor del horno microondas. | 128 |
| Tabla 94: Conductor alimentador de la lavadora. | 129 |
| Tabla 95: Conductor de la iluminación exterior | 129 |
| Tabla 96: Cuadro de carga de la bomba | 130 |
| Tabla 97: Máxima Demanda..... | 130 |
| Tabla 98: Cuadro de temperatura promedio anual..... | 131 |
| Tabla 99: Hora Solar Pico..... | 134 |
| Tabla 100: Cantidad de paneles solares..... | 136 |
| Tabla 101: Características de un panel solar obtenido de la empresa Auto Solar Energía del Perú. | 137 |
| Tabla 102: Características físicas de los tipos de focos | 138 |
| Tabla 103: Dotación del agua fría según el número de dormitorio..... | 138 |
| Tabla 104: Cálculo de la dotación diaria de agua fría | 139 |
| Tabla 105: Dotación diaria del agua caliente..... | 139 |
| Tabla 106: Cálculo diario de agua caliente..... | 139 |
| Tabla 107: Elementos de la distribución del agua potable. | 139 |
| Tabla 108: Volumen en litros | 140 |
| Tabla 109: Tubería de Impulsión | 140 |
| Tabla 110: Presupuesto de los paneles solares y tratamiento de aguas grises | 151 |
| Tabla 111: Dimensiones de los elementos estructurales | 154 |
| Tabla 112: Parámetros sísmicos..... | 154 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura N° 1: Generación de electricidad en el año 2020 en España. | 2 |
| Figura N° 2: Emisiones de gases por efecto Invernadero por sector..... | 2 |
| Figura N° 3: Emisiones de CO ₂ debido al consumo de energía a nivel mundial..... | 3 |
| Figura N° 4: Emisiones de CO ₂ per cápita..... | 3 |
| Figura N° 5: Consumo de electricidad per cápita..... | 4 |
| Figura N° 6: Emisiones de CO ₂ por diferentes sectores..... | 4 |
| Figura N° 7: Producción de electricidad según recurso energético en el mes de diciembre del año 2020..... | 5 |
| Figura N° 8: Construcción informal..... | 6 |
| Figura N° 9: Distritos de Lima Metropolitana..... | 7 |
| Figura N° 10: Mapa sísmico..... | 8 |
| Figura N° 11: Tipos de edificaciones certificadas en España..... | 11 |
| Figura N° 12: Tres Cantos..... | 12 |
| Figura N° 13: Evolución de la certificación LEED en España..... | 12 |
| Figura N° 14: Producción de agua potable en millones de m ³ | 13 |
| Figura N° 15: Residencial Osa..... | 16 |
| Figura N° 16: Hotel Westin..... | 16 |
| Figura N° 17: Universidad UTEC..... | 17 |
| Figura N° 18: Ubicación del proyecto..... | 18 |
| Figura N° 19: Vivienda Ecológica..... | 26 |
| Figura N° 20: Suelo Gravoso..... | 34 |
| Figura N° 21: Suelo arenoso..... | 34 |
| Figura N° 22: Suelo Arcilloso..... | 34 |
| Figura N° 23: Suelo Limoso..... | 35 |
| Figura N° 24: Simbología del Suelo..... | 35 |
| Figura N° 25: Losa..... | 37 |
| Figura N° 26: Viga..... | 37 |
| Figura N° 27: Columna extraída del programa ETABS 2019..... | 38 |
| Figura N° 28: Esquema en planta extraído del programa ETABS 2019..... | 39 |
| Figura N° 29: Zonas Sísmicas..... | 42 |
| Figura N° 30: Sostenibilidad Ambiental..... | 50 |
| Figura N° 31: Objetivo de Desarrollo Sostenible según CEPAL..... | 51 |
| Figura N° 32: One Angel Square..... | 52 |

| | |
|---|----|
| Figura N° 33: Certificaciones LEED en el Perú | 53 |
| Figura N° 34: Porcentaje de Certificación LEED en la región de Lima. | 53 |
| Figura N° 35: Certificación LEED en el Perú según su tipología..... | 53 |
| Figura N° 36: Energía Eólica | 59 |
| Figura N° 37: Energía Hidráulica..... | 60 |
| Figura N° 38: Energía Solar | 62 |
| Figura N° 39: Tratamiento de aguas grises | 64 |
| Figura N° 40: Ingreso de la luz natural en una edificación..... | 65 |
| Figura N° 41: Sistema de paneles solares de una vivienda..... | 66 |
| Figura N° 42: Instalación aislada a la red | 66 |
| Figura N° 43: Ubicación del Google Earth con la finalidad de obtener la ubicación del proyecto. | 72 |
| Figura N° 44: Diseño Arquitectónico del primer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un propio diseño | 73 |
| Figura N° 45: Diseño Arquitectónico del segundo nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un propio diseño..... | 74 |
| Figura N° 46: Diseño Arquitectónico del tercer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un propio diseño. | 74 |
| Figura N° 47: Elevaciones de la estructura usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio..... | 75 |
| Figura N° 48: Plano en planta de vigas y columnas usando el programa AutoCAD 2020 para elaborar un diseño propio..... | 75 |
| Figura N° 49: Plano de estructuras usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio..... | 76 |
| Figura N° 50: Predimensionamiento usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 76 |
| Figura N° 51: Estructuración usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 77 |
| Figura N° 52: Resistencia del concreto usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 79 |
| Figura N° 53: Fluencia del acero usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 79 |
| Figura N° 54: Creación de la columna usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 80 |

| | |
|---|----|
| Figura N° 55: Creación de la viga principal usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 80 |
| Figura N° 56: Creación de la viga chata usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 81 |
| Figura N° 57: Creación de la losa usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio | 81 |
| Figura N° 58: Dibujo en planta de la infraestructura usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 82 |
| Figura N° 59: Dibujo en 3D de la infraestructura ubicada en el distrito de Chorrillos usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 82 |
| Figura N° 60: Creación de los 3 diafragmas usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 83 |
| Figura N° 61: Comando diafragma de la primera planta usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio | 83 |
| Figura N° 62: Comando diafragma de la segunda planta usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 84 |
| Figura N° 63: Comando diafragma de la tercera planta usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 84 |
| Figura N° 64: Cargas usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 85 |
| Figura N° 65: Excentricidades según la norma N.T.P E.030 usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 85 |
| Figura N° 66: Excentricidades en el eje y según la norma N.T.P E.030 usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 86 |
| Figura N° 67: Masa de la estructura usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 87 |
| Figura N° 68: Espectro usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 87 |
| Figura N° 69: Peso que va en el paño del último nivel usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 88 |
| Figura N° 70: Vista en planta de la carga del tercer nivel usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 88 |
| Figura N° 71: Valor de la carga muerta tanto para el primer y segundo nivel usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 89 |
| Figura N° 72: Vista en planta de la carga muerta usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 89 |

| | |
|---|-----|
| Figura N° 73: Valor de la carga viva tanto para el primer y segundo nivel usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 90 |
| Figura N° 74: Vista en planta de la carga viva tanto para el primer y segundo nivel usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 90 |
| Figura N° 75: Valor de la carga muerta del parapeto en el tercer nivel usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 91 |
| Figura N° 76: Vista en planta del valor de la carga muerta en el último nivel usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 91 |
| Figura N° 77: Empotramiento en la base usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 92 |
| Figura N° 78: Base empotrada usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio | 92 |
| Figura N° 79: Comando de repartición de cargas usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 93 |
| Figura N° 80: Comando de brazo rígido usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 93 |
| Figura N° 81: Modelo 3D usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 94 |
| Figura N° 82: Carga Live 1 usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. . | 96 |
| Figura N° 83: Carga Live 2 usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. . | 96 |
| Figura N° 84: Sismo Dinámico en el eje “x” usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 97 |
| Figura N° 85: Sismo Dinámico en el eje “y” usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 98 |
| Figura N° 86: Análisis Modal usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio | 99 |
| Figura N° 87: Load Case usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio. | 99 |
| Figura N° 88: Combinación de cargas usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 100 |
| Figura N° 89: Cortante basal en el eje “x” de la columna usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 101 |
| Figura N° 90: Cortante basal en el eje “y” de la columna usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 101 |
| Figura N° 91: Diagrama de Iteración de la columna del eje 2 con C D usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 106 |

| | |
|--|-----|
| Figura N° 92: Diagrama de Iteración de la columna en 3D del eje 2 con C D usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 106 |
| Figura N° 93: Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector de la viga usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio..... | 107 |
| Figura N° 94: Plano del Sistema de Alumbrado usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio..... | 130 |
| Figura N° 95: Plano del sistema de Tomacorriente usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio. | 131 |
| Figura N° 96: Ubicación del proyecto usando el buscador maps coordinates..... | 132 |
| Figura N° 97: Datos Mensuales de Irradiación en el año 2015 obtenido del programa PVGIS para un diseño propio de un sistema fotovoltaico..... | 133 |
| Figura N° 98: Mapa de Recurso obtenido de Solargis desde 1999 a 2018..... | 135 |
| Figura N° 99: Batería Gel de 12 v con un amperaje 300 amperio por hora obtenido de la empresa Auto Solar Energía del Perú..... | 137 |
| Figura N° 100: Inversor Cargador 5000W obtenido de Auto Solar Energía del Perú. . | 138 |
| Figura N° 101: Distribución del agua potable..... | 141 |
| Figura N° 102: Diseño del plano de agua potable del primer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio..... | 141 |
| Figura N° 103: Detalle de la instalación de agua potable del primer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio..... | 142 |
| Figura N° 104: Diseño del plano de desagüe del primer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio..... | 143 |
| Figura N° 105: Diseño del plano de agua potable del segundo nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio..... | 143 |
| Figura N° 106: Detalle de la instalación de agua potable del segundo nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio..... | 144 |
| Figura N° 107: Diseño del plano de desagüe del segundo nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio..... | 144 |
| Figura N° 108: Diseño del plano de agua potable del tercer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio..... | 145 |
| Figura N° 109: Detalle de la instalación de agua potable del segundo nivel usando el programa AutoCAD 2020 para elaborar un diseño propio..... | 146 |
| Figura N° 110: Diseño del plano de desagüe del segundo nivel utilizando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio..... | 147 |

| | |
|--|-----|
| Figura N° 111: Consumo de agua según su uso obtenido de la herramienta iAgua para establecer un diseño propio de aguas grises en la vivienda. | 147 |
| Figura N° 112: Reciclaje de agua en el primer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para proponer un diseño propio. | 149 |
| Figura N° 113: Reciclaje de agua en el segundo nivel usando el programa AutoCAD 2020 para proponer un diseño propio | 149 |
| Figura N° 114: Reciclaje de agua en el tercer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para proponer un diseño propio. | 150 |
| Figura N° 115: Grifo de bajo flujo | 151 |

RESUMEN

El Perú es un país con alta vulnerabilidad sísmica por ende se tuvo que diseñar la vivienda tomando en cuenta las normas estipuladas por el sector de la construcción las cuales son las siguientes: Norma Técnica Peruana E.020, Norma Técnica Peruana E.030, Norma Técnica Peruana E.050, Norma Técnica Peruana E.060. Se evaluaron todos los parámetros que se establecen en las normas antes mencionadas, en consecuencia, se alcanzó un diseño por excelencia. Además, se profundizó en el desarrollo sísmico de la vivienda con la finalidad de que dicha infraestructura no presente daños severos frente a un evento natural, es decir no colapse. A nivel mundial, ya se han ejecutado proyectos tomando en cuenta los criterios sostenibles, es decir se profundizó ya en el tema medio ambiental ejecutando tecnología para 50 años, en consecuencia, se redujo el impacto ambiental en porcentajes positivos con respecto a una vivienda tradicional; ya en el Perú se han ejecutado proyectos con parámetros sostenibles como es el caso del Hotel Westin y otras infraestructuras. El presente estudio tuvo como propósito diseñar una vivienda multifamiliar ecológica aplicando parámetros de sostenibilidad. Los parámetros sostenibles que se utilizaron en este proyecto son la ejecución de paneles solares para abastecer la energía eléctrica en la vivienda multifamiliar, también se aplicó el tratamiento de aguas grises en la vivienda para reusar este recurso en algún espacio de la vivienda determinado resaltando el ahorro del agua. Para ejecutar el diseño de paneles solares se tuvo que evaluar la irradiación solar de la zona de estudio la cual se obtuvo del programa PVGIS y para la estimación de cantidad de uso de agua potable por espacio en una vivienda se utilizó los estudios que han realizado Aquanet para poder interpretar un ahorro de este recurso. En el desarrollo del proyecto, la infraestructura fue evaluada por el software ETABS 2019 para analizar su desempeño sísmico y los resultados obtenidos se compararon con la Norma Técnica Peruana E.030; además se realizaron cálculos para poder establecer la cantidad de paneles solares que se necesitan para abastecer de electricidad a la vivienda y el tipo de baterías e inversores a utilizar con la finalidad de alcanzar una eficiencia energética; con respecto al sistema de reciclaje de agua se utilizó el tratamiento de aguas grises estimando un ahorro de agua alcanzando una eficiencia hídrica.

Palabras claves: Diseño sísmico, sostenibilidad, eficiencia energética, eficiencia hídrica.

ABSTRACT

Peru is a country with high seismic vulnerability; therefore, housing has to be designed taking into account the standards stipulated by the construction sector, which are Peruvian Technical Standard E.020, Peruvian Technical Standard E.030, Peruvian Technical Standard E.050, Peruvian Technical Standard E.060. All the parameters established by the aforementioned standards are evaluated in order to achieve a design par excellence. In this project, the seismic development of the house was deepened so that this infrastructure does not present severe damage in the face of a natural event, that is, it does not collapse. In the construction sector worldwide, sustainable criteria are already being taken into account, that is, the environmental issue is already being deepened by applying technology for 50 years reducing the environmental impact, and in Peru projects with sustainable certifications have been executed as is the case of the Westin Hotel.

The purpose of this study is to design an ecological multifamily dwelling applying sustainability parameters. This project is located in the Sarita Colonia Settlement located in the District of Chorrillos. The sustainable parameters used in this project are the execution of solar panels to supply the electrical energy in the multifamily house, also apply the treatment of gray water in the house to reuse the water in some space of the house determined highlighting the savings of this resource. To execute the design of solar panels, the solar irradiation of the study area which was obtained from the PVGIS program must be evaluated and for the estimation of the amount of drinking water use per space in a house, the studies carried out by Aquanet were used to be able to interpret a saving of this resource. In the development of the project, the infrastructure was evaluated by the ETABS 2019 software to analyze its seismic performance and evaluate it with the Peruvian Technical Standard E.030; In addition, calculations were made to establish the number of solar panels needed to supply electricity to the house and the type of batteries and inverters to be used in order to achieve energy efficiency; with respect to the water recycling system, greywater treatment was used, estimating water savings, achieving water efficiency.

Keywords: Seismic design, sustainability, energy efficiency, water efficiency.

INTRODUCCIÓN

El Perú es un país propenso a eventos naturales como es el caso del sismo, por ende, en este proyecto se toman en cuenta los criterios y reglamentos establecidos por el sector de la construcción como por ejemplo la Norma Técnica Peruana E.030, que sirve para diseñar la estructura sísmicamente con la finalidad de que la infraestructura no colapse debido a un evento sísmico. Lima es una de las ciudades más contaminadas del Perú y la que tiene mayor cantidad de habitantes actualmente, por ende, en nuestro proyecto se pretende cambiar el rubro de la construcción tradicional aplicando tecnologías para 50 años de vida útil de la infraestructura; además se busca utilizar parámetros sostenibles en la vivienda multifamiliar con el fin de contrarrestar positivamente el impacto ambiental, para ello se ejecuta el diseño de panel solar con la finalidad de abastecer de electricidad a la vivienda multifamiliar, reduciendo así las emisiones de CO₂; además se utiliza el tratamiento de aguas grises en la vivienda para reusar este recurso en algún espacio de la vivienda determinado, resaltando el ahorro del consumo de agua.

En el capítulo I se muestra el contexto internacional y nacional con respecto a las contaminaciones en diferentes rubros, certificaciones sostenibles a nivel mundial, usos de energías renovables en las infraestructuras y otros.

En el capítulo II se desarrollan las bases teóricas para el sustento de la tesis, se fundamenta el procedimiento práctico respetando la teoría.

En el capítulo III se desarrolla la metodología del estudio.

En el capítulo IV se desarrolla el proyecto en estudio.

En el capítulo V se desarrollan las conclusiones.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Formulación y delimitación del problema

Según Innovacion y cualificación, S.L.(2019) expone en su libro “Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible” que la contaminación ambiental se define por la presencia de partículas, energías y organismos extraños que están presente en un ambiente determinado, estas pueden generar una alteración en su entorno. De acuerdo con su origen la contaminación puede ser natural o antropogénica. Cabe mencionar que la contaminación ambiental también depende del crecimiento poblacional y los movimientos migratorios. La contaminación produce los siguientes fenómenos: Calentamiento global, efecto invernadero, daños en el ecosistema, entre otros. Cabe resaltar que en el continente europeo se ha establecido El Pacto Verde que tiene como finalidad eliminar la contaminación con el fin de proteger a toda la ciudadanía y su entorno ecológico. En este pacto se han tocado diferentes puntos como, por ejemplo: Reducir la contaminación procedente de grandes instalaciones industriales, ayudar a las autoridades locales a lograr un aire más limpio para los ciudadanos, desarrollar alternativas más sostenibles para la elaboración de productos químicos (Comisión Europea, 2019).

En España, la disminución de las emisiones de CO₂ tiene dos causas principales. Por un lado, el incremento de la generación eléctrica con fuentes de origen renovable y la caída en el uso del carbón. Por otro, las limitaciones de actividad y movilidad asociadas a la pandemia de COVID-19, que han resultado en una bajada del PIB del 10,8 %. Todo ello se refleja en un descenso en las emisiones de GEI asociadas al transporte del 17,6 %, un descenso global de las emisiones de la industria del 11,4 %, y un descenso debido a la generación eléctrica del 34,9 %. A este último descenso se le contribuye también el fuerte aumento de generación de electricidad a partir de fuentes renovables en el año 2020 (Ministerio para la Transición Ecológica y el reto demográfico, 2021).

La Red Eléctrica de España informó que en el año 2020 las energías renovables influyeron de manera positiva en la generación de electricidad. En la siguiente figura se puede percibir la generación de electricidad en España por diferentes fuentes.



Figura N° 1: Generación de electricidad en el año 2020 en España.

Fuente : La Red Eléctrica de España, 2020.

En la anterior figura podemos observar que el uso de energías renovables en España está en crecimiento, reduciendo así el CO₂.

El informe de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) da a conocer que se puede disminuir las emisiones de carbono en un periodo de 12 años y también paralizar el aumento de temperatura media anual por debajo de los 2°C, incluso 1,5°C por encima de los niveles preindustriales (ONU, 2021).

Según los estudios de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en el año 2016 el sector de energía produjo la mayor cantidad de emisiones de CO₂, en la siguiente figura se puede corroborar lo antes mencionado.

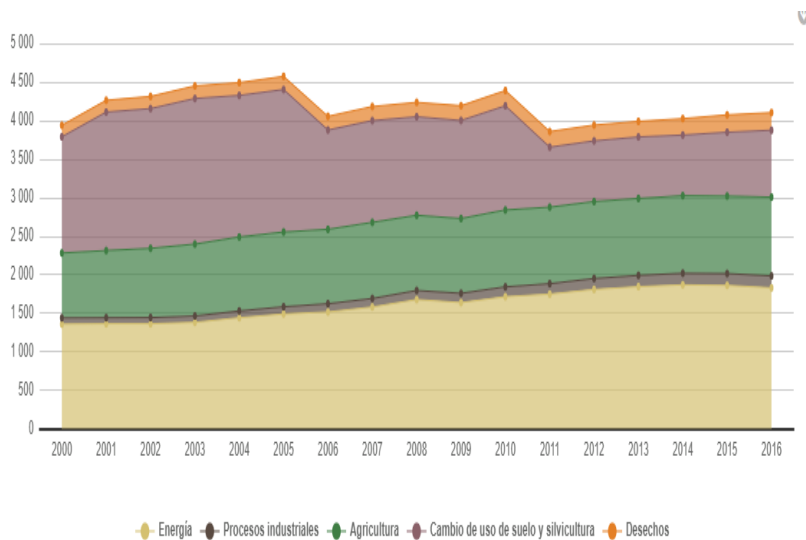


Figura N° 2: Emisiones de gases por efecto Invernadero por sector

Fuente : Tomado de CEPAL, 2016

Según International Energy Agency (IEA) las emisiones de CO₂ debido al consumo de energía han aumentado de forma progresiva dañando así el medio ambiente, afectando de manera directa la capa de ozono. En la siguiente figura se puede corroborar lo antes mencionado.

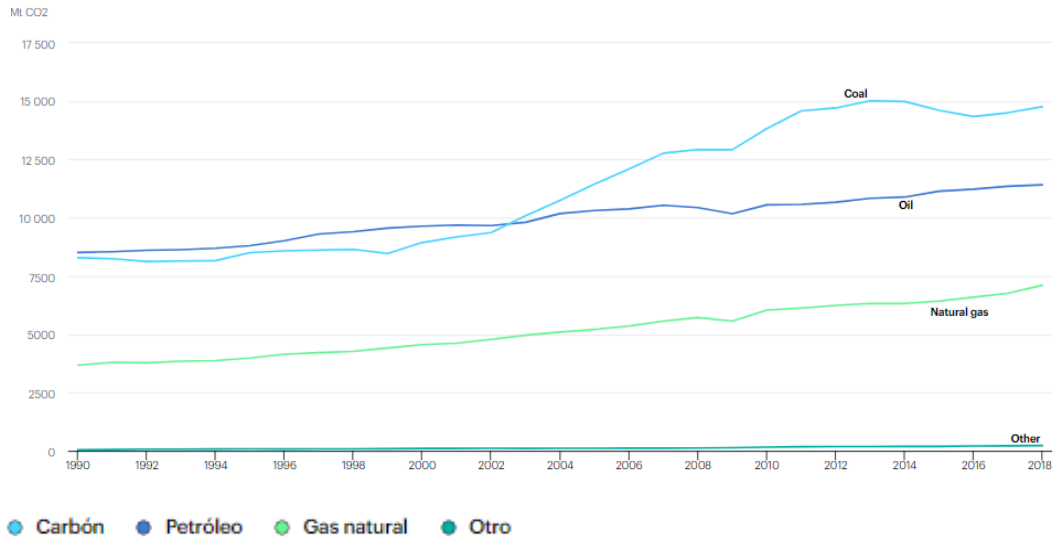


Figura N° 3: Emisiones de CO₂ debido al consumo de energía a nivel mundial

Fuente: Obtenido de IEA, 2019

En la siguiente figura se puede obtener la información de las emisiones de CO₂ per cápita en el Perú.

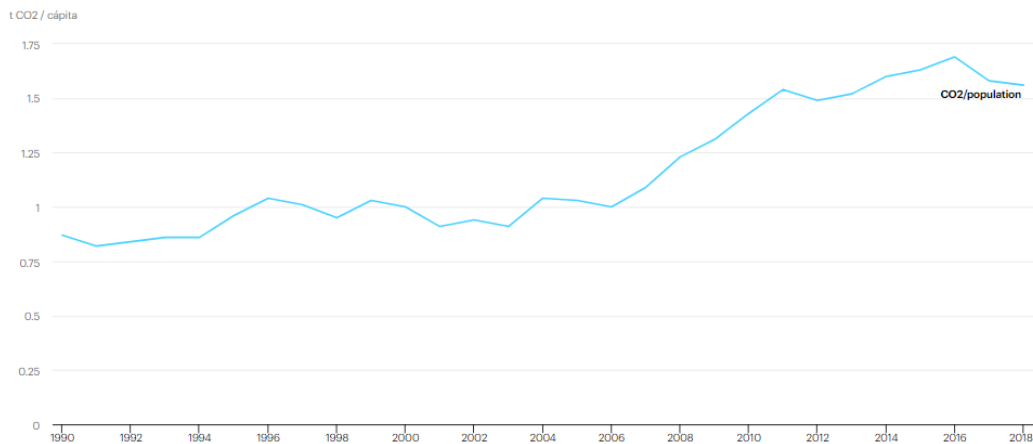


Figura N° 4: Emisiones de CO₂ per cápita

Fuente: Obtenido de EIA, 2019

En las siguientes figuras se puede obtener la información del consumo de electricidad per cápita y las emisiones de CO₂ que originan los diferentes sectores en el Perú.

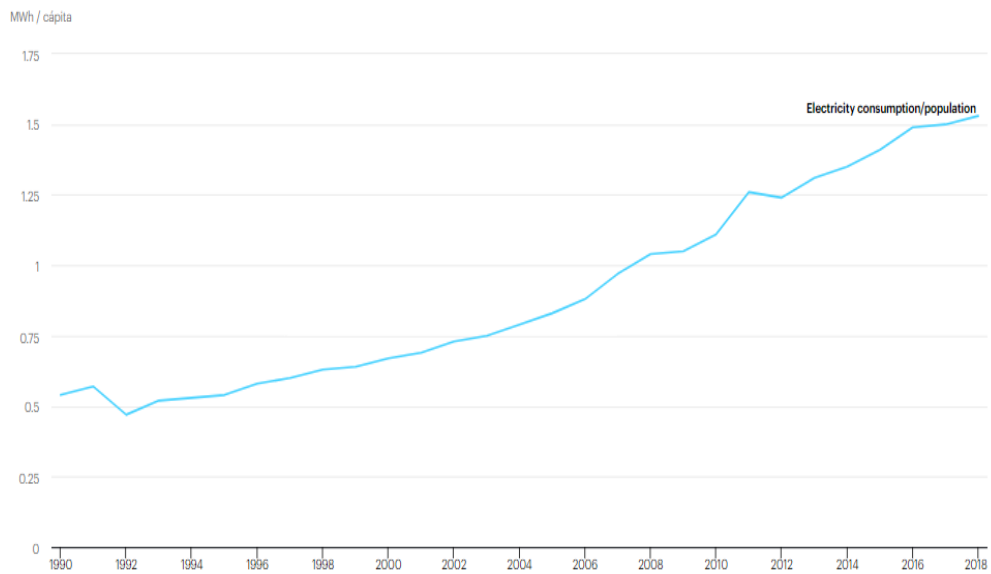


Figura N° 5: Consumo de electricidad per cápita

Fuente: Obtenido de EIA, 2019

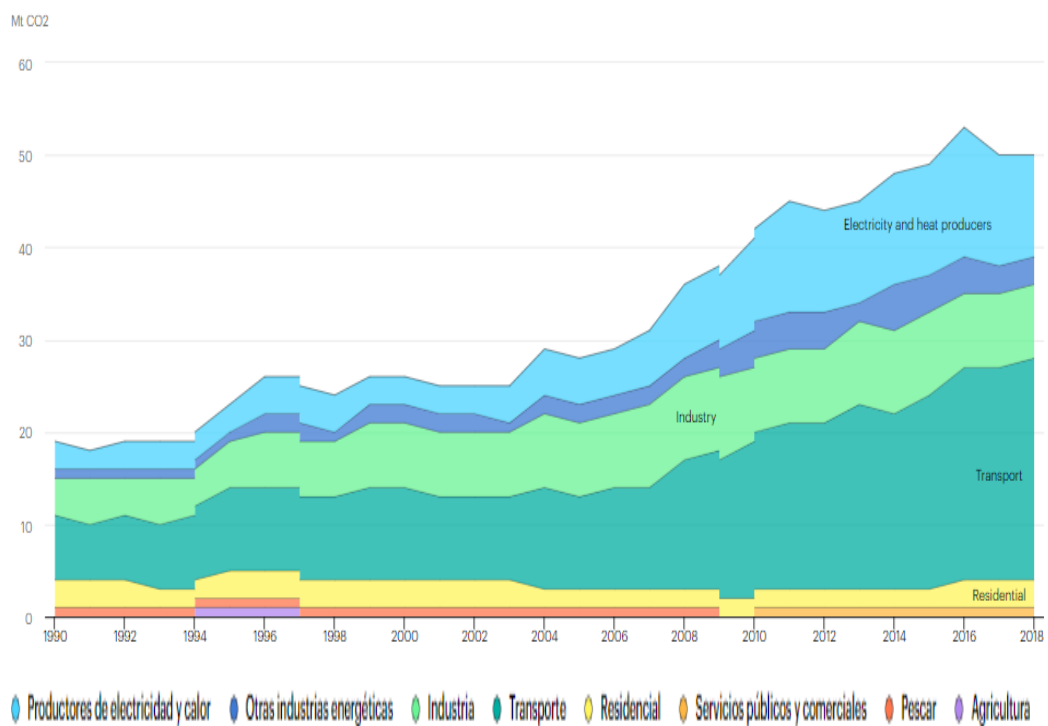


Figura N° 6: Emisiones de CO₂ por diferentes sectores

Fuente: Obtenido de EIA, 2019

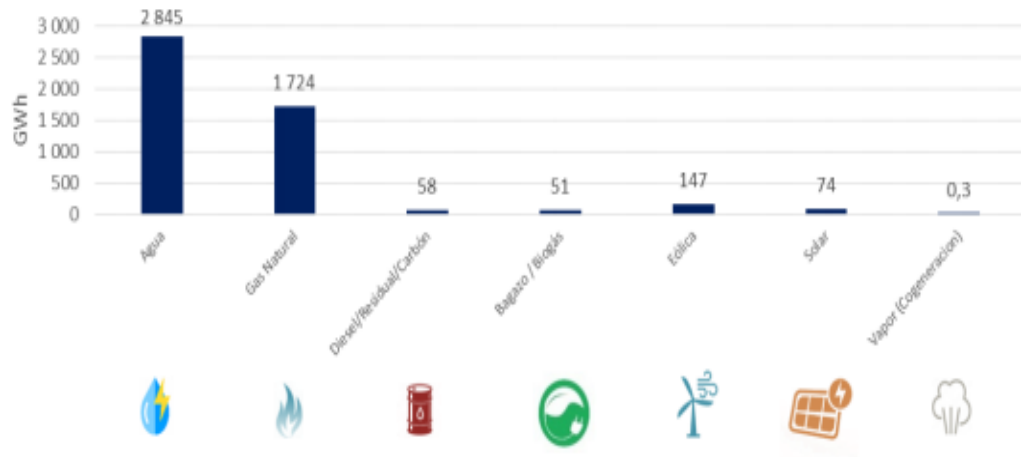


Figura N° 7: Producción de electricidad según recurso energético en el mes de diciembre del año 2020.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2020.

La construcción genera un porcentaje representativo en lo que respecta de la contaminación ambiental a nivel mundial ya sea por la extracción de recursos naturales, la contaminación de aguas superficiales, los consumos de energía, los desechos de residuos orgánicos y otros lo que conllevan a la destrucción de la capa de ozono.

Un tema importante a tocar es la informalidad que se dan en las construcciones de viviendas, ya que en su mayoría son ejecutadas por maestros de obras que solo cuentan con conocimientos empíricos más no ingenieriles; cabe resaltar que para realizar una infraestructura es importante tener en cuenta el estudio del suelo, el diseño estructural de la vivienda, el diseño arquitectónico óptimo y todo lo referente a la normas que se establecen en el sector de la construcción; también la buena distribución de instalaciones sanitarias y eléctricas. Según la Cámara Peruana de la Construcción (2018) en su estudio realizado exponen que el 80% de las viviendas construidas en el Perú son informales, además resaltan que son vulnerables ante un evento natural



Figura N° 8: Construcción informal

Fuente: Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), 2018.

Un claro ejemplo de la informalidad del sector de la construcción es la pérdida de seres humanos (100 personas) que provocó el fenómeno del Niño en el departamento de Piura, incluyendo 22 mil viviendas destruidas y 370 mil viviendas dañadas (Cámara Peruana de la Construcción, 2018). Todo lo mencionado anteriormente en su mayoría sucedió debido a la falta de conocimientos ingenieriles respecto a las construcciones de las viviendas en zonas aledañas al río (Cámara Peruana de la Construcción, 2018).

También es importante mencionar que en Lima hay un porcentaje elevado de viviendas vulnerables ante un evento sísmico, debido a que estas infraestructuras son precarias, es decir, son construcciones con materiales antiguos y probablemente sin consideración de un evento sísmico. Según El Comercio (2021), informa que en la ciudad de Lima 928 mil personas son vulnerables ante un evento sísmico debido a las construcciones de las viviendas.

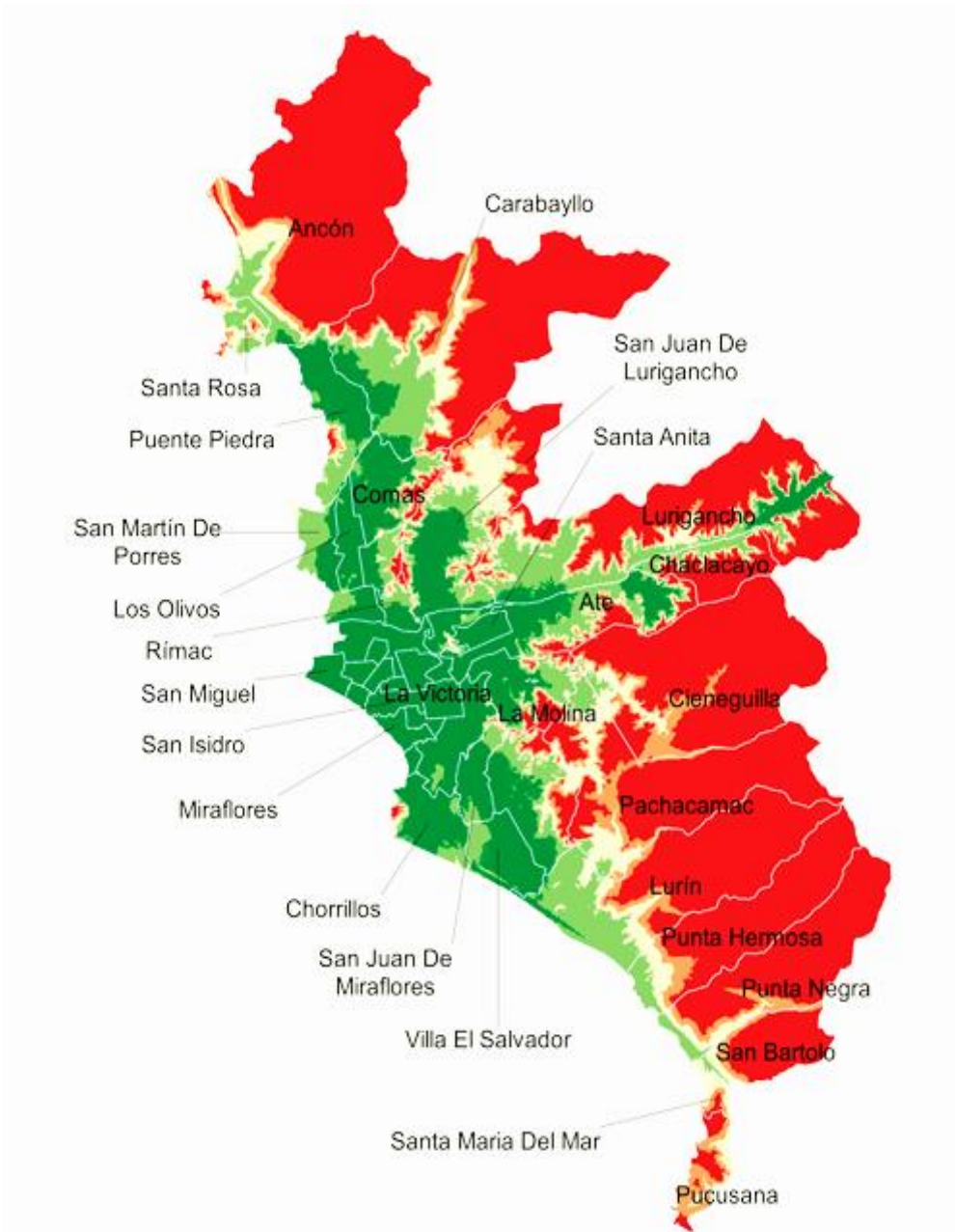


Figura N° 9: Distritos de Lima Metropolitana.

Fuente: Plataforma digital única del estado peruano.

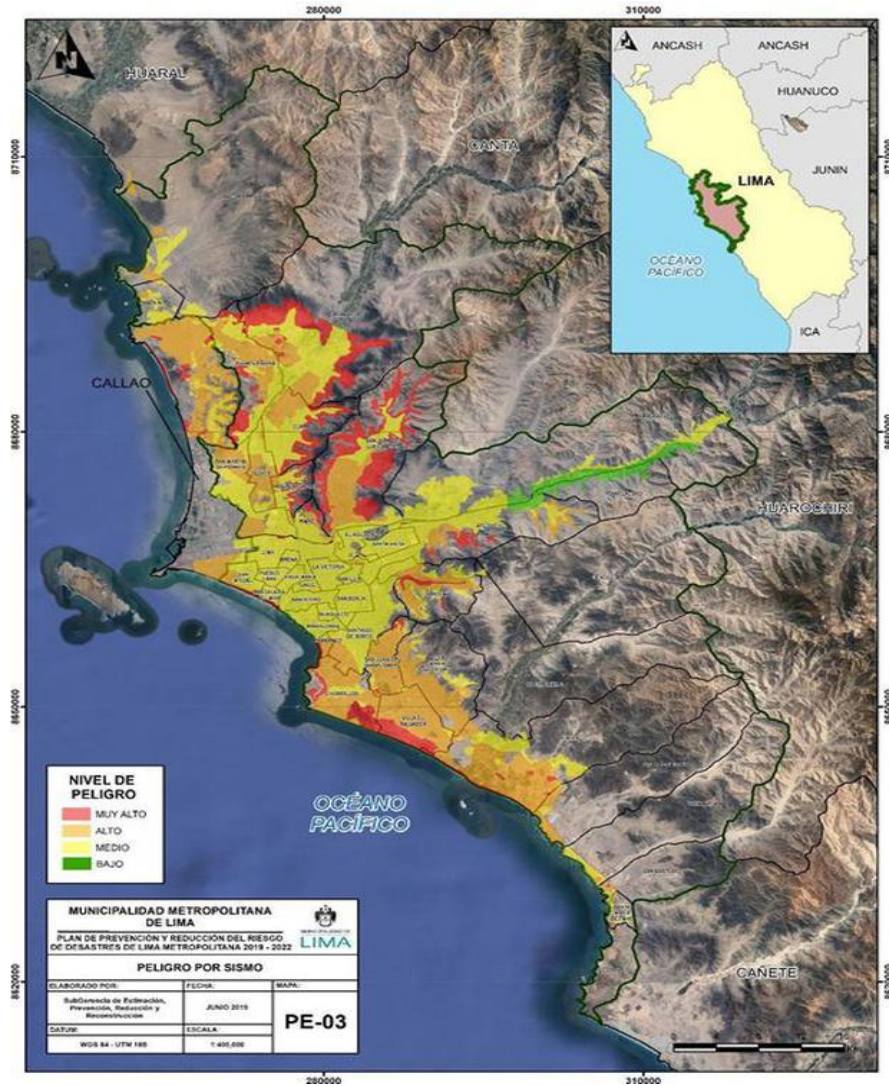


Figura N° 10: Mapa sísmico

Fuente: Cámara Peruana de la Construcción, 2018.

Hoy en día, para que un proyecto sea sostenible en todos sus ámbitos tanto económicos, sociales, energéticos y ambientales tienen que cumplir con estas metodologías ya sean LEED, BREEAM, EDGE, entre otras.

En el Perú, dichas metodologías o certificaciones antes mencionadas no están implementadas en todos los proyectos debido a la falta de una propia certificación para medir el nivel de sostenibilidad de la edificación, cabe resaltar que en el gobierno de Ollanta Humala se aprobó el Código Técnico de Construcción Sostenible que tiene como finalidad que la infraestructura alcance su nivel máximo en lo que abarca la eficiencia energética e hídrica.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI) en la actualidad Lima es la ciudad que tiene la mayor cantidad de habitantes. Además, es una de las más

contaminadas del Perú debido a los efectos que producen los vehículos, la quema de basura, la emisión de dióxido de carbono que producen las fábricas y entre otros. En la tabla 1 y en la tabla 2 se puede corroborar lo antes mencionado.

Tabla 1: Fuentes contaminantes según departamentos

| Departamento | Municipalidades que informaron que existen elementos contaminantes en el distrito | Fuentes contaminantes | | | | | | | | | Otro 4/ | Municipalidades que informaron que no existen elementos contaminantes en el distrito |
|-------------------|---|--|-------------------------------|--------------------|---|------------------|---|----------------------------------|--|------------|-----------|--|
| | | Emanación de gases y partículas de fábricas o refinерías | Emisión de gases de vehículos | Relaves de mineros | Ruidos con alta intensidad que dañan la salud | Aguas residuales | Acumulación y quema clandestina de basura y rastrojos | Deforestación y quema de bosques | Crianza de animales domésticos sin control | | | |
| Total | 1.874 | 1.710 | 158 | 584 | 238 | 331 | 925 | 990 | 533 | 882 | 29 | 164 |
| Amazonas | 84 | 71 | 1 | 12 | 1 | 9 | 31 | 29 | 31 | 46 | - | 13 |
| Áncash | 166 | 140 | 7 | 35 | 30 | 18 | 59 | 69 | 30 | 70 | 1 | 26 |
| Apurímac | 84 | 75 | 5 | 26 | 16 | 11 | 37 | 44 | 45 | 38 | - | 9 |
| Arequipa | 109 | 99 | 13 | 32 | 23 | 23 | 50 | 64 | 16 | 43 | 1 | 10 |
| Ayacucho | 119 | 107 | 4 | 32 | 17 | 14 | 43 | 53 | 41 | 53 | 3 | 12 |
| Cajamarca | 127 | 117 | 9 | 46 | 12 | 10 | 75 | 64 | 51 | 63 | 2 | 10 |
| Callao 1/ | 7 | 6 | 4 | 4 | - | 4 | 3 | 3 | - | 3 | - | 1 |
| Cusco | 112 | 106 | 14 | 52 | 10 | 26 | 84 | 60 | 49 | 50 | 1 | 6 |
| Huancavelica | 100 | 87 | 1 | 12 | 12 | 4 | 42 | 46 | 24 | 42 | - | 13 |
| Huánuco | 84 | 79 | - | 14 | 7 | 10 | 49 | 49 | 32 | 44 | 1 | 5 |
| Ica | 43 | 43 | 5 | 17 | 7 | 9 | 17 | 30 | 3 | 31 | 1 | 7 |
| Junín | 124 | 117 | 8 | 43 | 10 | 23 | 55 | 79 | 32 | 63 | 3 | 8 |
| La Libertad | 83 | 75 | 10 | 33 | 19 | 17 | 41 | 41 | 12 | 34 | 1 | 8 |
| Lambayeque | 38 | 38 | 7 | 22 | 1 | 15 | 17 | 34 | 7 | 24 | 2 | - |
| Lima | 171 | 150 | 31 | 73 | 18 | 51 | 63 | 101 | 15 | 85 | 6 | 21 |
| Provincia de Lima | 43 | 41 | 18 | 35 | - | 36 | 10 | 24 | 1 | 10 | 3 | 2 |
| Región Lima 3/ | 128 | 109 | 13 | 38 | 18 | 15 | 53 | 77 | 14 | 75 | 3 | 19 |
| Loreto | 53 | 49 | 4 | 16 | 2 | 14 | 27 | 25 | 22 | 19 | 2 | 4 |
| Madre de Dios | 11 | 10 | 1 | 1 | 4 | 2 | 5 | 5 | 6 | 4 | - | 1 |
| Moquegua | 20 | 19 | 2 | 3 | 9 | 2 | 10 | 9 | 2 | 5 | 1 | 1 |
| Pasco | 29 | 28 | 3 | 10 | 5 | 2 | 16 | 15 | 11 | 22 | - | 1 |
| Piura | 65 | 65 | 12 | 27 | 3 | 28 | 44 | 48 | 25 | 45 | 1 | - |
| Puno | 110 | 101 | 3 | 28 | 24 | 9 | 72 | 56 | 9 | 21 | 1 | 9 |
| San Martín | 77 | 75 | 6 | 22 | - | 18 | 50 | 34 | 53 | 47 | 1 | 2 |
| Tacna | 28 | 24 | 2 | 7 | 6 | 4 | 15 | 15 | 1 | 8 | - | 4 |
| Tumbes | 13 | 13 | 2 | 9 | 1 | 4 | 8 | 8 | 5 | 10 | - | - |
| Ucayali | 17 | 16 | 4 | 8 | 1 | 4 | 12 | 9 | 11 | 12 | 1 | 1 |

Fuente: Obtenido del INEI, 2019.

En la anterior tabla se puede corroborar que Lima es una de las ciudades que tiene mayor presencia de contaminantes, dañando así la capa de ozono.

Tabla 2: Censo poblacional

| Departamento | Población Censada | | | | | | |
|----------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 1940 | 1961 | 1972 | 1981 | 1993 | 2007 a/ | 2017 |
| Total | 6 207 967 | 9 906 746 | 13 538 208 | 17 005 210 | 22 048 356 | 27 412 157 | 29 381 884 |
| Amazonas | 65 137 | 118 439 | 194 472 | 254 560 | 336 665 | 375 993 | 379 384 |
| Áncash 1/ | 428 467 | 586 214 | 732 092 | 826 399 | 955 023 | 1 063 459 | 1 083 519 |
| Apurímac | 258 094 | 288 223 | 308 613 | 323 346 | 381 997 | 404 190 | 405 759 |
| Arequipa | 263 077 | 388 881 | 529 566 | 706 580 | 916 806 | 1 152 303 | 1 382 730 |
| Ayacucho | 358 991 | 410 772 | 457 441 | 503 392 | 492 507 | 612 489 | 616 176 |
| Cajamarca 1/ | 482 431 | 731 256 | 902 912 | 1 026 444 | 1 259 808 | 1 387 809 | 1 341 012 |
| Prov. Const. del Callao 2/ | 82 287 | 213 540 | 321 231 | 443 413 | 639 729 | 876 877 | 994 494 |
| Cusco | 486 592 | 611 972 | 715 237 | 832 504 | 1 028 763 | 1 171 403 | 1 205 527 |
| Huancavelica | 244 595 | 302 817 | 331 629 | 346 797 | 385 162 | 454 797 | 347 639 |
| Huánuco 1/ | 229 268 | 323 246 | 409 514 | 477 877 | 654 489 | 762 223 | 721 047 |
| Ica | 140 898 | 255 930 | 357 247 | 433 897 | 565 686 | 711 932 | 850 765 |
| Junín 1/ | 338 502 | 521 210 | 696 641 | 852 238 | 1 035 841 | 1 225 474 | 1 246 038 |
| La Libertad 1/ | 395 233 | 597 925 | 799 977 | 982 074 | 1 270 261 | 1 617 050 | 1 778 080 |
| Lambayeque | 192 890 | 342 446 | 514 602 | 674 442 | 920 795 | 1 112 868 | 1 197 260 |
| Lima | 828 298 | 2 031 051 | 3 472 564 | 4 745 877 | 6 386 308 | 8 445 211 | 9 485 405 |
| Loreto 1/ | 152 457 | 272 933 | 375 007 | 482 829 | 687 282 | 891 732 | 883 510 |
| Madre de Dios | 4 950 | 14 890 | 21 304 | 33 007 | 67 008 | 109 555 | 141 070 |
| Moquegua | 34 152 | 51 614 | 74 470 | 101 610 | 128 747 | 161 533 | 174 863 |
| Pasco 1/ | 91 617 | 140 426 | 175 657 | 211 918 | 226 295 | 280 449 | 254 065 |
| Piura | 408 605 | 668 941 | 854 972 | 1 125 865 | 1 388 264 | 1 676 315 | 1 856 809 |
| Puno | 548 371 | 686 260 | 776 173 | 890 258 | 1 079 849 | 1 268 441 | 1 172 697 |
| San Martín | 94 843 | 161 763 | 224 427 | 319 751 | 552 387 | 728 808 | 813 381 |
| Tacna | 36 349 | 66 024 | 95 444 | 143 085 | 218 353 | 288 781 | 329 332 |
| Tumbes | 25 709 | 55 812 | 76 515 | 103 839 | 155 521 | 200 306 | 224 863 |
| Ucayali 1/ | 16 154 | 64 161 | 120 501 | 163 208 | 314 810 | 432 159 | 496 459 |
| Provincia de Lima 3/ | 562 885 | 1 632 370 | 2 981 292 | 4 164 597 | 5 706 127 | 7 605 742 | 8 574 974 |
| Región Lima 4/ | 265 413 | 398 681 | 491 272 | 581 280 | 680 181 | 839 469 | 910 431 |

Fuente: Obtenido del INEI, 2018

Cabe resaltar que en la ciudad de Lima faltan áreas verdes para de cierta manera contribuir con el medio ambiente y se presente un mejor desarrollo sostenible. Todos los seres humanos tienen necesidades elementales como es la de tener una vivienda ya que es una necesidad básica para el desarrollo familiar. Los procesos tradicionales de construcción de una vivienda antes, durante y después del proyecto aportan un severo impacto ambiental debido a que en su etapa inicial durante la excavación se

produce polvo y residuos orgánicos que afecta al medio ambiente, además de la explotación de los recursos naturales y entre otros. Durante el proceso constructivo se generan residuos orgánicos y uso de los recursos energéticos ya sean para la fabricación del concreto y entre otros. Después del proyecto se produce una gran demanda de consumo energético, recursos naturales como lo es el hídrico, entre otros; por ende, es necesario implementar metodologías o criterios sostenibles para contrarrestar el impacto ambiental.

Según el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA) durante el año 2020, la Gerencia de Servicios a la Ciudad y Gestión Ambiental tramitó 657 denuncias ambientales, resaltando la incidencia de residuos sólidos el cual representa el 53.7 % de casos; seguido de 19 % por ruido, 13.2 % tala, la afectación a las áreas verdes públicas y emisiones gaseosas y material particulado con un 5% (SINIA, 2020).

Según Spain Green Building Council (SpainGBC) España comenzó con la certificación LEED en el año 2000 con un crecimiento muy débil, pero la evolución aumentativa de dicha certificación se inició en el año 2008 siendo así que hasta el año 2016 España tiene 116 edificios certificados con LEED en las cuales están presentes oficinas, hospitales, hoteles, naves industriales y otros (SpainGBC, 2017). En las siguientes figuras se pueden comprobar lo antes mencionado.

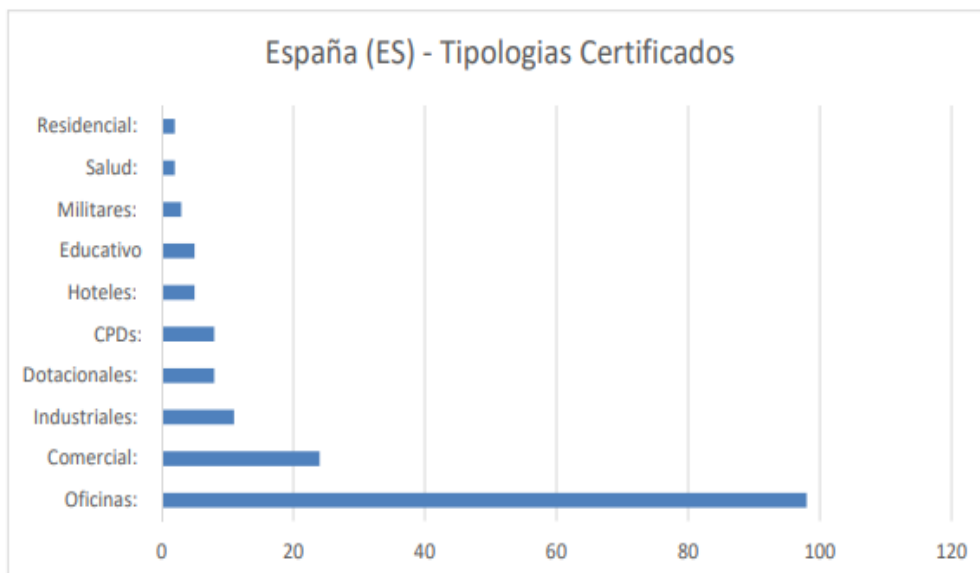


Figura N° 11: Tipos de edificaciones certificadas en España

Fuente: Obtenido de SpainGBC, 2017

Un ejemplo de una edificación con certificación LEED en España es la infraestructura Arroyo Bodonal, tres cantos en Madrid.



Figura N° 12: Tres Cantos

Fuente: Obtenido de HNA, 2020

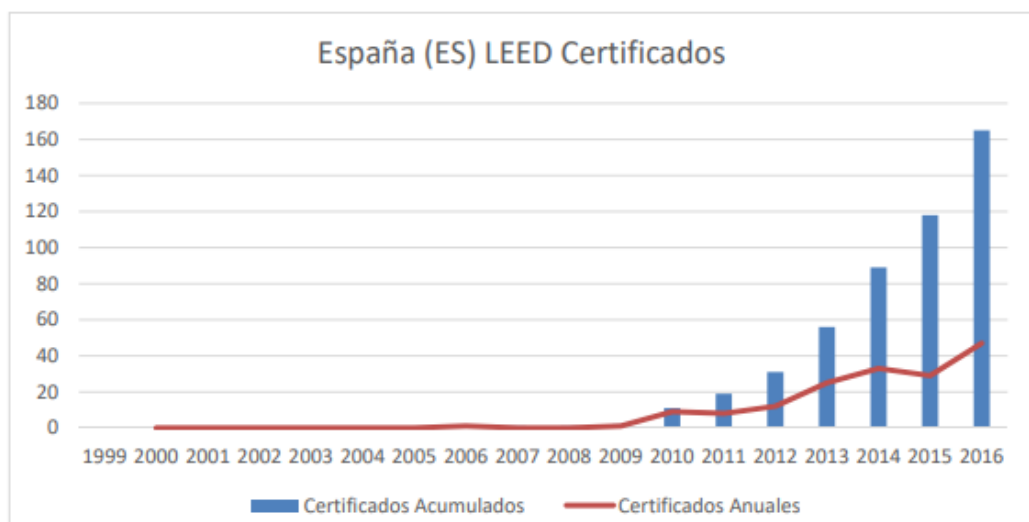


Figura N° 13: Evolución de la certificación LEED en España

Fuente: USGBC, obtenido de SpainGBC, 2017

Según el periódico El Comercio informa que un peruano consume 163 litros de agua según lo manifestado por el Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (El Comercio, 2018). Estos 163 litros de consumo sobrepasan lo establecido por la ONU, ya que esta organización establece que el consumo debe ser 100 litros.

Según el informe del Servicio de Agua Potable y Alcantarillado de Lima (SEDAPAL) en el año 2020 se produjeron 750 millones de m³ de H₂O provenientes de aguas subterráneas y aguas superficiales (SEDAPAL, 2020).

En la siguiente figura se muestra la producción del agua desde el año 2016 hasta el 2020 en millones de m³.

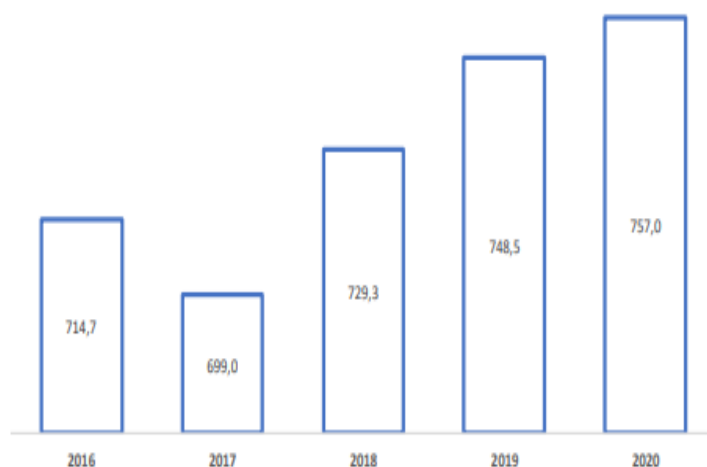


Figura N° 14: Producción de agua potable en millones de m³

Fuente: SEDAPAL, 2021.

En la siguiente tabla se muestra el consumo del agua por sector.

Tabla 3: Consumo de agua potable en Lima Metropolitana por sectores, 1995 – 2018

| Año | Total | Social 1/ | Doméstico | | Comercial | Industrial | Estatil | |
|------|---------|-----------|-----------|----------------------------|-----------|------------|---------|----------------------------|
| | | | Total | Doméstico no subsidiado 2/ | | | | Doméstico no subsidiado 2/ |
| 1995 | 427 930 | 19 045 | 335 897 | ... | ... | 37 626 | 12 734 | 22 628 |
| 1996 | 432 308 | 17 265 | 341 495 | ... | ... | 38 187 | 11 841 | 23 520 |
| 1997 | 419 897 | 12 226 | 332 851 | ... | ... | 39 192 | 11 559 | 24 069 |
| 1998 | 387 917 | 5 997 | 300 279 | ... | ... | 44 070 | 11 025 | 26 546 |
| 1999 | 388 712 | 8 541 | 294 055 | ... | ... | 43 729 | 11 124 | 31 263 |
| 2000 | 378 600 | 8 951 | 294 996 | ... | ... | 37 114 | 9 352 | 28 187 |
| 2001 | 383 709 | 12 720 | 294 103 | ... | ... | 36 441 | 9 629 | 30 816 |
| 2002 | 390 866 | 14 192 | 298 391 | ... | ... | 36 943 | 9 958 | 31 382 |
| 2003 | 392 964 | 12 428 | 301 554 | ... | ... | 37 536 | 9 912 | 31 534 |
| 2004 | 386 239 | 12 983 | 297 545 | ... | ... | 35 840 | 9 500 | 30 371 |
| 2005 | 394 605 | 14 740 | 301 323 | ... | ... | 37 023 | 9 846 | 31 673 |
| 2006 | 410 110 | 15 118 | 311 115 | ... | ... | 40 467 | 10 661 | 32 749 |
| 2007 | 410 072 | 15 045 | 309 836 | ... | ... | 41 291 | 10 752 | 33 158 |
| 2008 | 414 911 | 13 963 | 312 366 | ... | ... | 44 866 | 10 710 | 33 006 |
| 2009 | 415 878 | 13 376 | 313 280 | ... | ... | 45 182 | 10 520 | 33 520 |
| 2010 | 423 589 | 13 159 | 319 200 | ... | ... | 46 938 | 11 236 | 33 056 |
| 2011 | 447 010 | 13 291 | 336 921 | ... | ... | 50 989 | 12 012 | 33 797 |
| 2012 | 472 377 | 14 153 | 354 979 | ... | ... | 55 229 | 12 983 | 35 033 |
| 2013 | 482 845 | 13 843 | 362 202 | ... | ... | 66 920 | 13 008 | 26 872 |
| 2014 | 487 324 | 14 563 | 368 299 | ... | ... | 65 989 | 12 489 | 25 984 |
| 2015 | 501 039 | 15 051 | 380 188 | ... | ... | 67 073 | 12 290 | 26 427 |
| 2016 | 514 728 | 15 506 | 392 162 | ... | ... | 68 911 | 11 872 | 26 277 |
| 2017 | 523 321 | 15 047 | 388 398 | ... | ... | 70 900 | 11 965 | 27 011 |
| 2018 | 529 759 | 12 502 | 407 642 | 120 850 | 286 792 | 71 438 | 11 642 | 26 534 |

Fuente: SEDAPAL, 2018

En la siguiente tabla se puede observar el consumo del agua potable de acuerdo con el centro de servicio y distrito.

Tabla 4: Consumo total de agua potable en Lima Metropolitana, según centro de servicio y distrito, 2009-2017 (Miles de metros cúbicos).

| Centro de servicio / Distrito | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Total | 463 864 | 472 519 | 492 980 | 520 512 | 530 891 | 536 483 | 550 755 | 564 673 | 583 155 |
| Centro de servicios Comas | 77 203 | 79 053 | 86 996 | 91 896 | 94 468 | 95 785 | 102 794 | 107 138 | 109 866 |
| Carabayllo | 5 578 | 6 062 | 7 235 | 7 219 | 7 760 | 8 330 | 9 380 | 10 116 | 10 783 |
| Comas | 15 891 | 16 040 | 16 888 | 17 514 | 17 815 | 18 179 | 19 230 | 21 623 | 20 834 |
| Puente Piedra | 5 949 | 6 652 | 7 800 | 8 332 | 8 772 | 9 191 | 9 867 | 10 215 | 11 048 |
| Rímac | 7 127 | 6 875 | 7 101 | 7 647 | 7 597 | 7 625 | 7 991 | 7 850 | 8 303 |
| Independencia | 5 861 | 5 963 | 6 057 | 6 154 | 6 164 | 6 202 | 6 341 | 6 994 | 7 121 |
| San Martín de Porres | 22 840 | 23 315 | 26 011 | 28 597 | 29 690 | 29 831 | 32 234 | 32 421 | 33 446 |
| Los Olivos | 13 957 | 14 146 | 15 904 | 16 433 | 16 670 | 16 427 | 17 751 | 17 919 | 18 331 |
| Centro de servicios Callao | 28 777 | 30 022 | 32 505 | 35 069 | 36 536 | 37 809 | 39 103 | 39 752 | 40 456 |
| Ancón | 908 | 930 | 902 | 872 | 1 010 | 1 101 | 1 191 | 1 232 | 1 292 |
| Santa Rosa | 349 | 359 | 345 | 405 | 474 | 496 | 513 | 494 | 509 |
| Callao | 14 077 | 14 433 | 15 451 | 16 634 | 17 524 | 18 137 | 18 962 | 19 327 | 19 499 |
| Bellavista | 3 695 | 3 752 | 4 126 | 4 269 | 4 188 | 4 196 | 4 233 | 4 176 | 4 329 |
| Carmen de La Legua | 1 142 | 1 125 | 1 152 | 1 175 | 1 189 | 1 201 | 1 197 | 1 353 | 1 539 |
| La Perla | 3 081 | 3 016 | 3 458 | 3 576 | 3 498 | 3 515 | 3 513 | 3 485 | 3 677 |
| La Punta | 309 | 297 | 340 | 350 | 345 | 336 | 345 | 355 | 357 |
| Ventanilla | 5 216 | 6 110 | 6 731 | 7 788 | 8 308 | 8 827 | 8 336 | 8 056 | 7 945 |
| Mi Perú | - | - | - | - | - | - | 813 | 1 274 | 1 309 |
| Centro de servicios Breña | 59 407 | 59 765 | 61 095 | 63 096 | 62 920 | 63 500 | 63 517 | 65 085 | 65 612 |
| Lima | 18 879 | 19 042 | 19 443 | 20 173 | 20 015 | 20 056 | 19 827 | 20 018 | 20 393 |
| Breña | 5 016 | 4 994 | 5 182 | 5 286 | 5 239 | 5 333 | 5 354 | 5 494 | 5 551 |
| Jesús María | 5 704 | 5 694 | 5 799 | 5 952 | 5 806 | 5 862 | 5 847 | 5 991 | 6 107 |
| La Victoria | 11 289 | 11 322 | 11 480 | 11 715 | 11 719 | 11 595 | 11 420 | 11 517 | 11 307 |
| Magdalena | 3 985 | 4 118 | 4 295 | 4 496 | 4 510 | 4 595 | 4 704 | 4 863 | 5 014 |
| Pueblo Libre | 5 509 | 5 571 | 5 725 | 5 919 | 5 926 | 6 009 | 6 002 | 6 285 | 6 341 |
| San Miguel | 9 025 | 9 024 | 9 171 | 9 555 | 9 705 | 10 050 | 10 363 | 10 917 | 10 899 |
| Centro de servicios Ate Vitarte | 50 084 | 50 534 | 53 491 | 56 870 | 58 753 | 59 856 | 61 320 | 63 802 | 64 276 |
| Ate Vitarte | 16 975 | 17 185 | 18 279 | 19 680 | 20 935 | 21 915 | 22 709 | 23 871 | 24 330 |
| Chaclacayo | 726 | 731 | 732 | 746 | 757 | 757 | 770 | 789 | 788 |
| El Agustino | 6 353 | 6 553 | 7 047 | 7 678 | 7 862 | 8 015 | 8 474 | 8 807 | 8 838 |
| La Molina | 14 266 | 14 114 | 14 467 | 14 990 | 14 960 | 14 523 | 14 350 | 14 506 | 14 179 |
| Lurigancho | 739 | 790 | 1 088 | 1 411 | 1 580 | 1 757 | 1 920 | 2 156 | 2 090 |
| San Luis | 3 623 | 3 632 | 3 795 | 3 852 | 3 836 | 3 748 | 3 835 | 4 004 | 3 950 |
| Cieneguilla | 343 | 366 | 528 | 648 | 660 | 664 | 717 | 753 | 774 |
| Santa Anita | 7 059 | 7 163 | 7 555 | 7 865 | 8 163 | 8 477 | 8 545 | 8 916 | 9 327 |
| Centro de servicios San Juan de Lurigancho | 29 135 | 30 386 | 32 463 | 34 112 | 34 885 | 35 519 | 36 366 | 37 575 | 38 178 |
| Centro de servicios de Villa El Salvador | 35 919 | 37 684 | 41 442 | 44 209 | 45 957 | 47 730 | 49 270 | 50 748 | 52 235 |
| Lurín | 1 325 | 1 544 | 1 609 | 1 745 | 1 838 | 1 968 | 2 034 | 2 072 | 2 147 |
| Pachacámac | 280 | 739 | 1 252 | 1 501 | 1 702 | 1 917 | 2 172 | 2 323 | 2 421 |
| Pucusana | 301 | 227 | 241 | 213 | 237 | 275 | 292 | 287 | 289 |
| Punta Negra | 48 | 102 | 143 | 151 | 151 | 154 | 186 | 194 | 211 |
| Punta Hermosa | 181 | 217 | 215 | 196 | 199 | 208 | 231 | 235 | 253 |
| San Bartolo | 179 | 214 | 225 | 217 | 220 | 236 | 271 | 277 | 288 |
| San Juan de Miraflores | 12 900 | 13 206 | 14 006 | 14 824 | 15 180 | 15 742 | 15 973 | 16 375 | 16 783 |
| Villa María del Triunfo | 10 710 | 10 958 | 12 040 | 12 732 | 13 353 | 13 692 | 14 060 | 14 469 | 14 924 |
| Villa Salvador | 9 995 | 10 477 | 11 711 | 12 630 | 13 077 | 13 538 | 14 051 | 14 516 | 14 919 |

| | | | | | | | | | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Centro de servicios de Surquillo | 82 482 | 82 811 | 83 752 | 89 741 | 90 625 | 90 763 | 91 505 | 92 790 | 93 526 |
| Barranco | 2 610 | 2 634 | 2 604 | 2 827 | 2 860 | 2 857 | 2 909 | 2 944 | 2 999 |
| Chorrillos | 11 535 | 11 881 | 12 087 | 13 179 | 13 678 | 14 011 | 14 552 | 14 884 | 15 361 |
| Lince | 4 597 | 4 768 | 4 722 | 4 918 | 4 922 | 4 846 | 4 814 | 4 923 | 4 791 |
| Miraflores | 12 242 | 12 266 | 12 303 | 13 128 | 13 355 | 13 325 | 13 300 | 13 360 | 13 470 |
| San Isidro | 9 611 | 9 430 | 9 366 | 10 186 | 10 091 | 9 980 | 9 721 | 9 737 | 9 756 |
| Santiago de Surco | 22 981 | 23 113 | 23 716 | 25 225 | 25 282 | 25 284 | 25 649 | 26 041 | 26 159 |
| Surquillo | 6 097 | 6 058 | 6 162 | 6 584 | 6 614 | 6 636 | 6 758 | 6 890 | 6 961 |
| San Borja | 10 206 | 10 040 | 10 092 | 10 628 | 10 652 | 10 578 | 10 570 | 10 725 | 10 623 |
| Surco Viejo | 2 603 | 2 621 | 2 700 | 3 066 | 3 171 | 3 246 | 3 232 | 3 286 | 3 406 |
| Grandes Clientes | 50 029 | 50 706 | 52 586 | 54 638 | 56 331 | 53 687 | 54 289 | 54 658 | 56 079 |
| Surtidores | 2 845 | 2 628 | 2 682 | 2 747 | 2 370 | 2 677 | 2 878 | 3 179 | 3 093 |
| Uso de aguas subterráneas | 47 983 | 48 930 | 45 968 | 48 134 | 48 046 | 49 157 | 49 713 | 49 946 | 59 834 |

Fuente: SEDAPAL, 2018

Debido al alto consumo de los recursos hídricos y energéticos es necesario ejecutar medidas correspondientes con el fin de mantener el margen que se ha estipulado a nivel mundial por diferentes entidades como por ejemplo la ONU. Para ello es necesario realizar proyectos sostenibles; este tipo de edificación va a nivelar el margen de manera positiva.

En el Perú, ya se ha construido una vivienda multifamiliar con certificación LEED llamada residencial Osa ubicada en el distrito Santiago de Surco tomando en cuenta esta filosofía o criterio LEED se ha reducido el uso de los recursos energéticos, hídricos y también se ha reducido el impacto ambiental (Revista Construir, 2021).

También se han construido edificaciones con certificación LEED como por ejemplo el Hotel Westin en Lima, la Universidad de Ingeniería y Tecnología (UTEC), entre otros. En las siguientes figuras se muestran dichas edificaciones antes mencionadas.



Figura N° 15: Residencial Osa

Fuente: Revista Construir, 2021

En la anterior figura se muestra la residencial Osa que está ubicada en Surco, en esta edificación se aplicaron criterios LEED en donde hay una eficiencia hídrica y una eficiencia energética. Además, presenta una buena calidad de aire en sus espacios interiores.



Figura N° 16: Hotel Westin

Fuente: Diario La República, 2021



Figura N° 17: Universidad UTEC

Fuente: Diario La República, 2021

Debido a las negativas de impacto ambiental que generan las construcciones se plantea usar una metodología sostenible para el diseño de la vivienda; proporcionando una disminución de impacto ambiental cumpliendo dicha construcción con un desarrollo sostenible. Según lo mencionado anteriormente se puede establecer la siguiente pregunta.

1.1.1 Problema General

¿Cómo diseñar una vivienda ecológica multifamiliar tomando en cuenta los parámetros necesarios con la finalidad de contribuir con el desarrollo sostenible en la ciudad de Lima en el año 2021 a través de un análisis documental?

1.1.2 Problema Específico

- a) ¿Cómo diseñar la vivienda ecológica multifamiliar tomando en cuenta la norma estructural, sísmica, energética y sanitaria estipuladas en el Perú?
- b) ¿Cómo realizar el modelo sísmico de la estructura con el software ETABS tomando en cuenta el modelamiento estático y el modelamiento dinámico modal estipulado en la Norma Técnica Peruana E.030 del año 2018?
- c) ¿Cómo realizar el diseño energético de la vivienda ecológica tomando en cuenta la energía solar fotovoltaica?
- d) ¿Cómo realizar el diseño sanitario de la vivienda ecológica tomando en cuenta el reciclaje de agua aplicando la metodología de tratamiento de aguas grises?

1.2 Objetivos General y Específico

1.2.1 Objetivo General

Diseñar una vivienda ecológica multifamiliar tomando en cuenta los parámetros necesarios, contribuyendo con el desarrollo sostenible en la ciudad de Lima en el año 2021 a través de un análisis documental.

1.2.2 Objetivo Específico

- a. Diseñar la vivienda ecológica multifamiliar tomando en cuenta la norma estructural, sísmica, energética y sanitaria estipulada en el Perú.
- b. Realizar el modelamiento sísmico de la estructura en el software ETABS tomando en cuenta los valores del modelamiento estático y el modelamiento dinámico modal estipulado en la Norma Técnica Peruana E.030 del año 2018.
- c. Realizar el diseño energético de la vivienda ecológica tomando en cuenta la energía renovable solar fotovoltaica.
- d. Realizar el diseño sanitario de la vivienda ecológica tomando en cuenta el reciclaje de agua aplicando la metodología de tratamiento de aguas grises.

1.3 Delimitación de la Investigación: Temporal, Espacial y Temática

1.3.1 Delimitación Temporal

El proyecto está ubicado en el país del Perú, departamento de Lima y en el distrito de Chorrillos.



Figura N° 18: Ubicación del proyecto

Fuente: Elaboración propia.

1.3.2 Delimitación Espacial

Este proyecto de investigación se está realizando en el año 2021, este es un año especial para nuestro país ya que se celebra el Bicentenario de la Independencia. Además, es un año jamás olvidado por el mundo debido al ataque inminente que

provocó el COVID-19. El desarrollo de la tesis está dirigido entre el mes de mayo y octubre. Para el complemento de este estudio se está utilizando investigaciones a partir del año 2015 con la finalidad de aportar conocimientos a nuestro tema planteado y cumplir con los objetivos establecidos.

1.3.3 Delimitación Temática

Este proyecto nace a base de la situación que se vive en el Perú, tanto en la parte de la informalidad de la construcción dejando de lado el diseño sísmico y también por el impacto ambiental que está genera. Por tanto, este estudio busca realizar un proyecto eficiente ante un evento natural y a su vez sostenible.

1.4 Importancia y justificación del estudio de investigación

1.4.1 Importancia

Esta investigación es importante ya que brinda conocimientos sobre cómo realizar el diseño sostenible de una vivienda multifamiliar ecológica. Este trabajo tiene como finalidad aportar conocimientos sostenibles aplicados en el diseño.

1.4.2 Justificación Ambiental

En este estudio se realiza un diseño sostenible con el propósito de disminuir el impacto ambiental, reducir el consumo del agua, reducir el consumo de energía en su futura ejecución en campo. Estos tipos de infraestructuras conllevan a una mejora con respecto a la conservación del medio ambiente y a un óptimo desarrollo sostenible.

1.4.3 Justificación Académica

Esté presente estudio aporta conocimientos a futuras investigaciones relacionadas con diseños sostenibles de una vivienda; asimismo pretende evolucionar el término desarrollo sostenible en los diseños ingenieriles.

1.4.4 Limitación del estudio

El Perú no cuenta con una propia certificación de desarrollo sostenible por ende se toma en cuenta otras certificaciones internacionales que ayuden a una mejora de sostenibilidad al proyecto. Este estudio tiene un alcance propio es decir este modelo no puede ser aplicado para otros tipos de infraestructuras.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio de investigación

2.1.1 Antecedentes Internacionales

Pérez (2015), en su tesis “ Bioconstrucción y arquitectura bioclimática para la ejecución de una vivienda ecológica unifamiliar” tuvo como objetivo hacer una vivienda ecológica respetando su entorno, tomando en cuenta materiales cercanos a la zona y eco amigables. La metodología fue buscar información acerca de la bioconstrucción y sus conceptos, luego de este procedimiento se elige el ítem más pertinente y se realizan los estudios correspondientes. Esta propuesta fue sometida a la norma correspondiente para saber si el proyecto cumple con lo estipulado. Luego se profundiza en la búsqueda del suelo más pertinente con respecto a nuestro estudio con la finalidad de realizar los parámetros urbanísticos. Además, se verifican los materiales a utilizar y por último se evalúa la eficiencia energética del proyecto utilizando diferentes métodos. Tuvo como conclusión que el uso de materiales eco amigables reduce el impacto ambiental generado por la obra; además el uso de paneles solares sirve para el calentamiento del agua generando así un ahorro de dinero con respecto al consumo de electricidad.

Ramírez (2019), en su tesis “Diseño sostenible de las variables ambientales aplicadas a un módulo de vivienda estándar” tuvo como objetivo hacer una manual para la construcción sostenible de una vivienda estándar”. Su metodología fue estudiar bien el terreno de la infraestructura, elegir la orientación de la obra, usar medidas estratégicas para reducir el consumo de agua y luz. Utilizan el tratamiento de aguas grises y la energía solar fotovoltaica respectivamente con el propósito de generar un ahorro de dinero, aplicando así una tecnología eficiente con la finalidad de que dicha infraestructura sea eco amigable con su entorno. Se usó el programa Energy Plus, Open Studio, SketchUp para determinar el mejor proceso de ahorro de energía eléctrica. Como conclusión se obtuvo que la mejor medida de ahorrar energía es ejecutando paneles solares en la infraestructura y para ahorrar en el recurso hídrico se tiene que aplicar la metodología de tratamiento de aguas grises.

Díaz (2020), en su tesis “Parámetros de construcción de vivienda sostenible en Bogotá y mitos vs realidades en proyectos sostenibles” tuvo como objetivo

indicar los parámetros sostenibles para que una vivienda pueda obtener una certificación, siendo así esta una construcción sostenible recalando sus características verídicas de éstas. Su metodología fue estudiar las certificaciones sostenibles que existen en las construcciones de Colombia, realizar una investigación a detalle de dichas certificaciones y analizar los indicadores e instrumentos que éstas utilizan. Por consiguiente, se identificaron viviendas certificadas ya sea con LEED, EDGE u otras para luego describir los indicadores e instrumentos utilizados en dichas infraestructuras. Luego, se evaluaron dos proyectos ya con la certificación LEED con la finalidad de hacer una descripción entre los mitos de las certificaciones con respecto a la realidad. Como conclusión se obtuvo que las certificaciones que se usan en Colombia contienen parámetros sostenibles que se cumplen durante todo el ciclo de vida del edificio; además las más usadas son LEED, EDGE.

Jaramillo y Esguerra (2018), en su tesis “Análisis de las edificaciones sustentables como la mejor alternativa económica, social y ambiental para la construcción en Colombia” tuvo como objetivo hacer un estudio sobre los beneficios ambientales, sociales y económicos que tiene la construcción de edificios sustentables en Colombia. La metodología fue describir las características de sostenibilidad que presentan los 3 edificios (Viverdi 84, Viverdi 85, Kubi Confort 145), el hotel (W Hotel Bogotá) y el centro deportivo ubicado en la Universidad de los Andes. En consecuencia, el Edificio Viverdi 84 mejora su eficiencia energética debido a los sistemas de iluminación LEED que se utilizan en la construcción. En el edificio Viverdi 85 tuvo un ahorro de agua debido a que se aprovecha el producto de la condensación de las unidades evaporadoras de los equipos de aire acondicionado de la infraestructura Viverdi 85 y con respecto a la eficiencia energética utilizan el sistema de iluminación led. La edificación Kubi Confort aprovecha el agua proveniente de las lluvias destinando este recurso hídrico al uso sanitario; además el agua proveniente del lavamanos y la ducha es tratada para luego ser destinada a los servicios sanitarios y riego de las plantas. En el diseño del hotel W HOTEL se aplicaron medidas para reducir el consumo del agua; además se emplearon los sistemas LEED para reducir el consumo energético y se ubicaron sensores en todos los espacios del hotel con la finalidad de disminuir el consumo eléctrico. Los residuos que se generaron en la construcción de la infraestructura fueron enviados a la agencia

de reciclaje para poder ser reutilizados en otros ámbitos. En el Centro Deportivo se utilizaron paneles solares en la cubierta del techo para poder calentar el agua de las duchas y de las piscinas del establecimiento. Como conclusión se obtuvo que las construcciones sostenibles son amigables con el medio ambiente y también son eficientes debido a que reduce en un porcentaje considerable el consumo energético y el consumo del agua. Estas infraestructuras aprovechan la posición del sol y la lluvia con la finalidad de disminuir dichos recursos antes mencionados.

Iglesias (2015), en su tesis “Metodología de diseño sostenible de edificios comerciales, con una herramienta de evaluación asociada, para orientar la toma de decisiones en las fases iniciales del proyecto arquitectónico” tuvo como objetivo principal dar a detalle la información correspondiente a los encargados del proyecto para que una infraestructura desde el inicio tenga un desarrollo sostenible y de la herramienta es descomponer los contenidos teóricos de la guía de diseño en una aplicación informática básica y fácilmente entendible, que permita evaluar las implicaciones de cada decisión tomada en el inicio del proyecto y verificar su rendimiento durante su desarrollo cuando se vaya obteniendo información más precisa. En la metodología se describen los criterios de sostenibilidad para un mejor desarrollo sostenible. Se detalla información necesaria para que la infraestructura desde su fase inicial sea sostenible. Se describe cómo lograr el alcance eficiente de los recursos energéticos y del agua. Se brinda información sobre el rendimiento ambiental que puede alcanzar una edificación sustentable. El mecanismo que se ejecuta entorno a las decisiones antes de iniciar sirve para evaluar de qué manera se está realizando la sostenibilidad, se ven factores alrededor del proyecto, también se toma en cuenta un diseño sostenible para lograr una infraestructura sustentable. Se explica las características de las certificaciones sostenibles como por ejemplo LEED, EDGE y otras para poder aplicarlos en el proyecto y así mismo este contribuya con el medio ambiente de manera positiva. También detallan evaluaciones de proyectos ya realizados. Como conclusión se obtiene que, aplicando la metodología correspondiente en un proyecto, entonces se puede establecer la sostenibilidad en la infraestructura, además se pueden lograr los objetivos planteados en la construcción; y si se presenta algún cambio durante el proceso de ejecución se

puede realizar dicho suceso sin ser perjudicado el planeamiento y los objetivos de dicho proyecto.

Castañeda (2017), en su monografía “Construcciones Sostenibles certificaciones LEED en Colombia” tuvo como objetivo estudiar la situación actual de Colombia con respecto a la construcción sostenible y el uso de la certificación LEED. Se empleó una metodología descriptiva ya que especifica las características y aplicaciones de las construcciones sostenibles y certificación LEED. También explican las diferencias que hay entre una construcción sostenible y una construcción con certificación LEED. Por otra parte, se describen las infraestructuras con certificación LEED. Colombia comienza a realizar construcciones con certificación LEED en el año 2010, por ende, dichas infraestructuras reducen el consumo de energía y del agua; además se pueden utilizar materiales reciclados y otro punto a favor es la disminución de dióxido de carbono. Tuvo como conclusión que una construcción llega a ser sostenible si se toman en cuenta las nuevas tecnologías, ya que el uso de éstas conllevan a un ahorro de energía y agua. También se tiene que tomar en cuenta los materiales, ya que estos deben ser eco amigables con el entorno.

2.1.2 Antecedentes Nacionales

Huapaya (2016), en su tesis de “Incremento de la eficiencia en el uso de Recursos Hídricos y Energéticos de edificios mediante la herramienta LEED V4 (Proyecto centro Colonial – Lima Cercado)” tuvo como objetivo aplicar la herramienta LEED V4 con el propósito de aumentar la efectividad en el uso del agua y la energía eléctrica de un edificio mediante la ejecución de criterios sostenible. Su enfoque es cuantitativo porque mide el incremento de la efectividad de los recursos antes mencionados y respectivamente contabilizando el ahorro de estos. Describe cómo es que se ahorra el recurso hídrico y la energía eléctrica aplicando la herramienta LEED V4 en el proyecto. En esta tesis se explica cómo usar el agua en los exteriores del edificio y dentro del edificio para reducir el consumo de este recurso. Además, se utiliza la luz solar en reemplazo de la energía eléctrica y es así de esta manera que se reduce el consumo de electricidad. Como conclusión se obtuvo que el proyecto Centro Colonial solo posee un 11% de eficiencia en el uso del agua y posee un 14% de eficiencia con respecto al uso de la energía eléctrica.

Delgado (2018), en su tesis de “Gestión Ambiental de Proyectos Inmobiliarios con Parámetros de Sostenibilidad” tuvo como objetivo general hacer un análisis de sostenibilidad y ecodiseño de tres infraestructuras típicas y ejecutar la metodología VERDE para cualificar sus impactos ambientales. La metodología que se aplica en el proyecto es utilizar la herramienta Verde para una vivienda unifamiliar, multifamiliar y edificio comercial con la finalidad de reducir el impacto ambiental. Se establecen criterios desde el comienzo es decir desde que se diseña hasta que se culmina la obra. Se realiza una comparación de sostenibilidad entre las 3 infraestructuras. Tuvo como conclusión que el edificio comercial presenta un mayor grado de sostenibilidad; es decir, fue aquel que mitigó potencialmente más impactos ambientales en comparación a los otros dos edificios ya antes mencionados. Este resultado es debido a las variables que tuvieron que considerar dado el contexto determinado de tal inmueble (centro histórico del Cusco).

Diaz y Canahuire (2019), en su tesis “Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de certificación EDGE y sus beneficios en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) frente a una edificación tradicional. Caso: edificio en el distrito de Santa Anita – Lima” tuvo como objetivo principal proponer criterios de sostenibilidad empleando la certificación EDGE para viviendas multifamiliares resaltando un ítem en especial el cual fue la comparación de presupuesto de una vivienda sostenible con respecto a una vivienda tradicional. En su metodología se detalla que el nivel de la investigación es descriptivo ya que se perfila a profundidad todo acerca de las certificaciones sostenible y como ejecutarlo en una vivienda para que sea eficiente. Su conclusión fue que el edificio certificado tiene un mayor costo presupuestal con respecto a una edificación tradicional; sin embargo, en 2 años se logra recuperar el dinero en su etapa de operación.

Casavilca y Cassiano (2019), en su tesis “Propuesta de diseño de un prototipo de vivienda social de construcción progresiva en el cono norte, Lima” tuvo como objetivo principal proponer una buena modulación estructural para dar solución a la vulnerabilidad existente debido a las autoconstrucciones. Su metodología presentó un nivel de alcance exploratorio debido a que no hay muchos estudios relacionados al tema y también es descriptiva debido a que se detallan puntos específicos como por ejemplo que la base de una modulación de una vivienda

parte del modelamiento estructural, no del arquitectónico. Como conclusión se obtuvo que una vivienda tiene un buen comportamiento sísmico si es diseñada de una manera eficiente respetando todos los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana E.030.

LLaja y Chamorro (2020) en su tesis “ Diseño una vivienda verde unifamiliar, aplicado a un desarrollo sostenible en la ciudad de Huánuco” tuvo como objetivo principal diseñar una vivienda verde con el propósito de contribuir al desarrollo sostenible en la ciudad de Huánuco tomando como base investigaciones documentales. Su metodología tuvo como precedente un tipo y alcance de investigación descriptivo - correlacional; además presenta un diseño retrospectivo lo cual refiere que toma como base estudios pasados. Como conclusión se obtuvo que al usar materiales eco sostenibles como es el caso de paneles fotovoltaicos se puede reducir las emisiones de CO₂, también se puede relucir que el uso de las tecnologías eco amigables no afecta tanto en el costo de los presupuestos de la infraestructura con respecto a los beneficios que están generan.

2.2 Bases Teóricas vinculadas a la variable o variables de estudio

2.2.1 Vivienda

Una vivienda es un lugar o espacio en donde viven una cantidad de personas; además es un derecho para todo ser humano. Para el diseño de una vivienda se tiene que tomar en cuenta su tipología con la finalidad de identificar el tipo de edificación a implementar. En la siguiente tabla se muestra la tipología de los diferentes tipos de infraestructuras.

Tabla 5: Tipos de Edificación

| Clasificación | Tipología |
|--------------------------------------|--|
| Edificación para grupos familiares | Vivienda Unifamiliar, Vivienda bifamiliar, Quinta, Vivienda Taller, Vivienda Multifamiliar |
| Edificación para grupo de individuos | Vivienda de uso colectivo |

Fuente: Norma Técnica A.020 Vivienda.

Una vivienda para que sea considerada ecológica tiene que ser autosuficiente tanto en su recurso energético como hídrico, también se tiene que usar materiales

eco amigables con su entorno, además debe tener un área verde que se puede dar en la azotea o en su área libre. En estos tipos de vivienda se tiene que reutilizar el recurso hídrico por ejemplo mediante el tratamiento de aguas grises o por la captación de aguas pluviales; además se puede generar electricidad mediante el uso de energías renovables como por ejemplo paneles solares. Para el desarrollo del proyecto se tienen que elaborar los planos de arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas respetando las normas establecidas.



Figura N° 19: Vivienda Ecológica

Fuente: ECODOME.

Llaja y Chamorro (2020) en su estudio expresa que los planos son documentos que tienen características particulares y especificaciones técnicas que se tienen que llevar a cabo para realizar el proyecto y con estos planos se obtiene el permiso para la construcción. En este estudio se presenta el plano arquitectónico, el plano de estructuras, el plano de instalaciones eléctricas y el plano de instalaciones sanitarias. Para realizar el plano arquitectónico se tiene que tomar en cuenta los parámetros urbanísticos y las mediciones del terreno.

Llaja y Chamorro (2020) en su estudio hace mención que el diseño arquitectónico es la base para realizar el proyecto. Del plano de arquitectura, el ingeniero civil tiene que aplicar sus conocimientos para elaborar el plano de estructuras. Se tienen que tomar en cuenta los siguientes parámetros para realizar el diseño:

- a) Ubicación.
- b) Áreas verdes.
- c) Ventilación.

Un plano de estructuras es la representación de los elementos estructurales que componen la infraestructura, forman el esqueleto de la edificación. Este plano es modelado sísmicamente en el software ETABS (Llaja y Chamorro, 2020).

También se tiene que tomar en cuenta los parámetros que establece el Colegio Nacional de Electricidad con la finalidad de evitar cualquier repercusión con respecto al sistema eléctrico de la vivienda.

En este plano se muestran los tipos de conductores, canalizaciones y tipos de accesorios que permitan la generación de electricidad (Llaja y Chamorro, 2020).

Para realizar el diseño de instalaciones eléctricas se tiene que tomar en cuenta la potencia que lleva cada equipo por ejemplo la cocina eléctrica, el horno microondas, la lavadora, la bomba impulsadora de agua, considerado lo antes mencionado se tiene que calcular la máxima demanda con la finalidad de contratar el suministro correspondiente. Para esto se toman en cuenta los factores de demanda estipulados por el Ministerio de Energía y Minas. La máxima demanda se calcula de la siguiente forma:

$$\text{Máxima Demanda (M.D)} = \text{Potencia Instalada} \times \text{Factor de demanda} \dots(1)$$

Tabla 6: Requerimientos de Potencia instalada

Alumbrado y tomacorriente

- Para los primeros 45 m² la potencia instalada es 1500 W.
- Para los siguientes 45 m² es 1000 W.
- Para la fracción restante 1000 W.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2006.

Para el alumbrado y tomacorriente se considera un factor de demanda del 100 %.

Tabla 7: Cargas Eléctricas

| Cargas | Descripción |
|-----------------------|--|
| Equipo de calefacción | Para los equipos de calefacción se considera un factor de demanda al 100% hasta una potencia de 10000 y pasando este se considera un factor de demanda de 75%. |
| Terma eléctrica | Para las termas eléctricas se considera un factor de demanda al 100%. |
| Cocina eléctrica | Cualquier carga de cocina eléctrica: 6000 W para cocina única; más 40% de la cantidad en la que la potencia de dicha cocina exceda los 12 kW; más. |
| Cargas Adicionales | 25% de la potencia de régimen de cada carga mayor de 1 500 W y las menores a 1500 al 100%. |

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2006.

Tabla 8: Caída de Tensión

| Caída de Tensión | |
|---------------------------|------|
| Caída de tensión derivado | 2.5% |
| Caída de tensión | 3 % |

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2006.

Para el cálculo del número de cables del alimentador se tiene que tomar en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 9: Sección nominal del alimentador según su intensidad.

| SECCIÓN NOMINAL | TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR | |
|--------------------|--|--------------------------|
| | 60 °C | 75 °C |
| | TIPOS | TIPOS |
| mm ² | TW – MTW | RHW - THW THWN - XHHW |
| 0,75 | 6 | - |
| 1,0 | 8 | - |
| 1,5 | 10 | - |
| 2,5 | 18 | 20 |
| 4 | 25 | 27 |
| 6 | 35 | 38 |
| 10 | 46 | 50 |
| 16 | 62 | 75 |

| | | |
|-----|-----|-----|
| 25 | 80 | 95 |
| 35 | 100 | 120 |
| 50 | 125 | 145 |
| 70 | 150 | 180 |
| 95 | 180 | 215 |
| 120 | 210 | 245 |
| 150 | 240 | 285 |
| 185 | 275 | 320 |
| 240 | 320 | 375 |
| 300 | 355 | 420 |
| 400 | 430 | 490 |
| 500 | 490 | 580 |

Fuente: Ministerio de Energía y Minas. 2006.

Estos valores establecidos en la anterior tabla indican la sección que se utiliza para el alimentador que proviene desde el suministro hacia el tablero. En consecuencia, se realiza el diseño tomando en cuenta la intensidad de corriente con un factor de seguridad, para luego recién verificar en la tabla el valor correspondiente.

Para las secciones de los cables de los sistemas derivados como por ejemplo el horno microondas se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 10: Capacidad Máxima de los conductores

| Capacidad de corriente en conductores (Sistema AWG) | | | | | |
|---|---------------------|---|------|-------------------------------|------|
| Calibre del conductor | Sección Transversal | TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR | | | |
| | | Instalación en Tubo (A) | | Instalación al Aire Libre (A) | |
| AWG – MCM | mm ² | 60°C | 75°C | 60°C | 75°C |
| | | TW | THW | TWT | THW |
| 22 | 0,324 | 3 | | 5 | |
| 20 | 0,517 | 5 | | 8 | |
| 18 | 0,821 | 7 | | 10 | |
| 16 | 1,310 | 10 | | 15 | |
| 14 | 2,080 | 15 | 15 | 20 | 22 |
| 12 | 3,310 | 20 | 20 | 25 | 28 |
| 10 | 5,260 | 30 | 30 | 40 | 45 |
| 8 | 8,370 | 40 | 45 | 55 | 65 |
| 6 | 13,300 | 55 | 65 | 80 | 90 |
| 4 | 21,150 | 70 | 85 | 105 | 120 |
| 2 | 33,630 | 95 | 115 | 140 | 160 |
| 1 | 42,410 | 110 | 125 | 165 | 195 |
| 1/0 | 53,510 | 125 | 150 | 195 | 230 |
| 2/0 | 67,440 | 145 | 175 | 225 | 265 |

| | | | | | |
|-----|---------|-----|-----|-----|-----|
| 3/0 | 85,020 | 165 | 200 | 260 | 310 |
| 4/0 | 107,200 | 195 | 230 | 300 | 360 |
| 250 | 126,700 | 215 | 255 | 340 | 400 |
| 300 | 152,000 | 240 | 285 | 375 | 445 |
| 350 | 177,400 | 260 | 310 | 420 | 505 |
| 400 | 202,700 | 280 | 355 | 455 | 545 |
| 500 | 252,400 | 320 | 380 | 515 | 615 |
| 600 | 304,000 | 355 | 420 | 575 | 690 |
| 750 | 380,000 | 400 | 490 | 655 | 780 |
| 100 | 506,700 | 490 | 580 | 790 | 950 |

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2006.

Un plano de instalaciones sanitarias debe tener el tipo de distribución de agua potable y la salida del agua residual; cabe resaltar que también se puede realizar el tratamiento de aguas grises (Llaja y Chamorro, 2020).

Para poder realizar el diseño de abastecimiento de agua potable se toman en cuenta las siguientes dotaciones estipuladas según la Norma IS.010.

Tabla 11: Dotación del agua

| Número de dormitorios por departamento | Dotación por departamento L/d |
|---|-------------------------------|
| 1 | 500 |
| 2 | 850 |
| 3 | 1200 |
| 4 | 1350 |
| 5 | 1500 |

Fuente: Ministerio de Saneamiento y Vivienda, 2006.

Con el cálculo del caudal se tiene que diseñar la cisterna correspondiente y se toma en cuenta la tubería de impulsión necesaria para la distribución del agua con su respectiva bomba.

Tabla 12: Tubería de Impulsión

| Gasto de bombeo en l/s | Diámetro (mm) |
|------------------------|---------------|
| Hasta 0.50 | 20 |
| Hasta 1.00 | 25 |
| Hasta 1.60 | 32 |
| Hasta 3.00 | 40 |
| Hasta 5.00 | 50 |
| Hasta 8.00 | 65 |
| Hasta 15.00 | 75 |
| Hasta 25.00 | 100 |

Fuente: Ministerio de Saneamiento y Vivienda, 2006.

Para el dimensionamiento de las tuberías se toman en cuenta las velocidades que se presentan en los diferentes ramales

Tabla 13: Tubería con relación a velocidades

| Diámetro (mm) | Velocidad (m/s) |
|---------------|-----------------|
| 15 | 1.90 |
| 20 | 2.20 |
| 25 | 2.48 |
| 32 | 2.85 |
| 40 y más | 3.00 |

Fuente: Ministerio de Saneamiento y Vivienda, 2006.

Para el cálculo de la potencia de la bomba se tiene que aplicar la fórmula empleada por Hazzen.

$$H_l = \frac{8 K Q^2}{\pi^2 D^4 G} \dots\dots\dots (2)$$

$$H_f = \left(\frac{3.5908 Q L^{0.54}}{D^{2.63} C} \right)^{1.85} \dots\dots\dots (3)$$

$$EA = ADT = (Z_e - Z_a) + (Z_b - Z_s) + (EP_{AE} + EP_{SB}) \dots\dots\dots (4)$$

$$\text{Potencia} = Y Q EA \dots\dots\dots (5)$$

Donde:

K = constante dependiendo de los accesorios a usar por ejemplo codos , filtros u otros.

L= Longitud del punto inferior al punto elevado.

C= constante de la tubería de pvc.

La ingeniería geotécnica es una rama de la geología que estudia el soporte de la estructura. En su fundamento se encarga del estudio de los suelos y las rocas, para realizar un diseño estructural es fundamental el estudio del terreno ya que dicho elemento sirve como base de nuestra infraestructura. Para ejecutar el estudio de suelo es necesario realizar exploraciones en el subsuelo para continuar con el proyecto, estos estudios ayudan al ingeniero con los siguientes conocimientos:

- a. Estimar el asentamiento probable de la estructura.
- b. Tener conocimiento del tipo de cimentación a utilizar.
- c. Tener conocimiento de la capacidad de carga de la cimentación.
- d. Estimar las presiones laterales del terreno en estudio.

e. Tener en cuenta el nivel freático. (Daz, 1985)

Según lo estipulado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018) en la “Norma Técnica Peruana E.050” antes de realizar el estudio de suelos se tiene que tomar en cuenta las siguientes recomendaciones con la finalidad de obtener resultados óptimos.

- a. El tipo de edificación a construir con sus especificaciones correspondientes y su tipo de uso.
- b. Información de las infraestructuras colindantes.
- c. Tener en cuenta si el proyecto requiere de relleno o cortes correspondientes.

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018), el número de exploraciones va a depender del tipo de infraestructura. En la siguiente tabla se muestran las cantidades correspondientes de exploración de acuerdo con el tipo de infraestructura.

Tabla 14: Número de puntos de exploración dependiendo de la infraestructura.

| Descripción | Distancia entre apoyo (m) | Número de Pisos | | | |
|----------------------|--|-----------------|-----|-----|-----|
| | | < 3 | 4 a | 9 a | >12 |
| | | | 8 | 12 | |
| Aporticada de acero | < 12 | III | III | III | II |
| Pórticos de concreto | <10 | III | III | II | I |
| Albañilería | <12 | II | I | ... | ... |
| Base de máquinas | Cualquiera | I | ... | ... | ... |
| Otras estructuras | Cualquiera | I | I | I | I |

Fuente: Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018.

Para tener conocimiento de las características del suelo se tiene que realizar diferentes tipos de exploraciones o extractos en el suelo.

- a. Exploración a través de pozos abiertos.
- b. Perforaciones Manuales y Mecánicas-
- c. Exploración con método de penetración dinámica.

En la siguiente tabla se presentan las características del suelo con la finalidad de realizar el diseño estructural.

Tabla 15: Condiciones del suelo en estudio

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

Tipo de cimentación: zapatas aisladas y cimientos corridos de concreto armado

Estrato de apoyo en la cimentación: arcilla inorgánica de baja plasticidad (CL)

Profundidad de la Napa Freática: 2.00-2.20.

Parámetros de Diseño de la Cimentación

Profundidad de la cimentación: 1.50 m

Presión Admisible

zapatas aisladas: 1.24 kg/ cm²

cimientos corridos: 0.38 kg/cm²

Factor de Seguridad por Corte:

Estático: mayor a 3.0

Dinámico: mayor a 2.5

Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable: arcilla preconsolidada, los asentamientos serán menores a los admisibles.

Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la Norma E.030)

Zona Sísmica: Z4

Tipo de perfil del suelo: S2

Factor del suelo S= 1.05

Periodo TP: 0.6s

Periodo TL: 2.0s

Agresividad del Suelo de la Cimentación:

La arcilla puede estar en contacto con cualquier tipo de estructura de hormigón, ya que este material no presenta agresividad química al concreto. Se recomienda emplear cemento Portland tipo I, relación máxima agua / cemento de 0.50 y f'c mínimo igual 280 kg/cm²

Problemas Especiales de Cimentación

Licuación: No presenta

Colapso: No presenta

Expansión: No presenta

Indicaciones Adicionales

Fuente: Guerra, Pérez, Nicho, Guerrero y García (2019).

El suelo es un elemento natural que puede ser usado como un material en la construcción de una infraestructura, además puede servir como soporte a una cimentación ya sea zapata, cimiento corrido u otros (Daz,1985).

Según el autor Daz este elemento natural presenta diferentes tipos como por ejemplo:

a. Suelo gravoso



Figura N° 20: Suelo Gravoso

Fuente: Edafología

b. Suelo arenoso



Figura N° 21: Suelo arenoso

Fuente: Edafología

c. Suelo arcilloso



Figura N° 22: Suelo Arcilloso

Fuente: Edafología

d. Suelos Limosos



Figura N° 23: Suelo Limoso

Fuente: Edafología

Según el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento (2018), en su informe realiza la clasificación de los tipos de suelos existentes; estos refieren a suelos granulares, suelos finos y suelos orgánicos. Los ingenieros peruanos en sus diferentes estudios han establecido este tipo de clasificación en la “Norma Técnica Peruana E.050”.

| DIVISIONES MAYORES | | SIMBOLO | | DESCRIPCIÓN |
|----------------------------|----------------------------|---------|---|--|
| | | SUCS | GRÁFICO | |
| SUELOS GRANULARES | GRAVA Y SUELOS GRAVOSOS | GW | | GRAVA BIEN GRADUADA |
| | | GP | | GRAVA MAL GRADUADA |
| | | GM | | GRAVA LIMOSA |
| | | GC | | GRAVA ARCILLOSA |
| | ARENA Y SUELOS ARENOSOS | SW | | ARENA BIEN GRADUADA |
| | | SP | | ARENA MAL GRADUADA |
| | | SM | | ARENA LIMOSA |
| | | SC | | ARENA ARCILLOSA |
| SUELOS FINOS | LIMOS Y ARCILLAS (LL < 50) | ML | | LIMO INORGÁNICO DE BAJA PLASTICIDAD |
| | | CL | | ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD |
| | | OL | | LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD |
| | LIMOS Y ARCILLAS (LL > 50) | MH | | LIMO INORGÁNICO DE ALTA PLASTICIDAD |
| | | CH | | ARCILLA INORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD |
| | | OH | | LIMO ORGÁNICO O ARCILLA ORGÁNICA DE ALTA PLASTICIDAD |
| SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS | Pt | | TURBA Y OTROS SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS. | |

Figura N° 24: Simbología del Suelo.

Fuente: Norma Técnica Peruana E.050.

Además, el autor Braja Daz expone que la máxima carga admisible de la cimentación va depender de los parámetros del suelo ya sea el ángulo de fricción, el peso específico y la cohesión del suelo.

El diseño estructural abarca muchas actividades en la cual el proyectista es el responsable de realizarlo para poder determinar características de la estructura, forma, calidad, y su diseño. Conforme con el autor, conlleva a que todas las actividades a realizar por el proyectista en el diseño se realicen conforme a las normas técnicas peruanas para que pueda brindar seguridad, para ello se debe realizar el diseño acorde al Reglamento Nacional de Edificaciones así lo afirmó en su libro (Piralla, 2010).

Una estructura está conformada por elementos conectados que tiene como fin soportar cargas. El diseño estructural va a depender del tipo de infraestructura; además del uso que tendrá a futuro (Hibbeler, 2012).

Los elementos estructurales presentes en una vivienda multifamiliar son las vigas, las columnas, las losas, las placas, los cimientos corridos, las zapatas, las columnetas entre otros para su mejor comprensión se van a definir los elementos ya antes mencionados.

- a. Vigas.- son elementos horizontales que tienen como función soportar cargas verticales cabe resaltar que puede ser de metal, madera , concreto u otros (Hibbeler, 2012).
- b. Columnas.- son elementos verticales rectos que tienen como principal función soportar cargas axiales (Hibbeler, 2012).
- c. Losas.- elementos estructurales generalmente horizontales que sirven como uso común para techos.
- d. Zapatas.- son elementos estructurales que soportan todo el peso de la estructura de manera distribuida (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2009).

Para el caso de la losa, se va a tener este elemento con un espesor de 0.20 metros, tomando como referencia el libro del ingeniero Antonio Blanco Blasco “Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado”, donde se recomienda utilizar la fórmula:

$$h=L/25 \quad \dots\dots\dots (6)$$

Siendo “L” la longitud de la losa.



Figura N° 25: Losa

Fuente: Habitissimo.

De igual manera las vigas, siguiendo los pasos del libro de Blasco ya antes mencionado, se hallan los peraltes del elemento estructural tomando el siguiente criterio:

$$H_{viga} = L/12 \dots\dots\dots (7)$$

Siendo L la longitud del eje de la viga.

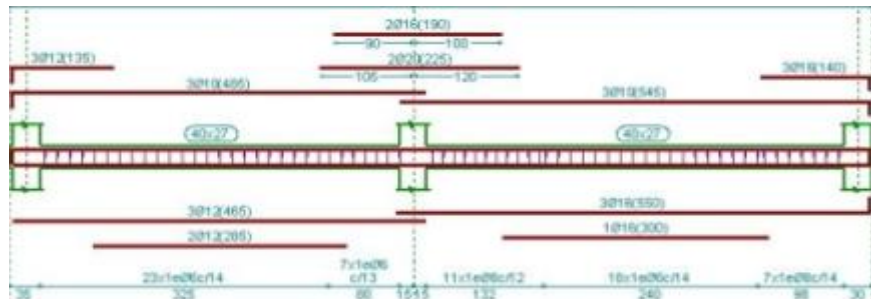


Figura N° 26: Viga

Fuente: Arquitectura sostenible.

Se presentan 3 tipos de vigas en una estructura, las cuales son las siguientes:

- Vigas principales: Se definen así debido a que éstas ayudan a soportar las cargas que se presentan en el edificio y transmitir las a las columnas.
- Vigas secundarias: Se definen a las vigas que cercan los perímetros de las columnas de la estructura, no soportan un valor importante de cargas.
- Viga chata: son vigas de amarre entre columnas que tienen el mismo espesor de la losa.

Para el caso de las columnas, estas se predimensionan con:

$$A_{columna} = (P_{servicio}) / (0.45 * f'c) \dots\dots\dots (8)$$

Siendo la carga de servicio, la sumatoria de la carga muerta y la carga viva. Las cargas de losa, piso terminado y tabiquería se aplican directamente a las columnas usando el criterio del área tributaria (Blasco, 1994). Se refiere al área tributaria a un esquema que se hace en planta formando rectángulos de los lados iguales tanto en el eje x como en el eje y, formando así un área por tramo para luego multiplicarlo por el peso correspondiente.

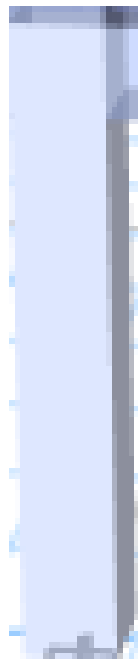


Figura N° 27: Columna extraída del programa ETABS 2019.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16: Estimación de cargas

| Categoría de edificación | Peso (kg/m ²) |
|--------------------------|---------------------------|
| Categoría A | 1500 |
| Categoría B | 1200 |
| Categoría C | 1000 |

Fuente: Elaboración propia.

La infraestructura pertenece a la categoría C ya que es una vivienda.

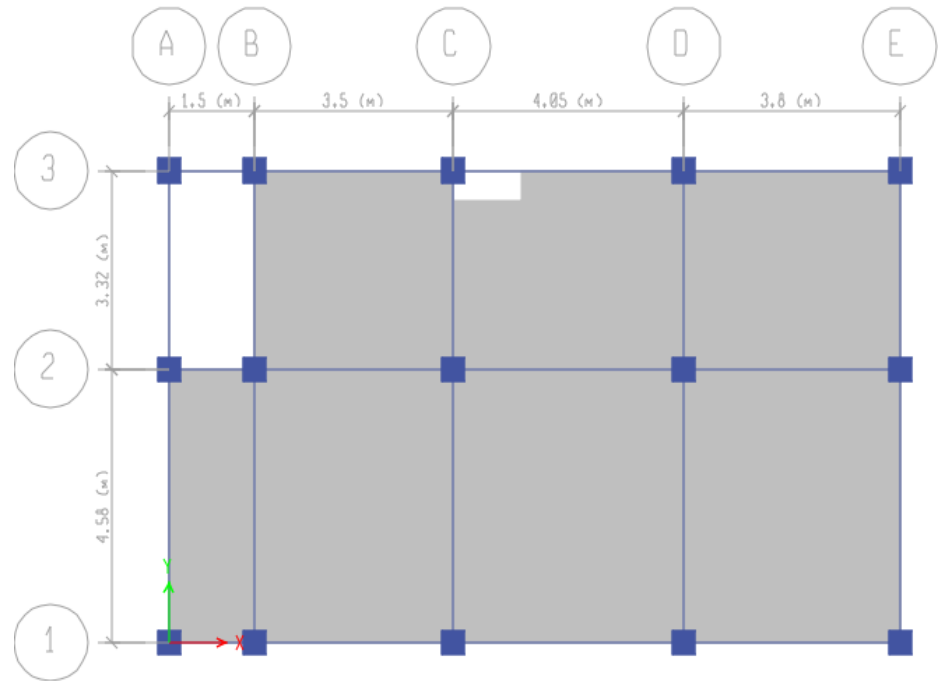


Figura N° 28: Esquema en planta extraído del programa ETABS 2019.

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura se forman las particiones de cada paño con distancias iguales y de esa forma se van constituyendo las áreas tributarias.

Para obtener un buen diseño se debe tener en cuenta los siguientes criterios estructurales:

- a. Simetría, hace referencia a que lo más recomendable en la estructuración es que todas las plantas de las infraestructuras tengan una misma forma primordialmente rectangular para evitar efectos torsionales.
- b. Resistencia, hace referencia a que la estructura debe tener estabilidad a nivel global ante la eventualidad de un sismo.
- c. Ductilidad, hace referencia a que todo elemento puede tener deformaciones sin llegar a romperse.
- d. Rigidez Lateral, hace referencia que los elementos deben proveer una resistencia ante una eventualidad sísmica.
- e. Continuidad de los elementos que los elementos deben tener una continuidad durante toda la edificación (Blasco, 1994).

Para ejecutar un diseño responsable ante la sociedad se tiene que tomar en cuenta las normas de construcción que se presentan en el Reglamento Nacional de Edificaciones; éstas son decisivamente importantes ya que detallan algunos condicionamientos para poder realizar un adecuado diseño; entre ellas tenemos a la “Norma Técnica E.020”, a la “Norma Técnica E.030”, a la “Norma Técnica E.050”, a la “Norma Técnica E.060”.

a. Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado

Generaliza algunos requerimientos mínimos como: análisis, diseño, materiales y control de calidad de todas las estructuras, para la realización de la construcción proyectada de la edificación (“Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento”, 2009). Según esta norma en el Perú se diseña una estructura de concreto con factores de cargas amplificadas y el factor de reducción de resistencia (ϕ). Esta norma hace referencia a que todos los elementos estructurales se diseñan para resistir las cargas máximas amplificadas. Además, se expresan las siguientes fórmulas de cargas para diseñar una infraestructura:

$$U = 1.4 CM + 1.7 CV \quad \dots\dots (9)$$

$$U = 1.25 (CM + CV + CVi) \quad \dots\dots (10)$$

$$U = 1.25 (CM + CV - CVi) \quad \dots (11)$$

$$U = 0,9 CM \pm 1,25 CV \quad \dots (12)$$

$$U = 1,25 (CM + CV) \pm CS \quad \dots (13)$$

$$U = 0,9 CM \pm CS \quad \dots\dots (14)$$

En donde se describe lo siguiente:

- CM = Carga muerta
- CV = Carga viva
- CVi = Carga de viento
- CS = Carga de sismo

Los valores de reducción de resistencia van a depender del tipo de diseño a realizar. En la siguiente tabla se muestran los valores correspondientes.

Tabla 17: Valores de Reducción de Resistencia

| Tipo de Diseño | ω |
|------------------------------|----------|
| Por flexión | 0,9 |
| Por Cortante y Torsión | 0,75 |
| Carga axial a tracción | 0,9 |
| Carga axial a compresión | 0,7 |
| Aplastamiento en el concreto | 0,7 |

Fuente: Elaboración propia.

b. Norma Técnica de Edificación E.030 Diseño Sismorresistente

En esta norma se establecen algunos requerimientos para que el diseño tenga un aceptable comportamiento sísmico y asimismo reducir los daños que pueden causar los eventos sísmicos a la infraestructura; esta norma tiene como finalidad evitar pérdida de vidas humanas, esto se aplica para las edificaciones en reparación, edificaciones existentes y edificaciones nuevas (“Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento”, 2018).

Para obtener un eficiente diseño sismorresistente se tiene que tomar en cuenta los siguientes aspectos.

- Simetría en la edificación.
- Continuidad de elementos estructurales.
- Ductilidad de los elementos estructurales.
- Resistencia necesaria tanto en la dirección x como en y para contraer las fuerzas sísmicas (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Cabe resaltar que el Perú es un país propenso a eventualidades sísmicas por ende se han realizado diferentes tipos de estudios para tratar de emplear una estructura resistente ante dicho evento. En estos estudios resaltan la microzonificación sísmica que refiere a las consecuencias que produce un evento natural ya sea sismo, tsunami u otros. Contemplando estos eventos se tiene que realizar el diseño de la infraestructura (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

En esta norma se ha realizado un estudio de zonificación que tienen como fundamento eventos sísmicos ya pasados anteriormente detallando los efectos que estos tienen, también se toma en cuenta información neotectónica. Debido a estos estudios, el Perú está dividido por 4 zonas sísmicas, en donde se emplea la nomenclatura “Z” en representación de la aceleración máxima horizontal.



Figura N° 29: Zonas Sísmicas

Fuente: Norma Técnica E.030

Tabla 18: Valores de las zonas Sísmicas en el Perú

| Zona | Z |
|------|------|
| 4 | 0.45 |
| 3 | 0.35 |
| 2 | 0.25 |
| 1 | 0.1 |

Fuente: Norma Técnica E.030.

Además, se presentan diferentes tipos de suelos en el Perú de acuerdo con la microzonificación sísmica y en donde se detalla lo siguiente:

- Suelo roca dura (S_0)
- Suelo muy rígido (S_1)

- Suelo intermedio (S_2)
- Suelo blando (S_3)
- Suelos excepcionales (S_4)

Además, se tienen que evaluar los parámetros del sitio como son el factor del suelo, periodo T_p y T_1 .

Tabla 19: Factores de Suelos (z)

| Zona / Suelo | S_0 | S_1 | S_2 | S_3 |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|
| Z_4 | 0.8 | 1 | 1.05 | 1.1 |
| Z_3 | 0.8 | 1 | 1.15 | 1.2 |
| Z_2 | 0.8 | 1 | 1.2 | 1.4 |
| Z_1 | 0.8 | 1 | 1.6 | 2 |

Fuente: Norma Técnica E.030.

Tabla 20: Periodo de la estructura

| Periodo | Perfil del suelo | | | |
|---------|------------------|-------|-------|-------|
| | S_0 | S_1 | S_2 | S_3 |
| T_p | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 1 |
| T_1 | 3 | 2.5 | 2 | 1.6 |

Fuente: Norma Técnica E.030.

De acuerdo con las características del sitio se evalúa el factor de amplificación sísmico (C) y se emplean las siguientes fórmulas.

$$T < T_p \text{ entonces } C = 2.5 \quad \dots (15)$$

$$T_p < T < T_1 \text{ entonces } C = 2.5 * (T_p/T) \quad \dots (16)$$

$$T > T_1 \text{ entonces } C = 2.5 * (T_p * T_1 / T^2) \quad \dots (17)$$

$$T = H_n / C_t \quad \dots (18)$$

Donde:

- H_n = altura total del edificio
- $C_t = 35$, si la estructura es aporticada sin muros de corte.
- $C_t = 45$, si la estructura tiene muros en las cajas de ascensores.
- $C_t = 60$, para edificios de albañilería.

Para realizar el diseño sísmico se tiene que tomar en cuenta el tipo de infraestructura con la finalidad de obtener el factor U. Además, para poder determinar su factor de reducción R_0 que a su vez tienen que

ser corregidos debido a sus diferentes características que presente la estructura, en la siguiente figura se corrobora lo antes mencionado (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Tabla 21: Factor U de acuerdo con el tipo de construcción.

| Categoría | Factor U |
|-----------|----------|
| A | 1.5 |
| B | 1.3 |
| C | 1 |
| D | Variable |

Fuente: Norma Técnica E.030.

Tabla 22: Coeficiente de Reducción

| Sistema Estructural | Coeficiente de Reducción |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Concreto armado: | |
| Pórticos | 8 |
| Dual | 7 |
| Muros Estructurales | 6 |
| Muros de Ductilidad Limitada | 4 |
| Albañilería Armada o Confinada | 3 |
| Madera | 7 |

Fuente: Norma Técnica E.030.

De acuerdo al tipo de sistema estructural que tiene nuestro proyecto el coeficiente de reducción es 8, ya que la estructuración está conformada por pórticos de concreto armado.

Tabla 23: Irregularidad Estructural Ia

| Irregularidad Estructural | Factor de I _a |
|-------------------------------------|--------------------------|
| Irregularidad de Rigidez | 0.75 |
| Irregularidad de Resistencia | 0.75 |
| Irregularidad extrema de rigidez | 0.50 |
| Irregularidad de masa | 0.90 |
| Irregularidad de geometría vertical | 0.90 |
| Discontinuidad de la estructura | 0.80 |

Fuente: Norma Técnica E.030.

Tabla 24: Irregularidad Estructural Ip

| Irregularidad Estructural | Factor de Ip |
|-------------------------------------|--------------|
| Irregularidad de Rigidez | 0.75 |
| Irregularidad de Resistencia | 0.75 |
| Irregularidad extrema de rigidez | 0.50 |
| Irregularidad de masa | 0.90 |
| Irregularidad de geometría vertical | 0.90 |
| Discontinuidad de la estructura | 0.80 |

Fuente: Norma Técnica E.030.

Cabe resaltar una observación importante en el estudio sismorresistente, si la infraestructura resulta ser regular entonces sus factores de reducción tanto Ia como Ip resultan ser el valor de la unidad. Como conclusión se obtiene que el valor del coeficiente de reducción sísmico resulta:

$$R = R_o * I_a * I_p \quad \dots\dots\dots (19)$$

En la estimación del peso de la estructura (P) se toman en cuenta el tipo de categoría de la edificación ya sea A, B o C para ello se considera lo siguiente.

- En A tanto como en B se toma el 50 % de la carga viva.
- En C se toma el 25 % de la carga viva.
- En la azotea y el techo se toma el 25 % de la carga viva (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

El “Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento” (2018) nos informa que un diseño sísmico tiene que cumplir con las normativas sismorresistentes y para ello se tiene que tomar en cuenta lo siguiente:

- Análisis Estático: El análisis estático nos muestra las diferentes solicitudes sísmicas que se presentan por medio de fuerzas que actúan en el centro de masa con respecto a cada uno de los niveles de la edificación según la Norma Técnica Peruana E. 030.

Como primer paso se tiene que calcular la cortante basal que actúa en el edificio de la siguiente manera:

$$V = (Z*U*C*S / R) * P \quad \dots (20)$$

Por consiguiente, se evalúa lo siguiente:

$$(C/R) > 0.11$$

Luego se distribuye la fuerza sísmica en cada piso de la siguiente forma:

$$F_v = \alpha_i * V \quad \dots (21)$$

Donde:

$$\alpha = \left(\frac{P H^k}{\sum P H^k} \right)$$

Además, se expresa lo siguiente:

N = número de piso

K = 1 si T es menor igual a 0.5s.

K= (0.75 + 0.5 T), si T mayor a 0.5 s.

- Análisis Dinámico Modal Espectral: Muchas estructuras o partes de ella pueden ser diseñadas, gracias a la obtención de los resultados del análisis por combinación modal espectral según la Norma Técnica Peruana E.030. La aceleración espectral se calcula de la siguiente forma:

$$S_a = ((Z*U*C*S) / R) * G \quad \dots (22)$$

Donde:

G = gravedad

Con respecto al modo de vibración la suma de masa efectiva debe representar por lo mínimo el 90% de la masa total.

Además, en este análisis se hace mención que la fuerza cortante mínima en el primer entrepiso no puede ser menor al 80 % del valor calculado para una estructura regular, de lo contrario el 90% si fuera irregular (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

También se toma en cuenta que la fuerza lateral estática actúa en el centro de masas con una excentricidad de 0.05 en cada

dirección. Por otro lado, el cálculo de desplazamiento lateral va a depender si la estructura es regular o irregular. Si fuera regular se tiene $0.75 * R$, de lo contrario $0.85 * R$ en donde R significa deriva o desplazamiento lateral. Además, la presente norma en mención hace referencia que la estructura no puede tener un desplazamiento mayor a 0.007 cm en ambas direcciones. También nos hace mención que para cada una de las direcciones la fuerza cortante dinámica en la base debe ser mayor que el 80% que la cortante estática para estructuras regulares, si dicha estructura fuera irregular no debería pasar del 90% (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

Tabla 25: Derivas de la estructura

| Material Predominante | Δ/h |
|--|------------|
| Concreto armado | 0.07 |
| Acero | 0.010 |
| Albañilería | 0.005 |
| Madera | 0.010 |
| Edificio de concreto armado con muros de ductilidad limitada | 0.005 |

Fuente: Norma Técnica E.030.

Tabla 26: Sismos según departamentos con magnitud mayor o igual a 5 grados.

| Departamento | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Total | 33 | 26 | 21 | 23 | 42 | 38 | 42 | 42 | 43 | 51 |
| Amazonas | 2 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| Áncash | 1 | - | - | - | 1 | - | - | - | - | 1 |
| Apurímac | 1 | - | - | 1 | - | - | 1 | - | - | 1 |
| Arequipa | 1 | 1 | 4 | 7 | 4 | 5 | 4 | 3 | 3 | 2 |
| Ayacucho | 1 | 1 | 2 | - | 3 | - | - | 6 | - | 1 |
| Cajamarca | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Cusco | 3 | 1 | 1 | - | 2 | 1 | - | - | 1 | 1 |
| Huancavelica | - | - | - | - | - | - | 2 | - | 1 | 1 |
| Huánuco | - | 1 | - | - | 2 | 2 | 2 | 1 | 2 | 1 |
| Ica | 1 | - | 2 | - | 1 | 2 | 1 | 1 | - | 1 |
| Junín | 1 | - | - | 1 | - | - | 1 | 1 | - | 1 |
| Lambayeque | 1 | - | - | - | - | - | - | - | - | 1 |
| Lima | - | - | - | 1 | - | 1 | - | - | - | - |
| Loreto | 2 | 6 | 3 | - | - | 4 | 2 | 6 | 6 | 9 |

| | | | | | | | | | | |
|-----------------|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|
| Madre de Dios | - | - | - | - | - | 1 | 1 | - | 2 | - |
| Moquegua | - | - | - | 1 | - | - | 1 | - | - | - |
| Pasco | - | - | - | 1 | 1 | - | - | 1 | 2 | 1 |
| Piura | 1 | 1 | 1 | 1 | - | - | - | - | - | 1 |
| Puno | 1 | - | - | 1 | - | 1 | 2 | 1 | - | 2 |
| San Martín | - | - | 1 | 1 | 1 | - | - | 2 | - | - |
| Tacna | - | 1 | 2 | - | 2 | 1 | - | - | 3 | 3 |
| Tumbes | - | - | - | - | 1 | - | - | 1 | - | - |
| Ucayali | 2 | 1 | 2 | 2 | 1 | 2 | 7 | 3 | 1 | 2 |
| Océano Pacífico | 9 | 8 | 2 | 3 | 18 | 15 | 16 | 13 | 17 | 12 |
| Fronteras | 6 | 5 | 1 | 3 | 5 | 3 | 2 | 3 | 5 | 9 |

Fuente: Instituto Geofísico del Perú, 2019.

Tabla 27: Destrucción de vivienda por efecto de un evento natural

| Departamento | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|
| Total | 12 | 20 | 12 | 4 | 2 | 5 | 3 | 38 | 2 | 2 |
| Amazonas | 263 | 65 | 69 | 25 | 202 | 240 | 78 | 45 | 68 | 82 |
| Áncash | 68 | 11 | 529 | 218 | 33 | 39 | 11 | 3551 | 228 | 150 |
| Apurímac | 403 | 253 | 346 | 69 | 35 | 52 | 55 | 81 | 136 | 66 |
| Arequipa | 120 | 392 | 1.071 | 558 | 19 | 584 | 343 | 257 | 170 | 108 |
| Ayacucho | 808 | 2.969 | 1.273 | 162 | 122 | 61 | 29 | 151 | 177 | 151 |
| Cajamarca | 162 | 21 | 170 | 231 | 33 | 1523 | 48 | 274 | 19 | 54 |
| Cusco | 3.790 | 1.070 | 298 | 469 | 270 | 60 | 59 | 19 | 133 | 52 |
| Huancavelica | 253 | 760 | 613 | 260 | 220 | 204 | 18 | 605 | 44 | 65 |
| Huánuco | 351 | 339 | 226 | 171 | 94 | 43 | 25 | 57 | 53 | 369 |
| Ica | 169 | 94 | 92 | 102 | 61 | 63 | 92 | 550 | 61 | 16 |
| Junín | 755 | 2.335 | 162 | 277 | 154 | 189 | 117 | 175 | 141 | 178 |
| La Libertad | 1.044 | 195 | 25 | 33 | 141 | 17 | 9 | 12.605 | 11 | 52 |
| Lambayeque | 78 | 76 | 812 | 78 | 24 | 52 | 8 | 3.936 | 20 | 55 |
| Lima | 252 | 241 | 860 | 151 | 123 | 108 | 380 | 2.379 | 189 | 78 |
| Loreto | 1.212 | 7.288 | 1.461 | 323 | 76 | 245 | 170 | 122 | 104 | 160 |
| Madre de Dios | 9 | 16 | 17 | 5 | 159 | 99 | 116 | 21 | 32 | - |
| Moquegua | 12 | 135 | 607 | 14 | 27 | 363 | 26 | 27 | 3 | 88 |
| Pasco | 87 | 38 | 109 | 24 | 133 | 60 | 31 | 77 | 62 | 121 |
| Piura | 461 | 273 | 1.069 | 257 | 261 | 1003 | 1.104 | 13.263 | 685 | 141 |
| Prov. Const. del Callao | 25 | 96 | 60 | 339 | 29 | 117 | 4 | 21 | 27 | 15 |
| Puno | 938 | 1.321 | 2.420 | 343 | 81 | 49 | 835 | 35 | 62 | 6 |
| San Martín | 649 | 515 | 314 | 278 | 229 | 486 | 82 | 163 | 116 | 72 |
| Tacna | 12 | 99 | 275 | 4 | 4 | 31 | 46 | 11 | 9 | 100 |
| Tumbes | 19 | 16 | 25 | 3 | 10 | 44 | 53 | 73 | 24 | 7 |
| Ucayali | 315 | 2.281 | 39 | 36 | 84 | 137 | 228 | 104 | 77 | 104 |

Fuente: Instituto Geofísico del Perú, 2019.

Las anteriores tablas muestran las consecuencias de un evento sísmico, por ende, es necesario diseñar la infraestructura tomando en cuenta los parámetros sísmicos para evitar estas tragedias.

c. Norma Técnica de Edificación E.020 Cargas.

Todas las cargas que se exigen a las edificaciones y sus diferentes partes estructurales, tienen que ser resistidas por la infraestructura, esta norma se perfecciona con la norma sismo resistente (Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2018).

- Carga Muerta (CM): La CM en su totalidad viene a ser el peso de todos los materiales u otro cualquier elemento, el cual viene a ser soportado por la edificación.
- b) Carga Viva (CV): La CV en su totalidad viene a ser el peso de todos los equipos, muebles, ocupantes y diferentes elementos que la edificación soporta.

De acuerdo con esta norma se han establecido cargas vivas mínimas para diferentes tipos de infraestructuras. En la siguiente tabla se puede observar lo antes mencionado

Tabla 28: Cargas vivas por tipo de infraestructura

| Ocupación de uso | Carga viva (kgf/m ²) |
|-------------------------------|----------------------------------|
| Almacenaje | 500 |
| Baños | 300 |
| Bibliotecas (sala de lectura) | 300 |
| Centro de educación (aulas) | 250 |
| Garaje | 250 |
| Hospitales (salas) | 300 |
| Hoteles | 200 |
| Instituciones penales | 200 |
| Viviendas | 200 |
| Escaleras | 200 |

Fuente: Norma Técnica Peruana E.020

2.2.2 Sostenibilidad Ambiental

a. Sostenibilidad

Castells (2012), afirma que el desarrollo sostenible abarca una nueva forma de enfrentar la realidad que se está viviendo a nivel mundial. La

sostenibilidad tiene como punto estratégico proteger el medio ambiente esto implica evitar la contaminación en el entorno tanto terrestre, acuático, aéreo. Según Bedoya, Castro y Morales (2010) afirman que en 1987 diferentes países elaboraron el informe Brundtland, es allí donde aparece por primera vez el término “desarrollo sostenible” y lo definen a esta palabra de la siguiente forma: Satisfacer las necesidades del presente sin causar perjuicios a las del futuro.

Según Mulder (2015) para que un estado sea sostenible debe tener como base los siguientes pilares:

- Reducir el consumo de recursos naturales.
- Priorizar el uso de las energías renovables como fuente principal de materia prima.
- Terminar por completo el uso de recursos no renovables.

Miñón (2002) expone que la sostenibilidad se divide en tres puntos:

- Dimensión Ambiental o Ecológica: Aquí se menciona que todos los recursos naturales tienen una vida de manera limitada, por lo que se recomienda protegerlos y usarlos de manera adecuada.
- Dimensión Social: Se debe alcanzar niveles satisfactorios de calidad de vida, educación e higiene.
- Dimensión económica: Se debe realizar el desarrollo económico de manera equitativa y sobre todo respetando el medio ambiente.



Figura N° 30: Sostenibilidad Ambiental

Fuente: Ofiprix.

En la siguiente figura se muestran los objetivos del desarrollo sostenible emitido por la Organización de Naciones Unidas.

| Recuadro 1 | |
|---|--|
| Objetivos de Desarrollo Sostenible | |
| ODS 1 | Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo. |
| ODS 2 | Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible. |
| ODS 3 | Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades. |
| ODS 4 | Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos. |
| ODS 5 | Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas. |
| ODS 6 | Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos. |
| ODS 7 | Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos. |
| ODS 8 | Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos. |
| ODS 9 | Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación. |
| ODS 10 | Reducir la desigualdad en los países y entre ellos. |
| ODS 11 | Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. |
| ODS 12 | Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles. |
| ODS 13 | Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos. |
| ODS 14 | Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible. |
| ODS 15 | Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad. |
| ODS 16 | Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas. |
| ODS 17 | Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible. |

Fuente: (Naciones Unidas, 2015).

Figura N° 31: Objetivo de Desarrollo Sostenible según CEPAL

Fuente: Naciones Unidas, 2015.

- **Construcción Sostenible**

La construcción sostenible es un sistema constructivo y beneficioso que genera algunos cambios, con la finalidad de atender necesidades de espacio para los seres vivos, considerando y respetando el entorno y las diferentes riquezas naturales, asegurando una mejor calidad de vida para las actuales y futuras generaciones (O'reilly, 2011).

- **Características básicas de los Edificios Sostenibles**

Según O`reilly (2011) las características básicas de los edificios sostenibles son las siguientes:

- a. Asegurar la disponibilidad de recursos incluyendo acciones y organizaciones para el desarrollo de la obra.
- b. Consumo mínimo de agua y energía durante su utilidad.
- c. Utilización de materias primas.

- d. Reduce el impacto ambiental en el entorno.
- e. Crear un buen ambiente interior saludable.
- f. Generar una buena calidad de vida para todos los usuarios.

Las construcciones sostenibles ya son una realidad, éstas tienen como finalidad contribuir de manera positiva con su entorno. Un claro ejemplo es la construcción del edificio One Angel Square en Inglaterra; este edificio fue construido tomando en cuenta la certificación BREEAM, cabe resaltar que es considerada una de las infraestructuras más sostenibles del continente Europeo debido a que genera energía por medio de la combinación de electricidad y calor producido del aceite originado de las semillas de uva; respecto al recurso hídrico utilizan la captación de aguas pluviales y el tratamiento de aguas grises (Hildebrandt Gruppe, 2015).



Figura N° 32: One Angel Square

Fuente: Hildebrandt Gruppe, 2015.

En el Perú ya se está tomando en cuenta las certificaciones sostenibles. En lo que abarca la certificación LEED tiene un avance progresivo en el Perú. En las siguientes figuras se respalda lo antes mencionado.



Figura N° 33: Certificaciones LEED en el Perú

Fuente: Green Building Council 2018.

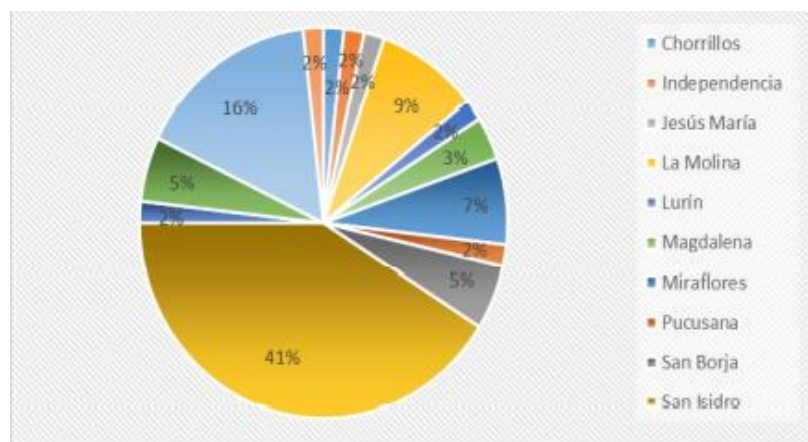


Figura N° 34: Porcentaje de Certificación LEED en la región de Lima.

Fuente: Mayer - presidenta del Consejo Peruano Sostenible, 2017.

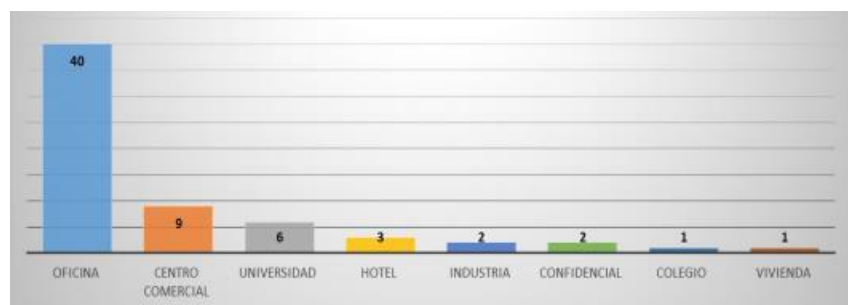


Figura N° 35: Certificación LEED en el Perú según su tipología.

Fuente: Mayer -presidenta del Consejo Peruano Sostenible, 2017.

- Impacto Ambiental

Ceballos, Villamil, y Paredes (2019) afirman que el término impacto ambiental es “la alteración del ambiente causada por la implementación de un proyecto”. (pág. 71)

Ceballos et al. (2019) en la definición de impacto debemos incluir dos factores que son:

- a) El eco biológico. - Su enfoque es el impacto físico.
- b) El humano. - abarca situaciones socioculturales.

Ceballos et al. (2019) nos informa que para realizar un proyecto debemos tener en cuenta nuestro entorno, para que nuestro ambiente sea amigable con el proyecto se tienen que tomar las medidas correspondientes con la finalidad de obtener en cantidades mínimas la contaminación. Si la ejecución de un proyecto genera un impacto ambiental en progresiva, entonces se tiene que buscar otras propuestas al proyecto y si aun así no hay soluciones pues rechazar dicha implementación de la estructura.

Acevedo (2019) nos informa que los estudios de impacto ambiental (EIA) son expedientes en donde se conocen las causas perjudiciales al entorno por lo cual se tienen que modificar las alternativas a usar para así no perjudicar dicho entorno. Estas alternativas se pueden dar utilizando tecnología para 50 años de vida útil de una infraestructura.

Lima es una de las ciudades más contaminadas del Perú esto se puede corroborar en la tabla 1 ya antes mencionada en la problemática.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas e Informáticas (2019) informó que en el año 2018 la estación de Ate registró la mayor cantidad de partículas menores a 10 um en el aire, en la siguiente tabla se puede comprobar lo antes mencionado.

Tabla 29: Promedio mensual de partículas inferiores a 10 ug/m³

| Año/Mes | Ate | San Borja | Jesús María (Campo de Marte) | Santa Anita | Villa María del Triunfo | Huachipa | San Juan de Lurigancho | San Martín de Porres | Carabaylo | Puente Piedra |
|-------------|-------|-----------|------------------------------|-------------|-------------------------|----------|------------------------|----------------------|-----------|---------------|
| 2018 | | | | | | | | | | |
| Enero | 110,4 | 46,1 | 28,6 | ... | ... | ... | ... | 50,2 | ... | 121,4 |
| Febrero | 109,0 | 48,4 | 25,6 | ... | ... | 85,6 | 79,9 | 50,2 | 57,3 | 109,6 |
| Marzo | 107,2 | ... | 30,7 | ... | 239,4 | ... | 92,8 | 53,1 | 84,3 | ... |
| Abril | 136,9 | 69,3 | 36,4 | ... | 206,8 | 109,2 | 97,1 | ... | 101,3 | 130,9 |
| Mayo | 125,0 | 70,5 | 37,6 | ... | 158,3 | ... | 96,3 | ... | 91,2 | 119,2 |
| Junio | 109,0 | ... | 34,7 | 53,1 | 64,2 | ... | 72,7 | ... | 72,4 | 63,2 |
| Julio | 145,4 | ... | 28,3 | 61,3 | 64,4 | 88,9 | 73,8 | 43,4 | 74,5 | 68,2 |
| Agosto | 155,7 | 49,0 | 29,4 | 62,6 | 64,2 | 92,8 | 78,6 | 41,7 | 83,5 | 72,7 |
| Setiembre | 155,9 | 52,2 | 28,0 | 89,7 | 103,5 | 104,8 | 85,6 | 41,0 | 97,8 | 76,9 |
| Octubre | 112,7 | 49,4 | 21,7 | 27,7 | ... | 90,1 | 72,1 | 38,0 | 94,5 | 65,7 |
| Noviembre | 106,3 | 51,6 | 22,2 | 66,3 | 134,2 | 94,7 | 71,5 | 37,5 | 101,0 | 72,2 |
| Diciembre | ... | 46,7 | 20,4 | 64,1 | 169,6 | ... | 68,7 | 36,7 | 112,7 | 68,6 |

ECA Nacional anual: 50 ug/m³. ECA - OMS: 50 ug/m³.

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, 2018.

Para contribuir con el desarrollo sostenible se puede tomar en cuenta el uso de las 3 R, a continuación, se especifica cada tipo implementación de la R para poder contribuir con el entorno.

Reducir. - Según INDECOPI (2005) se refiere a usar menos un producto o un recurso natural con la finalidad de no dañar el ambiente; también agregar a la preservación de un bien común a futuro.

Reciclar. - Osorio (2015) en su estudio afirma que el reciclaje ayuda a disminuir la contaminación. Por ejemplo, en Colombia cuando realizan la construcción de una infraestructura la tierra que excavan la dejan en un banco de depósito de arena con la finalidad de utilizarla en el proyecto o en alguno posterior.

Recuperar. - Según INDECOPI (2005) toda actividad realizada que permita reaprovechar algunas partes de componentes o sustancias que forman un residuo. Algunos residuos generados por la realización de actividades, debido a falta de tecnologías para su recuperación y su próximo aprovechamiento o no tiene demanda en el mercado.

- Certificaciones de sostenibilidad para la construcción
 - a. Certificación LEED

“La certificación LEED es un sistema de certificación de proyectos acrónimo de Leadership in Energy & Environmental Design” (“Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental”) fue creada en el año de 1993 por el “Consejo de la Construcción Verde” (U.S.G.B.C) de los Estados Unidos este tipo de certificación tiene una metodología propia y requerimientos en lo cual se entienden que si las infraestructuras las cumplen, entonces estas son sostenibles, este certificado no solo se aplica a viviendas unifamiliares; también se puede aplicar en edificios rehabilitados como también a barrios completos, por ello con el paso del tiempo poco a poco se ha ido implementando en otros países y hoy en día es una certificación muy habitual en las construcciones (U.S. Green Building Council , 2019).

Esta certificación divide sus indicadores en 7 categorías, teniendo un puntaje cada una de ellas que se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 30: Indicadores de puntaje

| Categorías | Puntajes |
|-------------------------------|----------|
| Sitios sustentables | 26 |
| Eficiencia hídrica | 10 |
| Energía y atmósfera | 35 |
| Materiales y recursos | 14 |
| Calidad interior de ambientes | 15 |
| Innovación de diseño | 6 |
| Prioridad Regional | 4 |

Fuente: U.S.G.B.C

Según la U.S.G.B.C la máxima puntuación de esta certificación es de 110 puntos acumulados. Dicho esto, cuando el edificio a certificar acumula en total entre 40 a 49 puntos obtiene la certificación y el rango de certificado es básico, cuando obtiene entre 50 a 59 puntos obtiene el rango de plata, cuando consigue entre 60 a 79 puntos obtiene el rango de oro y finalmente cuando llega a acumular entre 80 a 110 puntos obtiene el rango de platino.

b. Certificación BREEAM

Fue creada en el Reino Unido y publicada en 1990 y hasta finales de 2019 tiene alrededor de 570 000 certificados emitidos en alrededor de 85 países. Building Research Establishment (BRE), organización que fue creada por BREEAM, cuenta con muchos estándares técnicos relacionados a diversos proyectos de viviendas, como por ejemplo BREEAM Domestic Refurbishment, BREEAM International New Construction, el Code for Sustainable Homes y Quality Mark (KQM). Este último está enfocado en viviendas, está diseñado únicamente para proyectos unifamiliares, como refiere su manual técnico Home Quality ONE (BRE Global Ltd, 2018), y solo está dirigido a proyectos en Inglaterra, sin embargo, BREEAM International New Construction conlleva proyectos residenciales multifamiliares y así lo expone en su manual técnico (BRE Global Ltd, 2016). Desde que se inicia el proyecto un asesor BREEAM orienta al cliente sobre cómo sería el proyecto con esta certificación para llegar a una infraestructura sostenible, además solo se enfoca en la etapa de diseño y post – construcción, lo que cabe resaltar es que no se evalúa el impacto generado debido a las prácticas realizadas (BRE Global Ltd, 2016).

c. Certificación EDGE

Es una certificación desarrollada por la Corporación Financiera Internacional (IFC), con respecto a las demás certificaciones vistas anteriormente, EDGE se diferencia ya que tiene una mejor metodología a las condiciones locales de un gran porcentaje de países del mundo, este sistema aplica su propia línea de certificación ya que el equipo de diseño del proyecto recomienda una mejor alternativa ecológica según viendo el tema económico, el objetivo primordial es reducir el consumo de energía, consumo de agua y de energía incorporada en los materiales; lo que más resalta es que esta certificación se

puede obtener a través de proveedores licenciados. La certificación EDGE puede trabajar con diferentes tipos de edificaciones tales como oficinas, hospitales, viviendas, hospedajes. La única función del usuario es tener su línea base y poder compararla con la alternativa ecológica que desea construir, esta información conforma el proyecto, las áreas por ambiente, cantidad de viviendas y hasta información específica de aparatos sanitarios incluyendo el tipo de materiales que se van a utilizar. EDGE tiene su enfoque económico, ya que incluye el costo de energía, combustible, gas y agua; por ende, si se ve necesario pueden ser modificadas. Una ventaja importante de la certificación EDGE es que incorpora de forma nativa los datos climáticos de todas las ciudades con las que trabaja, y si en caso dicho lugar donde se va a realizar el futuro proyecto no tenga, esta metodología permite utilizar las ciudades cercanas con condiciones climáticas similares (International Finance Corporation, 2018). La certificación EDGE tiene divididos sus criterios sostenibles por sector dándole lugar al cliente, al arquitecto, al gobierno y a los dueños de la vivienda. Como comentario resaltante se puede corroborar que es una buena elección la certificación, con el pasar de los años se está volviendo competitivo y una de las primeras elecciones a nivel mundial.

- **Energía Renovable**

Castells (2012) afirma que la energía renovable se caracteriza por no consumir las riquezas de la naturaleza, en consecuencia, no altera el entorno; por ello, se puede decir que vienen a ser materias de suministros que elaboran la fuente energética en una materia sustentable.

Castells (2012) expresa en su libro lo siguiente:

Las fuentes renovables de energía pueden dividirse en dos: no contaminantes o limpias y las potencialmente contaminantes, entre las primeras se pueden citar:

- El Sol: energía solar (térmica y termoeléctrica).
- El viento: energía eólica.
- Los ríos y las corrientes de agua dulce: energía hidráulica
- Los mares y océanos: energía mareomotriz.
- El calor de la tierra: energía geotérmica.
- Las olas: energía oleomotriz. (pág. 597)

a. Energía Eólica

Según Castells (2012) la generación de este tipo de energía ha ido en aumento desde el año de 1980 en diferentes partes del mundo, en esas épocas se sabía muy poco de este generador de energía, pero con el transcurso de los años se ha establecido en una fuente de producción de electricidad bastante usada ya que contribuye con el medio ambiente, además tiene muchas ventajas, por ejemplo:

- No emite CO₂.
- No produce ninguna alteración sobre los acuíferos.
- No produce ningún tipo de alteración en el suelo.
- No genera grandes movimientos de tierra.

Las desventajas eólicas, según Castells (2012) son:

- El uso de este tipo produce una contaminación de tipo acústica.
- Puede modificarse el lugar o paisaje.



Figura N° 36: Energía Eólica

Fuente: Ecovive

b. Energía Hidráulica

Este tipo de energía ocurre cuando el recurso cristalino transita por los ríos, y si en esta transición ocurre una variación de altura (superior a inferior), entonces se produce una energía cinética que hoy en día se aprovecha. Hace más de un siglo dicha energía solo se usaba para moler trigo, pero en la actualidad es empleada para generar electricidad, como resultado de todo esto se tiene a las centrales hidroeléctricas cuyo trabajo es transformar dichas energías en fuentes eléctricas Castells (2012). Las ventajas planteadas por el autor son las siguientes:

- El costo es bastante reducido, cuando se actualiza la red de transmisión el costo se amortiza.
- La energía hidráulica es más eco amigable que cualquier combustible fósil.

Según Castells (2012) la desventaja de la energía hidráulica es:

- Aumenta la polución del agua.

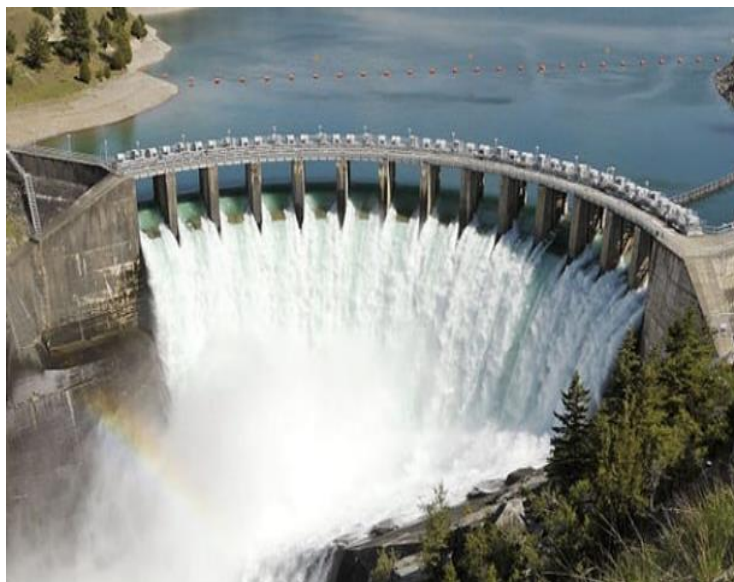


Figura N° 37: Energía Hidráulica

Fuente: Renovable verde

c. Energía Solar

Castells (2012) afirma que “la radiación solar es una fuente de energía que llega del sol en forma de ondas electromagnéticas de diferentes frecuencias (luz visible, infrarroja, ultravioleta)”. (pág. 601)

La radiación que llega a la tierra está compuesta de 9% radiación ultravioleta (UV), 42% radiación visible y 49% radiación infrarroja (IR), posteriormente la energía de los fotones está compuesta por:

- La radiación ultravioleta de 70 a 46000 Kcal / mol.
- Luz visible de 37 a 74 Kcal/ mol.
- La radiación infrarroja de 2 a 37 Kcal / mol.

Se tiene los siguientes tipos de radiación solar según los objetos que están en la tierra:

- Radiación Directa: Esta radiación se proyecta del sol sin sufrir ningún cambio en su dirección.
- Radiación Difusa: Se dirige en todas partes, como consecuencia de las absorciones y reflexiones, tanto de las nubes, montañas, árboles, edificios; su característica principal de esta radiación es que no produce sombra.
- Radiación Reflejada: Esta radiación depende del coeficiente de reflexión de la superficie, llamado albedo, las superficies horizontales no reciben ninguna radiación reflejada porque no están en ninguna superficie, y las únicas que reciben la radiación reflejada son las superficies verticales.
- Radiación Global: Es la recopilación de las 3 radiaciones antes mencionadas.



Figura N° 38: Energía Solar

Fuente: Sistemas fotovoltaicos

Según Vásquez (2018) para realizar un diseño de energía solar fotovoltaica se debe tener en cuenta la irradiación solar de la localización del proyecto, además considerar un ángulo de inclinación en la instalación de paneles solares y calcular la máxima demanda de electricidad que necesita la vivienda. Es necesario tomar en cuenta lo antes mencionado ya que depende de esto la cantidad de paneles solares, los inversores de energía, la cantidad de batería a utilizar.

2.2.3 Eficiencia Hídrica

El Perú cuenta con tres vertientes hidrográficas según los estudios realizados por la Autoridad Nacional del Agua en el año 2019 se sabe que la vertiente que tiene mayor disponibilidad hídrica es la del Atlántico. En la siguiente tabla se expresa la disponibilidad hídrica que hay en el país.

Tabla 31: Disponibilidad hídrica a nivel nacional (hectómetros cúbicos)

| Vertiente | Total | % | Superficial | Subterránea |
|--------------|------------------|--------------|------------------|----------------|
| Total | 2 482 352 | 100,0 | 1 935 622 | 546 730 |
| Pacífico | 37 262 | 1,5 | 34 138 | 3 124 |
| Atlántico | 2 438 217 | 98,2 | 1 895 225 | 542 992 |
| Titicaca | 6 873 | 0,3 | 6 259 | 614 |

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (ANA), 2019.

Según el Instituto Nacional de Estadísticas e Informáticas (2019), en su libro informa que Lima es el departamento que mayor producción de agua potable realiza por persona según los estudios de las empresas prestadoras de servicio.

Tabla 32: Producción per cápita de agua potable según tamaño de empresa prestadora de servicio de saneamiento, 2013-2018 (litros/habitante/día)

| Empresa | Departamento | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 P/ |
|--|---------------------|------|------|------|------|------|---------|
| Empresa (Más de 1 millón de conexiones potables administradas) | | | | | | | |
| Sedapal S.A. | Lima y Callao | 222 | 219 | 227 | 246 | 215 | 236 |
| EPS Grandes (Más de 40 mil hasta 250 mil conexiones de agua potable administradas) | | | | | | | |
| Seda Huánuco S.A. | Huánuco | 241 | 225 | 236 | 234 | 236 | 242 |
| Sedaloreto S.A. | Loreto | 220 | 226 | 265 | 281 | 281 | 276 |
| EPS Aguas de Tumbes S.A. | Tumbes | 352 | 320 | 350 | 341 | 315 | 325 |
| Sedacaj S.A. | Cajamarca | 164 | 155 | 168 | 168 | 163 | 172 |
| EPS Tacna S.A. | Tacna | 216 | 206 | 247 | 260 | 260 | 283 |
| Seda Chimbote S.A. | Ancash | 191 | 211 | 234 | 227 | 221 | 230 |
| Epsasa | Ayacucho | 166 | 216 | 230 | 237 | 219 | 243 |
| Empapa San Martín S.A. | San Martín | 220 | 218 | 228 | 248 | 257 | 233 |
| Semapach S.A. | Ica | 292 | 273 | 306 | 257 | 326 | 336 |
| Sedalib S.A. | La Libertad | 174 | 181 | 197 | 199 | 189 | 185 |
| Epsel S.A. | Lambayeque | 164 | 162 | 201 | 204 | 206 | 230 |
| Sedapar S.A. | Arequipa | 193 | 188 | 224 | 233 | 230 | 223 |
| EPS Seda Cusco S.A. | Cusco | 147 | 150 | 149 | 158 | 166 | 162 |
| EPS Grau S.A. | Piura | 234 | 235 | 264 | 254 | 233 | 273 |
| Empapica S.A. | Ica | 301 | 308 | 341 | 314 | 295 | 316 |
| Seda Juliaca S.A. | Puno | 196 | 197 | 156 | 160 | 162 | 162 |
| Sedam Huancayo S.A.C. | Junín | 254 | 287 | 272 | 281 | 291 | 292 |
| Empresas Medianas (Más de 15 mil hasta 40 mil conexiones de agua potable administradas) | | | | | | | |
| Empapacop S.A. | Ucayali | 287 | 323 | 330 | 293 | 433 | 390 |
| Empapa Cañete S.A. | Lima | 272 | 260 | 293 | 306 | 300 | 318 |
| Emsa Puno S.A. | Puno | 159 | 157 | 166 | 193 | 164 | 218 |
| Empapa Pisco S.A. | Ica | 290 | 292 | 260 | 257 | 366 | 276 |
| Empapat S.R.Ltda. | Madre de Dios | 201 | 164 | 212 | 223 | 212 | 226 |
| EPS Selva Central S.A. | Junín - Pasco | 461 | 479 | 594 | 658 | 641 | 648 |
| EPS Moquegua S.R.Ltda. | Moquegua | 391 | 372 | 441 | 438 | 412 | 360 |
| Empapa Huacho S.A. | Lima | 167 | 190 | 207 | 213 | 222 | 194 |
| EPS Ilo S.A. | Moquegua | 264 | 272 | 287 | 305 | 293 | 304 |
| EPS Chavín S.A. | Ancash | 289 | 305 | 296 | 325 | 336 | 336 |
| EPS Mantaro S.A. | Junín | 327 | 338 | 391 | 353 | 353 | 392 |
| Eps Marañón S.R.Ltda. | Cajamarca | 443 | 299 | 329 | 362 | 359 | 362 |
| EPS Pequeñas (Hasta 15 mil conexiones de agua potable administradas) | | | | | | | |
| Emusap Abancay S.A.C. | Apurímac | 203 | 191 | 328 | 292 | 285 | 250 |
| Epsmu S.R.Ltda. | Amazonas | 240 | 228 | 216 | 222 | 241 | 259 |
| Empapa Pasco S.A. | Pasco | 105 | 99 | 118 | 103 | 105 | 116 |
| Empapavigs S.A.C. | Ica | 212 | 227 | 244 | 231 | 235 | 197 |
| Empapa Moyobamba S.R.Ltda. | San Martín | 211 | 211 | 219 | 219 | 215 | 217 |
| Empapa Huancavelica S.A. | Huancavelica | 337 | 328 | 345 | 339 | 346 | 306 |
| Empapa Yunguyo S.R.Ltda. | Puno | 264 | 238 | 323 | 311 | 302 | 333 |
| Empapa Huaral S.A. | Lima | 275 | 275 | 305 | 291 | 283 | 304 |
| Empaq S.R.Ltda. | Cusco | 1007 | 915 | 1202 | 1196 | 1060 | 1132 |
| Empapab S.R.Ltda. | Amazonas | 482 | 405 | 365 | 407 | 446 | 502 |
| Semapapa Barranca S.A. | Lima | 397 | 391 | 423 | 430 | 427 | 378 |
| Empsapal S.A. | Cusco | 158 | 157 | 175 | 162 | 164 | 201 |
| EPS Sierra Central S.A. | Junín | 300 | 293 | 291 | 277 | 258 | 290 |
| EPS Nor Puno S.A. | Puno | 144 | 150 | 173 | 172 | 141 | 163 |
| Emusap Amazonas S.R.Ltda. | Amazonas | 278 | 306 | 204 | 209 | 212 | 177 |
| EPS Emsap Chanka S.A. | Apurímac - Ayacucho | 216 | 195 | 256 | 189 | 192 | 205 |
| Emsapa Calca | Cusco | --- | --- | 487 | 523 | 637 | 571 |
| EPS Aguas del Altiplano | Puno | 165 | --- | 166 | 176 | 217 | 237 |
| Emsapa Yauli | Junín | 164 | 170 | 161 | 165 | 145 | 138 |
| Sedapar S.R.Ltda. (Rioja) | San Martín | 318 | 245 | 212 | 321 | 276 | 256 |

Fuente: Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento.

El agua es un recurso que a nivel mundial está teniendo un mal uso; por ende, en este tipo de proyecto se toma en cuenta el reciclaje de agua por la metodología de tratamiento de aguas grises. Este tipo de tratamiento permite reutilizar el agua.



Figura N° 39: Tratamiento de aguas grises

Fuente: Llaja y Chamorro, 2020

El desarrollo de un sistema de tratamiento de aguas grises consiste en recuperar el recurso hídrico y dar un respectivo tratamiento a las aguas provenientes de las duchas, lavadoras y entre otros con la finalidad de que puedan ser reutilizadas en diferentes espacios como por ejemplo en regadíos de áreas verdes, en inodoros, para el lavado de pavimentos, también como abono de plantas. Estos procedimientos lo realizan los edificios certificados, gracias a estas actuaciones una parte de la inversión es devuelta y dichas edificaciones cada día va en aumento (Excellence in Design for Greater Efficiencies “EDGE”, 2017).

Considerando el uso de aparatos de duchas y griferías de bajo flujo, el desperdicio de agua disminuye notoriamente en las edificaciones generando así un ahorro económico, por ello miles de fabricantes de estos productos tienen la finalidad de mezclar el agua con el aire con el objetivo de provocar turbulencia en el flujo, gracias a ello se genera una presión, sin tener que intensificar la velocidad del flujo para de esta manera complacer a los usuarios (Excellence in Design for Greater Efficiencies “EDGE”, 2017). También es una buena alternativa en el proceso del diseño el uso de aireadores y sensores de movimiento en las griferías, estos pueden generar un ahorro de más de 30 % de agua potable, ya que dichos sensores regulan o vigilan la cantidad de agua que se está suministrando.

Como se da a entender el agua y sostenibilidad son términos inseparables para el desarrollo del planeta, no solo porque el agua es indispensable para la vida, sus problemáticas y riesgos que tiene no se pueden solucionar de una manera rápida lo que conlleva al estudio de la situación global de un planeta que está dando mal uso a este recurso (Arvelo, 2012).

2.2.4 Eficiencia Energética

Según Diaz y Canahuire (2019) nos informa que una infraestructura puede alcanzar una eficiencia energética si cumplen los siguientes criterios de sostenibilidad:

- Relación entre la ventana y la pared. – esta relación permite la iluminación a la vivienda. Este método trata de utilizar la ventana transparente tanto para la ventilación como para la iluminación.

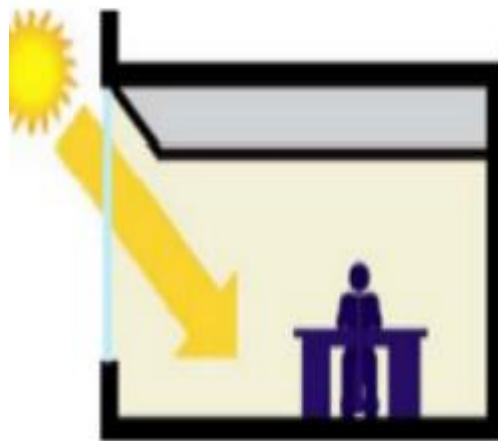


Figura N° 40: Ingreso de la luz natural en una edificación

Fuente: Excellence in Design for Greater Efficiencies, 2017.

- El sistema fotovoltaico solar. - el sistema fotovoltaico refiere al aprovechar la radiación solar y transformarla en energía eléctrica mediante el uso de paneles solares. Este material permite reducir el consumo energético en una vivienda.



Figura N° 41: Sistema de paneles solares de una vivienda

Fuente: Paneles solares Perú, 2018

Según Casavilca y Cassiano (2019) en su estudio plantea dos tipos de instalación de paneles solares fotovoltaicos, una es con conexión directa a la red y la otra es aislada a la red

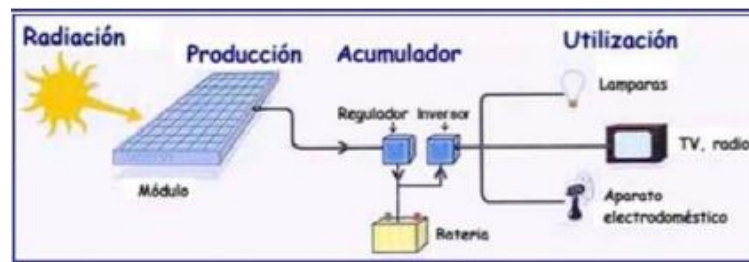


Figura N° 42: Instalación aislada a la red

Fuente: Avilio, 2014.



Figura N° 44: Instalación directa a la red

Fuente: Avilio, 2014.

- Transmisión de luz mediante los focos. - Estos elementos son fundamentales para la iluminación interior de la infraestructura. Hay una clara diferencia entre los focos comunes y los focos LED; estos se diferencian en que el foco común absorbe más energía que la otra y además proporciona menos iluminación. Otra característica resaltante es que el foco LED presenta una cierta cantidad de mercurio lo cual ayuda mucho en la iluminación.

Tabla 33: Características físicas de los tipos de focos

| Tipo de Foco | Potencia (w) | Intensidad | Eficiencia |
|--------------|-----------------|------------|------------|
| Común | 60 | 630 | 10.5 |
| Ahorrador | 32 | 2180 | 68.13 |
| Led | 12 | 1150 | 95.83 |

Fuente: Lecca, G & Prado, L, 2019

2.3 Definición de términos básicos

- a. AutoCAD. – Programa de Autodesk que sirve realizar un diseño arquitectónico de todo tipo de infraestructura, también sirve para diseñar cualquier tipo de objeto ya sea en 2D o 3D.
- b. Cargas. – magnitudes que se toman en cuenta en el diseño y modelamiento de la infraestructura.
- c. Contaminación. – son sustancias que alteran de manera negativa al medio ambiente.
- d. Diseño. – edificar una infraestructura con alcances propios.
- e. ETABS. – Software que sirve para diseñar sísmicamente una infraestructura.
- f. Impacto Ambiental. - Alteración del medio ambiente.
- g. Norma. – estatuto o base que se tiene que seguir durante el trayecto de una actividad.
- h. Recursos Energéticos. - Son diferentes sustancias que llevan un proceso para que se transformen en energía.
- i. Recursos Hídricos. - Son recursos de agua que abundan en el planeta tierra que son destinados para diferentes usos como por ejemplo el doméstico.

- j. Sismo. - Evento natural que se produce en un lugar y puede traer repercusiones con el entorno.
- k. Cortante Basal. - Se llama cortante basal a la fuerza que actúa en cada entrepiso debido a las fuerzas de inercia que se produce en la edificación, está cortante basal se distribuye a lo largo de toda la altura de dicha edificación horizontalmente.
- l. Desplazamiento Lateral. – Movimiento que efectúa una estructura debido a una fuerza externa.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DEL ESTUDIO

3.1 Tipo y método de investigación

3.1.1 Tipo

Según Borja (2016) en su libro “Metodología de la investigación científica para ingenieros” informa que la investigación puede ser básica, aplicada o tecnológica. En la investigación básica se recolecta información para alimentar los conocimientos en el presente estudio y a futuro ejecutar los objetivos planteados. En este estudio se propuso el diseño de una vivienda ecológica sostenible para reducir el impacto ambiental a futuro de la edificación; en consecuencia, el tipo que se persigue en esta tesis es básica.

3.1.2 Nivel

Hernández, Collado y Lucio (2014) en su libro de “Metodología de la Investigación” expone que la investigación por su nivel de profundidad puede ser exploratoria, descriptiva, correlacional o explicativa. El nivel descriptivo no manipula datos. En este estudio se describieron las propiedades de los elementos que forman parte de la estructura; además se procedió a diseñar el sistema de paneles tomando en cuenta la hora solar pico de la zona de estudio, por ende, el nivel que tuvo esta tesis fue descriptiva.

3.1.3 Enfoque

Según Hernández et al. (2014) en su libro “Metodología de la investigación” informa que la investigación puede tener un enfoque cualitativo u cuantitativo. El autor expresa que el enfoque cuantitativo confía en la medición numérica, el conteo y frecuentemente en el uso de la estadística para establecer con exactitud patrones de comportamiento en una población. En este proyecto se realizó el diseño sísmico en el software ETABS 2019, también se realizaron cálculos para el diseño de los paneles solares y se realizaron estimaciones del reciclaje de agua, por ende, el enfoque que tuvo este estudio es cuantitativo.

3.2 Diseño de la investigación

Según Hernández et al. (2014) “En el enfoque cuantitativo, el investigador utiliza sus diseños para analizar la certeza de las hipótesis formuladas en un contexto en particular o para aportar evidencias respecto de los lineamientos de la investigación (si es que no se tienen hipótesis)”. (pág. 128)

En este estudio se planteó el uso de energía solar fotovoltaica para solventar la electricidad y con respecto al reciclaje de agua se planteó el tratamiento de aguas grises con la finalidad de ahorrar agua. Añadiendo a los aportes conseguidos se diseñó un modelamiento sísmico de la infraestructura para evitar un daño severo frente a un evento natural.

3.3 Población y muestra

El objeto de interés es proyectos multifamiliares ecológicos en la ciudad de Lima. Su unidad de análisis es parámetros de sostenibilidad aplicados en una vivienda ecológica multifamiliar. Para el diseño muestral se considerará una vivienda ecológica multifamiliar ubicada en la calle 10 de noviembre Mz b lote 28 Asociación Sarita Colonia Distrito Chorrillos.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1 Tipos y técnica de instrumentos

La técnica de investigación que se utilizó para el presente estudio es la de recolección de bibliografía tales como tesis, artículos o libros relacionados al tema para una mejor comprensión y refuerzo de conocimientos. Se tuvo que realizar las mediciones correspondientes del terreno en estudio para poder planificar el diseño arquitectónico de la vivienda tomando en cuenta los parámetros de sostenibilidad. Para la medición del terreno se utilizó la wincha, el nivel y el teodolito. Se diseñó la estructura y luego se evaluaron los resultados obtenidos de la simulación de la vivienda en el programa ETABS 2019.

3.4.2 Criterio de validez y confiabilidad de los instrumentos

En el presente estudio se utilizó como medida de confiabilidad test – retest. Está refiere a que se obtienen resultados similares en dos oportunidades, pero en diferentes tiempos (Hernández et al., 2014).

Según Hernández et al. (2014) informa que para su criterio de validez se tiene que revisar investigaciones relacionadas al tema en estudio. Se revisaron estudios similares y se profundizó en los ítems de mayor importancia para poder desarrollar las dimensiones del trabajo.

3.4.3 Procedimiento para la recolección de datos

En este estudio se profundizó sobre el diseño arquitectónico y estructural de la vivienda aplicando parámetros de sostenibilidad como por ejemplo usar paneles

solares en la vivienda con la finalidad de aprovechar la luz solar. Con la recolección de información se investigó si existe una propia certificación sostenible en el país, luego se diseñó el plano arquitectónico y por consiguiente se realizó el modelamiento estructural del diseño arquitectónico sostenible. Luego se verificó si cumple con los parámetros establecidos en las Norma Técnica Peruana E.030; por último, se realizaron las instalaciones sanitarias y eléctricas sostenibles.

3.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Las herramientas que se utilizaron en el desarrollo del presente estudio fueron el programa AutoCAD que sirve para realizar el diseño arquitectónico de la vivienda y el programa ETABS 2019 para realizar el diseño estructural de la infraestructura correspondiente. Los valores que se obtuvieron en el programa ETABS se compararon con la Norma Técnica Peruana E.030 para determinar si es vulnerable ante un sismo. También se evaluó la irradiación solar de la zona con el programa PVGIS, con los resultados obtenidos de este programa se diseñaron los paneles solares.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADO

4.1 Descripción del proyecto

a) Ubicación del proyecto.

El proyecto está ubicado en el distrito de Chorrillos.



Figura N° 43: Ubicación del Google Earth con la finalidad de obtener la ubicación del proyecto.

Fuente: Elaboración propia.

b) Características

El proyecto está colindante a una vivienda unifamiliar y está ubicada en una esquina. Además, cuenta con 3 pisos típicos y una escalera independiente. La vivienda multifamiliar tiene un abastecimiento de agua por un sistema indirecto (tanque elevado). La distribución de la infraestructura es típica es decir cuenta con una misma distribución de espacios en sus tres niveles, cabe resaltar que, el segundo y tercer nivel de la edificación se prolonga un voladizo en la sala debido a que éste permite la conexión entre la puerta principal y la escalera.

c) Tipo de suelo

El suelo presente de la zona es una arcilla preconsolidada que no presenta el fenómeno de licuación y en la siguiente tabla se puede verificar su presión admisible.

Tabla 34: Presión admisible del suelo

| Elemento Estructural | Presión Admisible (kg/cm ²) |
|-------------------------------|---|
| Zapatas | 1,24 |
| Cimientos | 0,38 |
| Factor de Seguridad por corte | Mayor a |
| Estático | 3 |
| Dinámico | 2,5 |

Fuente: Elaboración propia.

d) Diseño Arquitectónico

La vivienda multifamiliar cuenta con 3 pisos de altura típica de 2.80 m; además cuenta con 3 dormitorios, 2 baños, una cocina, una sala y la escalera para la entrada de la vivienda se encuentra frente a la fachada. Presenta un área libre de 10.55 m² por cada nivel. Este edificio está diseñado para que vivan como máximo 4 personas por nivel. En el siguiente apartado expresaremos de manera gráfica la propuesta arquitectónica del edificio multifamiliar ubicado en Chorrillos. Este plano arquitectónico permite evidenciar la distribución por espacios de la vivienda; además con este plano se puede realizar el diseño estructural.

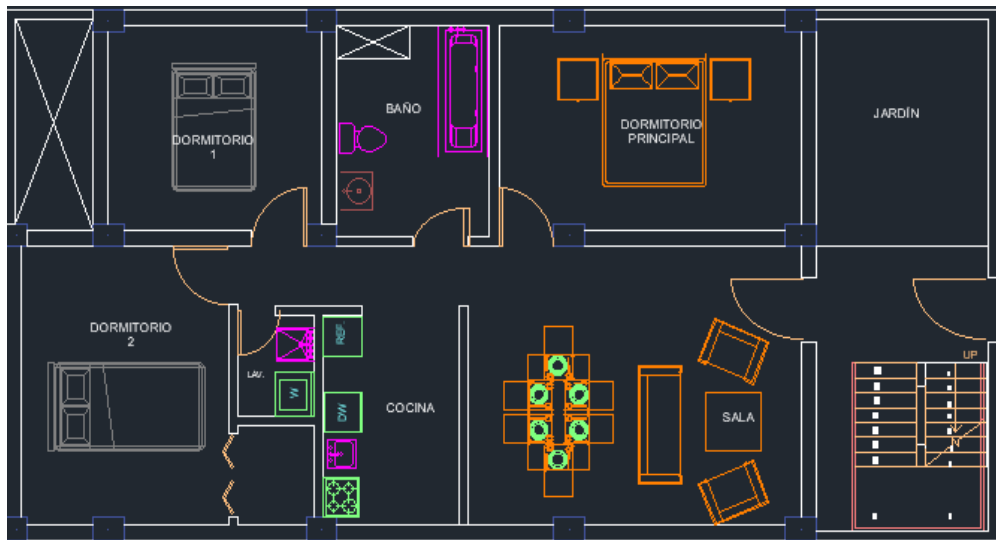


Figura N° 44: Diseño Arquitectónico del primer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un propio diseño

Fuente: Elaboración propia.

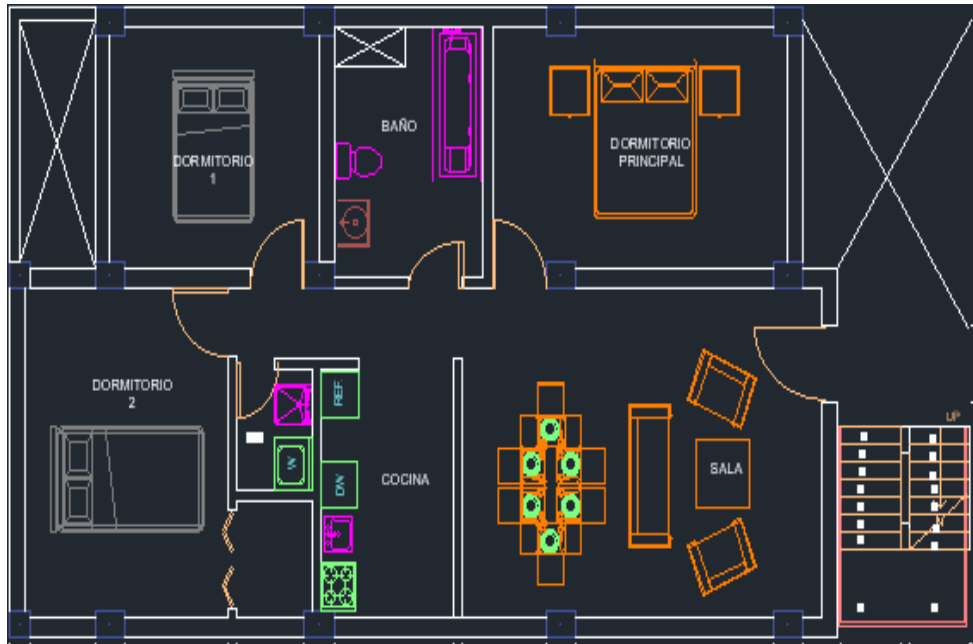


Figura N° 45: Diseño Arquitectónico del segundo nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un propio diseño.

Fuente: Elaboración propia

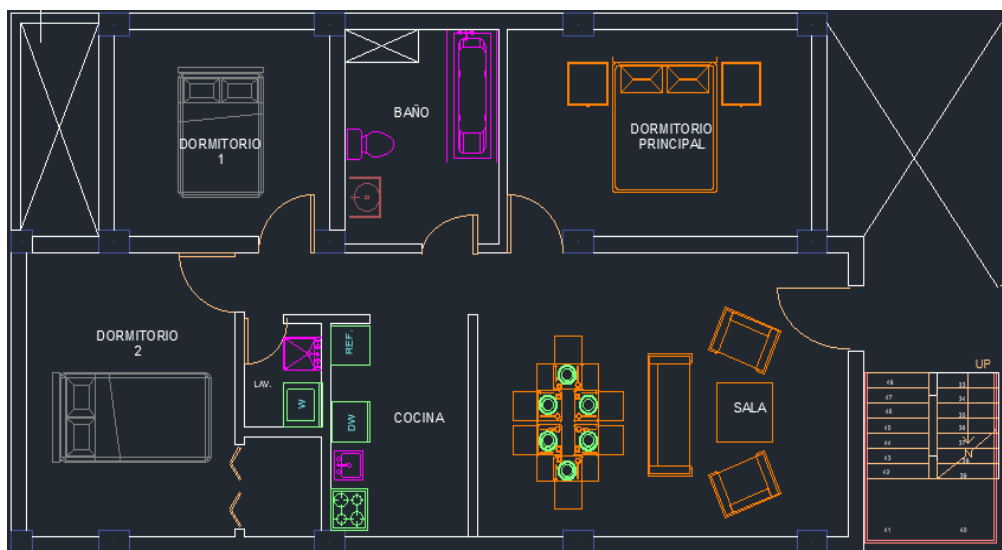


Figura N° 46: Diseño Arquitectónico del tercer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un propio diseño.

Fuente: Elaboración propia

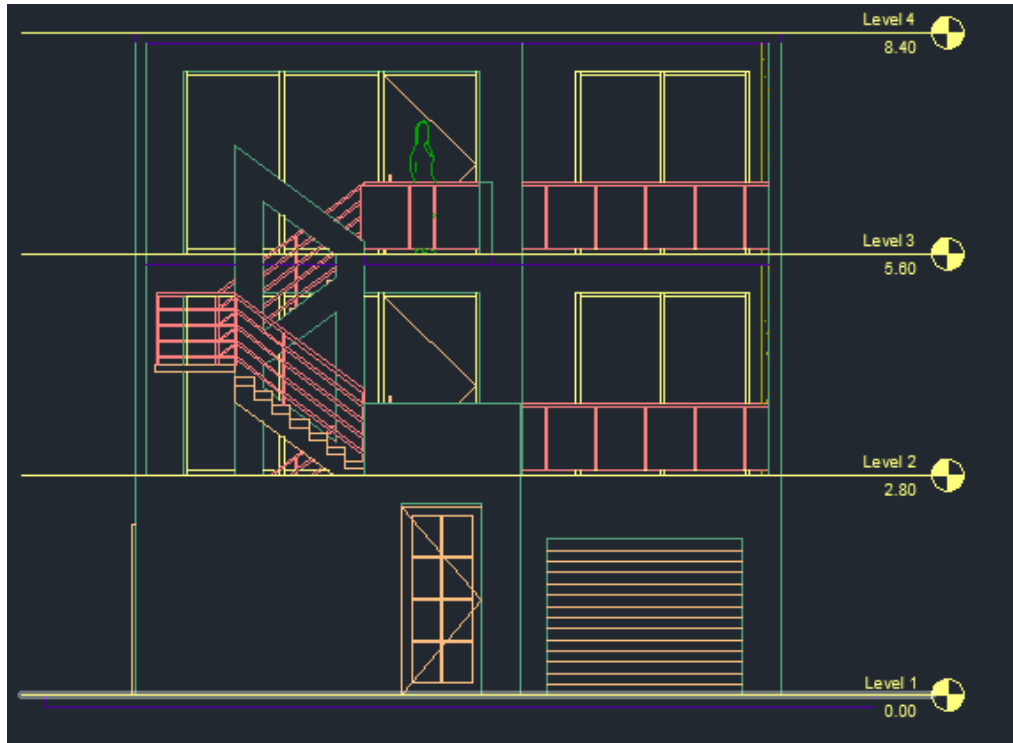


Figura N° 47: Elevaciones de la estructura usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio

Fuente: Elaboración propia

e) Diseño Estructural.

El diseño estructural nace a raíz del plano arquitectónico, desde este plano se tiene que dimensionar cada elemento que forme parte del esqueleto estructural de la edificación.

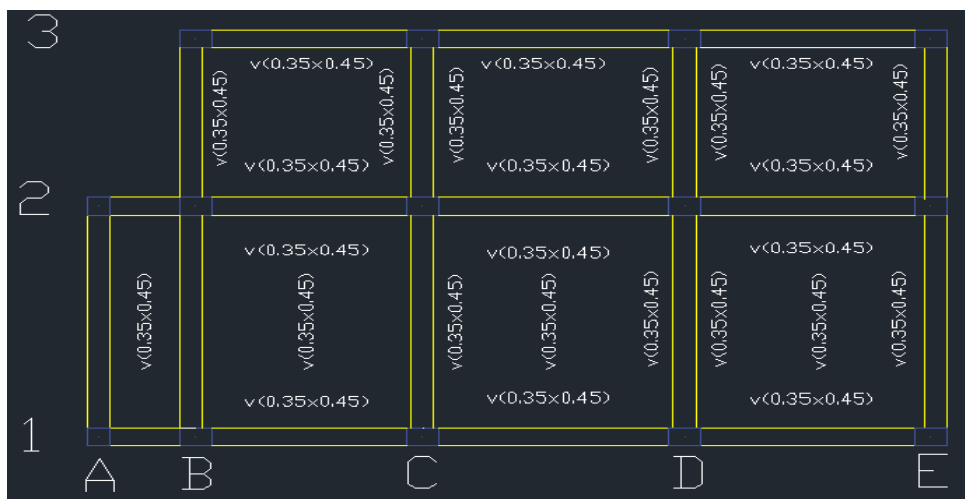


Figura N° 48: Plano en planta de vigas y columnas usando el programa AutoCAD 2020 para elaborar un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

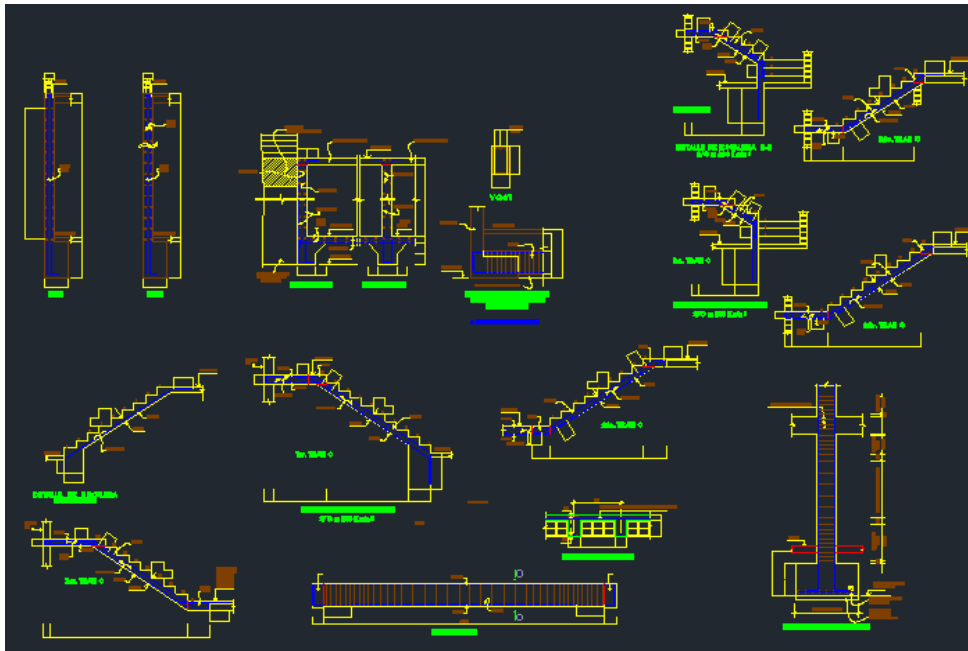


Figura N° 49: Plano de estructuras usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

4.2 Desarrollo del Proyecto.

a. Estructuración de la infraestructura

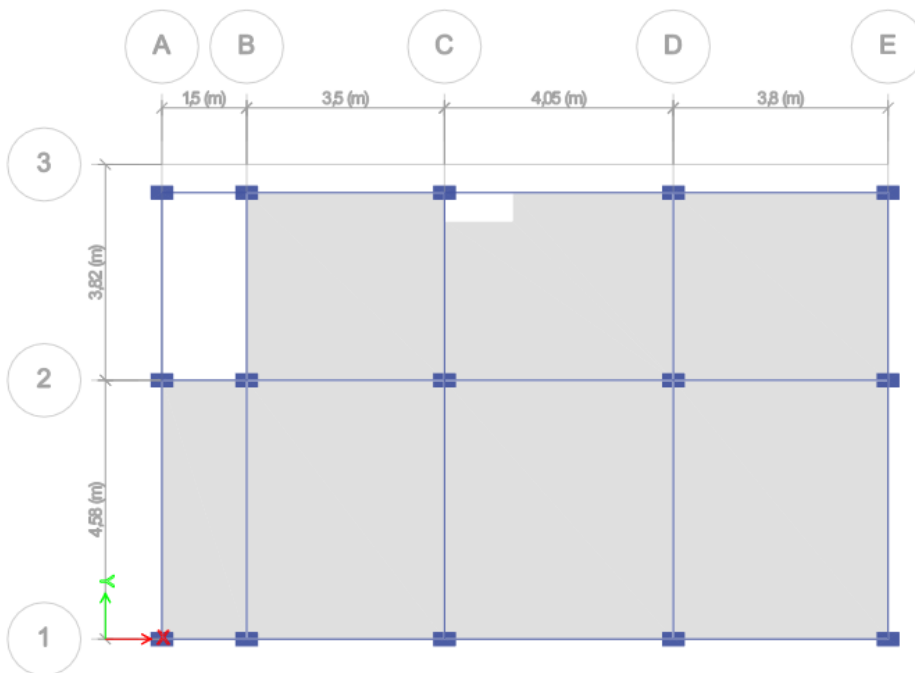


Figura N° 50: Predimensionamiento usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

Nuestro Predimensionamiento está conformado por:

Columnas: 0.50 x 0.35 m

Vigas: 0.30 x 0.45 m

Losa aligerada en una dirección: 0.20 m

Justificación de lo antes mencionado:

Aplicando el criterio de la Norma Técnica E.060, pues indica lo siguiente:

Para la viga, pues se analiza la luz mayor de cada distribución de losa aplicando lo siguiente:

$H = L / 12 = 4.58 / 12 = 0.38 = 0.40$ redondeando al mayor número visible a 5.

$B = h / 2 = 0.20$, pero para evitar cangrejeras es igual a B será 0.25 cm.

Cabe resaltar que estos valores al simularlo en el software ETABS no cumplen con los criterios sismorresistentes por ende utilizamos una viga de 0.30 x 0.45 metros.

Para la columna se aplica el criterio de área tributaria, por lo cual se tiene que estimar el peso de la carga muerta y carga viva para luego multiplicarlo por un área correspondiente.

Se aplica la siguiente estructuración de peso de la estructura.

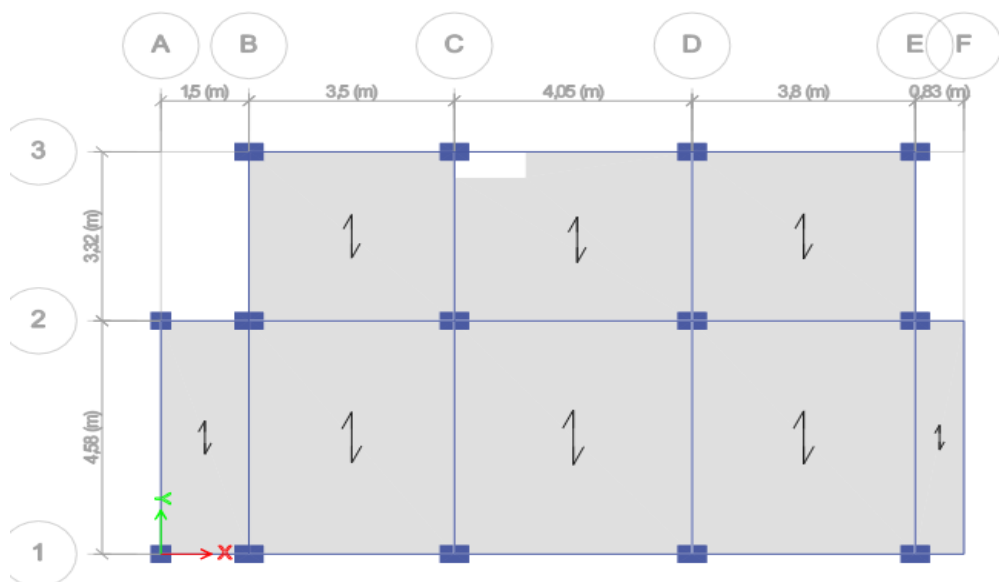


Figura N° 51: Estructuración usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35: Datos de la estructura

| Datos | Valor | Unidad |
|-------|-------|--------------------|
| f'c | 280 | kg/cm ² |
| Peso | 1000 | kg/cm ² |
| N | 3 | pisos |

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Dimensionamiento de la columna

| Elemento | B(m) | H(m) | Área tributaria (m ²) | Peso (kg/m ²) | Peso de servicio | A col (cm ²) | B (m) | H(m) |
|-------------|-------|------|-----------------------------------|---------------------------|------------------|--------------------------|-------|------|
| C-1 esquina | 2,3 | 2,29 | 5,267 | 1000 | 15801 | 161,23 | 0,15 | 0,15 |
| C-2 central | 3,775 | 3,95 | 14,91 | 1000 | 44733,75 | 355,02 | 0,15 | 0,35 |

Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, de que la ubicación de la estructura es vulnerable a un sismo, las vigas que llegan a situarse en la columna tienen la dimensión de 0.30 m, además las columnas de este proyecto tienen las siguientes dimensiones:

Columna esquinada en el eje 1- A: 0.35 x 0.35 m.

Columna esquinada en el eje 2 – A: 0.35 x 0.35 m.

Columna esquina restantes: 0.50 x 0.35 m.

Columnas centrales: 0.50 x 0.35 m.

Con las dimensiones antes mencionadas, se diseña la estructura en el software ETABS 2019 para obtener los resultados sísmicos.

b. Modelamiento en el Programa Etabs.v19.1.0

- Definición de Materiales

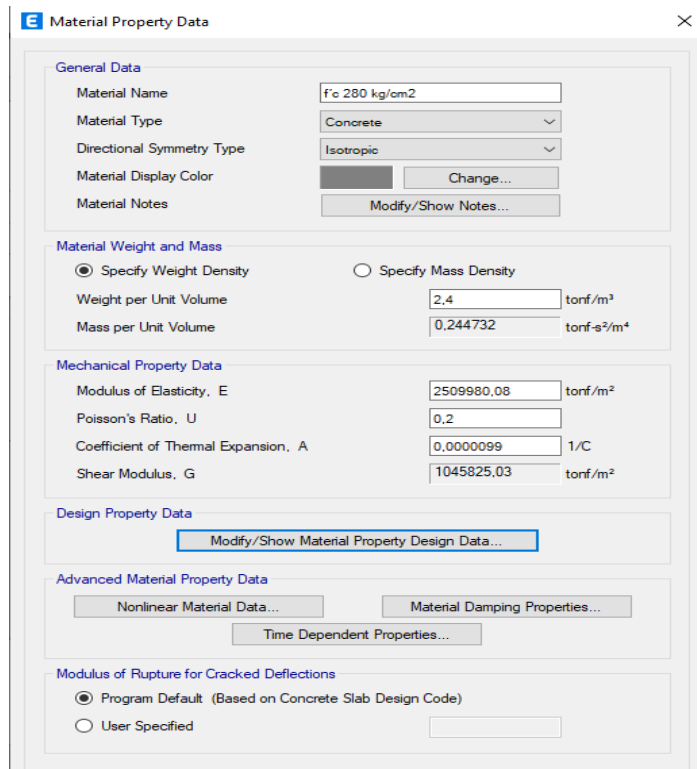


Figura N° 52: Resistencia del concreto usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio

Fuente: Elaboración propia

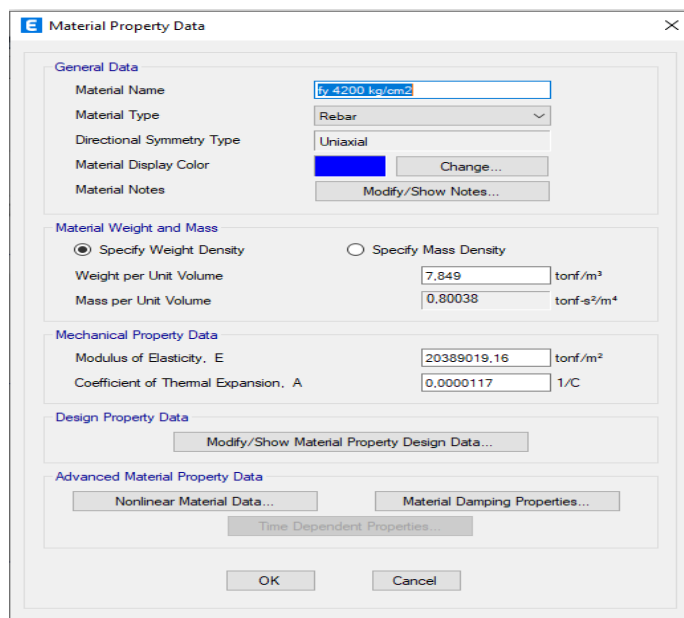


Figura N° 53: Fluencia del acero usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

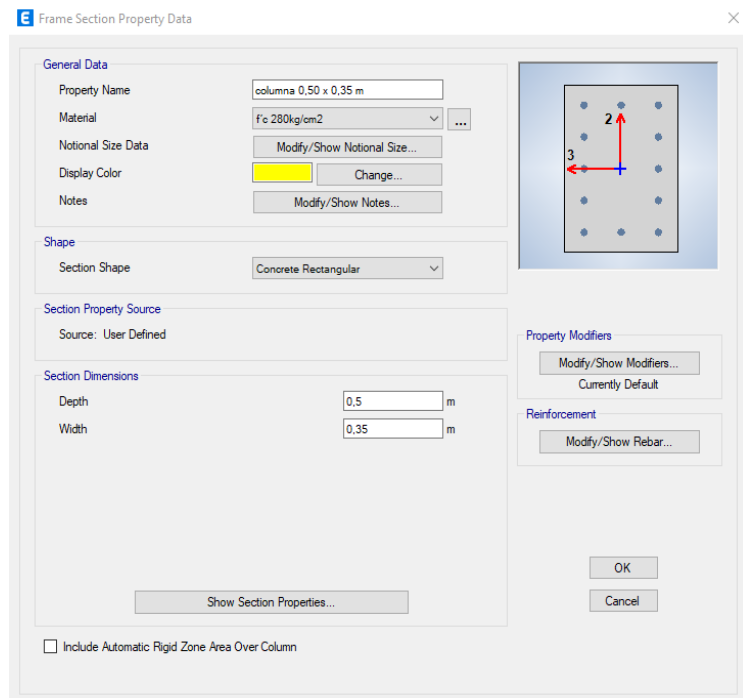


Figura N° 54: Creación de la columna usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

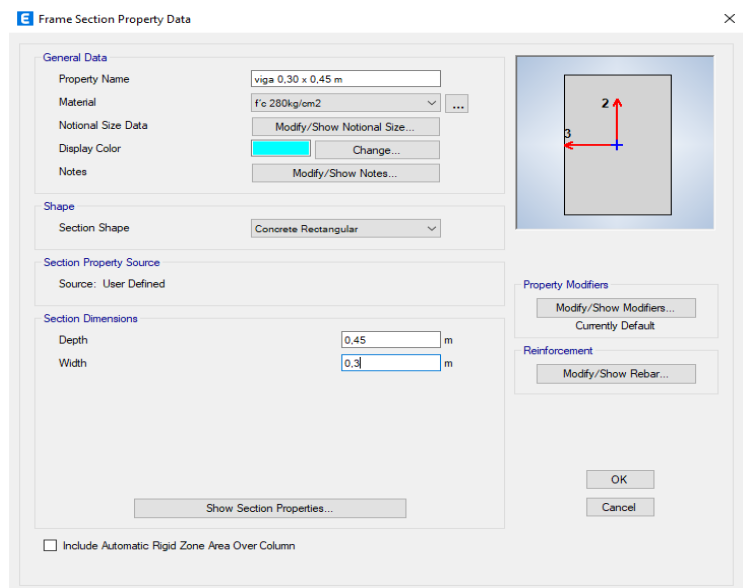


Figura N° 55: Creación de la viga principal usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

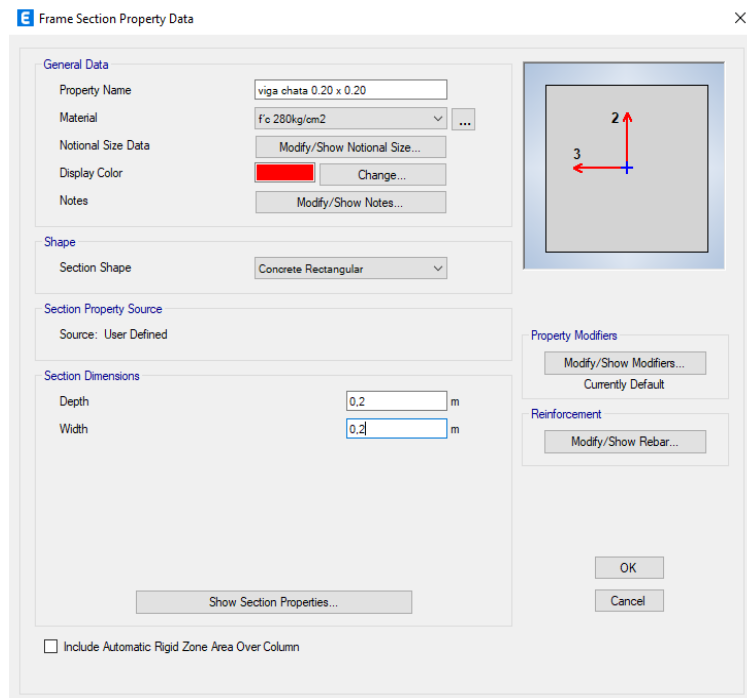


Figura N° 56: Creación de la viga chata usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

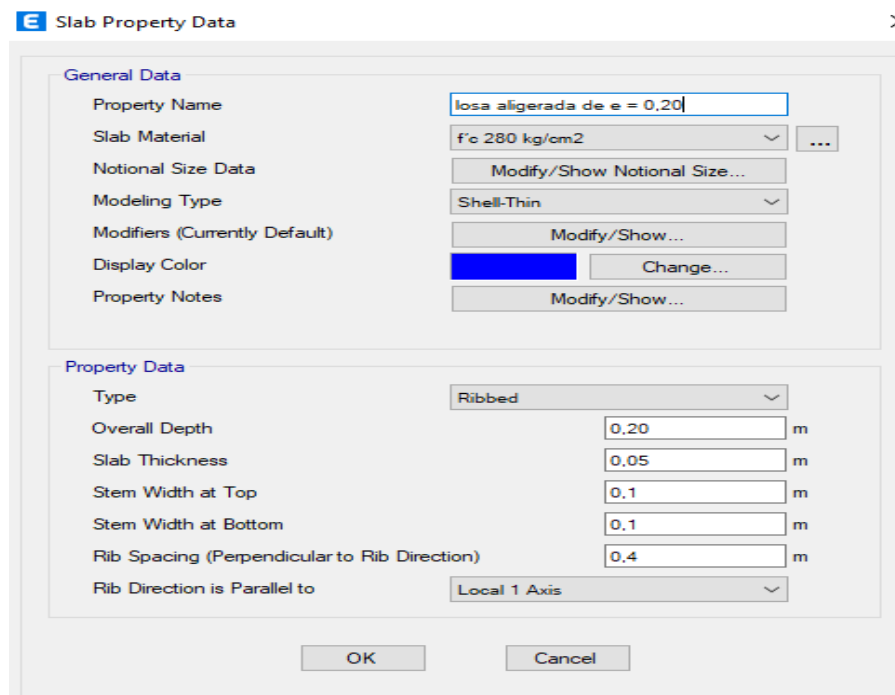


Figura N° 57: Creación de la losa usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio

Fuente: Elaboración propia.

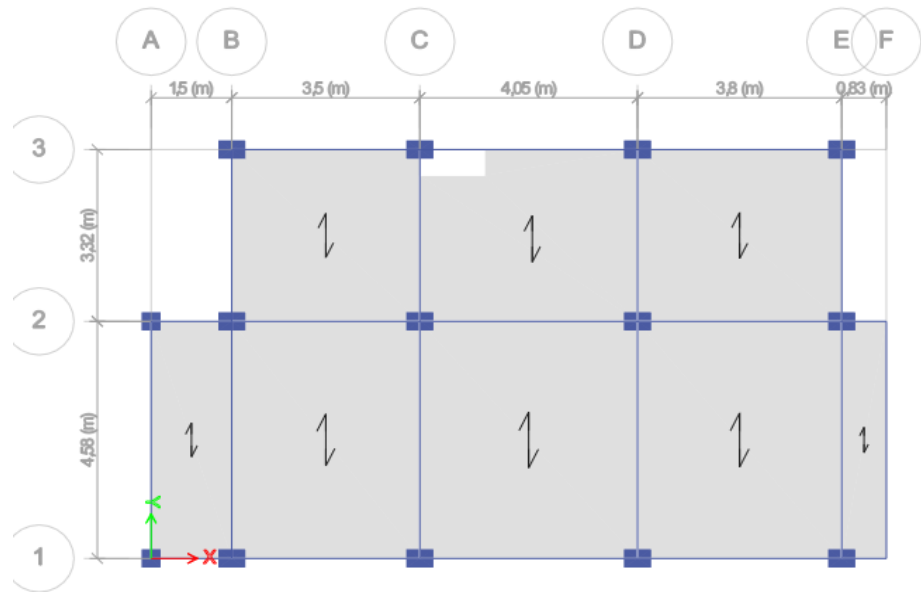


Figura N° 58: Dibujo en planta de la infraestructura usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia

En la figura anterior se muestra la vista en planta de la estructura, cabe resaltar que el primer nivel no cuenta con el voladizo que está entre el eje E y F; sin embargo, la segunda y tercera planta sí.

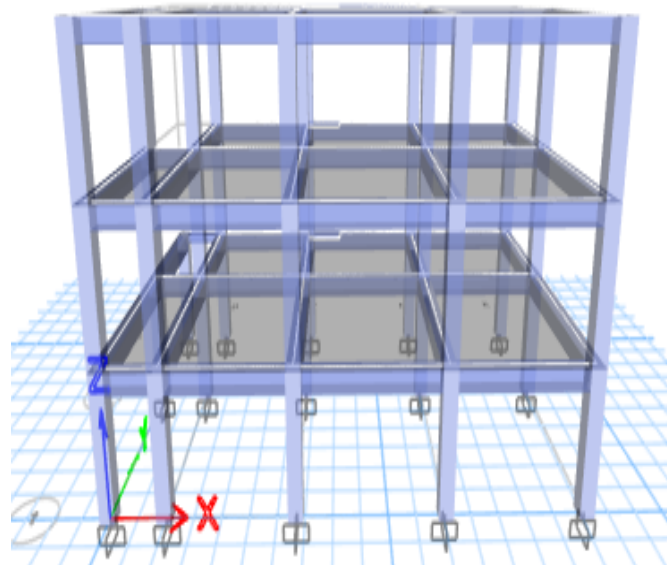


Figura N° 59: Dibujo en 3D de la infraestructura ubicada en el distrito de Chorrillos usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

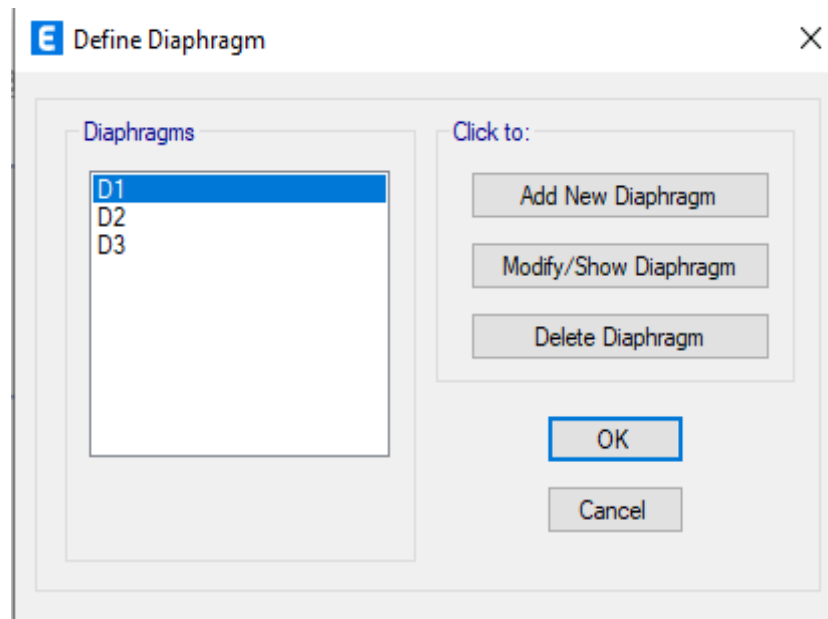


Figura N° 60: Creación de los 3 diafragmas usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

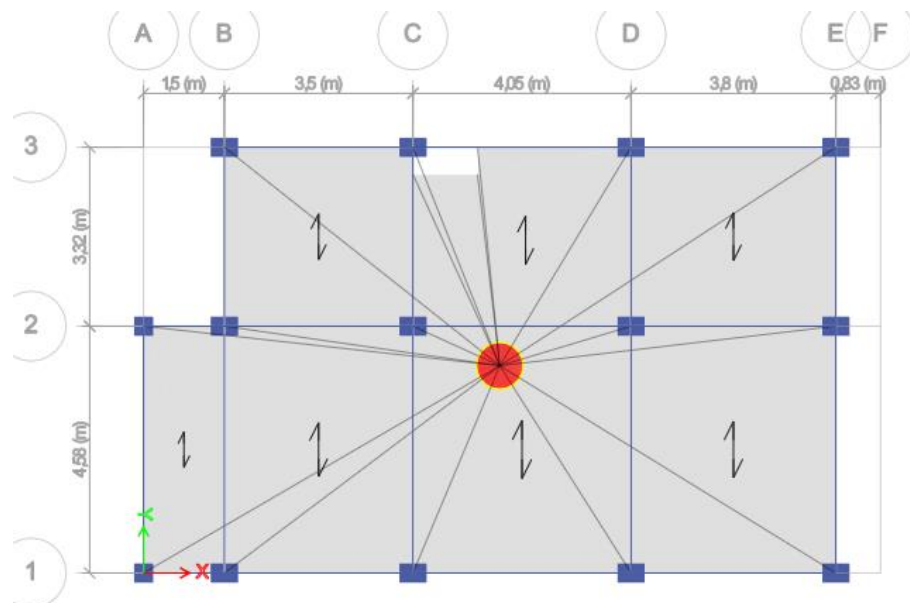


Figura N° 61: Comando diafragma de la primera planta usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

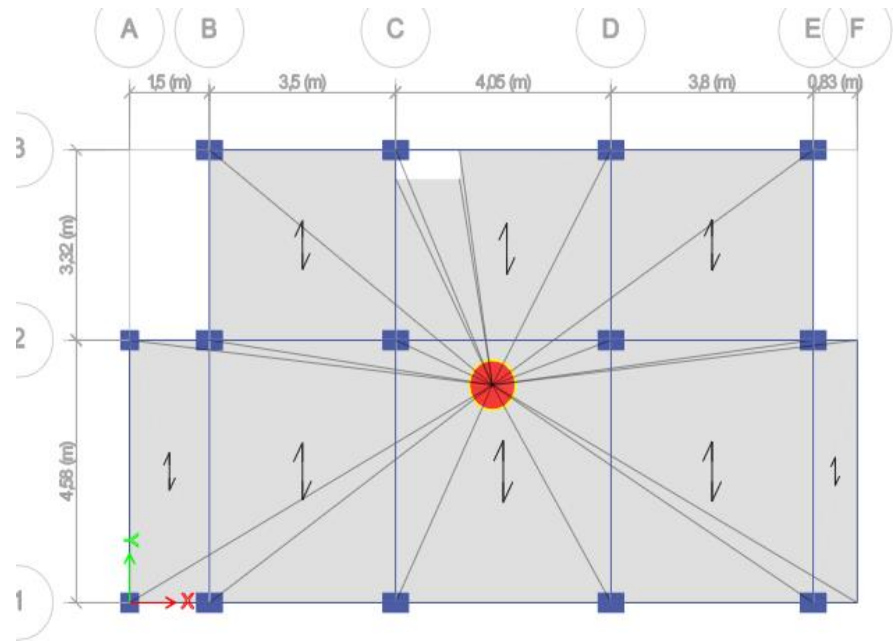


Figura N° 62: Comando diafragma de la segunda planta usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

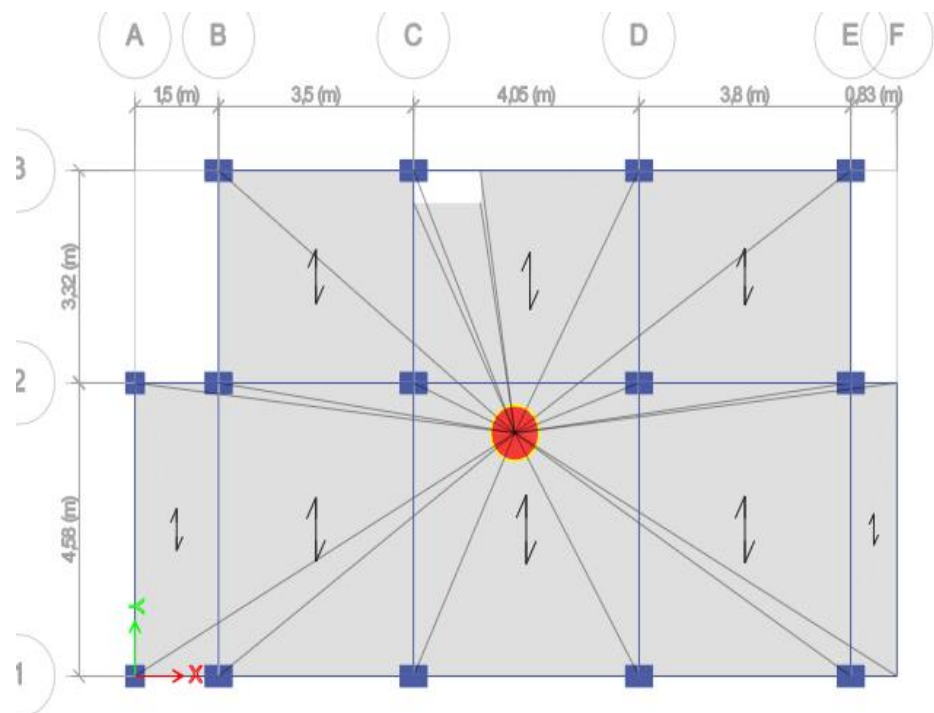


Figura N° 63: Comando diafragma de la tercera planta usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia

Creación de las cargas

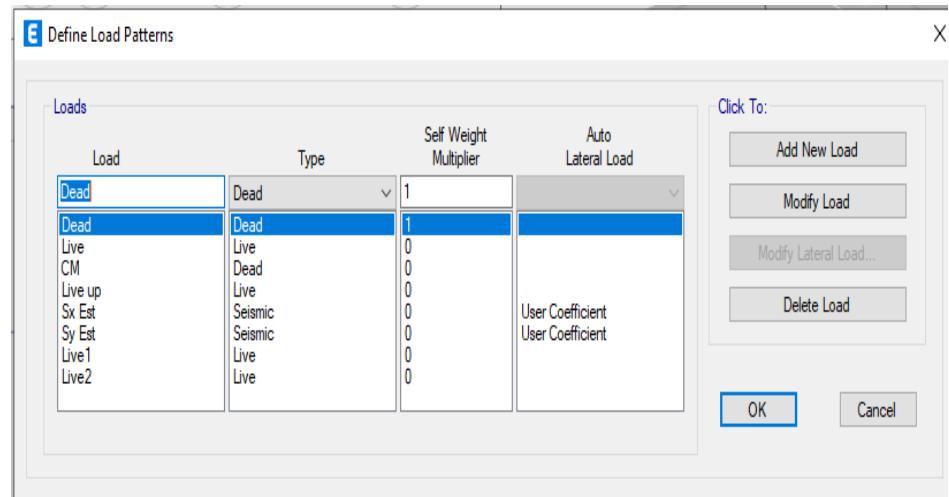


Figura N° 64: Cargas usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio

Fuente: Elaboración propia

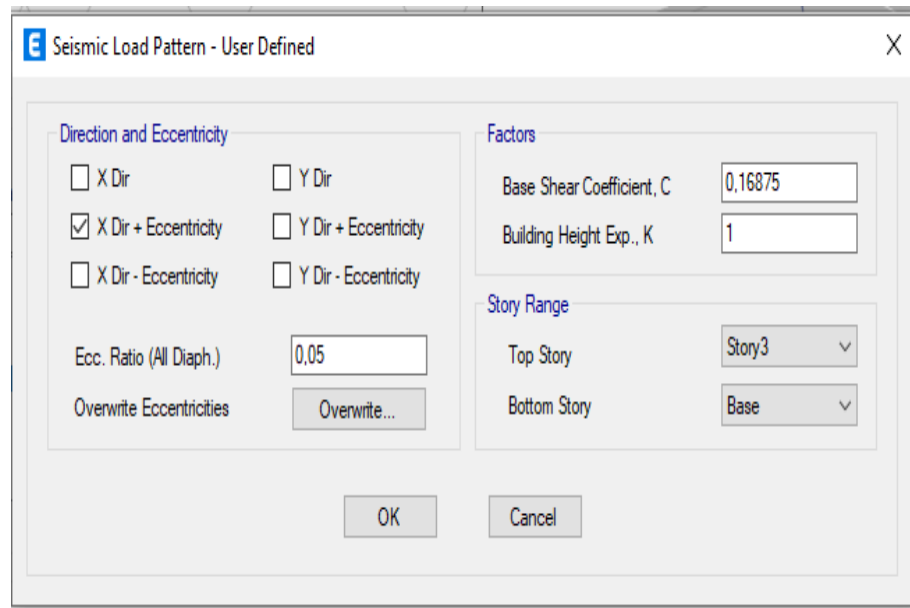


Figura N° 65: Excentricidades según la norma N.T.P E.030 usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura se procedió a verificar la norma sísmica para calcular el valor de C conocido como el factor de reducción. El valor c se obtiene de la siguiente relación.

$$C = (Z*U*C*S) / R \quad \dots\dots (24)$$

Z= 0.45 ubicación Lima.

U= 1 tipo de infraestructura vivienda.

S= 1,05 según los estudios de suelos.

El valor C de la fórmula en mención depende del periodo, de la altura del edificio y el valor de Cn.

$$T(s) = Ht / Cn$$

Cn = 35 debido a que su estructura es aporticada

$$T(s) = 8,40 / 35 = 0,24 \text{ s}$$

Entonces como $T < T_p$ (Según el E.M.S $t_p = 0.6$)

C= 2.5 si $T < T_p$; además si C=2.5, entonces K=1

Completamos la fórmula:

$$C^* = (Z \cdot U \cdot C \cdot S) / R = (0.45 \cdot 1 \cdot 2.5 \cdot 1.05) / 7 = 0.16875$$

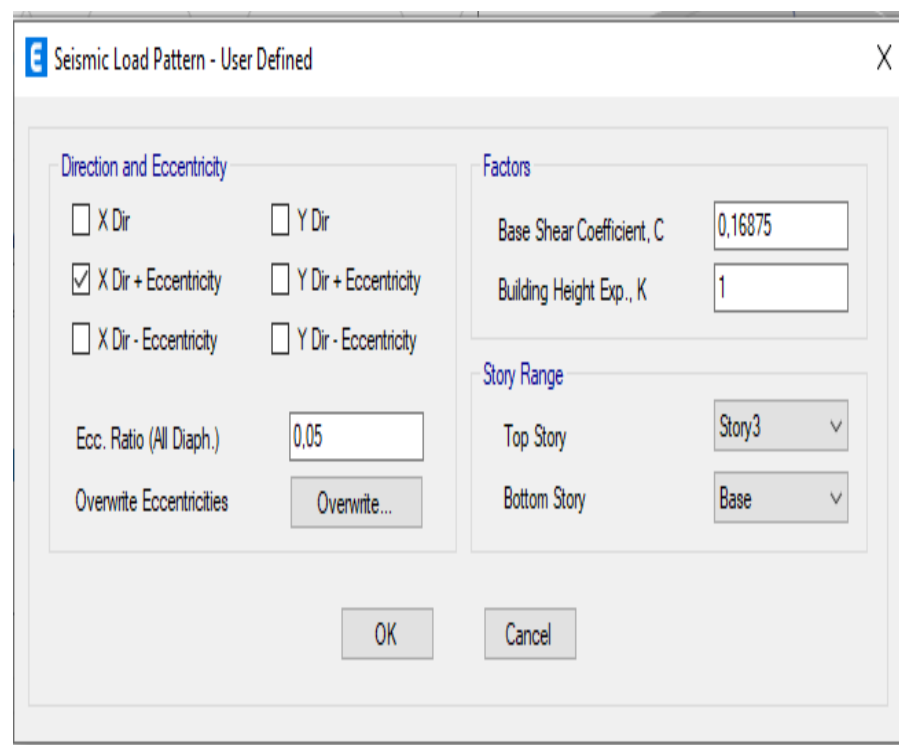


Figura N° 66: Excentricidades en el eje y según la norma N.T.P E.030 usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

Peso de la estructura

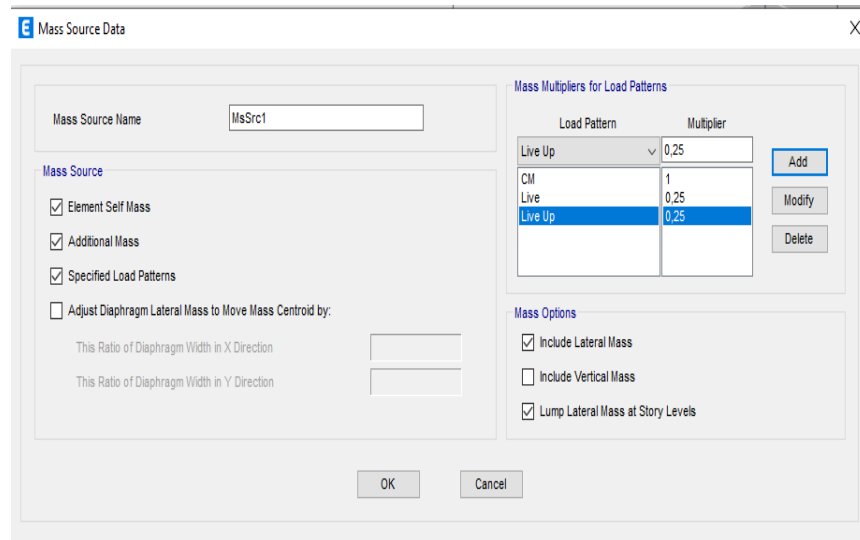


Figura N° 67: Masa de la estructura usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

Como comentario la norma sísmica indica que se debe usar solo el 25 % de la carga viva en el análisis sísmico de una edificación tipo vivienda.

Espectro

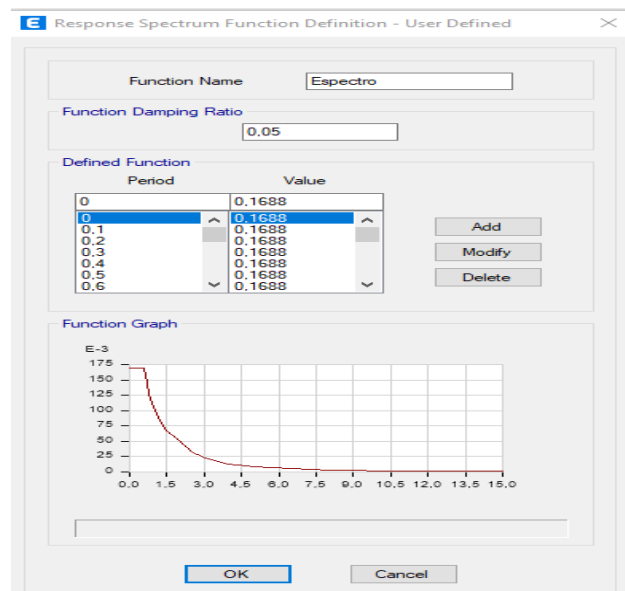


Figura N° 68: Espectro usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

Asignación de las cargas en las losas

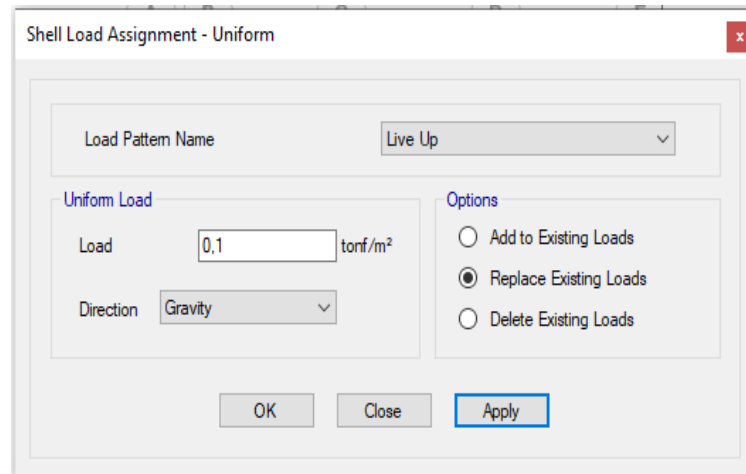


Figura N° 69: Peso que va en el paño del último nivel usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

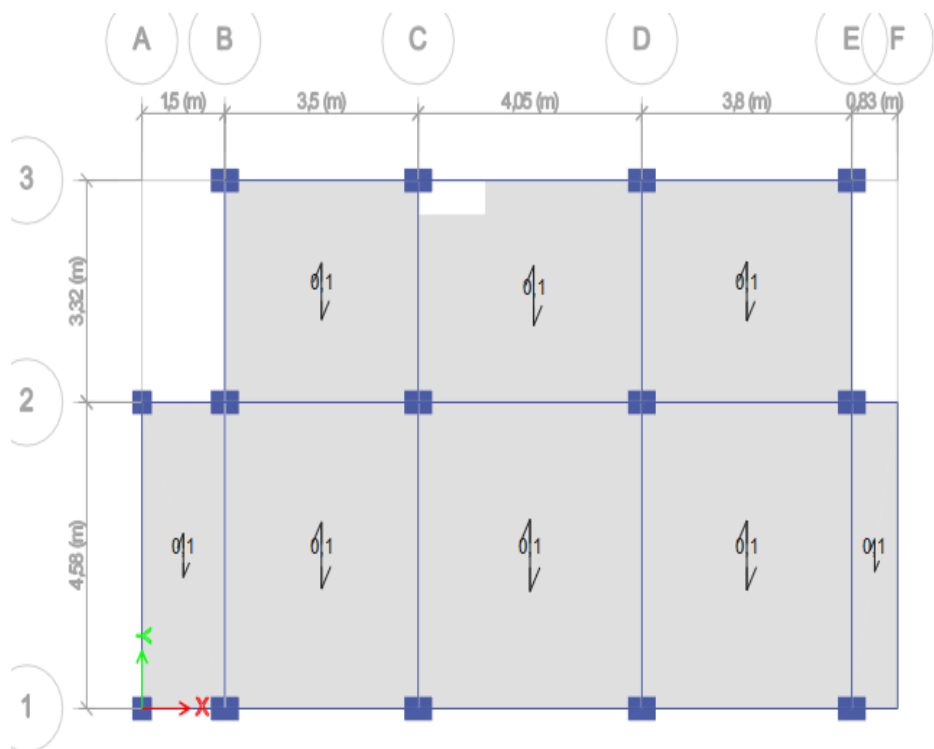


Figura N° 70: Vista en planta de la carga del tercer nivel usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

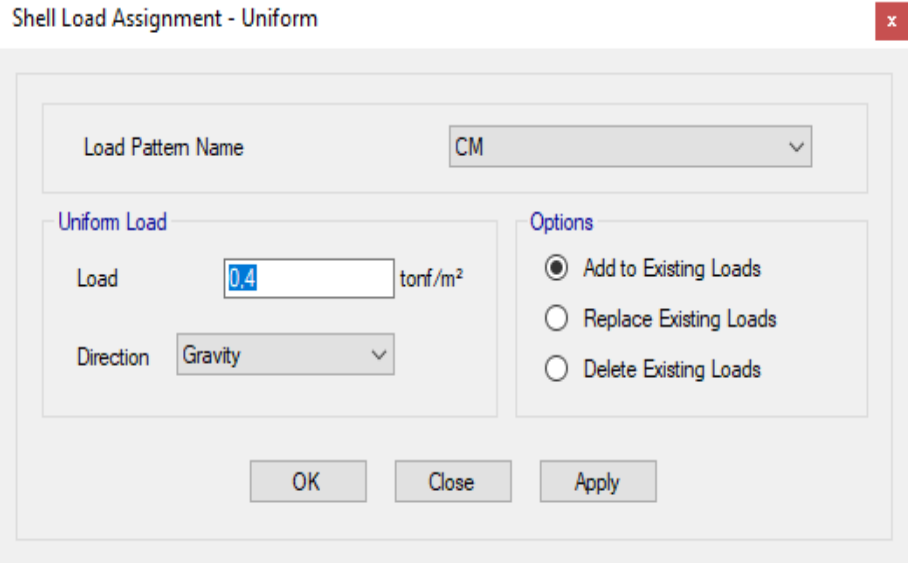


Figura N° 71: Valor de la carga muerta tanto para el primer y segundo nivel usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

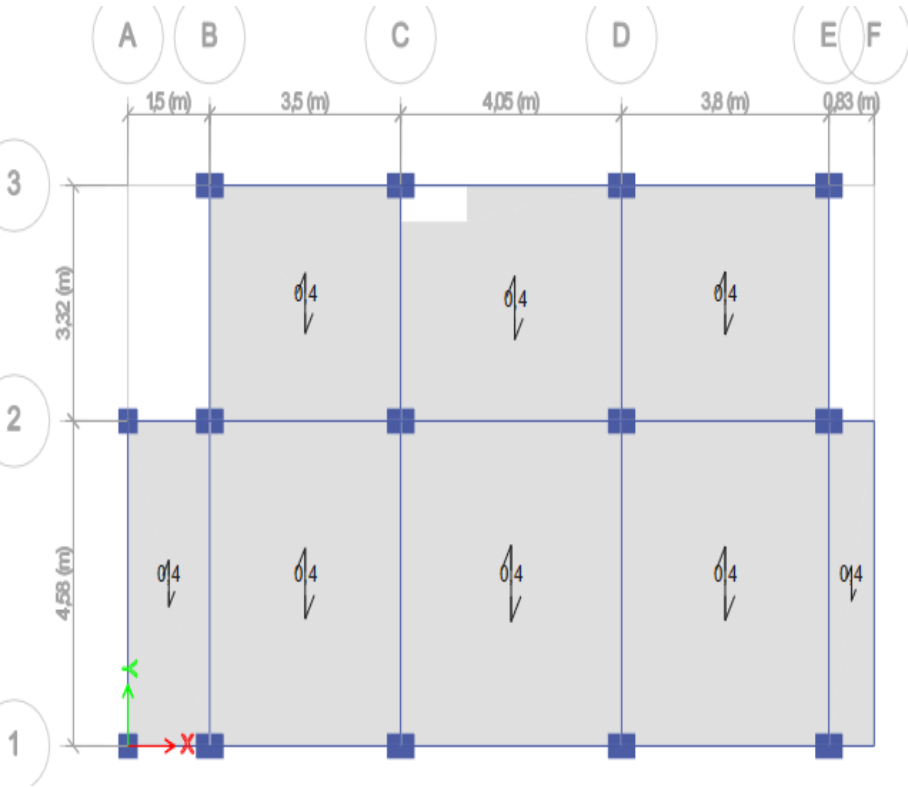


Figura N° 72: Vista en planta de la carga muerta usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

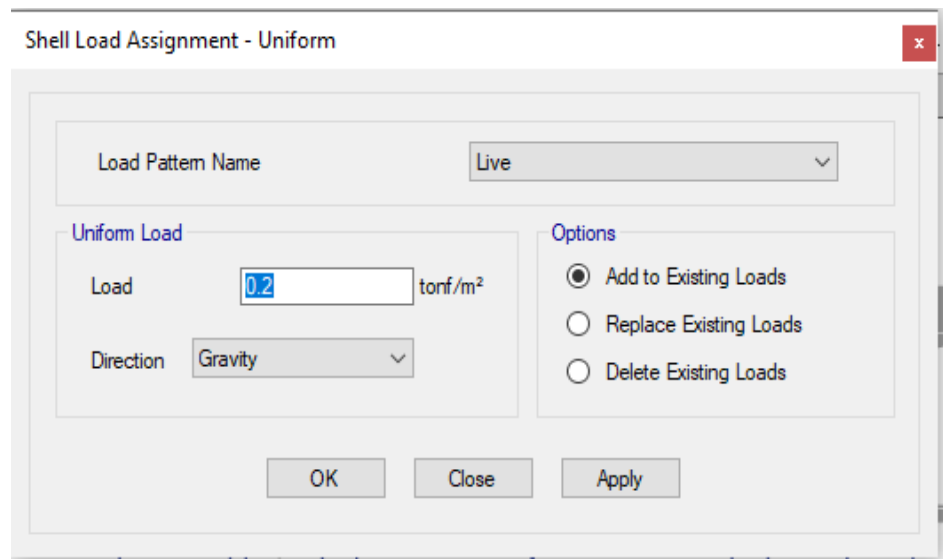


Figura N° 73: Valor de la carga viva tanto para el primer y segundo nivel usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

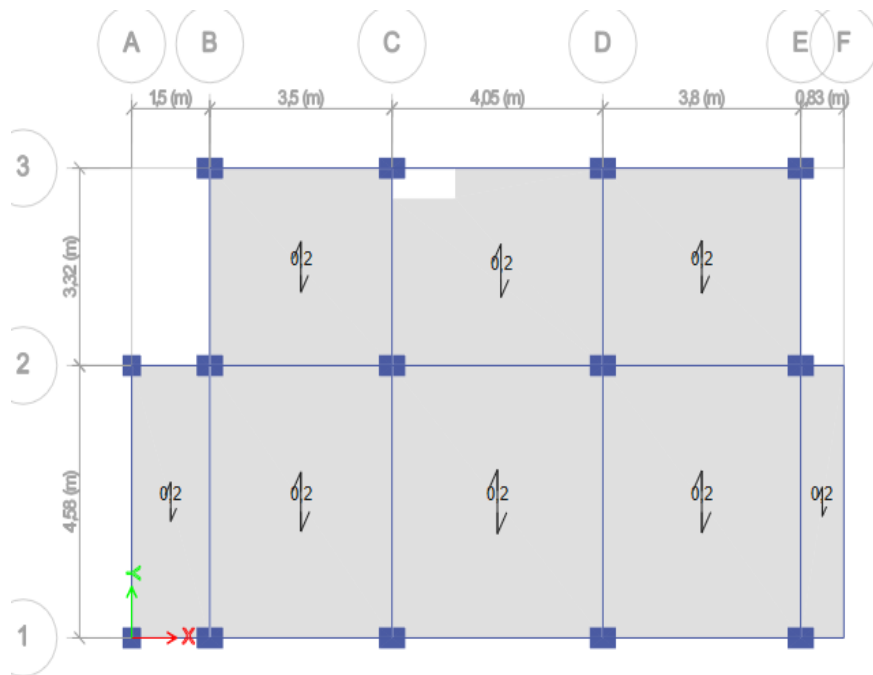


Figura N° 74: Vista en planta de la carga viva tanto para el primer y segundo nivel usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

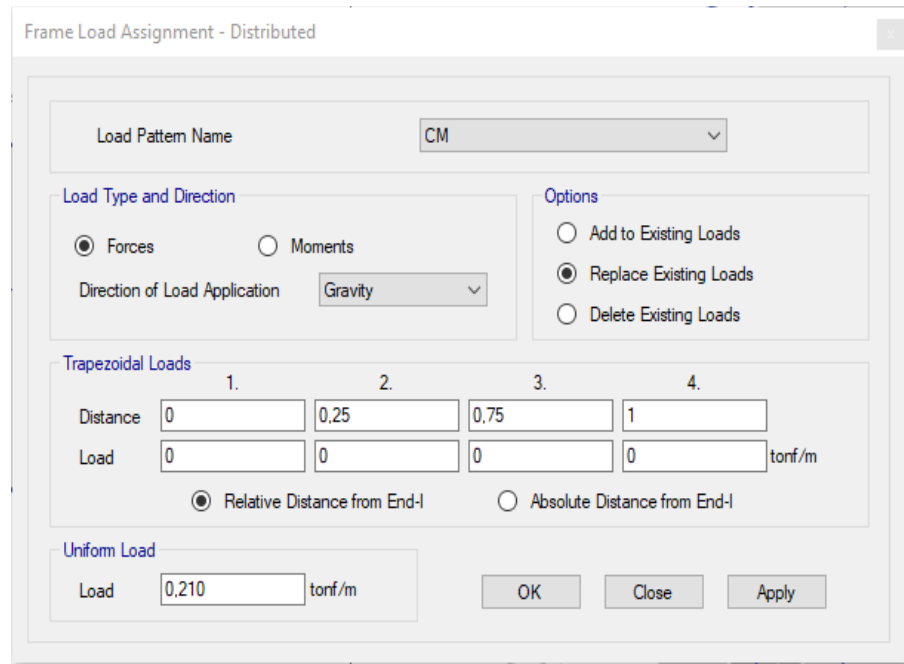


Figura N° 75: Valor de la carga muerta del parapeto en el tercer nivel usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

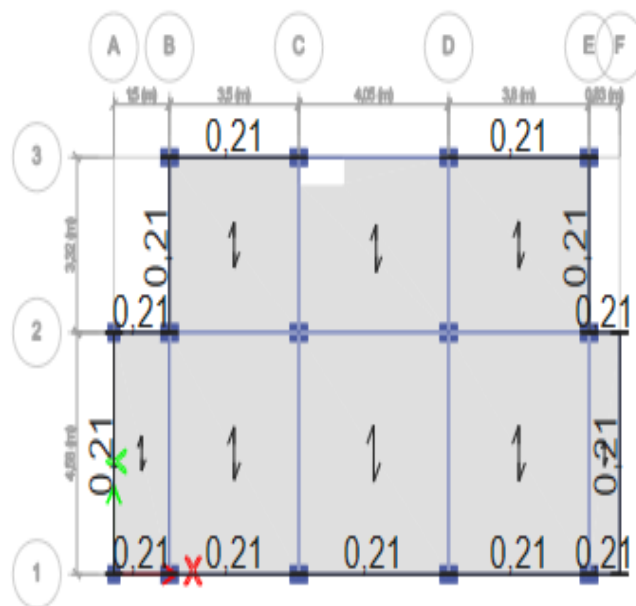


Figura N° 76: Vista en planta del valor de la carga muerta en el último nivel usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

Condiciones del comportamiento de la estructura

- Empotramiento en la base

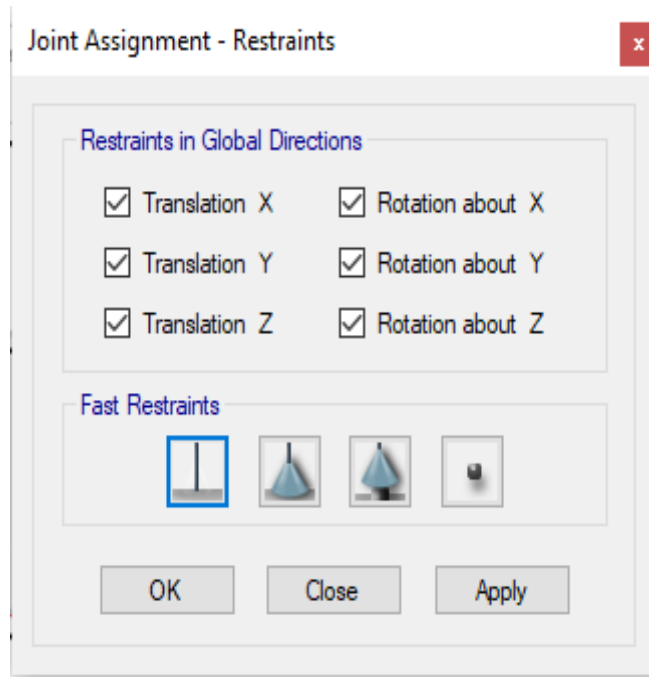


Figura N° 77: Empotramiento en la base usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

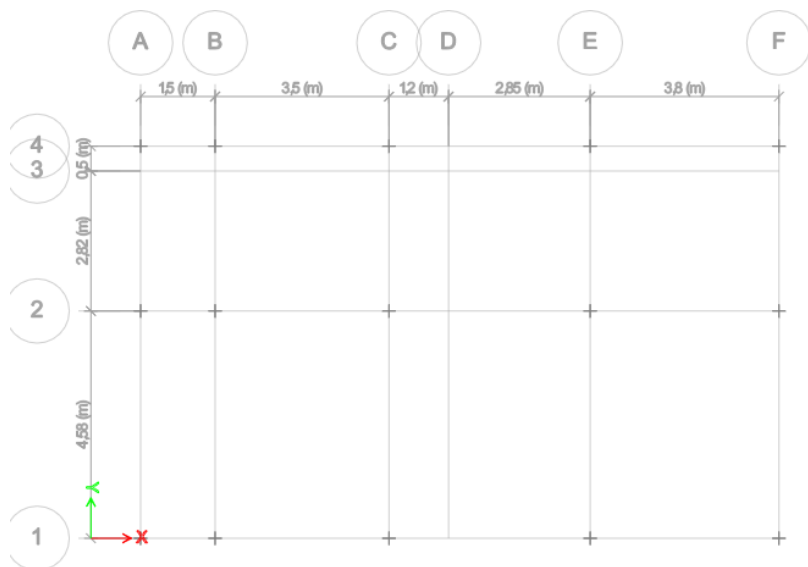


Figura N° 78: Base empotrada usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

- Comportamiento de la losa.

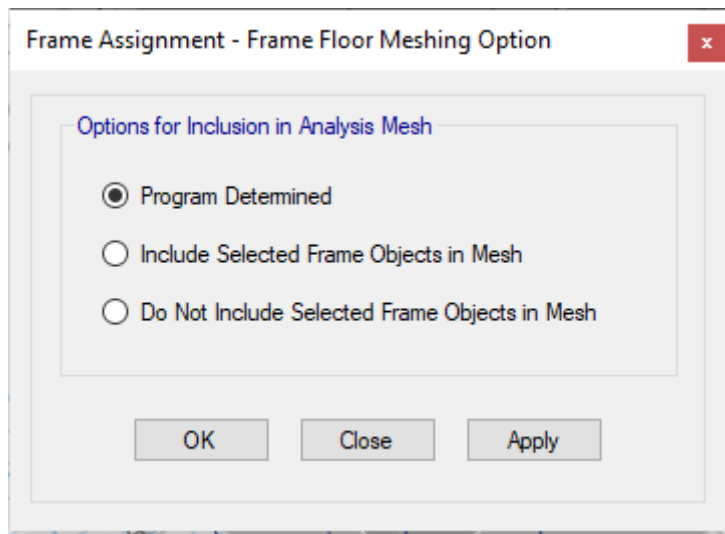


Figura N° 79: Comando de repartición de cargas usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

Este comando permite que la carga que se le aplica a la losa se transmita a la viga uniformemente derivando el peso a la columna hasta llegar a la cimentación.

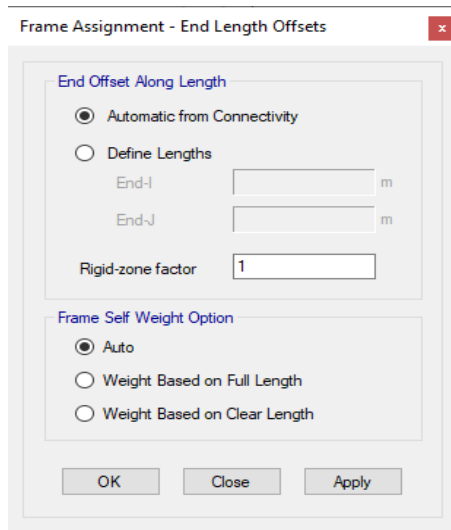


Figura N° 80: Comando de brazo rígido usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio

Fuente: Elaboración propia.

Este comando permite colocar una conexión entre la viga y la columna con la finalidad de que no se repita el fragmento de intersección de estas los metrados de cargas correspondientes.

c. Análisis Estático de la estructura

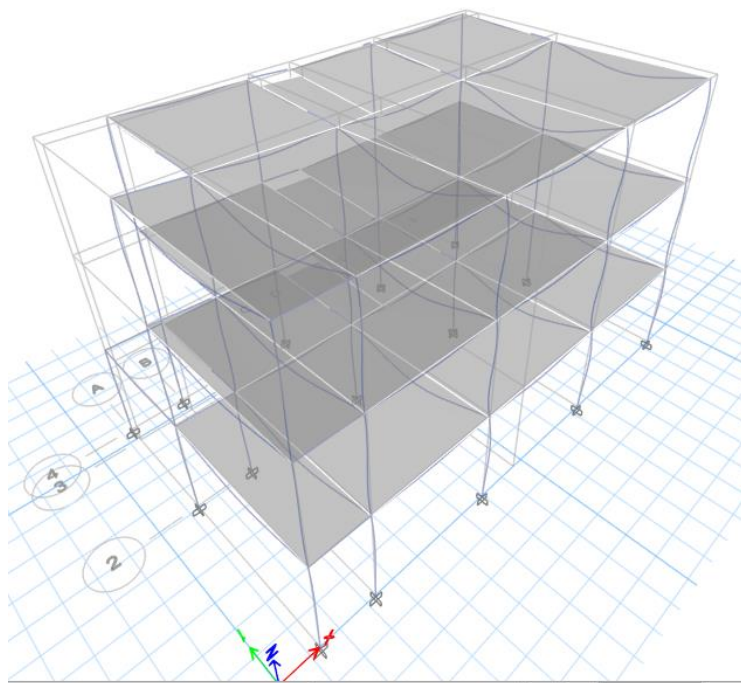


Figura N° 81: Modelo 3D usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37: Periodo de la estructura usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio

| Case | Mode | Period |
|-------|------|--------|
| Modal | 1 | 0,315 |
| Modal | 2 | 0,258 |
| Modal | 3 | 0,235 |
| Modal | 4 | 0,103 |
| Modal | 5 | 0,084 |
| Modal | 6 | 0,077 |
| Modal | 7 | 0,066 |
| Modal | 8 | 0,053 |
| Modal | 9 | 0,048 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38: Masa por piso usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

| Story | UX | UY |
|--------|----------|----------|
| | Tonf-s/m | Tonf-s/m |
| Story3 | 6.24 | 6.24 |
| Story2 | 10.54 | 10.54 |
| Story1 | 10.21 | 10.21 |
| Base | 0,80 | 0,80 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39: Peso de la estructura usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

| Story | UX | UY |
|--------|----------|----------|
| | Tonf | Tonf |
| Story3 | 61,2502 | 61,2502 |
| Story2 | 103,3136 | 103,3136 |
| Story1 | 100,1141 | 100,1141 |
| Base | 0,80438 | 0,80438 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40: Cortante Basal Estático usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

| Output Case | Case Type | Fx tonf | Fy tonf |
|-------------|-----------|---------|---------|
| Sx E | LinStatic | -44.66 | 0 |
| Sy E | LinStatic | 0 | -44.66 |

Fuente: Elaboración propia.

d. Análisis Dinámico Modal

Para obtener un análisis dinámico coherente, entonces se le agrega a la estructura las cargas live 1 y live 2 en la primera y segunda planta.

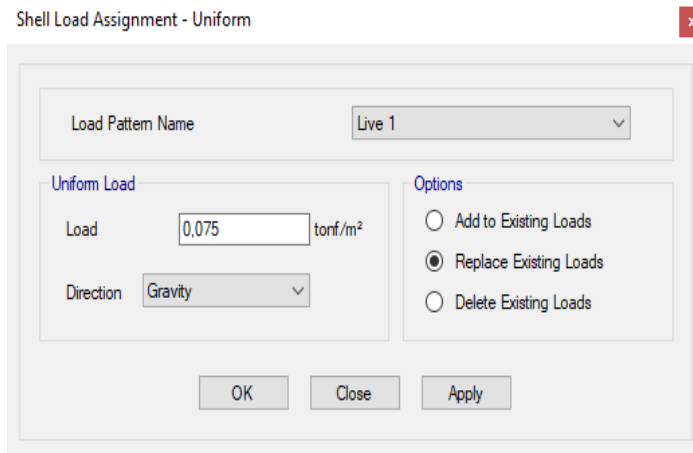


Figura N° 82: Carga Live 1 usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

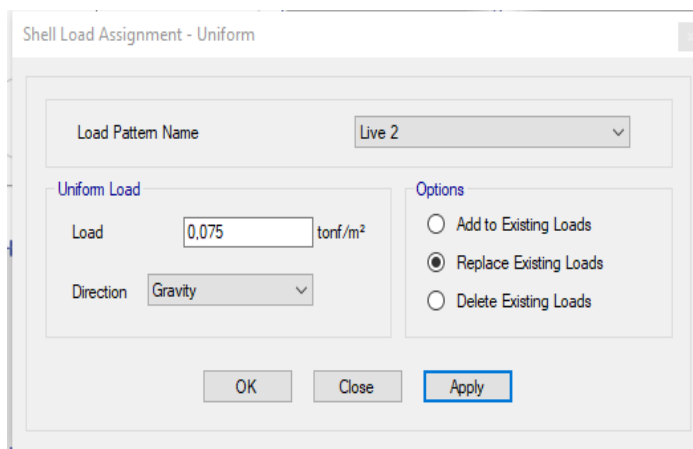


Figura N° 83: Carga Live 2 usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

Luego se procede a configurar la opción Load Cases.

Load Case Data

General

Load Case Name: Sx D [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Mass Source: Previous (peso de la estructura)

Analysis Model: Default

Loads Applied

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|----------|--------------|
| Acceleration | U1 | Espectro | 9,8067 |
| Acceleration | U2 | Espectro | 2,942 |

[Add] [Delete] [Advanced]

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: []

Rigid Frequency, f2: []

Periodic + Rigid Type: []

Earthquake Duration, td: []

Directional Combination Type: Absolute

Absolute Directional Combination Scale Factor: 1

Modal Damping: Constant at 0,05 [Modify/Show...]

Diaphragm Eccentricity: 0,05 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Figura N° 84: Sismo Dinámico en el eje “x” usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura se puede corroborar lo estipulado por la Norma Técnica Peruana E.030 en donde se recomienda usar la combinación modal CQC, además se toma el valor de la aceleración 9,8067 en el eje x con un porcentaje del 30% en el eje “y”.

General

Load Case Name: Sy D [Design...]

Load Case Type: Response Spectrum [Notes...]

Mass Source: Previous (peso de la estructura)

Analysis Model: Default

Loads Applied

| Load Type | Load Name | Function | Scale Factor |
|--------------|-----------|----------|--------------|
| Acceleration | U2 | Espectro | 9,8067 |
| Acceleration | U1 | Espectro | 2,942 |

[Add] [Delete] Advanced

Other Parameters

Modal Load Case: Modal

Modal Combination Method: CQC

Include Rigid Response

Rigid Frequency, f1: []

Rigid Frequency, f2: []

Periodic + Rigid Type: []

Earthquake Duration, td: []

Directional Combination Type: Absolute

Absolute Directional Combination Scale Factor: 1

Modal Damping: Constant at 0,05 [Modify/Show...]

Diaphragm Eccentricity: 0,05 for All Diaphragms [Modify/Show...]

[OK] [Cancel]

Figura N° 85: Sismo Dinámico en el eje “y” usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura se puede corroborar lo estipulado por la Norma Técnica Peruana E.030 en donde se recomienda usar la combinación modal CQC; además se toma el valor de la aceleración 9,8067 en el eje “y” con un porcentaje del 30 % en el eje x.

La norma sugiere que se analice la estructura por nivel considerando 3 modos por piso, como nuestra infraestructura tiene 3 pisos, entonces se toman en cuenta 9 modos.

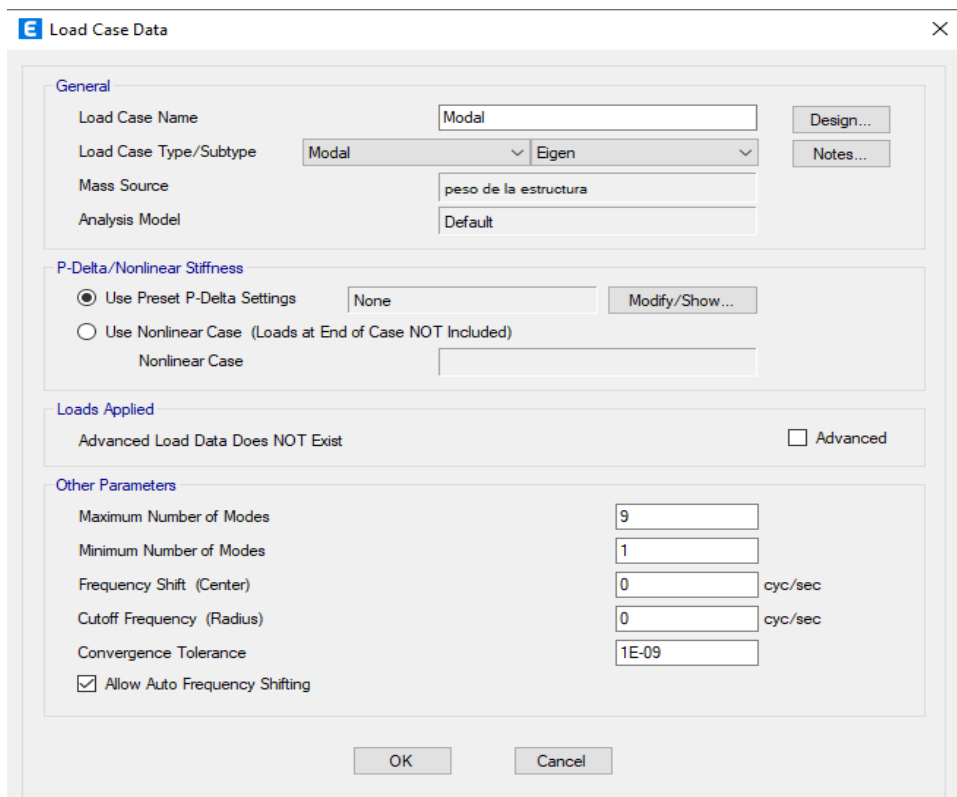


Figura N° 86: Análisis Modal usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

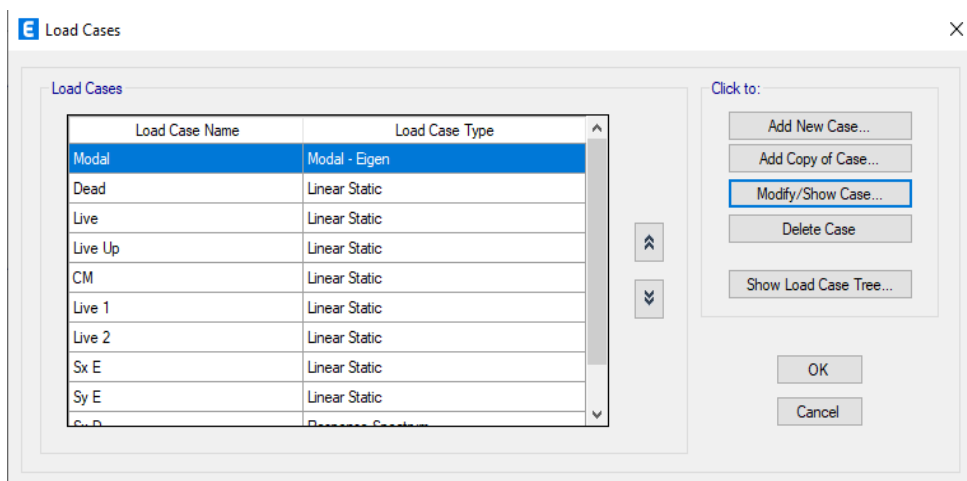


Figura N° 87: Load Case usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

Se procede a agregar las combinaciones ya antes mencionadas en el marco teórico.

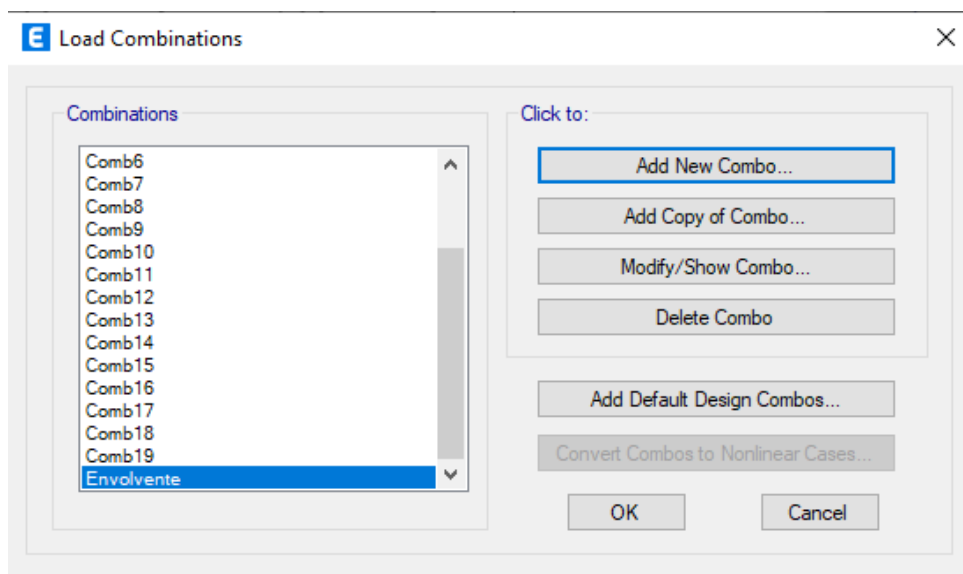


Figura N° 88: Combinación de cargas usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

Una vez que se asignaron las cargas, se analizó la estructura.

Tabla 41: Cortante Basal Estática y Dinámica usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

| Output Case | Case Type | Fx tonf | Fy tonf |
|-------------|-------------|---------|---------|
| Sx E | LinStatic | -44.66 | 0 |
| Sy E | LinStatic | 0 | -44.66 |
| Sx D | LinRespSpec | 38.88 | 12.57 |
| Sy D | LinRespSpec | 12.26 | 39.91 |

Fuente: Elaboración propia.

La cortante que actúa en la base es

Sx Estático = 44,66 Ton.

Sy Estático = 44,66 Ton.

Sx Dinámico = 38,88 Ton.

Sy Dinámico = 39,91 Ton.

La cortante basal que actúa en las columnas

| | Right Side | | | Left Side | | | |
|--------|------------|----------|---------|-----------|----------|---------|--------|
| | 1 | 2 | Z | 1 | 2 | Z | |
| Force | 12.96 | 3,9283 | 13,2891 | 12.96 | 3,9283 | 13,2891 | tonf |
| Moment | 6,6863 | 107,8022 | 29,0972 | 6,6863 | 107,8022 | 29,0972 | tonf-m |

Figura N° 89: Cortante basal en el eje “x” de la columna usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

El valor es 12,96 tonf y esto se puede verificar en la figura anterior.

| | Right Side | | | Left Side | | | |
|--------|------------|---------|----------|-----------|---------|----------|--------|
| | 1 | 2 | Z | 1 | 2 | Z | |
| Force | 2,6593 | 10,1698 | 4,1353 | 2,6593 | 10,1698 | 4,1353 | tonf |
| Moment | 67,1947 | 56,0813 | 134,7586 | 67,1947 | 56,0813 | 134,7586 | tonf-m |

Figura N° 90: Cortante basal en el eje “y” de la columna usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

El valor es 10,1698 Ton f se puede corroborar en la figura anterior.

Tabla 42: Porcentaje Modal usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

| Case | ItemType | Item | Static % | Dynamic % |
|-------|--------------|------|----------|-----------|
| Modal | Acceleration | UX | 100 | 100 |
| Modal | Acceleration | UY | 100 | 100 |
| Modal | Acceleration | UZ | 0 | 0 |

Fuente: Elaboración propia.

Cumple con la participación modal que estipula la norma sísmica, ya que es mayor al 90%

Tabla 43: Desplazamiento de la estructura por el Sismo Dinámico “x” usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Drift |
|--------|-------------|-------------|-----------|-----------|----------|
| Story3 | Sx D | LinRespSpec | Max | X | 0,000267 |
| Story2 | Sx D | LinRespSpec | Max | X | 0,000483 |
| Story1 | Sx D | LinRespSpec | Max | X | 0,000424 |
| Story3 | Sx D | LinRespSpec | Max | Y | 0,000206 |
| Story2 | Sx D | LinRespSpec | Max | Y | 0,000366 |
| Story1 | Sx D | LinRespSpec | Max | Y | 0,000348 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44: Figura 37: Desplazamiento de la estructura por el Sismo Dinámico “y” usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Drift |
|--------|-------------|-------------|-----------|-----------|----------|
| Story3 | Sy D | LinRespSpec | Max | X | 0,000111 |
| Story2 | Sy D | LinRespSpec | Max | X | 0,000198 |
| Story1 | Sy D | LinRespSpec | Max | X | 0,000153 |
| Story3 | Sy D | LinRespSpec | Max | Y | 0,000473 |
| Story2 | Sy D | LinRespSpec | Max | Y | 0,00088 |
| Story1 | Sy D | LinRespSpec | Max | Y | 0,000789 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45: Desplazamiento de la estructura por el Sismo Dinámico “x” corregido usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Drift | Corecction |
|--------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|-------------------|
| Story3 | Sx D | LinRespSpec | Max | X | 0,000267 | 0,001402 |
| Story2 | Sx D | LinRespSpec | Max | X | 0,000483 | 0,002536 |
| Story1 | Sx D | LinRespSpec | Max | X | 0,000424 | 0,002226 |
| Story3 | Sx D | LinRespSpec | Max | Y | 0,000206 | 0,001082 |
| Story2 | Sx D | LinRespSpec | Max | Y | 0,000366 | 0,001922 |
| Story1 | Sx D | LinRespSpec | Max | Y | 0,000348 | 0,001827 |

Fuente: Elaboración propia.

Como comentario se agrega que la deriva que resulta por medio de este análisis no sobrepasa el valor de 0.007 cm lo cual indica que esta estructura cumple con los criterios sísmicos estipulados en la N.T.P E.030.

Tabla 46: Desplazamiento de la estructura por el Sismo Dinámico “y” corregido usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

| Story | Output Case | Case Type | Step Type | Direction | Drift | Corecction |
|--------------|--------------------|------------------|------------------|------------------|--------------|-------------------|
| Story3 | Sy D | LinRespSpec | Max | X | 0,000111 | 0,000583 |
| Story2 | Sy D | LinRespSpec | Max | X | 0,000198 | 0,00104 |
| Story1 | Sy D | LinRespSpec | Max | X | 0,000153 | 0,000803 |
| Story3 | Sy D | LinRespSpec | Max | Y | 0,000473 | 0,002483 |
| Story2 | Sy D | LinRespSpec | Max | Y | 0,00088 | 0,00462 |
| Story1 | Sy D | LinRespSpec | Max | Y | 0,000789 | 0,004142 |

Fuente: Elaboración propia.

Como comentario de la anterior tabla se puede verificar que las derivas en el eje “y” cumplen según lo estipulado por la Norma Técnica Peruana E.030.

e. Diseño de elementos estructurales

- Diseño de la zapata entre el eje 2 y C D

Es necesario diseñar la zapata para poder calcular el acero recomendable a utilizar, alcanzando la ductilidad y rigidez necesaria para la estructura.

Tabla 47: Diseño de zapata

| Descripción | Valor | Unidad |
|-------------------------|-------|---------|
| σ_{suelo} | 12.4 | Ton /m2 |
| b col | 0.35 | M |
| h col | 0.5 | M |
| Df | 1.5 | M |
| f'c | 2800 | Ton/m2 |
| Peso | 44.03 | Ton |
| Área | 3.55 | m2 |
| Pz | 0.65 | m |
| Bz | 2.5 | m |
| Hz | 1.5 | m |

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior tabla se establecen los datos específicos del dimensionamiento de la columna y el peso que soporta la columna. Se tienen que hacer estos cálculos para poder calcular el acero requerido y así poder lograr la ductilidad y rigidez de la zapata.

Tabla 48: Diseño por punzonamiento.

| Diseño por punzamiento | | |
|-------------------------|-------|--------|
| Descripción | Valor | Unidad |
| bo | 3.9 | M |
| A0 | 0.945 | m2 |
| Az | 3.55 | m2 |
| Vu | 32.31 | Ton |
| Vc | 67.31 | Ton |
| ΦV_c | 57.21 | Ton |
| $\Phi V_c > V_u$ Cumple | | |

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 48 se comprueba que la cortante calculada que se genera en la zapata debido a la carga es menor que la cortante que genera el concreto.

Tabla 49: Diseño por cortante.

| Diseño por cortante | | |
|---------------------|-------|--------|
| Descripción | Valor | Unidad |
| Wu | 12.4 | Ton/m2 |
| d | 0.55 | M |
| Vdu | 8.37 | Ton |
| Vn | 9.85 | Ton |
| Vc | 23.14 | Ton |
| $V_c > V_n$ cumple | | |

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior tabla se puede verificar que la zapata no falla por cortante.

Tabla 50: Diseño por flexión.

| Diseño por flexión | | |
|--------------------|-------|-----------------|
| Descripción | Valor | Unidad |
| Lv | 1.08 | M |
| Mu | 21.49 | Ton.m |
| A | 0.73 | cm |
| As | 11.46 | cm ² |
| AS tempe | 22.5 | cm ² |
| As cuantía | 5.37 | cm ² |
| 4/3 As | 15.28 | cm ² |

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior tabla se puede apreciar el cálculo de momento último que tiene la zapata y de esta manera calcular el acero correspondiente para dicha cimentación.

Tabla 51: Cálculo del acero.

| Acero eje x e y | | |
|-----------------|-------|-----------------|
| Descripción | Valor | Unidad |
| 4/3 As | 15.28 | cm ² |
| Asx (5/8) | 8 | unidad |
| Esp (x) | 12 | cm |
| Asy | 9.168 | cm ² |
| Asy (1/2) | 7 | unidad |
| Esp(y) | 12 | cm |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los cálculos obtenidos se tiene como conclusión que la zapata presenta 8 varillas de 3/4" en el eje "x" y 7 varillas de 1/2" en el eje "y".

- Diseño de la columna.

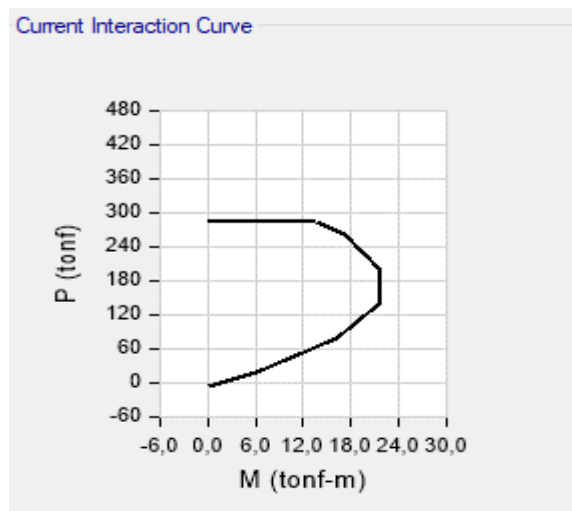


Figura N° 91: Diagrama de Iteración de la columna del eje 2 con C D usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

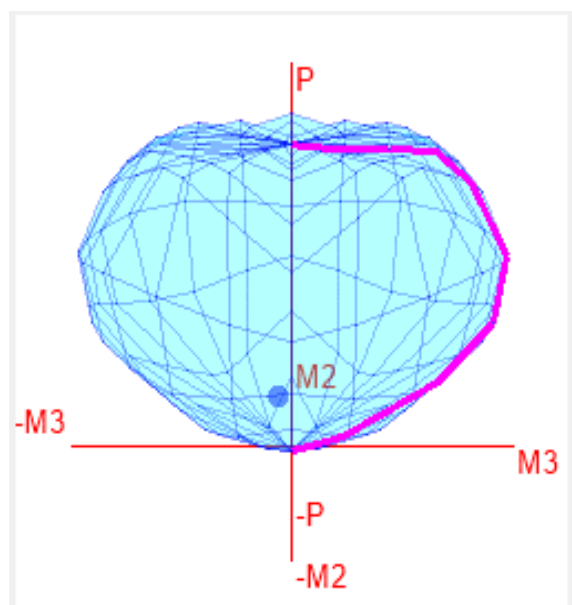


Figura N° 92: Diagrama de Iteración de la columna en 3D del eje 2 con C D usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52: Cálculo del acero de la columna.

| Descripción | Valor | Unidad |
|--------------|-------|-----------------|
| b col | 35 | Cm |
| h col | 50 | Cm |
| Ag | 1750 | cm ² |
| Yo | 25 | Cm |
| Mu | 21 | ton.m |
| N var (3/4") | 8 | Unidades |
| A var | 11.82 | cm ² |
| Espac | 7.5 | Cm |

Fuente: Elaboración propia.

Referente a los valores obtenidos en la Tabla 52, la columna presenta 8 varillas de 3/4" cada 7.5 cm.

- Diseño de la viga

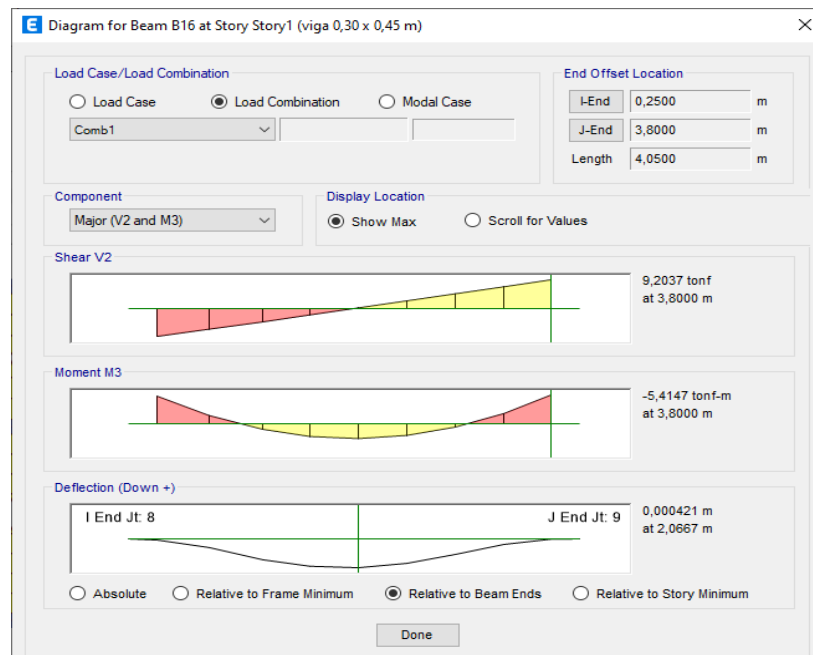


Figura N° 93: Diagrama de Fuerza Cortante y Momento Flector de la viga usando el programa ETABS 2019 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura se obtuvieron los valores de momento flector; y éste nos sirve para diseñar el acero.

Tabla 53: Diseño de la viga.

| Diseño de la viga | | |
|--------------------------|--------|--------------------|
| Descripción | Valor | Unidad |
| B | 30 | Cm |
| H | 45 | Cm |
| Fy | 4200 | kg/cm ² |
| D | 36.24 | Cm |
| Mu- | 254000 | kg.cm |
| Mu+ | 541000 | kg.cm |
| Vu | 920000 | kg |
| a (-) | 1.11 | Cm |
| a (+) | 2.40 | Cm |
| A (-) | 1.88 | cm ² |
| A (+) | 4.01 | cm ² |
| A (-) 1/2" | 2 | unidades |
| A (+) 1/2" | 4 | unidades |
| Cuantía | 0.0037 | |
| cuantía m | 0.0032 | |
| Verificación c>cm cumple | | |

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior tabla se obtiene la cantidad de acero que requiere la viga para alcanzar su ductilidad y rigidez óptima; además para que tenga un comportamiento estructural óptimo.

f) Elaboración del diseño Instalaciones Eléctricas

Para poder realizar el plano de instalaciones eléctricas se tiene que tomar en cuenta las siguientes tablas con la finalidad de obtener la máxima demanda que necesita la infraestructura y con ese valor hallado solicitar a la empresa correspondiente un tipo de suministro necesario para la generación de electricidad; y también para calcular los alimentadores que tiene que ir en el sistema de cableado de la estructura.

Tabla 54: Criterios de Potencia Instalada

Alumbrado y tomacorriente

. Para los primeros 45 m² la potencia instalada es 1500 W.

. Para los siguientes 45 m² es 1000 W.

. Para la fracción restante 1000 W.

Fuente: Ministerio de Energía y Minas, 2006.

Para colocar las cargas correspondientes se tiene que tener en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 55: Cargas Eléctricas

| Cargas | Descripción |
|------------------------------|--|
| Equipo de calefacción | Para los equipos de calefacción se considera un factor de demanda al 100% hasta una potencia de 10000 y pasando este se considera un factor de demanda de 75%. |
| Equipo de aire acondicionado | Para los equipos de aire acondicionado se considera un factor de demanda al 100%. |
| Terma eléctrica | Para las termas eléctricas se considera un factor de demanda al 100%. |
| Cocina eléctrica | Cualquier carga de cocina eléctrica, como sigue: 6000 W para cocina única más 40% de la cantidad en la que la potencia de dicha cocina exceda los 12 kW; más. |
| Cargas Adicionales | 25% de la potencia de régimen de cada carga mayor de 1 500 W y las menores a 1500 al 100%. |

Fuente: Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad, 2006.

Tabla 56: Sección nominal del alimentador según su intensidad.

| SECCIÓN NOMINAL mm ² | TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR | |
|---|--|--|
| | 60 °C TIPOS TW – MTW | 75 °C TIPOS RHW - THW THWN - XHHW |
| | 0,75 | 6 |
| 1,0 | 8 | - |
| 1,5 | 10 | - |
| 2,5 | 18 | 20 |
| 4 | 25 | 27 |
| 6 | 35 | 38 |
| 10 | 46 | 50 |
| 16 | 62 | 75 |
| 25 | 80 | 95 |
| 35 | 100 | 120 |
| 50 | 125 | 145 |
| 70 | 150 | 180 |
| 95 | 180 | 215 |
| 120 | 210 | 245 |
| 150 | 240 | 285 |

| | | |
|-----|-----|-----|
| 185 | 275 | 320 |
| 240 | 320 | 375 |
| 300 | 355 | 420 |
| 400 | 430 | 490 |
| 500 | 490 | 580 |

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2006)

Tabla 57: Capacidad Máxima de los conductores

| Capacidad de corriente en conductores (Sistema AWG) | | | | | |
|---|---------------------|---|----------|-------------------------------|----------|
| Calibre del conductor | Sección Transversal | Instalación en Tubo (A) | | Instalación al Aire Libre (A) | |
| | | TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN DEL CONDUCTOR | | | |
| | | 60°C TW | 75°C THW | 60°C TW - TWT | 75°C THW |
| AWG – MCM | mm ² | | | | |
| 22 | 0,324 | 3 | | 5 | |
| 20 | 0,517 | 5 | | 8 | |
| 18 | 0,821 | 7 | | 10 | |
| 16 | 1,310 | 10 | | 15 | |
| 14 | 2,080 | 15 | 15 | 20 | 22 |
| 12 | 3,310 | 20 | 20 | 25 | 28 |
| 10 | 5,260 | 30 | 30 | 40 | 45 |
| 8 | 8,370 | 40 | 45 | 55 | 65 |
| 6 | 13,300 | 55 | 65 | 80 | 90 |
| 4 | 21,150 | 70 | 85 | 105 | 120 |
| 2 | 33,630 | 95 | 115 | 140 | 160 |
| 1 | 42,410 | 110 | 125 | 165 | 195 |
| 1/0 | 53,510 | 125 | 150 | 195 | 230 |
| 2/0 | 67,440 | 145 | 175 | 225 | 265 |
| 3/0 | 85,020 | 165 | 200 | 260 | 310 |
| 4/0 | 107,200 | 195 | 230 | 300 | 360 |
| 250 | 126,700 | 215 | 255 | 340 | 400 |
| 300 | 152,000 | 240 | 285 | 375 | 445 |
| 350 | 177,400 | 260 | 310 | 420 | 505 |
| 400 | 202,700 | 280 | 355 | 455 | 545 |
| 500 | 252,400 | 320 | 380 | 515 | 615 |
| 600 | 304,000 | 355 | 420 | 575 | 690 |
| 750 | 380,000 | 400 | 490 | 655 | 780 |
| 100 | 506,700 | 490 | 580 | 790 | 950 |

Fuente: Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad, 2006.

Con las tablas 54, 55, 56 y 57 se puede realizar un diseño eléctrico óptimo para cada nivel de la infraestructura.

Como primer paso se calculó el área techada de la infraestructura.

Tabla 58: Áreas de la infraestructura.

| Áreas | Valor | Unidad |
|--------------|--------|----------------|
| Área Techada | 109,52 | m ² |
| Área Libre | 4,75 | m ² |

Fuente: Elaboración propia.

Como segundo paso se establecieron las cargas que van a tener los diferentes niveles.

Tabla 59: Tipos de cargas.

| Cargas Especiales | | |
|-------------------|--------------------------------|---------|
| | 1 equipo de calefacción | 15000 W |
| | 1 equipo de aire acondicionado | 5000 W |
| | 1 terma eléctrica | 1500 W |
| | 1 cocina eléctrica | 14000 W |
| Carga adicional | | |
| | 1 horno microonda | 2500 W |
| | iluminación exterior | 600 W |
| | 1 lavadora | 600 W |

Fuente: Elaboración propia.

Como tercer paso se procedió a diseñar las instalaciones eléctricas.

Elaboración del Diseño de Instalaciones Eléctricas del primer nivel

Tabla 60: Cuadro de carga por departamento.

Cuadro de Carga para el primer nivel

| Descripción | Potencia Instalada (W) | Factor de demanda (F.D) | Máxima Demanda (M.D) |
|------------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|
| Alumbrado y tomacorrientes | | | 3500 |
| Primero 90 m ² Fracción | 2500 | 1 | 2500 |
| restante 19,52 m ² | 1000 | 1 | 1000 |
| Cargas Especiales | | | 13750 |

| | | | |
|------------------------------|---------------|------|--------------|
| Equipo de calefacción | 10000 5000 | 1 | 10000 |
| | | 0,75 | 3750 |
| Equipo de aire acondicionado | 5000 | 1 | 5000 |
| Cargas especiales | | | 6800 |
| Cocina eléctrica | 12000 | 0,5 | 6000 |
| Restante | 2000 | 0,4 | 800 |
| Cargas especiales | | | 1500 |
| Terma eléctrica | 1500 | 1 | 1500 |
| Carga Adicional | | | 1825 |
| > 1500 w | | | |
| 1 horno | 2500 | 0,25 | 625 |
| < 1500 w | | | |
| iluminación exterior | 600 | 1 | 600 |
| Lavadora | 600 | 1 | 600 |
| TOTAL | 42700 | | 27375 |

Fuente: Elaboración propia.

Con los valores calculados en la Tabla N° 60 se obtiene la potencia a contratar.

Tabla 61: Máxima Demanda

| Máxima Demanda (W) | Factor de simultaneidad (F.S) | Potencia por contratar (KW) |
|--------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| 27375 | 0,8 | 21,9 |

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se procede a ejecutar el cálculo del alimentador para el sistema trifásico.

Tabla 62: Valores

| Descripción | Valor |
|--------------------|-------|
| Máxima Demanda (W) | 27375 |
| V (Voltios) | 220 |
| cos ϕ | 0,9 |

Fuente: Elaboración propia.

Se calcula la intensidad de corriente de la siguiente manera:

$$I(a) = W / (3^{0.5} * V * \cos \phi) \quad \dots (26)$$

$$I(a) = 79.82 \text{ A.}$$

$$I(d) = I * 1.25$$

$$I(d) = 99.78 \text{ A}$$

Para el cálculo de caída de tensión se toma en cuenta la siguiente tabla.

Tabla 63: Datos de la fórmula de caída de tensión

| Constantes | |
|--|--|
| $K = 3^{0.5}$ | |
| I_d = Corriente de diseño | |
| p = resistividad del cobre | |
| L = Longitud del suministro al tablero | |
| s = sección en mm^2 | |
| Fuente: Elaboración propia. | |

$$\Delta V = k * I_d * p * L/S \quad \dots (27)$$

$$\Delta V = 0.78$$

Los conductores son: 3 - 1 x 35 mm^2 THW + 1 x 35 mm^2 THW/T según la Tabla 56.

Para el cálculo de los sistemas derivados se aplicaron las fórmulas 26 y 27 ya antes mencionadas, tanto para la intensidad como para la caída de tensión.

Tabla 64: Conductor del alumbrado

| CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DEL ALUMBRADO | | | |
|---|--------|-------|--------------|
| Potencia instalada = | 2500 | W | |
| Voltaje = | 220 | W | |
| Calculando el amperaje: | | | |
| I_1 = | 14.20 | Amp | |
| Iluminación = | 100 | W | |
| Salidas = | 18 | N | |
| C.I. 2 = 18 salidas x 100w = | 1800 | W | |
| I.2. = 1800/220*0.8 = | 10,23 | Amp | |
| Comparando | I.1 | > | I.2 |
| El conductor alimentador es 14 AWG-MCM | | | |
| Caída de tensión | | | |
| $K = 3^{0.5}$ | 1.73 | | |
| I_d = Corriente de diseño | 12.78 | | |
| p = resistividad del cobre | 0.0175 | | |
| L = Longitud | 10.00 | | |
| s = sección en mm^2 | 2.08 | | |
| ΔV = | 1,86 | < 3,3 | cumple Norma |
| Fuente: Elaboración propia. | | | |

El valor del conductor 14 AWG – MCM se obtiene de la tabla N° 57.

Tabla 65: Conductor del tomacorriente

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DEL
TOMACORRIENTE

| | | | |
|---------------------------------------|--------------------|--------|--------------|
| SALIDAS= | | | |
| | 21 | | |
| I= | $21 * 0,80 = 16,8$ | Amp. | |
| I diseño= | 21 | Amp. | |
| El conductor es 10 AWG-MCM | | | |
| Caída de tensión | | | |
| K = $3^{0,5}$ | | 1,73 | |
| Id= Corriente de diseño | | 21 | |
| p = resistividad del cobre | | 0,0175 | |
| L= Longitud del suministro al tablero | | 10 | |
| s= sección en mm ² | | 5,26 | |
| $\Delta V =$ | | | |
| | 1,21 | < 3,3 | Cumple Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66: Conductor del calentador eléctrico.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DEL
CALENTADOR ELÉCTRICO

| | | | |
|---|--------------------|----------------|--------------|
| Sistema Monofásico | | | |
| Potencia = | | 1500 W | |
| Tensión = | | 220 V | |
| Frecuencia = | | 60 Hz | |
| cos ϕ = | | 1 p- resistivo | |
| In = | $W/V * \cos\phi =$ | 6,82 | Amp. |
| I diseño = | | 8,52 | Amp |
| El conductor para el calentador es 14 AWG - MCM | | | |
| Caída de tensión | | | |
| K = 2 | | | 2 |
| Id= Corriente de diseño | | | 8,52 |
| p = resistividad del cobre | | | 0,0175 |
| L= Longitud del suministro al tablero | | | 9 |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | | 2,08 |
| $\Delta V =$ | | | |
| | | 1,12 < 3,3 | cumple Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67: Conductor de la cocina eléctrica

| CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE LA COCINA ELÉCTRICA | | | |
|--|-----------------------------------|--------|--------------|
| Potencia = | 14000 | W | |
| Tensión = | 220 | V | |
| Frecuencia = | 60 | Hz | |
| cos ϕ = | 1 | | |
| In = | $W / (\sqrt{3} * V * \cos\phi) =$ | 36,74 | Amp. |
| I diseño = | 45,93 | Amp | |
| El conductor para la cocina es 6 AWG - MCM | | | |
| Caída de tensión | | | |
| K = 3 ^{0,5} | | 1,73 | |
| Id= Corriente de diseño | | 45,93 | |
| p = resistividad del cobre | | 0,0175 | |
| L= Longitud del suministro al tablero | | 8 | |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | 13,3 | |
| $\Delta V =$ | 0,84 | < 3,3 | cumple Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 68: Conductor del equipo de calefacción.

| CÁLCULO DEL CONDUCTOR DE LA CALEFACCIÓN | | | |
|---|-----------------------------------|--------|--------------|
| Potencia = | 15000 | W | |
| Tensión = | 220 | V | |
| Frecuencia = | 60 | Hz | |
| cos ϕ = | 1 | | |
| In = | $W / (\sqrt{3} * V * \cos\phi) =$ | 39,36 | Amp. |
| I diseño = | 44,09 | Amp | |
| El conductor para la calefacción es 6 AWG - MCM | | | |
| Caída de tensión | | | |
| K = 3 ^{0,5} | | 1,73 | |
| Id= Corriente de diseño | | 44,09 | |
| p = resistividad del cobre | | 0,0175 | |
| L= Longitud del suministro al tablero | | 8 | |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | 8.37 | |
| $\Delta V =$ | 1.28 | < 3,3 | cumple Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 69: Conductor del horno microondas.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DEL
HORNO MICROONDAS

| | | |
|---|-------------------|--------------------|
| Sistema Monofásico | | |
| Potencia = | 2500 | W |
| Tensión = | 220 | V |
| Frecuencia = | 60 | Hz |
| cos ϕ = | 1 | p. resistivo |
| In = | W/V* cos ϕ = | 11,36 Amp. |
| I diseño = | 14,20 | Amp |
| El conductor para el horno es 14 AWG - MCM | | |
| Caída de tensión | | |
| K = 3 ^{0,5} | | 1,73 |
| Id= Corriente de diseño | | 14,20 |
| p = resistividad del cobre | | 0,0175 |
| L= Longitud del suministro al tablero | | 8 |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | 2,08 |
| ΔV = | 1,66 | < 3,3 cumple Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70: Conductor alimentador de la lavadora.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE LA
LAVADORA

| | | |
|---|-------------------|--------------|
| Sistema Monofásico | | |
| Potencia = | 600 | W |
| Tensión = | 220 | V |
| Frecuencia = | 60 | Hz |
| cos ϕ = | 1 | p. resistivo |
| In = | W/V* cos ϕ = | 2,73 Amp. |
| Agregando el 25% factor de seguridad | | |
| I diseño = | | 3,41 Amp |
| El conductor para la lavadora es 14 AWG - MCM | | |
| Caída de tensión | | |
| K = 3 ^{0,5} | | 1,73 |
| Id= Corriente de diseño | | 3,41 |
| p = resistividad del cobre | | 0,0175 |
| L= Longitud del suministro al tablero | | 8 |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | 2,08 |
| ΔV = | 0,40 | < 3,3 cumple |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 71: Conductor de la iluminación exterior

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE LA ILUMINACIÓN EXTERIOR

| | | |
|---|-------------------|--------------------|
| Potencia = | 600 | W |
| Tensión = | 220 | V |
| Frecuencia = | 60 | Hz |
| cos ϕ = | 1 | p. resistivo |
| In = | W/V* cos ϕ = | 2,73 Amp. |
| I diseño = | | 3,41 Amp |
| El conductor para la iluminación es 14 AWG - MCM | | |
| Caída de tensión | | |
| K = 3 ^{0,5} | | 1,73 |
| Id= Corriente de diseño | | 3,41 |
| p = resistividad del cobre | | 0,0175 |
| L= Longitud del suministro al tablero | | 12 |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | 2,08 |
| ΔV = | 0,60 | < 3,3 Cumple Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Elaboración del Diseño de Instalaciones Eléctricas del segundo nivel

Tabla 72: Cuadro de carga por departamento

Cuadro de Carga para el segundo nivel

| Descripción | Potencia Instalada (W) | Factor de demanda (F.D) | Máxima Demanda (M.D) |
|--|------------------------|-------------------------|----------------------|
| Alumbrado y tomacorrientes | | | 3500 |
| Primero 90 m ² | 2500 | 1 | 2500 |
| Fracción restante 22.29 m ² | 1000 | 1 | 1000 |
| Cargas Especiales | | | 13750 |
| Equipo de calefacción | 10000 | 1 | 10000 |
| | 5000 | 0,75 | 3750 |
| Equipo de aire acondicionado | 5000 | 1 | 5000 |
| Cargas especiales | | | 6800 |
| Cocina eléctrica | 12000 | 0,5 | 6000 |
| Restante | 2000 | 0,4 | 800 |
| Cargas especiales | | | 1500 |

| | | | |
|------------------------|--------------|------|--------------|
| Terma eléctrica | 1500 | 1 | 1500 |
| Carga Adicional | | | 1825 |
| > 1500 w | | | |
| 1 horno | 2500 | 0,25 | 625 |
| < 1500 w | | | |
| iluminación | | | |
| exterior | 600 | 1 | 600 |
| Lavadora | 600 | 1 | 600 |
| TOTAL | 42700 | | 27375 |

Fuente: Elaboración propia.

Con los valores calculados en la Tabla N° 72 se obtiene la potencia a contratar para el segundo nivel.

Tabla 73: Máxima Demanda

| Máxima Demanda (W) | Factor de simultaneidad (F.S) | Potencia para contratar (KW) |
|--------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 27375 | 0,8 | 21,9 |

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se calculó el alimentador para el sistema trifásico.

Tabla 74: Valores

| Descripción | Valor |
|--------------------|-------|
| Máxima Demanda (W) | 27375 |
| V (Voltios) | 220 |
| cos φ | 0,9 |

Fuente: Elaboración propia.

Se calcula la intensidad de corriente de la siguiente manera:

$$I(a) = W / (3^{0.5} * V * \cos \phi) \quad \dots\dots (28)$$

$$I(a) = 79.82 \text{ A.}$$

$$I(d) = I * 1.25$$

$$I(d) = 99.78 \text{ A}$$

Para el cálculo de caída de tensión se tomó en cuenta la siguiente tabla.

Tabla 75: Datos de la fórmula de caída de tensión

| Constante |
|--|
| $K = 3^{0,5}$ |
| Id= Corriente de diseño |
| p = resistividad del cobre |
| L= Longitud del suministro al tablero |
| s= sección del conductor alimentador en mm^2 |

Fuente: Elaboración propia.

$$\Delta V = k * Id * p * L/S \quad \dots (29)$$

$$\Delta V = 0.78$$

Los conductores son: 3 - 1 x 35 mm² THW + 1 x 35 mm² THW/T según la Tabla 56.

Para el cálculo de los sistemas derivados se aplicaron las fórmulas 28 y 29 ya antes mencionadas, tanto para la intensidad como para la caída de tensión.

Tabla 76: Conductor del alumbrado

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DEL ALUMBRADO

| | | | |
|---|--------------|--------|--------------|
| Potencia instalada = | 2500 | W | |
| Voltaje= | 220 | W | |
| Calculando el amperaje: | | | |
| I1 = | P.I./(Vx0.8) | I1= | 14,20 Amp. |
| Iluminación= | 100 | W | |
| Salidas = | 18 | N | |
| C.I. 2 = 18 salidas x 100w = | 1800 | w | |
| Donde: | | | |
| I.2. = 1800/220*0.8 = | 10,23 | Amp | |
| Comparando | I.1 | > | I.2 |
| I.2. DISEÑO | | | |
| = | 10.23X1.25= | 12,78 | Amp. <15 Amp |
| El conductor alimentador es 14 AWG-MCM | | | |
| Caída de tensión | | | |
| K = 3 ^{0,5} | | 1,73 | |
| Id= Corriente de diseño | | 12,78 | |
| p = resistividad del cobre | | 0,0175 | |
| L= Longitud del suministro al tablero | | 10 | |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | 2,08 | |
| $\Delta V =$ | 1,86 | < 3,3 | cumple Norma |

Fuente: Elaboración propia.

El valor del conductor 14 AWG – MCM se obtiene de la tabla N°57.

Tabla 77: Conductor del tomacorriente

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DEL TOMACORRIENTE:

| | | | | |
|---|---------|--------|--------|-------|
| SALIDAS= | 21 | | | |
| I= | 21*0,80 | 16,8 | Amp. | |
| I diseño= | 21 | Amp. | | |
| El conductor es 10 AWG -MCM | | | | |
| Caída de tensión | | | | |
| $K = 3^{0,5}$ | | 1,73 | | |
| Id= Corriente de diseño | | 21 | | |
| p = resistividad del cobre | | 0,0175 | | |
| L= Longitud del suministro al tablero | | 10 | | |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | 5,26 | | |
| $\Delta V =$ | 1,21 | < 3,3 | cumple | Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 78: Conductor del calentador eléctrico.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DEL CALENTADOR ELÉCTRICO

| | | | | |
|---|-------------------|-----------|--------|-------|
| Sistema Monofásico | | | | |
| Potencia = | 1500 | w | | |
| Tensión = | 220 | v | | |
| Frecuencia = | 60 | Hz | | |
| cos ϕ = | 1 | parámetro | | |
| In = | W/V* cos ϕ = | 6,82 | Amp. | |
| Agregando el 25% factor de seguridad | | | | |
| I diseño = | 8,52 | Amp | | |
| El conductor para el calentador es 14 AWG - MCM | | | | |
| Caída de tensión | | | | |
| K = 2 | | 2 | | |
| Id= Corriente de diseño | | 8,52 | | |
| p = resistividad del cobre | | 0,0175 | | |
| L= Longitud del suministro al tablero | | 9 | | |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | 2,08 | | |
| $\Delta V =$ | 1,117780276 | < 3,3 | cumple | Norma |

Fuente: Elaboración propia.

De la anterior tabla se puede concluir que el cable a utilizar para el funcionamiento del calentador eléctrico es el 14 AWG – MCM.

Tabla 79: Conductor de la cocina eléctrica

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE LA COCINA ELÉCTRICA

| | | |
|---|---------------------------------|--------------------|
| Potencia = | 14000 | W |
| Tensión = | 220 | V |
| Frecuencia = | 60 | Hz |
| cos ϕ = | 1 | |
| In = | $W / (\sqrt{3} * V * \cos\phi)$ | 36,74 Amp. |
| I diseño = | 45,93 | Amp |
| El conductor para la cocina eléctrica es 6 AWG - MCM | | |
| Caída de tensión | | |
| K = 3 ^{0,5} | | 1,73 |
| Id= Corriente de diseño | | 45,93 |
| p = resistividad del cobre | | 0,0175 |
| L= Longitud del suministro al tablero | | 8 |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | 13,3 |
| $\Delta V =$ | 0,84 | < 3,3 Cumple Norma |

Fuente: Elaboración propia.

De la anterior tabla se puede concluir que el cable a utilizar para el funcionamiento de la cocina eléctrica es el 6 AWG – MCM.

Tabla 80: Conductor del equipo de calefacción.

| CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE LA CALEFACCIÓN | | | |
|---|---------------------------------|--------|--------------|
| Potencia = | 15000 | W | |
| Tensión = | 220 | V | |
| Frecuencia = | 60 | Hz | |
| cos ϕ = | 1 | | |
| In = | $W/(\sqrt{3} * V * \cos\phi) =$ | 39,36 | Amp. |
| I diseño = | 44,09 | Amp | |
| El conductor para el equipo de calefacción es 8 AWG - MCM | | | |
| Caída de tensión | | | |
| K = 3 ^{0,5} | | 1,73 | |
| Id= Corriente de diseño | | 44,09 | |
| p = resistividad del cobre | | 0,0175 | |
| L= Longitud del suministro al tablero | | 8 | |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | 8,37 | |
| $\Delta V =$ | 1,28 | < 3,3 | cumple Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 81: Conductor del horno microondas.

| CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DEL HORNO | | | |
|---|--------------------|--------------|--------------|
| Sistema Monofásico | | | |
| Potencia = | 2500 | W | |
| Tensión = | 220 | V | |
| Frecuencia = | 60 | Hz | |
| cos ϕ = | 1 | p. resistivo | |
| In = | $W/V * \cos\phi =$ | 11,36 | Amp. |
| I diseño = | 14,20 | Amp | |
| El conductor para el horno es 14 AWG - MCM | | | |
| Caída de tensión | | | |
| K = 3 ^{0,5} | | 1,73 | |
| Id= Corriente de diseño | | 14,20 | |
| p = resistividad del cobre | | 0,0175 | |
| L= Longitud del suministro al tablero | | 8 | |
| s= sección en mm ² | | 2,08 | |
| $\Delta V =$ | 1,66 | < 3,3 | cumple Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 82: Conductor alimentador de la lavadora.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE LA
LAVADORA

| | | | | |
|---|-------------------|-------|--------------|-------|
| Sistema Monofásico | | | | |
| Potencia = | 600 | | W | |
| Tensión = | 220 | | V | |
| Frecuencia = | 60 | | Hz | |
| cos ϕ = | 1 | | p. resistivo | |
| In = | W/V* cos ϕ = | 2,73 | Amp. | |
| I diseño = | | 3,41 | Amp | |
| El conductor para la lavadora es 14 AWG - MCM | | | | |
| Caída de tensión | | | | |
| K = 3 ^{0,5} | | | 1,73 | |
| Id= Corriente de diseño | | | 3,41 | |
| p = resistividad del cobre | | | 0,0175 | |
| L= Longitud del suministro al tablero | | | 8 | |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | | 2,08 | |
| ΔV = | 0,40 | < 3,3 | cumple | Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 83: Conductor de la iluminación exterior

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE LA
ILUMINACIÓN EXTERIOR

| | | | | |
|---|-------------------|-------|--------------|-------|
| Sistema Monofásico | | | | |
| Potencia = | 600 | | W | |
| Tensión = | 220 | | V | |
| Frecuencia = | 60 | | Hz | |
| cos ϕ = | 1 | | p. resistivo | |
| In = | W/V* cos ϕ = | 2,73 | Amp. | |
| I diseño = | | 3,41 | Amp | |
| El conductor para la iluminación exterior es 14 AWG - MCM | | | | |
| Caída de tensión | | | | |
| K = 3 ^{0,5} | | | 1,73 | |
| Id= Corriente de diseño | | | 3,41 | |
| p = resistividad del cobre | | | 0,0175 | |
| L= Longitud del suministro al tablero | | | 12 | |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | | 2,08 | |
| ΔV = | 0,60 | < 3,3 | cumple | Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Elaboración del Diseño de Instalaciones Eléctricas del tercer nivel

Tabla 84: Cuadro de carga por departamento.

Cuadro de Carga para el tercer nivel

| Descripción | Potencia Instalada (W) | Factor de demanda (F.D) | Máxima Demanda (M.D) |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------------|----------------------|
| Alumbrado y tomacorrientes | | | 3500 |
| Primero 90 m2 | 2500 | 1 | 2500 |
| Fracción restante 22.29 m2 | 1000 | 1 | 1000 |
| Cargas Especiales | | | 13750 |
| Equipo de calefacción | 10000 | 1 | 10000 |
| | 5000 | 0,75 | 3750 |
| Equipo de aire acondicionado | 5000 | 1 | 5000 |
| Cargas especiales | | | 6800 |
| Cocina eléctrica | 12000 | 0,5 | 6000 |
| Restante | 2000 | 0,4 | 800 |
| Cargas especiales | | | 1500 |
| Terma eléctrica | 1500 | 1 | 1500 |
| Carga Adicional | | | 1825 |
| > 1500 w | | | |
| 1 horno | 2500 | 0,25 | 625 |
| < 1500 w | | | |
| iluminación exterior | 600 | 1 | 600 |
| Lavadora | 600 | 1 | 600 |
| TOTAL | 42700 | | 27375 |

Fuente: Elaboración propia.

Con estos valores calculados en la Tabla N° 84 se obtiene la potencia a contratar para el tercer nivel.

Tabla 85: Máxima Demanda

| Máxima Demanda (W) | Factor de simultaneidad (F.S) | Potencia para contratar (KW) |
|--------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 27375 | 0,8 | 21,9 |

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se procede a ejecutar el cálculo del alimentador para el sistema trifásico.

Tabla 86: Valores

| Descripción | Valores |
|--------------------|---------|
| Máxima Demanda (W) | 27375 |
| V (Voltios) | 220 |
| cos φ | 0,9 |

Fuente: Elaboración propia.

Se calcula la intensidad de corriente de la siguiente manera:

$$I(a) = W / (3^{0.5} * V * \cos \phi) \quad \dots\dots (30)$$

$$I(a) = 79.82 \text{ A.}$$

$$I(d) = I * 1.25$$

$$I(d) = 99.78 \text{ A}$$

Para el cálculo de caída de tensión se toma en cuenta la siguiente tabla.

Tabla 87: Datos de la fórmula de caída de tensión

| Constante de fórmula |
|---|
| $K = 3^{0.5}$ |
| Id= Corriente de diseño |
| p = resistividad del cobre |
| L= Longitud del suministro al tablero |
| s= sección del conductor en mm ² |

Fuente: Elaboración propia.

$$\Delta V = k * Id * p * L/S \quad \dots\dots (31)$$

$$\Delta V = 0.78$$

Los conductores son: 3 - 1 x 35 mm² THW + 1 x 35 mm² THW/T según la Tabla 56.

Para el cálculo de los sistemas derivados se aplicaron las fórmulas 30 y 31 ya antes mencionada, tanto para la intensidad como para la caída de tensión.

Tabla 88: Conductor del alumbrado

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DEL ALUMBRADO

| | | | |
|---|-------|--------|--------------|
| Potencia instalada = | 2500 | W | |
| Voltaje= | 220 | W | |
| Calculando el amperaje: | | | |
| $I_1 = \frac{P.I.}{(V \times 0.8)}$ | 14,20 | | |
| Iluminación= | 100 | W | |
| Salidas = | 18 | N | |
| C.I. 2 = 18 salidas x 100w = | 1800 | w | |
| Donde: | | | |
| $I.2. = 1800/220 \times 0.8 =$ | 10,23 | Amp | |
| Comparando $I.1$ | > | $I.2$ | |
| $I.2. DISEÑO = 10.23 \times 1.25 =$ | 12,78 | Amp. | <15 Amp |
| El conductor alimentador es 14 AWG-MCM | | | |
| Caída de tensión | | | |
| $K = 3^{0.5}$ | | 1,73 | |
| $I_d =$ Corriente de diseño | | 12,78 | |
| $p =$ resistividad del cobre | | 0,0175 | |
| $L =$ Longitud del suministro al tablero | | 10 | |
| $s =$ sección del conductor alimentador en mm^2 | | 2,08 | |
| $\Delta V =$ | 1,86 | < 3,3 | cumple Norma |

Fuente: Elaboración propia.

El valor del conductor es 14 AWG – MCM, este valor se obtuvo de la tabla N°57

Tabla 89: Conductor del tomacorriente

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DEL TOMACORRIENTE:

| | | |
|------------------------------|------------------|-----------|
| SALIDAS= | 21 | |
| $I =$ | $21 \times 0,80$ | 16,8 Amp. |
| I diseño= | 21 | Amp. |
| El conductor es 10 AWG -MCM | | |
| Caída de tensión | | |
| $K = 3^{0.5}$ | | 1,73 |
| $I_d =$ Corriente de diseño | | 21 |
| $p =$ resistividad del cobre | | 0,0175 |

| | | | | |
|---|------|-------|--------|-------|
| L= Longitud del suministro al tablero | 10 | | | |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | 5,26 | | | |
| $\Delta V =$ | 1,21 | < 3,3 | Cumple | Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 90: Conductor del calentador eléctrico.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DEL CALENTADOR ELÉCTRICO

| | | | | |
|---|-------------------|-----------|--------|--------|
| Sistema Monofásico | | | | |
| Potencia = | 1500 W | | | |
| Tensión = | 220 V | | | |
| Frecuencia = | 60 Hz | | | |
| cos ϕ = | 1 p. resistivo. | | | |
| In = | W/V* cos ϕ = | 6,82 Amp. | | |
| I diseño = | 8,52 Amp | | | |
| El conductor para el calentador es 14 AWG - MCM | | | | |
| Caída de tensión | | | | |
| K = 2 | | | | 2 |
| Id= Corriente de diseño | | | | 8,52 |
| p = resistividad del cobre | | | | 0,0175 |
| L= Longitud del suministro al tablero | | | | 9 |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | | | 2,08 |
| $\Delta V =$ | 1,117780276 | < 3,3 | cumple | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 91: Conductor de la cocina eléctrica

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE LA COCINA ELÉCTRICA

| | | | | |
|--|------------------------------------|------------|--------|--------|
| Potencia = | 14000 W | | | |
| Tensión = | 220 V | | | |
| Frecuencia = | 60 Hz | | | |
| cos ϕ = | 1 | | | |
| In = | W/ ($\sqrt{3}$ *V* cos ϕ) = | 36,74 Amp. | | |
| Agregando el 25% factor de seguridad | | | | |
| I diseño = | 45,93 Amp | | | |
| El conductor para la cocina es 6 AWG - MCM | | | | |
| Caída de tensión | | | | |
| K = 3 ^{0,5} | | | | 1,73 |
| Id= Corriente de diseño | | | | 45,93 |
| p = resistividad del cobre | | | | 0,0175 |
| L= Longitud del suministro al tablero | | | | 8 |
| s= sección en mm ² | | | | 13,3 |
| $\Delta V =$ | 0,84 | < 3,3 | cumple | Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 92: Conductor del equipo de calefacción.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DEL EQUIPO DE CALEFACCIÓN

| | | |
|---|-----------------------------------|--------------------|
| Potencia = | 15000 | W |
| Tensión = | 220 | V |
| Frecuencia = | 60 | Hz |
| cos ϕ = | 1 | |
| In = | $W / (\sqrt{3} * V * \cos\phi) =$ | 39,36 Amp. |
| I diseño = | 44,09 | Amp |
| El conductor para la calefacción es 8 AWG - MCM | | |
| Caída de tensión | | |
| K = 3 ^{0,5} | | 1,73 |
| Id= Corriente de diseño | | 44,09 |
| p = resistividad del cobre | | 0,0175 |
| L= Longitud del suministro al tablero | | 8 |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | 8,37 |
| $\Delta V =$ | 0,84 | < 3,3 cumple Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 93: Conductor del horno microondas.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DEL HORNO MICROONDAS

| | | |
|---|--------------------|--------------------|
| Sistema Monofásico | | |
| Potencia = | 2500 | W |
| Tensión = | 220 | V |
| Frecuencia = | 60 | Hz |
| cos ϕ = | 1 | p. resistivo |
| In = | $W/V * \cos\phi =$ | 11,36 Amp. |
| I diseño = | 14,20 | Amp |
| El conductor para el horno es 14 AWG - MCM | | |
| Caída de tensión | | |
| K = 3 ^{0,5} | | 1,73 |
| Id= Corriente de diseño | | 14,20 |
| p = resistividad del cobre | | 0,0175 |
| L= Longitud del suministro al tablero | | 8 |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | 2,08 |
| $\Delta V =$ | 1,66 | < 3,3 cumple Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 94: Conductor alimentador de la lavadora.

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE LA LAVADORA

| | | | | |
|---|-------------------|--------------|--------|-------|
| Sistema Monofásico | | | | |
| Potencia = | 600 | W | | |
| Tensión = | 220 | V | | |
| Frecuencia = | 60 | Hz | | |
| cos ϕ = | 1 | p. resistivo | | |
| In = | W/V* cos ϕ = | 2,73 | Amp. | |
| I diseño = | | 3,41 | Amp | |
| El conductor para la lavadora es 14 AWG - MCM | | | | |
| Caída de tensión | | | | |
| K = 3 ^{0,5} | | | 1,73 | |
| Id= Corriente de diseño | | | 3,41 | |
| p = resistividad del cobre | | | 0,0175 | |
| L= Longitud del suministro al tablero | | | 8 | |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | | 2,08 | |
| ΔV = | 0,40 | < 3,3 | cumple | Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 95: Conductor de la iluminación exterior

CÁLCULO DEL CONDUCTOR ALIMENTADOR DE LA ILUMINACIÓN EXTERIOR

| | | | | |
|---|-------------------|--------------|--------|-------|
| Sistema Monofásico | | | | |
| Potencia = | 600 | W | | |
| Tensión = | 220 | V | | |
| Frecuencia = | 60 | Hz | | |
| cos ϕ = | 1 | p. resistivo | | |
| In = | W/V* cos ϕ = | 2,73 | Amp. | |
| I diseño = | | 3,41 | Amp | |
| El conductor para la iluminación es 14 AWG - MCM | | | | |
| Caída de tensión | | | | |
| K = 3 ^{0,5} | | | 1,73 | |
| Id= Corriente de diseño | | | 3,41 | |
| p = resistividad del cobre | | | 0,0175 | |
| L= Longitud del suministro al tablero | | | 12 | |
| s= sección del conductor alimentador en mm ² | | | 2,08 | |
| ΔV = | 0,60 | < 3,3 | Cumple | Norma |

Fuente: Elaboración propia.

Elaboración del Diseño de Instalaciones de la bomba

Tabla 96: Cuadro de carga de la bomba

| Descripción | Potencia Instalada (W) | Factor de demanda (F.D) | Máxima Demanda (M.D) |
|-------------|------------------------|-------------------------|----------------------|
| Bomba | | | 746 |
| Bomba 1hp | 746 | 1 | 746 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 97: Máxima Demanda

| Máxima Demanda (W) | Factor de simultaneidad (F.S) | Potencia para contratar (KW) |
|--------------------|-------------------------------|------------------------------|
| 746 | 0,8 | 0,6 |

Fuente: Elaboración propia.

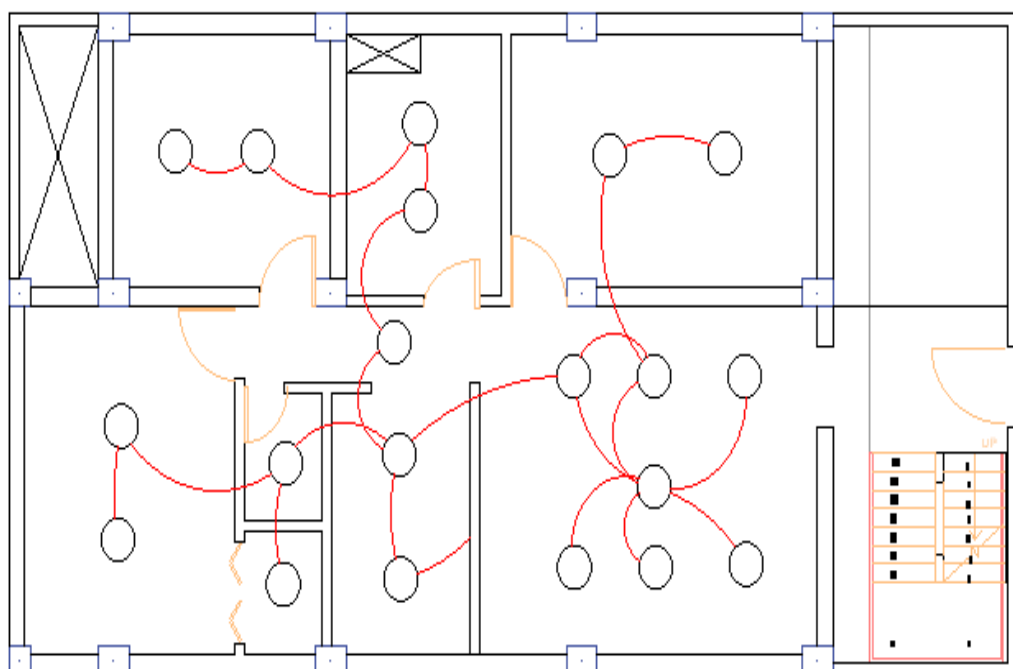


Figura N° 94: Plano del Sistema de Alumbrado usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

El sistema de alumbrado en esta vivienda multifamiliar es típico, este plano cuenta con 20 alumbrados por nivel tipo LED con la finalidad de reducir el consumo eléctrico.

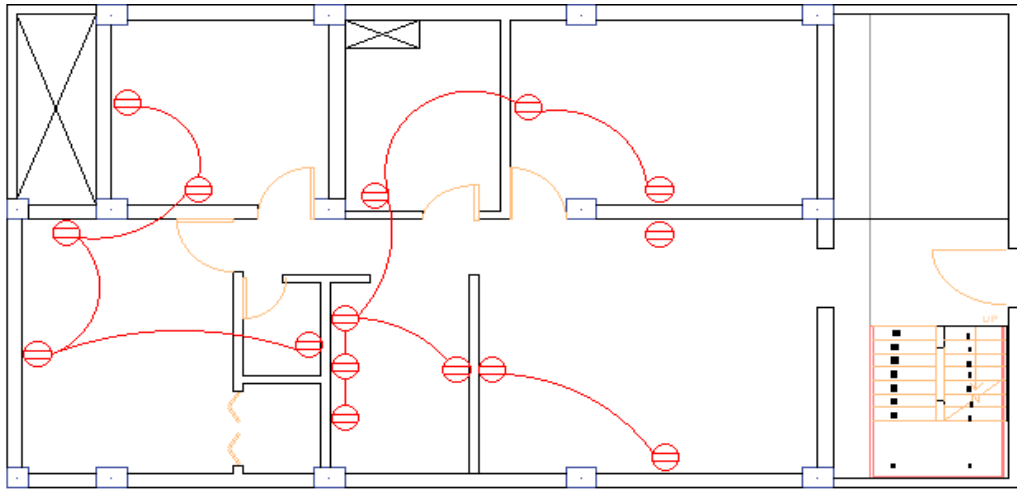


Figura N° 95: Plano del sistema de Tomacorriente usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

g) Diseño del panel Solar

Como primer paso se tiene que evaluar las temperaturas promedio de la zona.

Tabla 98: Cuadro de Temperatura Promedio Anual

| Departamento | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Amazonas | 15,4 | 14,9 | 14,7 | 15,0 | 14,9 | 15,1 | 15,6 | 15,2 | 14,9 | 15,0 |
| Áncash | 12,7 | 12,2 | 12,4 | 12,5 | 12,5 | 12,8 | 13,1 | 12,3 | 12,0 | 12,5 |
| Apurímac | 16,2 | 15,7 | 14,0 | 14,1 | 14,1 | 14,5 | 14,9 | 14,3 | 14,2 | 14,6 |
| Arequipa | 16,4 | 15,6 | 15,6 | 15,6 | 16,1 | 17,1 | 17,3 | 16,6 | 16,6 | 17,0 |
| Ayacucho | 18,8 | 18,0 | 18,0 | 18,2 | 18,4 | 18,3 | 18,8 | 18,1 | 17,1 | 17,0 |
| Cajamarca | 14,9 | 14,4 | 14,6 | 14,9 | 15,0 | 15,4 | 15,6 | 15,0 | 14,9 | 15,0 |
| Cusco | 12,6 | 12,1 | 12,3 | 12,3 | 12,5 | 12,6 | 13,3 | 13,0 | 12,6 | 12,9 |
| Huancavelica | 10,4 | 9,5 | 9,6 | 10,3 | 10,3 | 10,4 | 10,8 | 10,4 | 10,4 | 10,7 |
| Huánuco | 20,9 | 20,2 | 20,3 | 20,7 | 20,6 | 20,8 | 21,4 | 20,9 | 20,2 | 20,4 |
| Ica | 21,4 | 22,2 | 20,7 | 21,5 | 21,0 | 21,6 | 22,9 | 22,7 | 22,4 | 22,1 |
| Junín | 12,7 | 12,1 | 12,1 | 12,4 | 12,4 | 12,6 | 13,0 | 12,8 | 12,3 | 12,3 |
| La Libertad | 19,8 | 19,9 | 21,2 | 19,3 | 21,0 | 22,2 | 21,2 | 20,9 | 20,0 | 20,6 |
| Lambayeque | 20,5 | 20,7 | 22,0 | 20,2 | 21,7 | 22,8 | 22,4 | 22,0 | 20,9 | 21,5 |
| Lima | 18,8 | 19,1 | 19,8 | 18,7 | 19,5 | 20,8 | 20,3 | 20,1 | 19,5 | 19,6 |
| Loreto | 27,6 | 27,5 | 26,8 | 27,4 | 26,9 | 27,3 | 27,5 | 27,5 | 27,2 | 27,4 |
| Madre de Dios | ... | 26,6 | 26,9 | 26,6 | 26,5 | 27,1 | 27,0 | 27,0 | 26,2 | 26,6 |
| Moquegua | 19,2 | 19,4 | 19,7 | 19,3 | 19,4 | 19,9 | ... | ... | 20,1 | 20,0 |

| | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Pasco | 5,7 | 5,2 | 5,0 | 5,3 | 5,2 | 5,5 | 6,0 | 5,5 | 5,2 | 5,5 |
| Piura | 24,2 | 24,6 | 25,2 | 23,9 | 25,3 | 26,1 | 26,0 | 25,0 | 25,0 | 25,4 |
| Puno | 11,5 | 10,8 | 10,5 | 10,2 | 10,5 | 10,3 | 10,9 | 10,6 | 10,4 | 10,7 |
| San Martín | 23,4 | 23,1 | 22,8 | 23,0 | 22,8 | 22,9 | 23,6 | 23,1 | 22,8 | 23,0 |
| Tacna | 17,5 | 17,6 | 18,2 | 17,7 | 18,0 | 18,8 | 18,8 | 18,5 | 18,5 | 18,2 |
| Tumbes | 25,5 | 25,5 | 25,6 | 25,1 | 26,0 | 27,2 | 26,9 | 25,8 | 26,0 | 26,3 |
| Ucayali | 26,1 | 25,5 | 25,5 | 25,6 | 25,5 | 26,0 | 26,0 | 25,9 | 25,5 | 25,7 |

Fuente: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI)

Como segundo paso se necesita conocer la irradiación solar de la zona en estudio, para ello se tiene que saber su longitud y latitud con la finalidad de luego establecer esos datos en el buscador NASA.

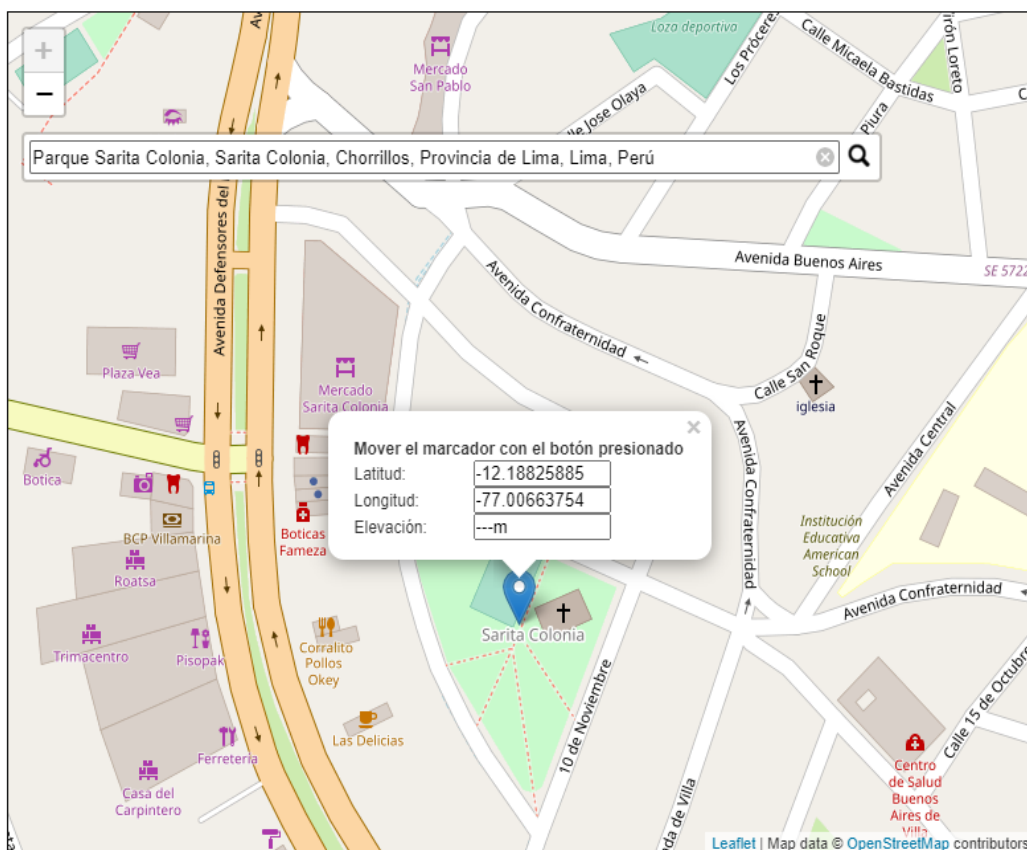


Figura N° 96: Ubicación del proyecto usando el buscador maps coordinates

Fuente: Buscador Maps Coordinates.

En la anterior figura se puede evidenciar la latitud y longitud del proyecto, estos valores se necesitan ya que son indispensables para conocer la irradiación solar de la zona en estudio.

Para poder diseñar el sistema fotovoltaico tenemos que saber la hora solar pico para elegir un buen almacenamiento de fuente de energía. Esta hora solar pico se

calcula mediante el Mapa Solar y también del programa Photovoltaic Geographical Information System (PVGIS). Cabe resaltar que dichas herramientas antes mencionadas facilitaron el desarrollo del estudio ya que son valores inéditos.

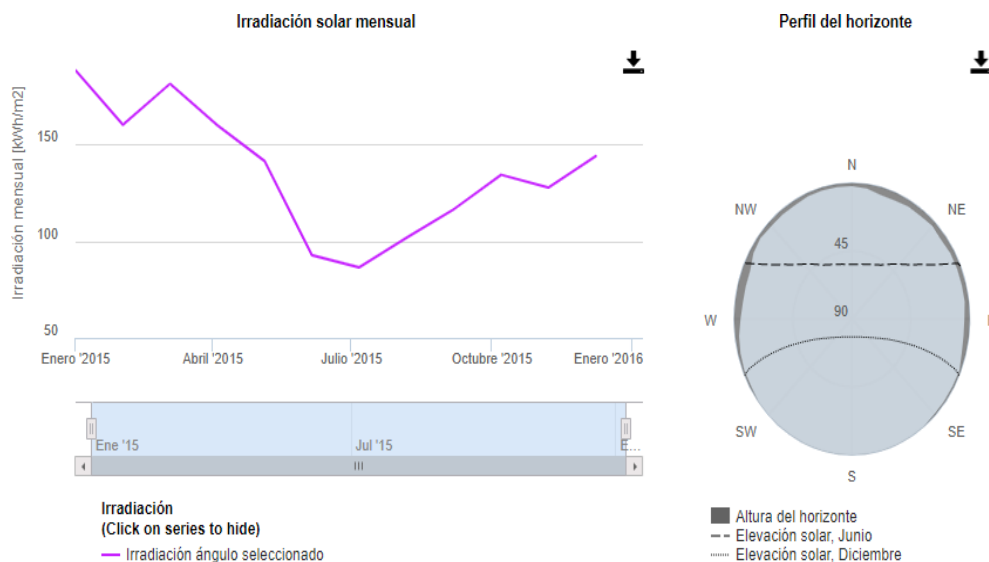


Figura N° 97: Datos Mensuales de Irradiación en el año 2015 obtenido del programa PVGIS para un diseño propio de un sistema fotovoltaico.

Fuente: Elaboración propia.

Las consideraciones que se tomaron en la figura anterior son las siguiente:

- Irradiación Directa.
- Paneles solares inclinados con un ángulo de 15 grados.

En la figura se puede mostrar la irradiación mensual en la zona del proyecto con lo cual se puede verificar que es un punto con alta irradiación solar, como consecuencia, se puede realizar un diseño de paneles solares y obtener una eficiencia eléctrica al momento de hacer las comprobaciones. Este programa también permitió evaluar el tipo de almacenador de energía a utilizar con la finalidad de prevenir los efectos del entorno como principal punto los días de no sol. Mediante esta figura se puede obtener la hora solar pico (HSP), en la siguiente tabla se corrobora lo antes mencionado.

Tabla 99: Hora Solar Pico

| Año | Mes | H(i)_m | Días | (HSP) |
|----------|-----|--------|------|-------|
| 2015 | Jan | 188.37 | 31 | 6.076 |
| 2015 | Feb | 160.25 | 28 | 5.723 |
| 2015 | Mar | 181.45 | 31 | 5.853 |
| 2015 | Apr | 159.97 | 30 | 5.332 |
| 2015 | May | 141.38 | 31 | 4.561 |
| 2015 | Jun | 92.77 | 30 | 3.092 |
| 2015 | Jul | 86.5 | 31 | 2.790 |
| 2015 | Aug | 101.86 | 31 | 3.286 |
| 2015 | Sep | 116.57 | 30 | 3.886 |
| 2015 | Oct | 134.39 | 31 | 4.335 |
| 2015 | Nov | 127.76 | 30 | 4.259 |
| 2015 | Dec | 144.06 | 31 | 4.647 |
| Promedio | | | | 4.487 |

Fuente: Elaboración propia.

Evaluando la tabla 99 se puede verificar que la hora solar pico en la zona de estudio es 4.487(KW/m²).

Para tomar una decisión también se consideró el mapa de energía solar con la finalidad de obtener un mejor diseño, asimismo este sistema propuesto pueda solventar la demanda energética de la vivienda.

Se tiene que observar bien la siguiente figura y ubicar la zona de estudio lo más exacto posible para obtener la hora solar pico y compararla con el valor obtenido en la Tabla N° 99.

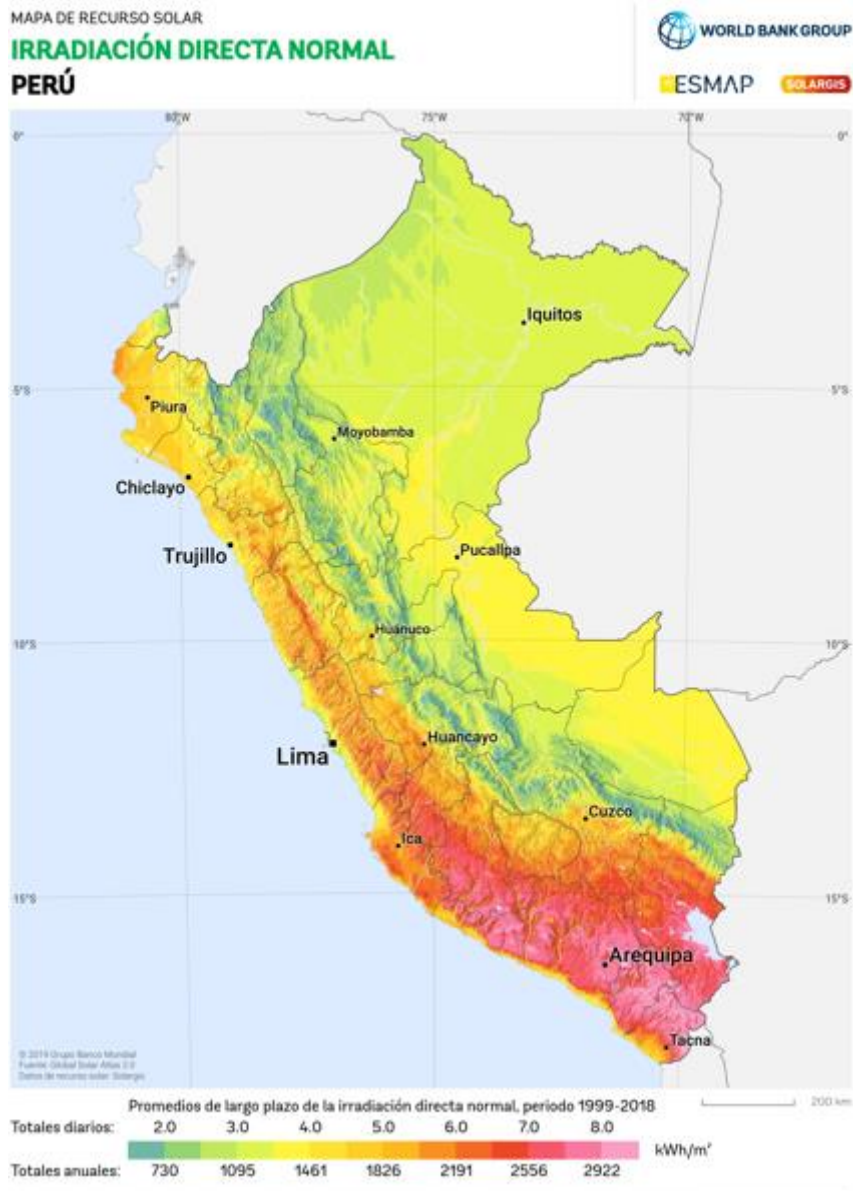


Figura N° 98: Mapa de Recurso obtenido de Solargis desde 1999 a 2018.

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura brindada por la herramienta de buscador Solargis se puede verificar que en la zona de estudio hay una irradiación solar de 4 KW/m². Este valor obtenido es con ángulo de inclinación de 0 grados, por ende, se tiene que hacer una corrección la cual consiste en multiplicar dicho valor por 1.15; en consecuencia, se obtuvo como resultado 4.60 KW/m².

Comparando los dos valores, para un mejor diseño de panel solar se tomó el valor obtenido en la Tabla 99 la cual fue 4.49 KW/m² debido a que es la menor hora solar pico.

Para diseñar el panel solar se tuvo que tomar en cuenta lo siguiente:

- La Máxima Demanda calculada.
- La hora solar pico.
- Potencia por utilizar en el panel solar.

Entonces se aplica lo siguiente:

Tabla 100: Cantidad de paneles solares

| M.D.(W) | HSP | W panel | Cantidad |
|---------|------|---------|----------|
| 32850 | 4.49 | 340 | 28 |

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior tabla se utilizó lo siguiente:

- La máxima demanda tiene como valor 21900 W, se multiplicó por un factor de 1.5.
- El voltaje del panel solar elegido es de 340 W.
- La hora solar pico es de 4.49 HSP.

Para el cálculo de batería se utiliza el siguiente criterio:

- Los días de no tener sol llamado autonomía es igual a 2 días.
- La profundidad de descarga es de 40% para una mayor vida útil.
- El voltaje del sistema es 48v.
- El rendimiento de la batería es del 80%.
- La tensión de la batería es de 24 voltios.

Luego se calcula la energía ponderada:

$$E = P / \text{Rendimiento batería} \quad \dots\dots (32)$$

$$E = 32850 / 0.8 = 41062.5 \text{ W}$$

Ahora se define la capacidad que necesita la batería.

$$C_b = \text{Días} * E / (Pd) \quad \dots\dots (33)$$

$$C_b = 2 * 41062.5 / (0.40) = 205312.5 \text{ W}$$

$$C_b = 8554.67 \text{ W por hora}$$

Ahora se calcula la intensidad de la batería

$$C_a = C_b / \text{Tensión batería} \quad \dots\dots (34)$$

$$C_a = 8554.67 / 24 = 356.44 \text{ Amperio por hora}$$

Según los cálculos antes realizados se sabe que se necesitan 28 paneles con una potencia de 340 w y además 2 baterías de 12 v con una intensidad de 356.44 amperios por hora, redondeado en 400 Amperios por hora por comercialización.

Como paso final se selecciona el inversor de energía según la máxima demanda diaria y se decidió optar por un inversor de 5 KVA.

Tabla 101: Características de un panel solar obtenido de la empresa Auto Solar Energía del Perú.

| Elemento | Característica |
|-------------|--|
| Panel Solar | Potencia de 340 w Voltaje de 12 V Material de Policristalino ERA Precio S/696.35 Peso: 20.9 kg |

Fuente: Elaboración propia.



Figura N° 99: Batería Gel de 12 v con un amperaje 300 amperio por hora obtenido de la empresa Auto Solar Energía del Perú.

Fuente: Auto Solar Energía del Perú.

En la anterior figura se muestra un tipo de batería recomendable para la transmisión de energía ya que tiene un amperaje relacionado con el valor calculado. Este tipo de batería tiene un precio de S/ 2054.32 en nuevos soles.



Figura N° 100: Inversor Cargador 5000W obtenido de Auto Solar Energía del Perú.

Fuente: Auto Solar Energía del Perú.

En la anterior figura se muestra un tipo de inversor recomendable ya que satisface la Máxima Demanda. Este tipo de inversor tiene un precio de S/ 3664.93 nuevos soles.

Aparatos Eléctricos Sostenibles

Tabla 102: Características físicas de los tipos de focos

| Tipo de Foco | Potencia (w) | Intensidad | Eficiencia |
|----------------|--------------|------------|------------|
| Foco común | 60 | 630 | 10.5 |
| Foco ahorrador | 32 | 2180 | 68.13 |
| Foco led | 12 | 1150 | 95.83 |

Fuente: Lecca, G & Prado, L, 2019.

h) Elaboración del Diseño de Instalaciones Sanitarias

Tabla 103: Dotación del agua fría según el número de dormitorio

| N° de dormitorio | Dotación (L/d) |
|------------------|----------------|
| 1 | 500 |
| 2 | 850 |
| 3 | 1200 |
| 4 | 1350 |
| 5 | 1500 |

Fuente: Norma IS.O10

Tabla 104: Cálculo de la dotación diaria de agua fría

| Nivel | Nº | Dotación diaria (L) |
|-----------------|---------------|---------------------|
| Primer Piso | 3 dormitorios | 1200 |
| Segundo Piso | 3 dormitorios | 1200 |
| Tercer piso | 3 dormitorios | 1200 |
| Dotación Diaria | | 3600 |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 105: Dotación diaria del agua caliente

| Nº de dormitorio | Dotación diaria (L) |
|------------------|---------------------|
| 1 | 120 |
| 2 | 250 |
| 3 | 390 |
| 4 | 420 |
| 5 | 450 |

Fuente: Norma IS.010

Tabla 106: Cálculo de la dotación diaria de agua caliente.

| Nivel | Nº | Dotación diaria (L) |
|-----------------|---------------|---------------------|
| Primer Piso | 3 dormitorios | 390 |
| Segundo Piso | 3 dormitorios | 390 |
| Tercer piso | 3 dormitorios | 390 |
| Dotación Diaria | | 1170 |

Fuente: Elaboración propia.

Para una buena distribución de agua se utilizó una cisterna con su respectivo tanque elevado. Se tuvo que tomar en cuenta lo siguiente para el predimensionamiento y la elección del tanque elevado.

Tabla 107: Elementos de la distribución del agua potable.

| Elemento | Recomendación |
|----------------|---|
| Cisterna | La capacidad de la cisterna recomendable es los 3/4 de la dotación total de agua fría |
| Tanque elevado | La capacidad del tanque elevado es 1/3 de la dotación de agua fría. |

Fuente: Norma IS.010.

Por consiguiente, de acuerdo con la Tabla 107 el volumen en litros tanto de la cisterna y el tanque elevado fueron los siguientes:

Tabla 108: Volumen en litros

| Elemento | Cantidad(l) |
|----------|-------------|
| Cisterna | 2700 |
| Tanque | 1200 |

Elaboración propia.

El predimensionamiento de la cisterna es: (1.5 x 1.5 x 3) metros y el tanque elevado es un Rotoplas con capacidad de 2500 litros.

Para continuar con la ejecución del abastecimiento de agua potable mediante un tanque se tuvo que calcular la tubería de impulsión, para ello se tuvo que utilizar la siguiente tabla:

Tabla 109: Tubería de Impulsión

| Gasto de bombeo (l/s) | Diámetro (mm) |
|-----------------------|---------------|
| Hasta 0.50 | 20 |
| Hasta 1.00 | 25 |
| Hasta 1.60 | 32 |
| Hasta 3.00 | 40 |
| Hasta 5.00 | 50 |
| Hasta 8.00 | 65 |
| Hasta 15.00 | 70 |
| Hasta 25.00 | 100 |

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con la tabla antes mencionada entonces se calculó el caudal.

$$Q = \text{Volumen del tanque} / \text{tiempo} \quad \dots (35)$$

$$Q = 2500 / 3600 = 0,69 \text{ l/s}$$

A continuación, se muestra una distribución del agua potable mediante un sistema indirecto.

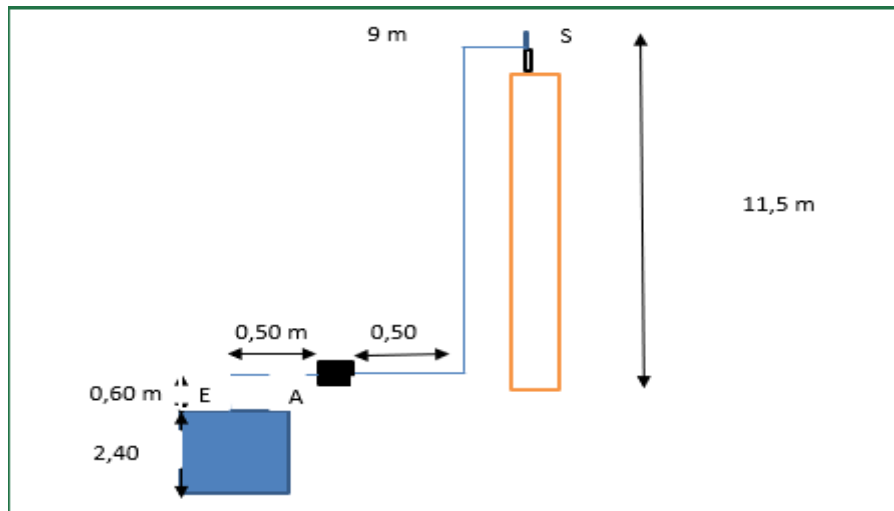


Figura N° 101: Distribución del agua potable.

Fuente: Elaboración propia.

Como consiguiente se muestran los planos de los tres niveles tanto sanitario y de desagüe con la finalidad de un mejor entendimiento y además para el desarrollo del presupuesto.

- Primer Nivel

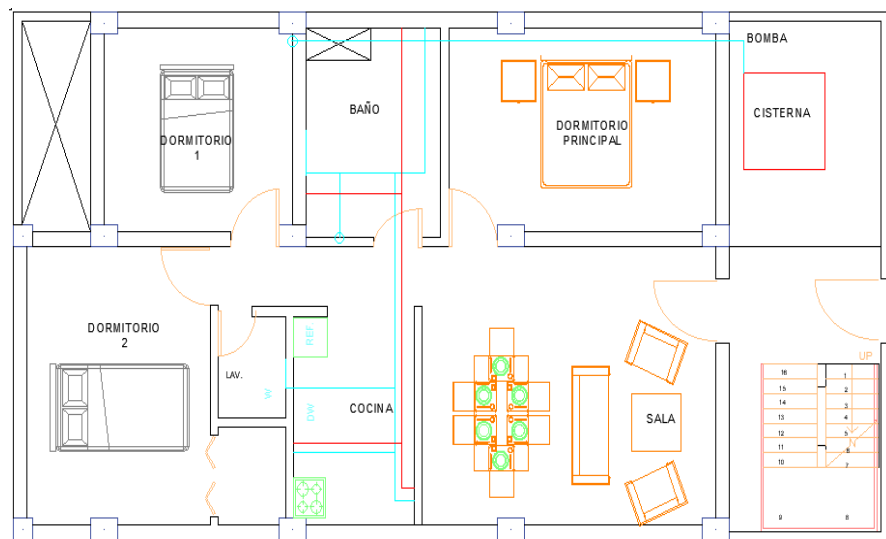


Figura N° 102: Diseño del plano de agua potable del primer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra el detalle del lavadero, lavandería y ducha.

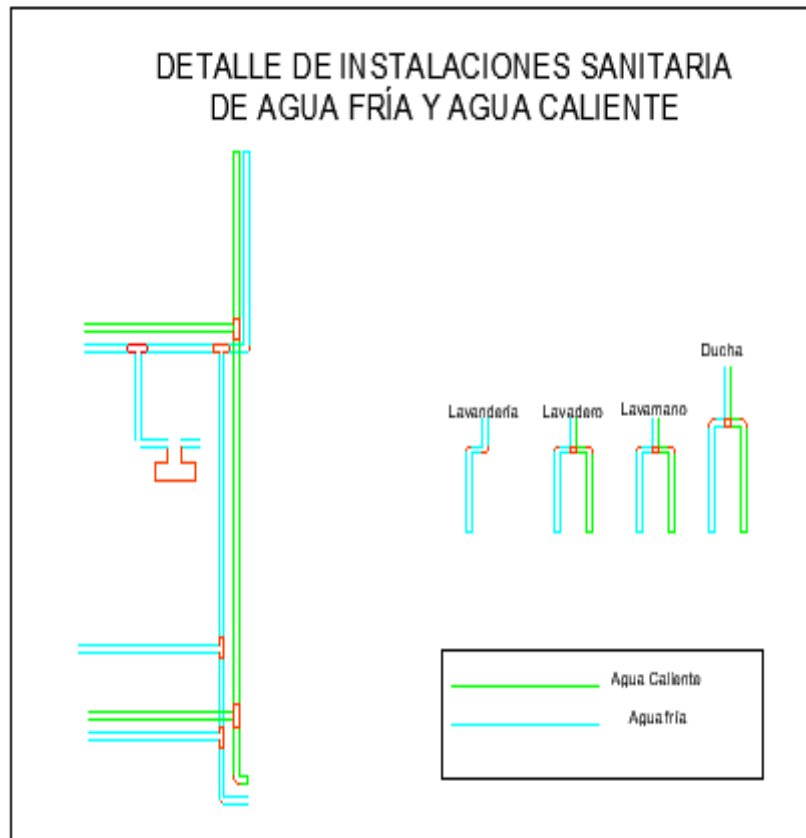


Figura N° 103: Detalle de la instalación de agua potable del primer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio

Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se muestra la distribución de agua caliente y agua fría por medio de una tubería de pvc de ½ pulgada para una buena distribución del agua. Los materiales que se utilizaron son los siguientes: 20 codos de 90 grados, 10 t, 2 llaves check. Además, para realizar la distribución se necesitaron 10 tuberías de ½ pulgada y 10 uniones.

En seguida, se muestra el plano de instalación del desagüe de la red del primer nivel, lo cual ayuda a realizar los metrados correspondientes a la instalación de desagüe.

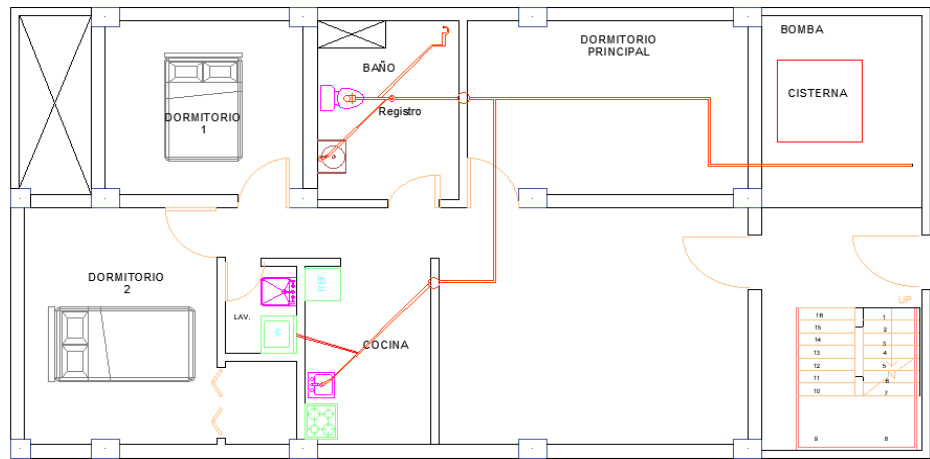


Figura N° 104: Diseño del plano de desagüe del primer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio

Figura: Elaboración propia

Como descripción de la anterior figura se utilizaron los siguientes elementos: cuatro tuberías de 2 pulgadas, seis tuberías de 4 pulgadas, cuatro adaptadores de 2 pulgadas, cuatro adaptadores de 4 pulgadas, una ye de 4 pulgadas con reductor de 2 pulgadas, dos t de pulgadas, tres t de 4 pulgadas, tres codos de 90 grados de 2 pulgadas, tres codos de 90 grados de 4 pulgada, 3 sifones, cuatro uniones de 2 pulgadas, 4 uniones de 4 pulgadas y un pegamento de tubería.

- Segundo Nivel

El detalle del segundo nivel de la infraestructura se realizó mediante el programa AutoCAD.

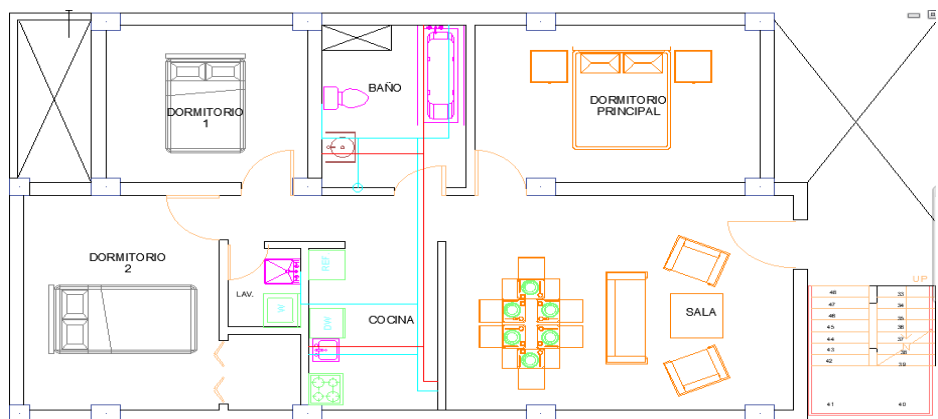


Figura N° 105: Diseño del plano de agua potable del segundo nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio

Fuente: Elaboración propia

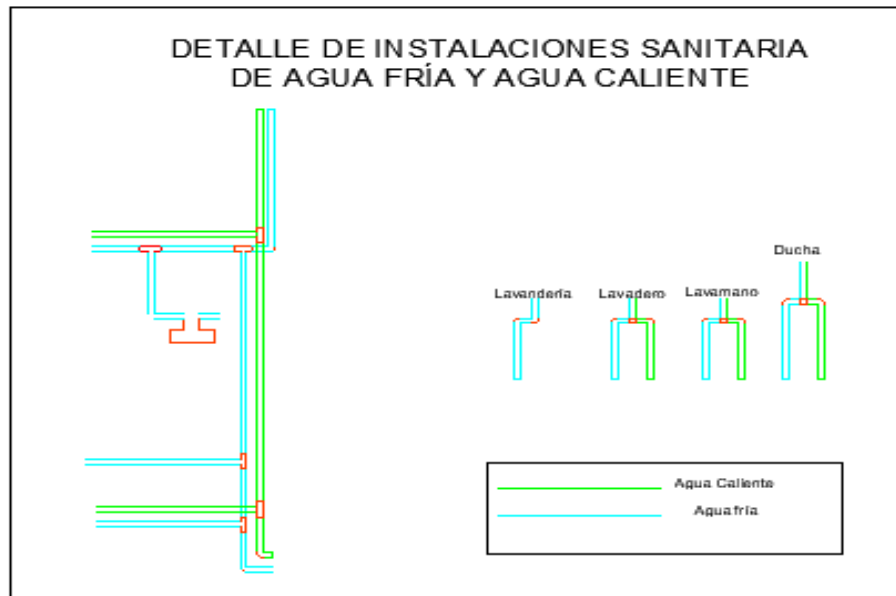


Figura N° 106: Detalle de la instalación de agua potable del segundo nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio

Fuente: Elaboración propia

En la anterior figura se muestra la distribución de agua caliente y agua fría por medio de una tubería de pvc de 1/2 pulgada para una buena distribución del agua. Los materiales que se utilizaron son los siguientes: 20 codos de 90 grados, 10 t, 2 llaves check. Además, para realizar la distribución se necesitaron 10 tuberías de 1/2 pulgada y 10 uniones.

En seguida, se muestra el plano de instalación del desagüe de la red del segundo nivel lo cual ayuda a realizar los metrados correspondientes a la instalación de desagüe.

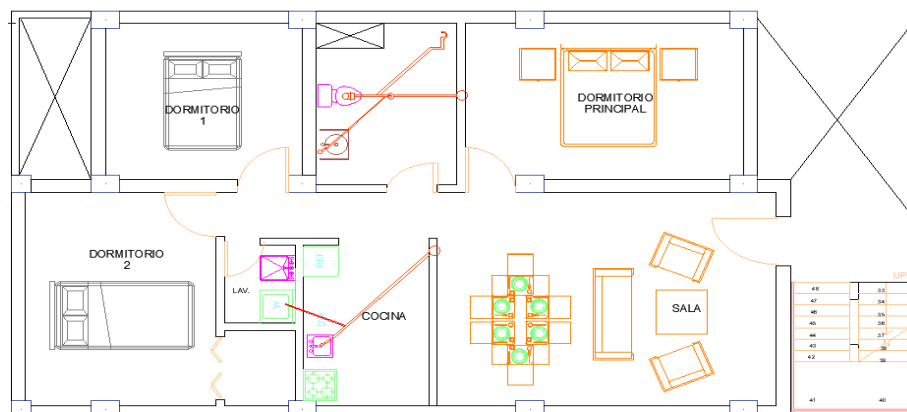


Figura N° 107: Diseño del plano de desagüe del segundo nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio

Fuente: Elaboración propia

Como descripción de la anterior figura se utilizaron los siguientes elementos: cuatro tuberías de 2 pulgadas, seis tuberías de 4 pulgadas, cuatro adaptadores de 2 pulgadas, cuatro adaptadores de 4 pulgadas, una ye de 4 pulgadas con reductor de 2 pulgadas, dos t de pulgadas, tres t de 4 pulgadas, tres codos de 90 grados de 2 pulgadas, tres codos de 90 grados de 4 pulgada, 3 sifones, cuatro uniones de 2 pulgadas, 4 uniones de 4 pulgadas y un pegamento de tubería.

- Tercer nivel.

Para un mejor desarrollo en los metrados es necesario especificar los elementos sanitarios que ayudan a un buen desarrollo de instalaciones tanto de agua como desagüe en el tercer piso.

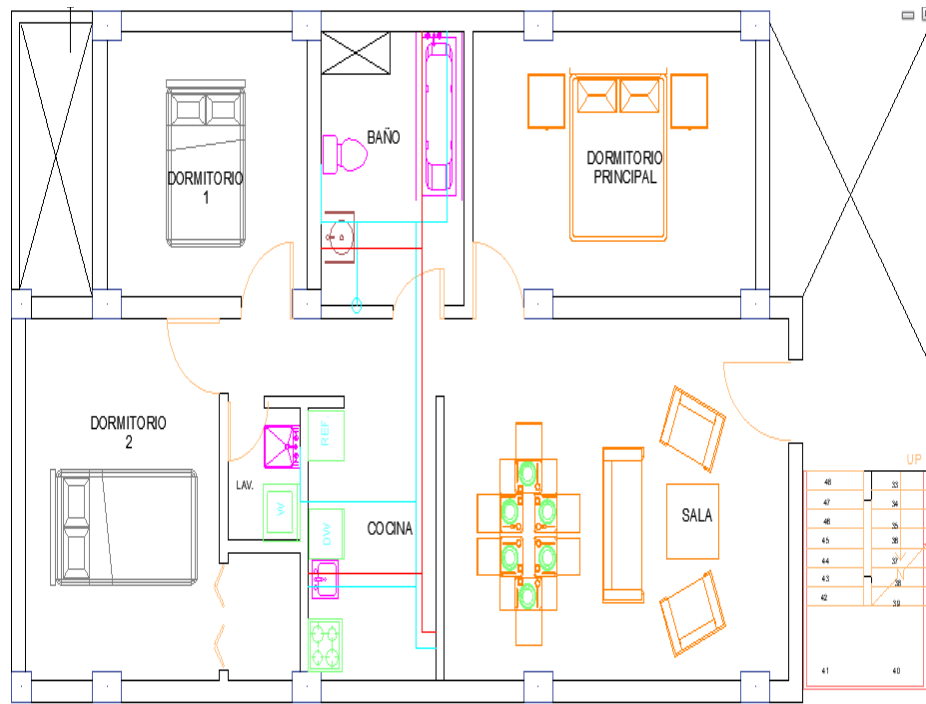


Figura N° 108: Diseño del plano de agua potable del tercer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio

Fuente: Elaboración propia

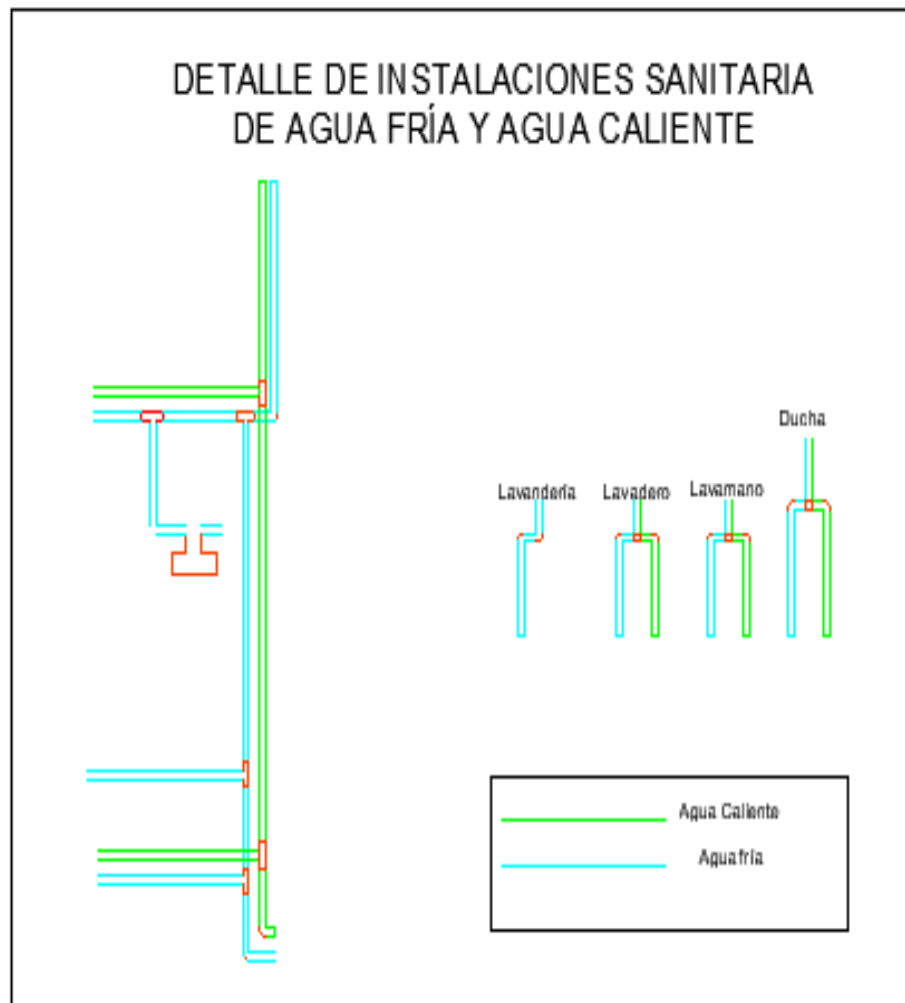


Figura N° 109: Detalle de la instalación de agua potable del segundo nivel usando el programa AutoCAD 2020 para elaborar un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura se muestra la distribución de agua caliente y agua fría por medio de una tubería de pvc de ½ pulgada para una buena distribución del agua. Los materiales que se utilizaron son los siguientes: 20 codos de 90 grados, 10 t, 2 llaves check. Además, para realizar la distribución se necesitaron 8 tuberías de ½ pulgada y 10 uniones.

En seguida, se muestra el plano de instalación del desagüe de la red del tercer nivel lo cual ayuda a realizar los metrados correspondientes de la instalación de desagüe.

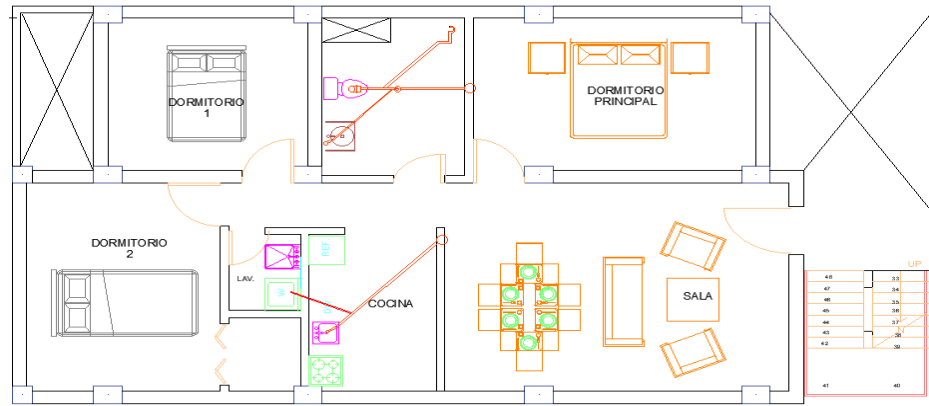


Figura N° 110: Diseño del plano de desagüe del segundo nivel utilizando el programa AutoCAD 2020 para un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

Como descripción de la anterior figura se utilizaron los siguientes elementos: cuatro tuberías de 2 pulgadas, seis tuberías de 4 pulgadas, cuatro adaptadores de 2 pulgadas, cuatro adaptadores de 4 pulgadas, una ye de 4 pulgadas con reductor de 2 pulgadas, dos t de pulgadas, tres t de 4 pulgadas, tres codos de 90 grados de 2 pulgadas, tres codos de 90 grados de 4 pulgada, 3 sifones, cuatro uniones de 2 pulgadas, 4 uniones de 4 pulgadas y un pegamento de tubería.

Según el periódico El Comercio (2018) informó que un peruano consume 165 litros de agua por día según la información que compartió SEDAPAL.

Según iAgua informa la siguiente distribución de consumo de agua por espacio en una vivienda en el año 2016, la siguiente figura permite estimar el consumo del agua según su distribución.

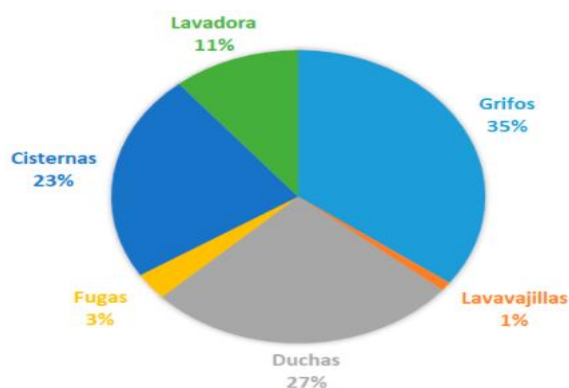


Figura N° 111: Consumo de agua según su uso obtenido de la herramienta iAgua para establecer un diseño propio de aguas grises en la vivienda.

Fuente: Reutilización de aguas grises (iAgua).

En la anterior figura se puede extraer lo siguiente:

- La lavadora consume un 11% de agua mensual.
- El Wc consume un 23 % de agua mensual.
- En la figura anterior asociaremos en nuestro diseño que el porcentaje de fugas en realidad es utilizado para el jardín.
- En la anterior figura se describe que el consumo de grifos es un 35% de lo cual estos están compuestos por lavabo, lavadero y lavandería. Según iAgua (2016) expresa que el lavabo representa un 10% del consumo total del agua y el lavadero de la cocina un 25%.

Según lo antes mencionado ahora tomaremos en cuenta lo siguiente:

- Nuestro proyecto cuenta con 3 pisos abastecidos por una cisterna en conjunto con un tanque elevado debido a la presión.
- Se reutiliza el agua de la ducha para abastecer la cisterna del Wc, lo cual en porcentajes la ducha está por encima que el Wc según la figura N° 111, es decir, nuestro diseño va a cumplir con las expectativas planteadas.
- El agua de la lavadora se reutiliza para abastecer el grifo de la lavandería y para el riego del jardín, para la limpieza de la vivienda y el lavado del pavimento exterior.

Tomando en cuenta lo antes mencionado se propuso el siguiente aprovechamiento de aguas grises para los diferentes tipos de consumo con la finalidad de ahorrar agua.

- Primer nivel

En consecuencia, se muestra la siguiente figura para poder explicar el reaprovechamiento en el primer piso.

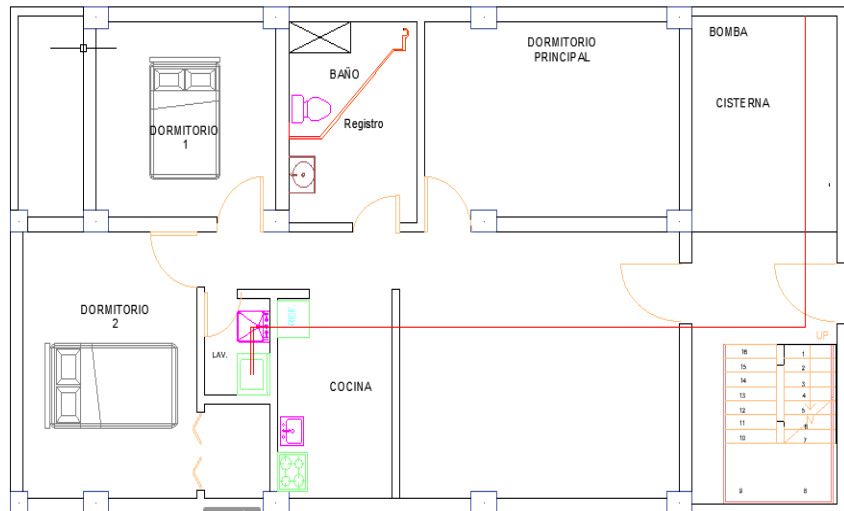


Figura N° 112: Reciclaje de agua en el primer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para proponer un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

En la anterior figura se muestra que se reutiliza el agua de la ducha para alimentar el tanque del wáter y así poder reducir el consumo del agua. Además, se reutiliza el agua de la lavadora para abastecer el riego del jardín.

- Segundo Nivel

Se proporciona un diseño de reciclaje de agua con la finalidad de retroalimentar el tanque del wáter y el lavadero de la lavandería, reutilizando el agua proveniente de la ducha y de la lavadora respectivamente.

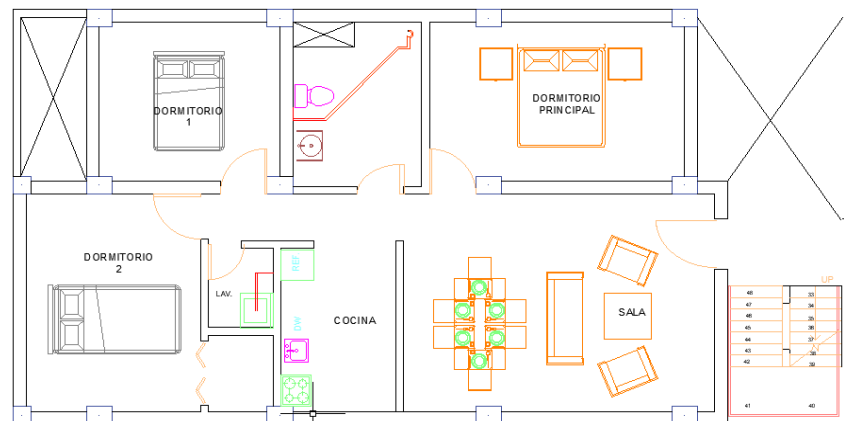


Figura N° 113: Reciclaje de agua en el segundo nivel usando el programa AutoCAD 2020 para proponer un diseño propio

Fuente: Elaboración propia.

- Tercer Nivel

Se proporciona un diseño de reciclaje de agua con la finalidad de retroalimentar el tanque del wáter y lavadero de la lavandería usando las aguas provenientes de la ducha y de la lavadora respectivamente.

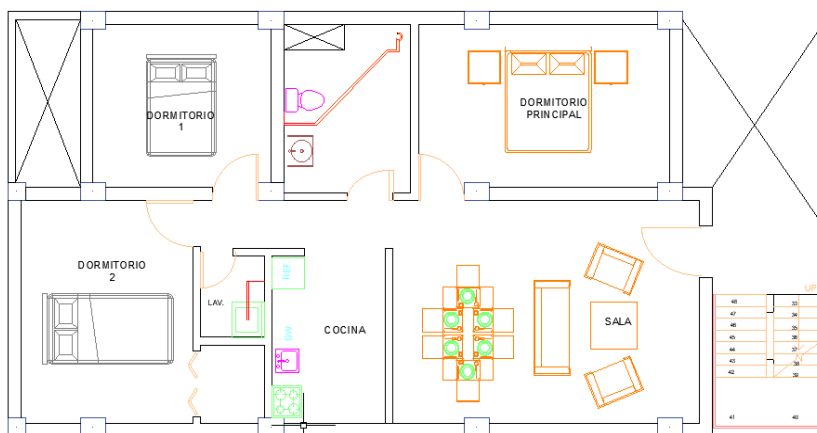


Figura N° 114: Reciclaje de agua en el tercer nivel usando el programa AutoCAD 2020 para proponer un diseño propio.

Fuente: Elaboración propia.

Según las figuras 112, 113 y 114 se puede reflejar que se reaprovecha el agua mediante un reciclaje, cabe resaltar que el sistema de desagüe de la ducha y de la lavadora van a cumplir una función de alimentación o fuente de agua para poder ajustar de manera positiva el consumo del agua en la vivienda multifamiliar. En el primer piso el reciclaje de agua cumple con el abastecimiento de la cisterna del wáter, se puede lavar el pavimento exterior, se puede suministrar de agua el jardín; para el segundo y tercer piso el reciclaje de agua cumple con la función de alimentar la cisterna del wáter, la limpieza de la casa y para el lavadero de la ropa.

Usando la información que proporciona SEDAPAL el cual informa que el uso de agua promedio de un hombre es 165 litros por día. En cada nivel viven 4 personas por consiguiente la familia consume aproximadamente 20 m³ al mes en un sistema tradicional, pero si se aplica un tratamiento de aguas grises tomando como fundamento a la Figura N° 111 se puede ahorrar dicho recurso ya que entre la cisterna del wáter y la lavadora se consume un 33%

del total de agua mensualmente; pues entonces este valor representa un consumo de 6.6 m³ al mes. Por consiguiente, si se aplica esta metodología se obtiene un ahorro representativo de agua mensualmente.

Tabla 110: Presupuesto de los paneles solares y tratamiento de aguas grises

| PRESUPUESTO | | | | |
|---|-----|---------|-----------|------------|
| DESCRIPCIÓN | und | Metrado | Precio S/ | Parcial S/ |
| PANELES SOLARES | | | | 27271.37 |
| Paneles Solares | und | 28 | 696.35 | 19497.80 |
| Batería | und | 2 | 4108.64 | 4108.64 |
| Inversor | und | 1 | 3664.93 | 3664.93 |
| Mano de Obra (18% Panel Solar) | | | | 4539.069 |
| AGUAS GRISES | | | | 313.2 |
| 6 tubos de 1/2" PVC | M | 18 | 12.00 | 216 |
| codos de 90° | Und | 4 | 2.2 | 8.8 |
| Uniones | Und | 26 | 3.4 | 88.4 |
| Mano de Obra (18% Aguas grises) | | | | 56.38 |
| NOTA: Todos los precios de los equipos y materiales ya están incluidos con IGV. | | | | |

Fuente: Elaboración propia.

Como comentario se añade que el gasto del sistema fotovoltaico es S/27271.37 nuevos soles y del tratamiento de aguas grises S/ 313.2 nuevos soles por nivel.

Los aparatos de bajo flujo a usar son los siguientes:



Figura N° 115: Grifo de bajo flujo

Fuente: Ecoarquitect

4.3 Discusión de Resultados

- a. Para el desarrollo del proyecto se ha tomado en cuenta su zonificación sísmica y las propiedades de los materiales a utilizar. Respetando lo antes mencionado se procedió a diseñar la infraestructura implementando una tecnología para 50 años.
- b. Se comparó las cortantes basales tanto estáticas como dinámicas lo cual tuvo como resultado lo que se establece en la Norma Técnica Peruana E.030 del año 2018, el reglamento estipula que la cortante en estado dinámico es mayor que el 80% de la cortante en estado estático. Además, se evaluaron las derivas que tiene la infraestructura lo cual resultó menor a lo estipulado en dicha norma que tiene. De acuerdo con lo antes mencionado se puede prescindir que la estructura no llegará a un estado de colapso frente a un evento natural sísmico.
- c. En lo que abarca el diseño de paneles solares en la infraestructura tuvo un mayor costo con respecto a lo calculado en el presupuesto de instalaciones eléctricas, pero aproximadamente en 9 años se recupera la inversión del costo operativo.
- d. En lo que respecta al tratamiento de aguas grises es un método económico lo cual tiene que diseñarse a partir del replanteo y diseño arquitectónico para evitar gastos extras.

CONCLUSIONES

1. Se cumplió con el objetivo general:

Para el diseño de una vivienda multifamiliar ecológica sostenible se tomaron en cuenta los parámetros estipulados por el sector de la construcción. Además, se utilizaron parámetros sostenibles con la finalidad de contribuir con el desarrollo sostenible, estos fueron los paneles solares fotovoltaicos y el reciclaje de agua doméstica con el propósito de disminuir el consumo de agua y de electricidad en la vivienda.

2. Se cumplió el objetivo específico 1:

Se diseñó la vivienda multifamiliar ecológica tomando en cuenta las normas estipuladas por el sector de la construcción. Como primer punto se evaluó los parámetros que se establecen en la Norma Técnica Peruana E.020, la Norma Técnica Peruana E.030, Norma Técnica Peruana E.050, Norma Técnica Peruana E.060, Norma Técnica IS.010 y Norma de Instalaciones Eléctricas de Interiores para implementarlo en nuestro diseño. Para realizar un diseño estructural se tuvo que tomar en cuenta la Norma Técnica Peruana E.060 debido a que esta norma hace referencia al predimensionamiento de la estructura tanto la losa, la viga, la columna, la zapata, el cimiento corrido. De acuerdo con lo estipulado por la Norma Técnica E.020 se establecieron los valores de la carga muerta y carga viva al proyecto. Para este tipo de infraestructura se tuvo como valor de carga muerta 400 kg/m^2 y de carga viva 200 kg/m^2 , también se establecieron los pesos que tienen los paneles solares. De acuerdo con lo estipulado por Norma Técnica IS.010 se utilizó el concepto de dotación diaria tanto para agua fría como agua caliente según la cantidad de número de dormitorio, predimensionamiento de la cisterna y tanque de elevación respetando los valores proporcionados, además se calculó de la tubería de impulsión que nace desde la bomba. Los parámetros utilizados de la Norma de Instalaciones Eléctricas de Interiores fueron la máxima demanda por piso, con la finalidad de obtener los números de cables que puedan satisfacer el sistema eléctrico. Cabe resaltar que el cálculo de Máxima Demanda permitió calcular la cantidad de paneles solares que se necesitan para satisfacer la vivienda multifamiliar en lo que respecta a generación eléctrica. Como conclusión podemos resaltar que son importantes los parámetros que se establecen en las diferentes normas antes mencionadas ya que permiten un eficiente diseño a futuro.

En las siguientes tablas se observan los valores obtenidos.

Tabla 111: Dimensiones de los elementos estructurales

| Elemento | Descripción | | |
|----------|-------------|--------|--------|
| | b (cm) | h (cm) | e (cm) |
| Losa | | | 20 |
| Viga | 30 | 45 | |
| Columna | 50 | 35 | |
| Zapata | 150 | 150 | |
| Cimiento | 40 | 25 | |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 112: Parámetros sísmicos.

| Parámetros sísmicos | Valores |
|---------------------|---------|
| Factor de zona | 0.45 |
| Factor de suelo | 1.05 |
| Tp(s) | 0.6 |
| Tl(s) | 2 |

Fuente: Elaboración propia

3. Se cumplió el objetivo específico 2:

Se realizó el modelamiento de la estructura en el software ETABS 2019 tomando en cuenta los parámetros que se establecen en la Norma Técnica Peruana E.030 del año 2018. Se obtuvo como resultado que la cortante basal dinámica es mayor que el 80 % de la cortante basal estática. También, se obtuvo como resultado que el desplazamiento máximo de la estructura es 0.004, en consecuencia, estos valores obtenidos cumplen los parámetros sísmicos establecidos por la Norma Técnica Peruana E.030 del año 2018.

4. Se cumplió el objetivo específico 3:

En este proyecto se propuso el uso de paneles solares con la finalidad de aprovechar el recurso solar y a su vez con el pasar de los años ahorrar económicamente en la electricidad. Para esta infraestructura se calculó que 28 paneles solares son necesarios para abastecer de electricidad a los 3 pisos, se ha tomado en cuenta la hora solar pico de la zona y los días probables de no sol. Cabe resaltar que en el punto económico los paneles solares tienen un mayor costo con respecto a un sistema tradicional, pero en 9 años se recupera el costo de inversión de este sistema fotovoltaico.

5. Se cumplió el objetivo específico 4:

Se realizó el diseño de la vivienda multifamiliar tomando en consideración el reciclaje de agua por medio del tratamiento de aguas grises. En este proyecto se procedió a reutilizar el agua con la finalidad de disminuir el gasto del agua. En nuestro proyecto se aprovechó el agua saliente de la ducha y el de la lavadora para abastecer a la cisterna del inodoro, el riego del jardín, el lavado del pavimento y la limpieza de la casa. Según los cálculos realizados con este tipo de reciclaje de agua se puede ahorrar 6.6 m³ mensuales lo cual indica un ahorro económico y una disminución del consumo diario, lo antes mencionado se puede comprobar en las Figuras 111 ya que desde allí parte el desarrollo de reutilización de aguas grises.

RECOMENDACIONES

1. Para ejecutar cualquier tipo de infraestructura se tiene que tomar en cuenta las normas que se establecen en el sector de la construcción. Se tienen que diseñar tanto el plano de estructuras, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas respetando los parámetros estipulados en las normas antes mencionadas.
2. Se tienen que realizar programas educativos e informativos para la población de pocos recursos económicos para evitar la informalidad en la construcción, ya que el Perú es un país con alta presencia sísmica.
3. Es necesario impulsar las nuevas tecnologías del sistema solar fotovoltaico respetando los conceptos ingenieriles y aprovecharla para asimismo promover el desarrollo del país y volverlo competitivo a nivel internacional, esto generará un desarrollo sostenible.
4. Es necesario generar criterios sostenibles antes del proyecto con la finalidad de generar un ahorro económico tanto en electricidad como en el recurso del agua.
5. Impulsar las certificaciones sostenibles en el país con el fin de lograr un desarrollo sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J. I. (2019). Auditoría ambiental al estudio de impacto - Centro Comercial Real Plaza Chiclayo. (*Tesis de Maestría*). Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú. Obtenido de <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/8112/BC-4501%20VARGAS%20MACHUCA%20ACEVEDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Alvero, C. (2012). *Agua y sostenibilidad: Recursos, riesgos y remedios*. España: Ministerio de Educación y Formación Profesional de España. Obtenido de https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/49288?as_all=Agua__y__sostenibilidad&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as.
- Banco Mundial. (2007). *Análisis Ambiental del Perú: Retos para un desarrollo sostenible*. Lima. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/analisis-ambiental-peru-retos-un-desarrollo-sostenible>.
- Bedoya, F., Castro, N., & Morales, J. (2010). *Pautas para una construcción sostenible en Colombia: Consejo profesional nacional de arquitectura y sus profesiones auxiliares*. Bogotá D.C: Publicultural S.A. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/278222252/Pautas-Para-Una-Construccion-Sostenible>.
- Blasco, A. (1994). *Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado*. Lima, Perú: Colegio de Ingenieros del Perú. Obtenido de https://www.academia.edu/9942581/Estructuracion_y_Disenio_de_Edificaciones_de_Concreto_Armado_Antonio_Blanco_Blasco.
- Borja, M. (2016). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo, Perú. Obtenido de https://www.academia.edu/33692697/Metodolog%C3%ADa_de_Investigaci%C3%B3n_Cient%C3%ADfica_para_ingenier%C3%ADa_Civil.
- BREE Global Ltd. (2016). *BREEAM International New Construction 2016 Technical Manual (2da ed.)* (Vol. 2da edición). Londres, Reino Unido. Obtenido de https://tools.breeam.com/filelibrary/Technical%20Manuals/BREEAM_International_NC_2016_Technical_Manual_2.0.pdf.

- BRE Global Ltd. (2018). *Home Quality Mark ONE Technical Manual*. Obtenido de <https://www.homequalitymark.com/wp-content/uploads/2018/09/HQM-ONE-Technical-Manual-SD239-.pdf>.
- Cámara Peruana de la Construcción. (18 de Mayo de 2018). *AC Arquitectos*. Obtenido de La Construcción Informal en el Perú: <https://acarquitectos.com.pe/wonderful-serenity-has-taken/>.
- Casavilca, A. G., & Cassiano, J. E. (2019). Propuesta de construcción de una vivienda modular rural con instalaciones sostenibles en el distrito de Sondorillo - Piura. (*Tesis de pregrado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/628040>.
- Castañeda, C. A. (2017). Construcciones Sostenibles y Certificaciones LEED en Colombia. (*Monografía de Maestría*). Fundación Universidad de América, Bogotá. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7034/1/465230-2017-I-GA.pdf>.
- Castells, X. (2012). *Energía, agua, medioambiente, territorialidad y sostenibilidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos. Obtenido de https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/62548?as_contributor=xavier__castells&as_contributor_op=unaccent__iexact&prev=as.
- Ceballos, M. Y., Villamil, L. F., & Paredes, V. F. (2019). *Manual de Impacto Ambiental*. Bogotá: Ediciones de la U. Obtenido de https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/127100?as_title_name=Manual__de__Impacto__Ambiental&as_title_name_op=unaccent__icontains&prev=as.
- Comisión Europea. (11 de Diciembre de 2019). *Eliminar la contaminación*. Obtenido de El pacto verde: file:///C:/Users/mipc/Downloads/Eliminating_pollution_es.pdf.
- Daz, B. (1985). *Fundamento de Ingeniería Geotécnica*. México D.F, México. Obtenido de <https://es.slideshare.net/ralvmrz/fundamentos-de-ingeniera-geotcnica-braja-m-das>.
- Delgado, J. L. (2018). Tesis de Gestión Ambiental de Proyectos Inmobiliarios con parámetros de sostenibilidad. (*Tesis de pre grado*). Pontificia Universidad

- Católica del Perú, Lima. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/12251>.
- Díaz, D. M. (2020). Parámetros de construcción de vivienda sostenible en Bogotá y mitos vs realidades en proyectos sostenibles. (*Tesis de grado*). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/25696>.
- Díaz , J. (2002). *Introducción a la ingeniería ambiental*. México D.F., México: Instituto Politécnico Nacional. Obtenido de https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/101744?as_all=Introducci%C3%B3n_a_la_ingenier%C3%ADa_ambiental.&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as.
- Díaz , G. K., & Canahuire, L. A. (2019). Propuesta de criterios de sostenibilidad para edificios multifamiliares a nivel de certificación EDGE y sus beneficios en su vida útil (obra, operación y mantenimiento) frente a una edificación tradicional. Caso; edificio en el distrito de Santa Anita. (*Tesis de pregrado*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. Obtenido de https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625743/Lecca_dg.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- El Comercio. (16 de Enero de 2018). Sedapal. Lima, Lima, Perú. Obtenido de <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/sedapal-peruano-consume-promedio-163-litros-agua-dia-noticia-489423-noticia/?ref=ecr>.
- El Comercio. (24 de Junio de 2021). *Casi un millón de limeños habitan en una casa muy vulnerable frente a un terremoto*. Obtenido de <https://elcomercio.pe/lima/casi-un-millon-de-limenos-habita-en-una-casa-muy-vulnerable-frente-a-un-terremoto-noticia/>.
- Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE). (2017). User Guide for Homes. *EDGE*, 21 - 23. Obtenido de <https://www.edgebuildings.com/wp-content/uploads/2017/07/170726-00101-HomesUser-Guide-Version-2-0.pdf>. [Consulta: 24 de febrero del 2019].
- Hernández, R., Collado, C., & Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta edición ed.). México D.F: McGraw-Hill. Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>.

- Hibbeler, R. C. (2012). *Análisis Estructural*. México D.F.: Pearson Educación. Obtenido de https://www.academia.edu/15952734/An%C3%A1lisis_Estructural_R_C_Hibbeler_8va_Edici%C3%B3n_.
- Hildebrandt Gruppe. (31 de Agosto de 2015). *5 Edificios altamente sostenibles en el mundo*. Obtenido de <http://www.hildebrandt.cl/edificios-altamente-sostenibles/>.
- Huapaya, J. M. (2016). Incremento de la eficiencia en el uso de Recursos Hídricos y Energéticos de edificios mediante la herramienta LEED V4 (Proyecto Centro Colonial - Lima Cercado). (*Tesis de pre grado*). Universidad San Martín de Porres, Lima. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.12727/4772>.
- Iglesias, J. (2015). Metodología de diseño sostenible de edificios comerciales, con una herramienta de evaluación asociada, para orientar la toma de decisiones en las fases iniciales del proyecto arquitectónico. (*Tesis de Doctorado*). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. Obtenido de <https://www.coam.org/media/Default%20Files/fundacion/tesis-recientes/tesis-recientes/1/tesis-recientes-arquitectura-jorge-orondo.pdf>.
- INDECOPI, C. d. (2005). *Norma Técnica Peruana NTP.900.058*. Lima. Obtenido de <https://www.snp.org.pe/media/nada/Residuos-solidos/NTP-900.058.2005.pdf>.
- Innovación y cualificación, S.L. (2019). *Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible*. Andalucía, España: IC Editorial. Obtenido de https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/124252?as_all=GEstion__ambiental&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as.
- Instituto Nacional de Estadísticas e Informáticas. (2019). *Perú Anuario de Estadísticas Ambientales 2019*. Lima, Perú: Dirección Nacional de Cuentas Nacionales. Obtenido de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitaless/Est/Lib1704/libro.pdf.
- International Finance Corporation . (2018). *EDGE Methodology Report*. Londres . Obtenido de <https://edgebuildings.com/wp-content/uploads/2019/07/180709-EDGE-Methodology-Version-2.pdf?lang=es>.
- Jaramillo, N. P., & Esguerra, N. F. (2018). Análisis de las edificaciones sustentables como la mejor alternativa económica, social y ambiental para la construcción en

- Colombia. (*Tesis de Maestría*). Universidad La Gran Colombia, Bogotá. Obtenido de <http://repository.ugc.edu.co/handle/11396/3983>.
- LLaja, O. A., & Chamorro, G. J. (2020). Diseño de una vivienda verde unifamiliar aplicado a un desarrollo sostenible en Huánuco. (*Tesis de pregrado*). Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú. Obtenido de <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/3732>.
- Ministerio de Energía y Minas - Dirección General de Electricidad. (Enero de 17 de 2006). *Código Nacional de Electricidad*. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/95858/RM_037_2006_DM.pdf.
- Ministerio de Saneamiento y Vivienda. (11 de Junio de 2006). *Norma IS.010*. Obtenido de <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2009). *Norma Técnica de Edificación E.060 Concreto Armado*. Lima. Obtenido de <https://www.construccion.org/normas/rne2012/rne2006.htm>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica E.020 Cargas*. Lima. Obtenido de <https://www.ici.edu.pe/brochure/normas/Norma%20E.020%20Cargas.pdf>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente*. Lima. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/217118/RM-355-2018-VIVIENDA.pdf>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2018). *Norma Técnica E.050 Suelos y Cimentaciones 2018*. Lima. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/300082/d231803_opt.pdf.
- Ministerio para la Transición Ecológica y el reto demográfico. (30 de Junio de 2021). *Sistema Español de Inventario de Emisiones*. Obtenido de https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-avance-gei-2020_tcm30-528804.pdf.

- Miñón, M. (2002). Teoría de las tres dimensiones del Desarrollo Sostenible. *Ecosistemas*, 11(2). Obtenido de <https://www.revistaecosistemas.net/index.php/ecosistemas/article/view/614>.
- Mulder, C. (2015). *Desarrollo Sostenible para ingenieros*. Barcelona, España: Universidad Politécnica de Catalunya. Obtenido de https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/61440?as_all=desarrollo__sostenible__para__ingenieros&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as.
- ONU. (26 de Abril de 2021). *Acción por el clima*. Obtenido de Cumbre sobre la acción climática: <https://www.un.org/es/climatechange/2019-climate-action-summit>
- O`reilly, P. (2011). *Diez pasos para la construcción sostenible*. Barcelona. Obtenido de <http://atelieroreilly1.tempsite.ws/wp-content/uploads/2011/07/OR-WEB-10-pasos-para-la-construccion-sostenible.pdf>
- Ortiz, R. S. (2015). Experiencias con ecotecias aplicables a la vivienda residencial. (*Tesis de pregrado*). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México D.F, México. Obtenido de <http://evirtual.uaslp.mx/Habitat/innobitat01/FHCAHS/Tesis%20licenciatura/2015%20RSMO%20Arquitectura.pdf>
- Osorio, C. L. (2015). Aprovechamiento y Revalorización de residuos de la construcción y demolición generados por un evento adverso para la construcción de obras civiles sostenibles. (*Tesis de pregrado*). Universidad Católica de Manizales, Colombia. Obtenido de <https://repositorio.ucm.edu.co/bitstream/10839/1139/1/Cristian%20Leonardo%20Rocha%20Osorio.pdf>
- Pérez, J. V. (2015). Bioconstrucción y arquitectura bioclimática para la ejecución de una vivienda ecológica unifamiliar. (*Tesis de grado*). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España. Obtenido de <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56264/S%3%81EZ%20-%20Bioconstrucci%C3%B3n%20y%20arquitectura%20bioclim%C3%A1tica%20para%20la%20ejecuci%C3%B3n%20de%20vivienda%20ecol%C3%B3gica%20unifam....pdf?sequence=4>.
- Piralla, R. (2010). *Diseño Estructural*. México D.F: Noriega Editores. Obtenido de https://www.academia.edu/26849799/Dise%C3%B1o_Estructural_Roberto_Meli_Piralla.

- Ramirez, A. (2019). Diseño sostenible de las variables ambientales aplicadas a un módulo de vivienda estándar. (*Tesis de Maestría*). Universidad de Sevilla, Sevilla, España. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11441/86385>.
- Revista Construir. (15 de Febrero de 2021). Edificios sostenibles, una tendencia que gana terreno en el Perú. Lima, Lima, Perú. Obtenido de <http://construir.com.pe/edificios-sostenibles-una-tendencia-que-gana-terreno-en-el-peru/>
- SEDAPAL. (2020). *Memoria Anual 2020*. Lima. Obtenido de <https://www.sedapal.com.pe/storage/admin-forms/transparecy/proyecto-de-memoria-anual-2020.pdf>.
- SINIA. (2020). *Reporte de denuncias ambientales recibidas y atendidas por la Municipalidad*. Lima. Obtenido de <file:///C:/Users/mipc/Downloads/2021008111.pdf>
- SpainGBC. (17 de Marzo de 2017). Continuamos con el crecimiento exponencial superando las barreras de los 545 edificios inscritos y los 181 certificados LEED. Madrid, Madrid, España. Obtenido de <http://spaingbc.org/recursos/noticias/pdf/LEED%20EN%20ESPA%C3%91A%202015.pdf>.
- U.S. Green Building Council . (2019). *LEED v4.1 Residential BD+C multifamily homes*. Washington D.C. Obtenido de https://dcqpo543i2ro6.cloudfront.net/sites/default/files/file_downloads/LEED_v4.1_BDC_Credits.pdf.
- Vásquez, C. (2018). *Energía Solar Fotovoltaica*. Barcelona: Cano Pina. Obtenido de https://elibro.net/es/lc/bibliourp/titulos/45047?as_all=Energia__solar__fotovoltaica&as_all_op=unaccent__icontains&prev=as.
- Zapatero, J. (2010). *Fundamentos de Investigación para estudiantes de ingeniería*. México D.F: Tercer Escalón Editores. Obtenido de https://www.academia.edu/41146186/Fundamentos_de_Investigaci%C3%B3n_para_estudiantes_de_ingenier%C3%ADa.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

Anexo 2: Plano de Arquitectura del primer nivel.

Anexo 3: Plano de Arquitectura del segundo nivel.

Anexo 4: Plano de Arquitectura del tercer nivel.

Anexo 5: Plano de Estructuras.

Anexo 6: Plano de Instalaciones Eléctricas.

Anexo 7: Abastecimiento de Agua potable del primer nivel.

Anexo 8: Abastecimiento de Agua potable del segundo nivel.

Anexo 9: Abastecimiento de Agua potable del tercer nivel.

Anexo 10: Tratamiento de aguas grises.

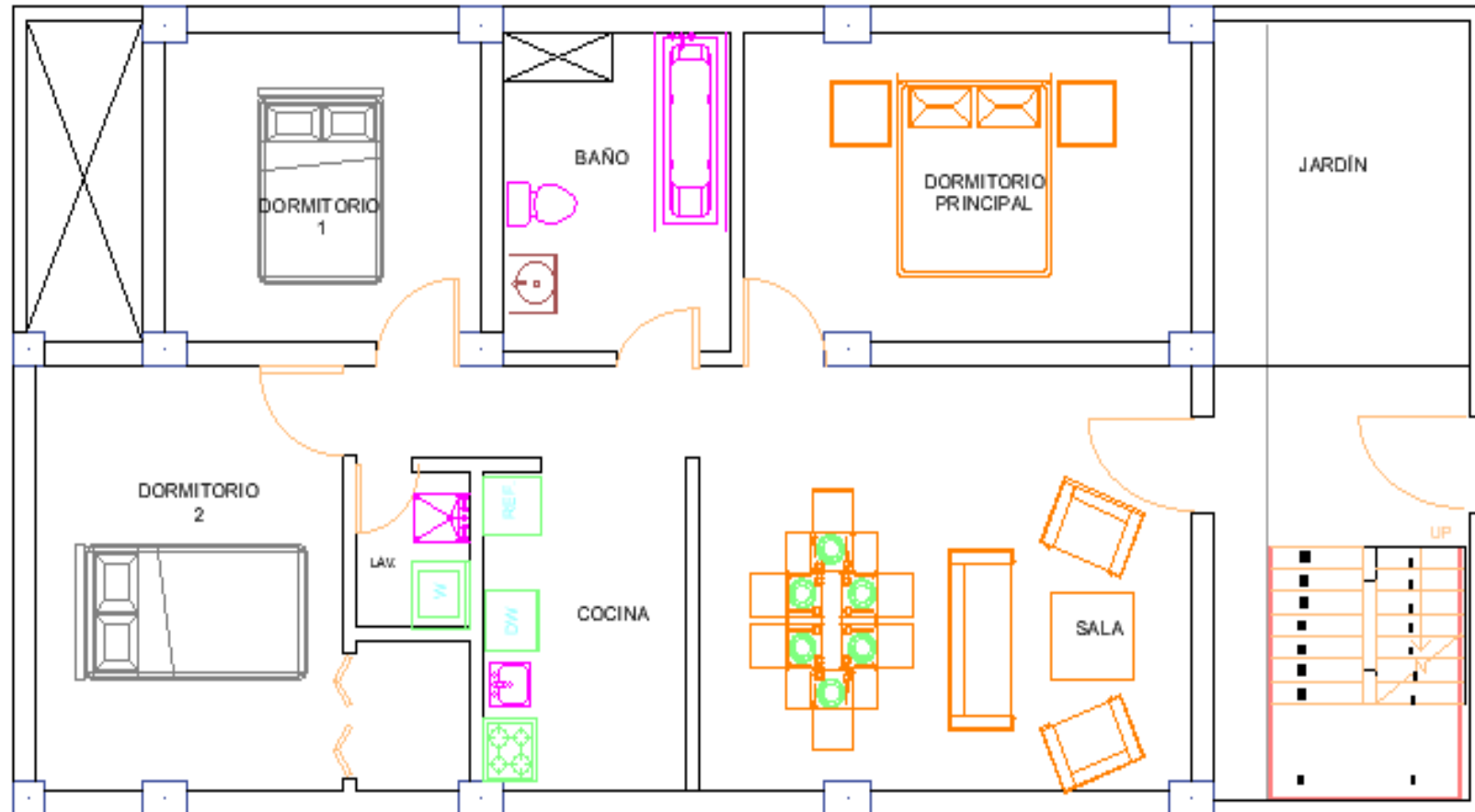
Anexo 11: Presupuesto.

Anexo 1: Matriz de Consistencia

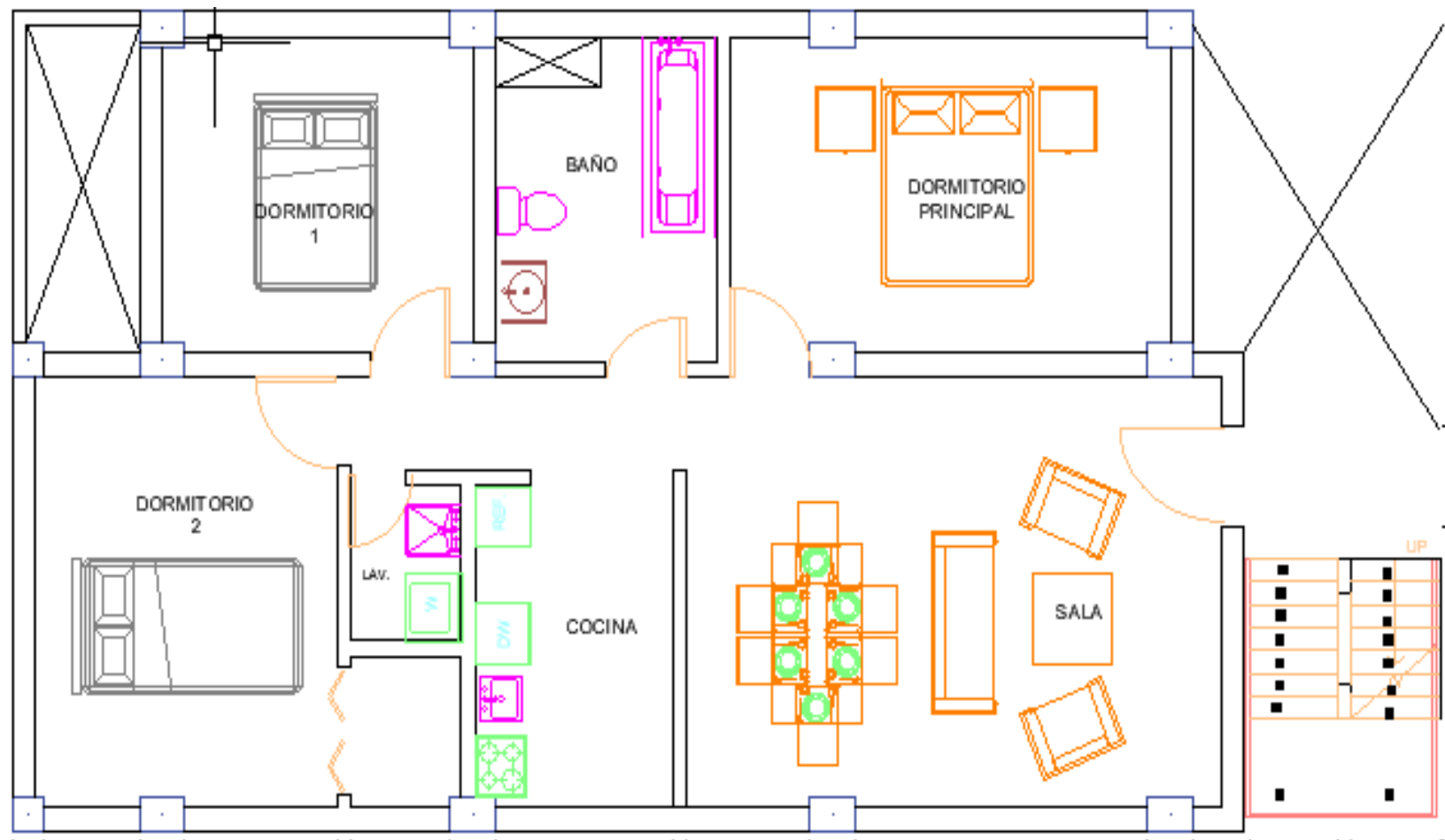
| TÍTULO | PROBLEMA | OBJETIVOS | TECNICAS / INSTRUMENTOS |
|---|--|--|--|
| | Pregunta general | Objetivo general | Observación directa: Como resultado del uso de softwares de diseño, tales como el ETABS 2018 empleado para el modelamiento de la vivienda ecológica. |
| DISEÑO DE UNA VIVIENDA ECOLÓGICA MULTIFAMILIAR CON PARÁMETROS DE SOSTENIBILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA | ¿Cómo diseñar una vivienda ecológica multifamiliar tomando en cuenta los parámetros necesarios con la finalidad de contribuir con el desarrollo sostenible en la ciudad de Lima en el año 2021 a través de un análisis documental? | Diseñar una vivienda ecológica multifamiliar tomando en cuenta los parámetros necesarios, contribuyendo con el desarrollo sostenible en la ciudad de Lima en el año 2021 a través de un análisis documental. | Análisis de documentos: Ya que adicionalmente a la observación directa, se utilizarán estudios e investigaciones previas. |
| | Preguntas específicas | Objetivos específicos | |
| | a. ¿Cómo diseñar la vivienda ecológica multifamiliar | a. Diseñar la vivienda ecológica multifamiliar tomando en cuenta la norma estructural, | |

| | | | |
|--|---|--|--|
| | <p>tomando en cuenta la norma estructural, sísmica, energética y sanitaria estipuladas en el Perú?</p> <p>b. ¿Cómo realizar el modelo sísmico de la estructura con el software ETABS tomando en cuenta el modelamiento estático y el modelamiento dinámico modal estipulado en la Norma Técnica Peruana E.030 del año 2018?</p> <p>c. ¿Cómo realizar el diseño energético de la vivienda ecológica tomando en cuenta la energía solar fotovoltaica?</p> <p>d. ¿Cómo realizar el diseño sanitario de la vivienda ecológica tomando en cuenta el reciclaje de agua aplicando la metodología de tratamiento de aguas grises?</p> | <p>sísmica, energética y sanitaria estipulada en el Perú.</p> <p>b. Realizar el modelamiento sísmico de la estructura en el software ETABS tomando en cuenta los valores del modelamiento estático y el modelamiento dinámico modal estipulado en la Norma Técnica Peruana E.030 del año 2018.</p> <p>c. Realizar el diseño energético de la vivienda ecológica tomando en cuenta la energía renovable solar fotovoltaica.</p> <p>d. Realizar el diseño sanitario de la vivienda ecológica tomando en cuenta el reciclaje de agua aplicando la metodología de tratamiento de aguas grises.</p> | |
|--|---|--|--|

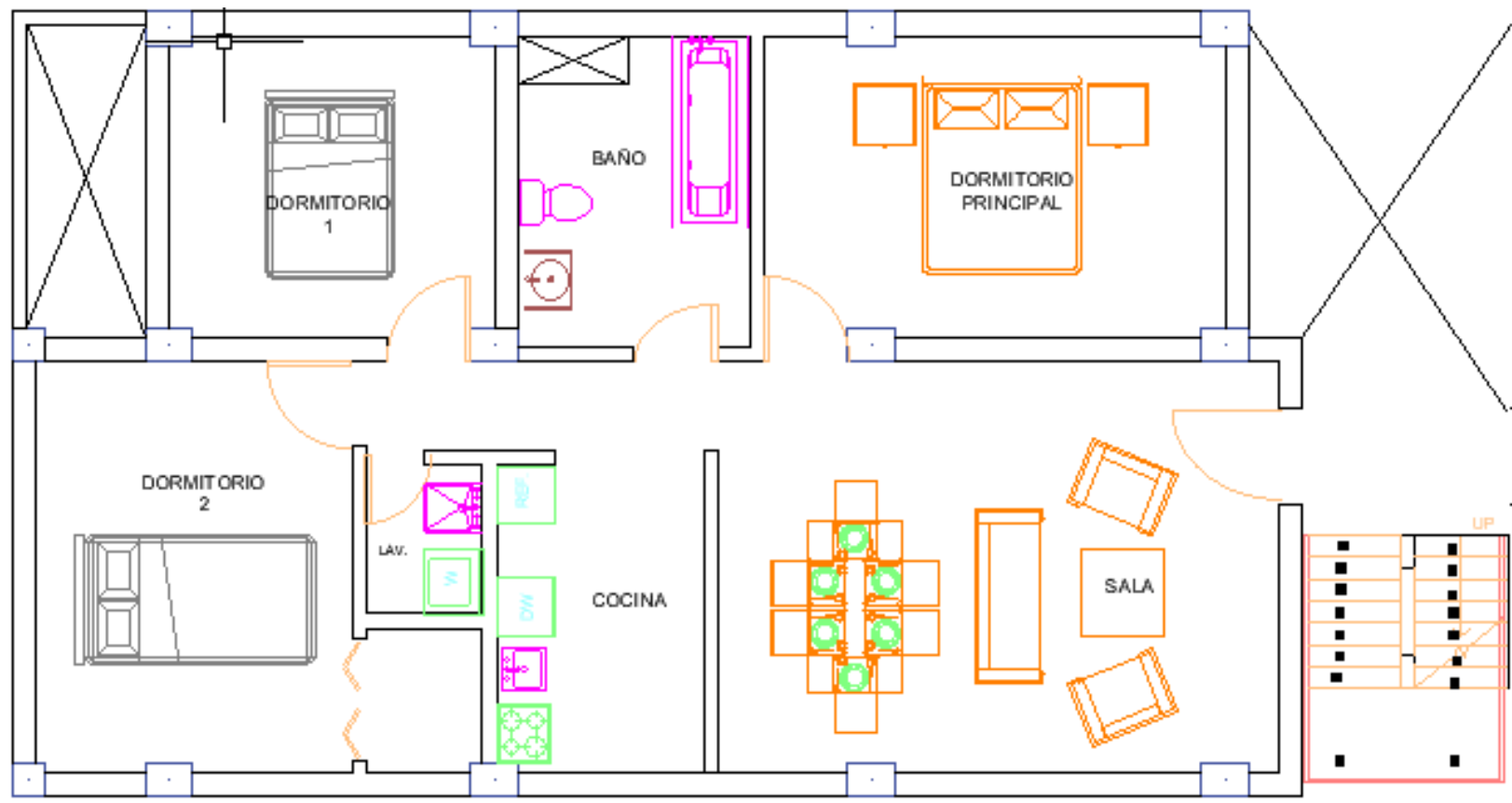
Anexo 2: Plano de Arquitectura del primer nivel.



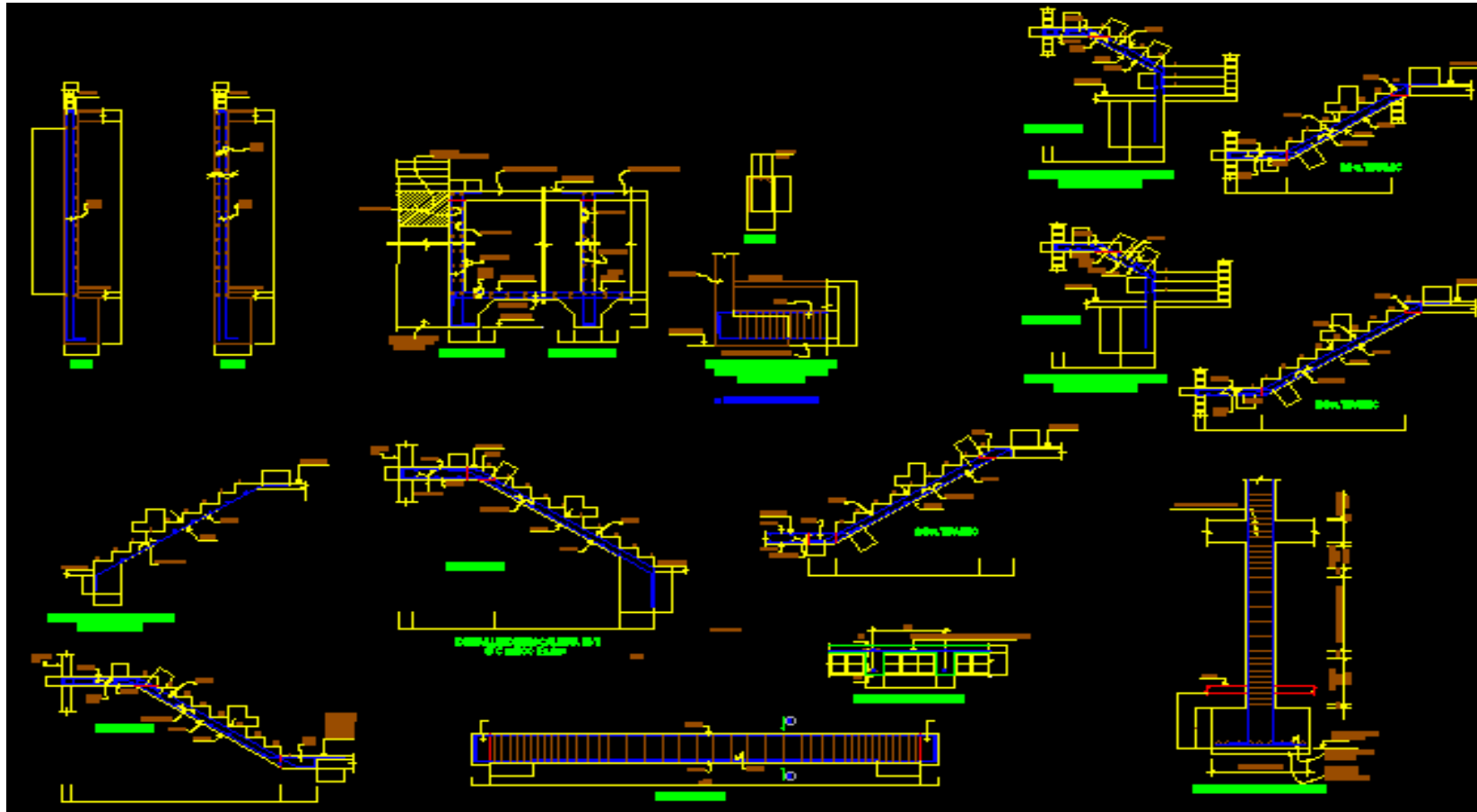
Anexo 3: Plano de Arquitectura del segundo nivel.



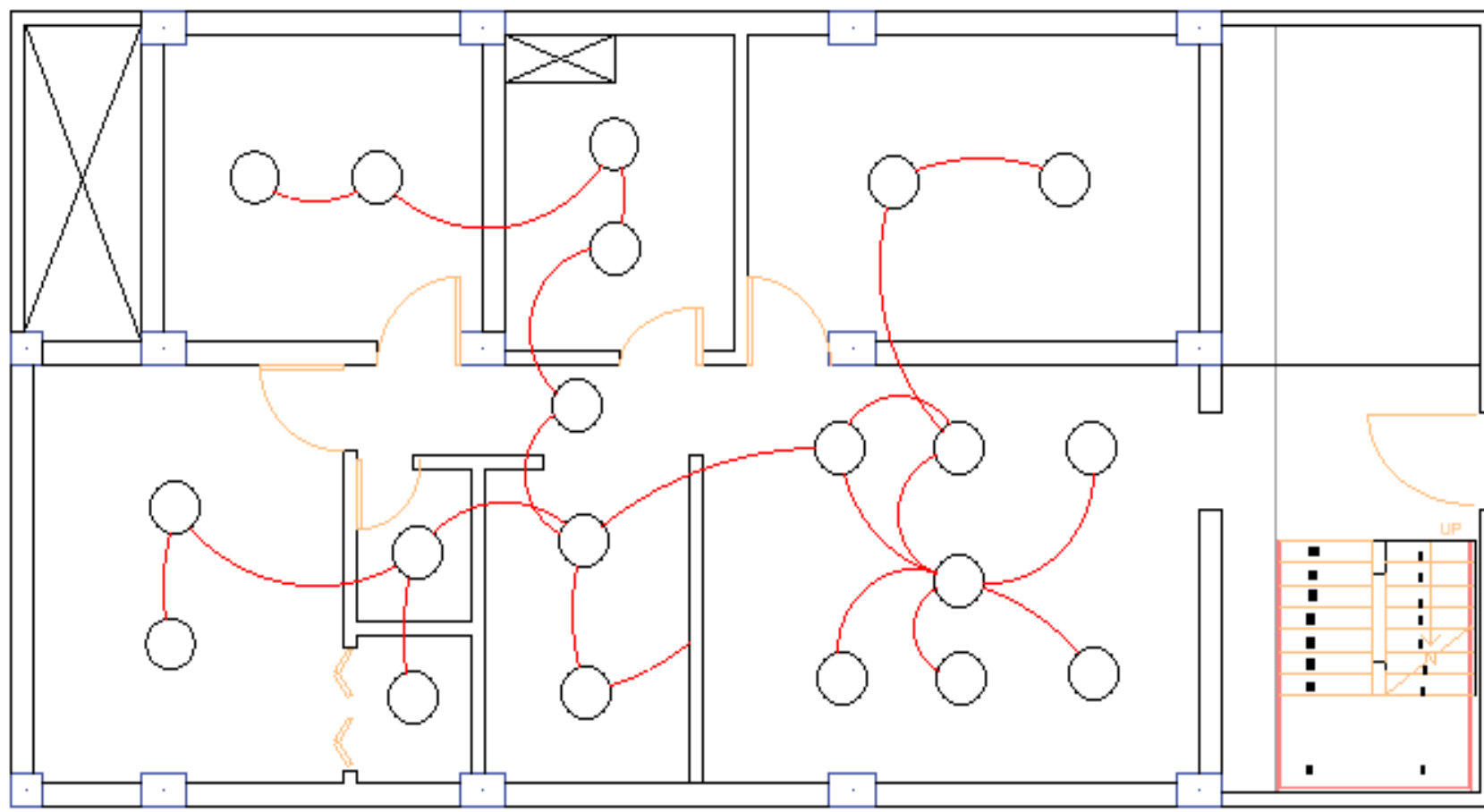
Anexo 4: Plano de Arquitectura del tercer nivel.



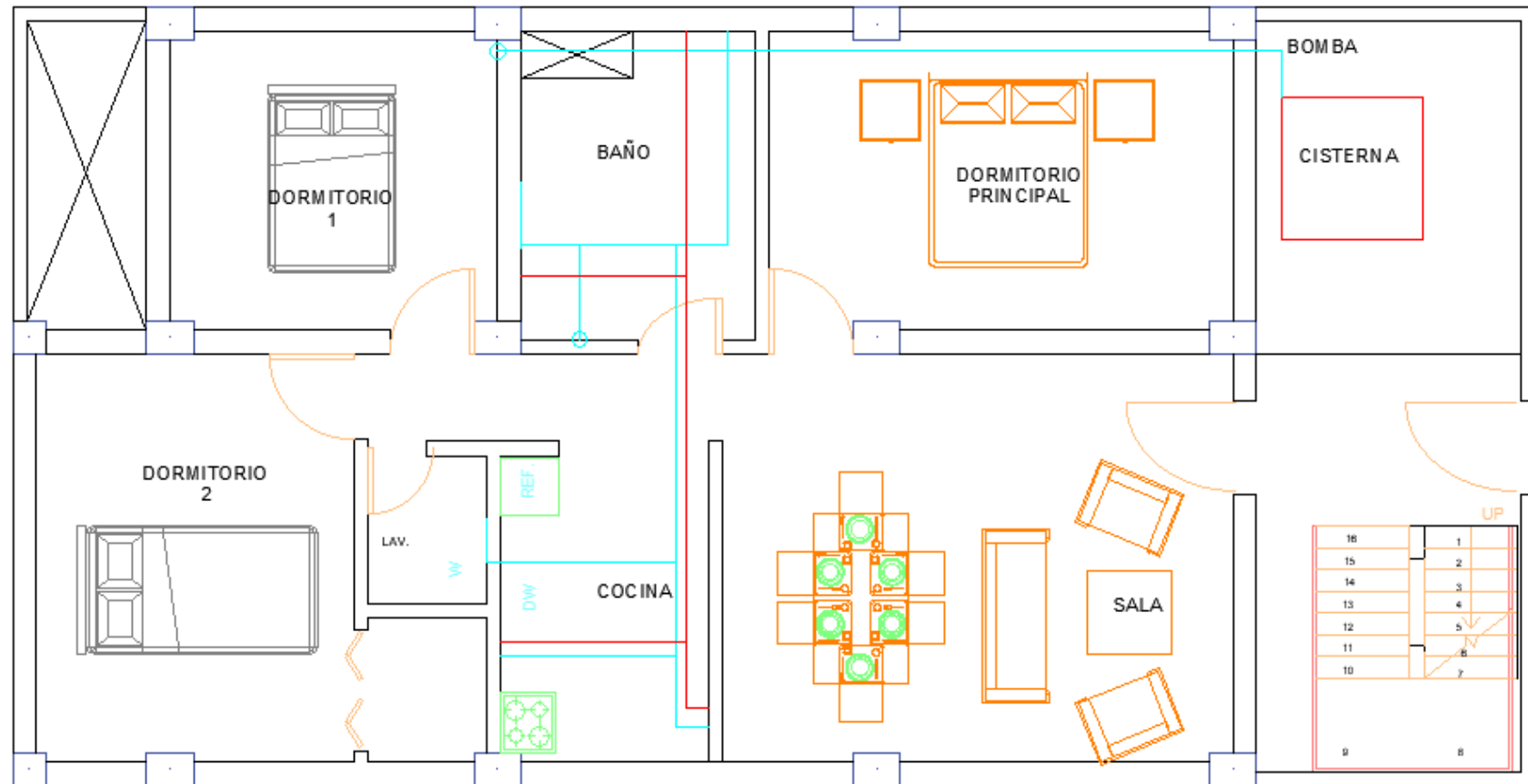
Anexo 5: Plano de Estructuras.



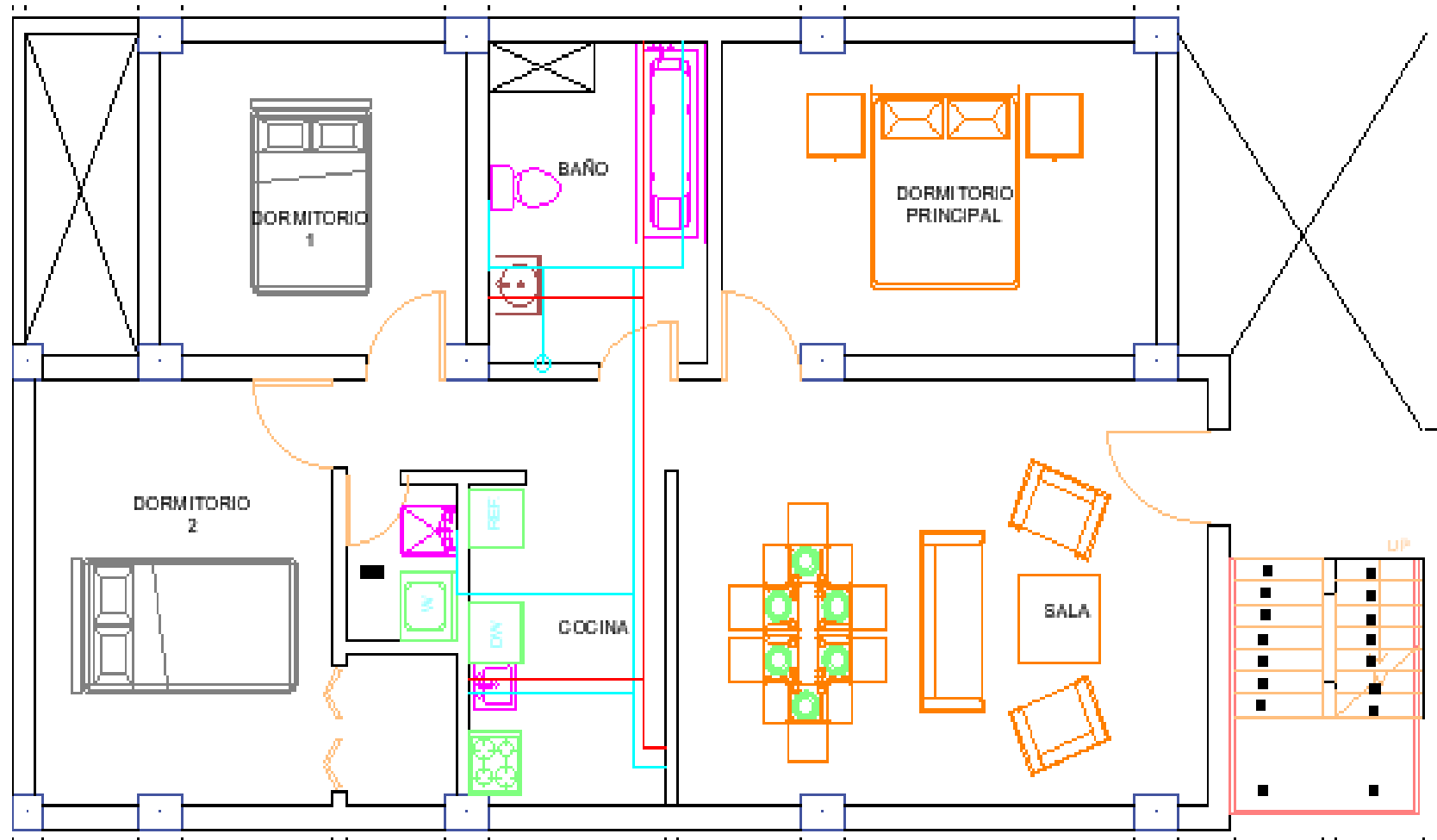
Anexo 6: Plano de Instalaciones Eléctricas.



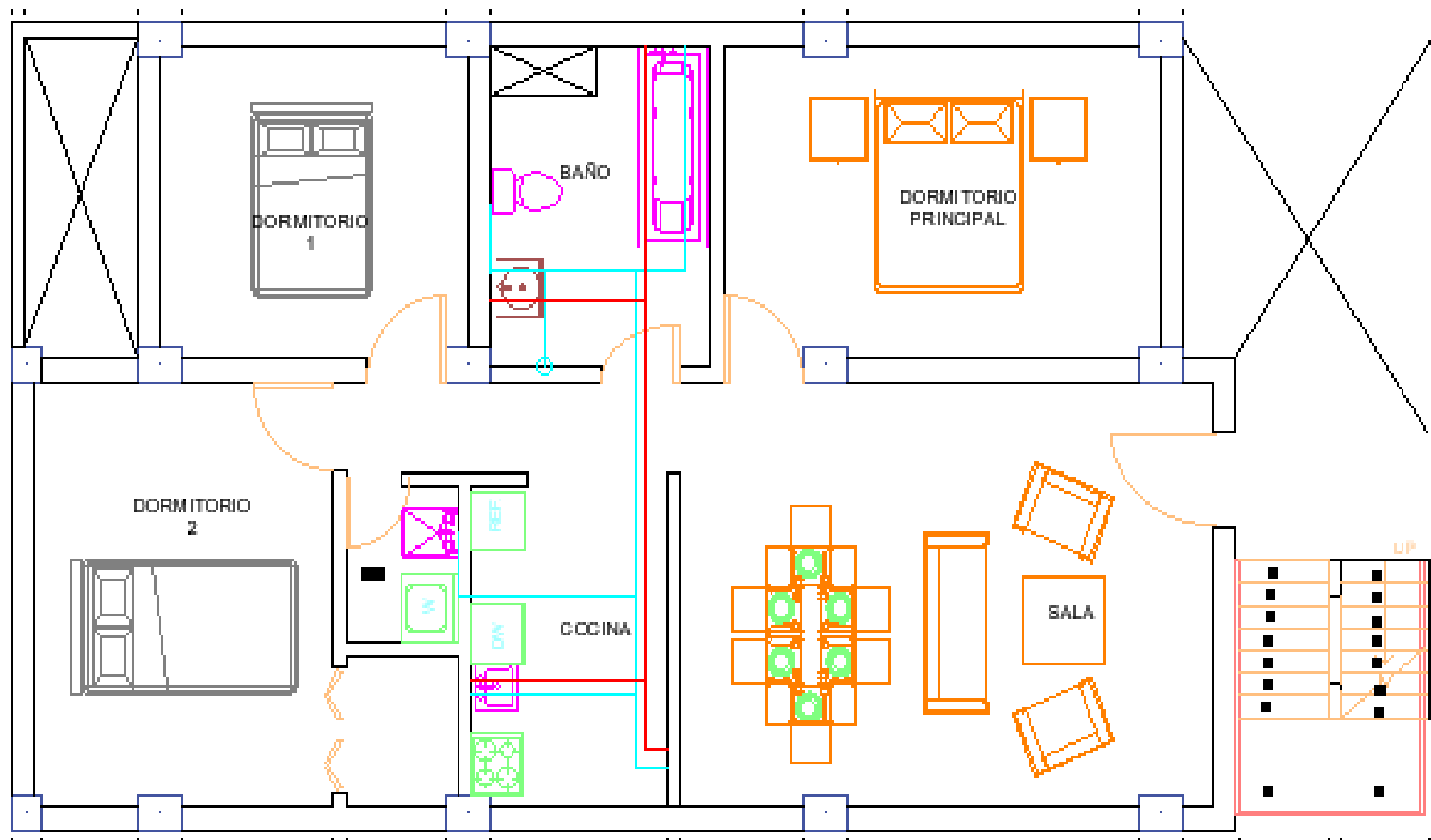
Anexo 7: Abastecimiento de Agua potable del primer nivel.



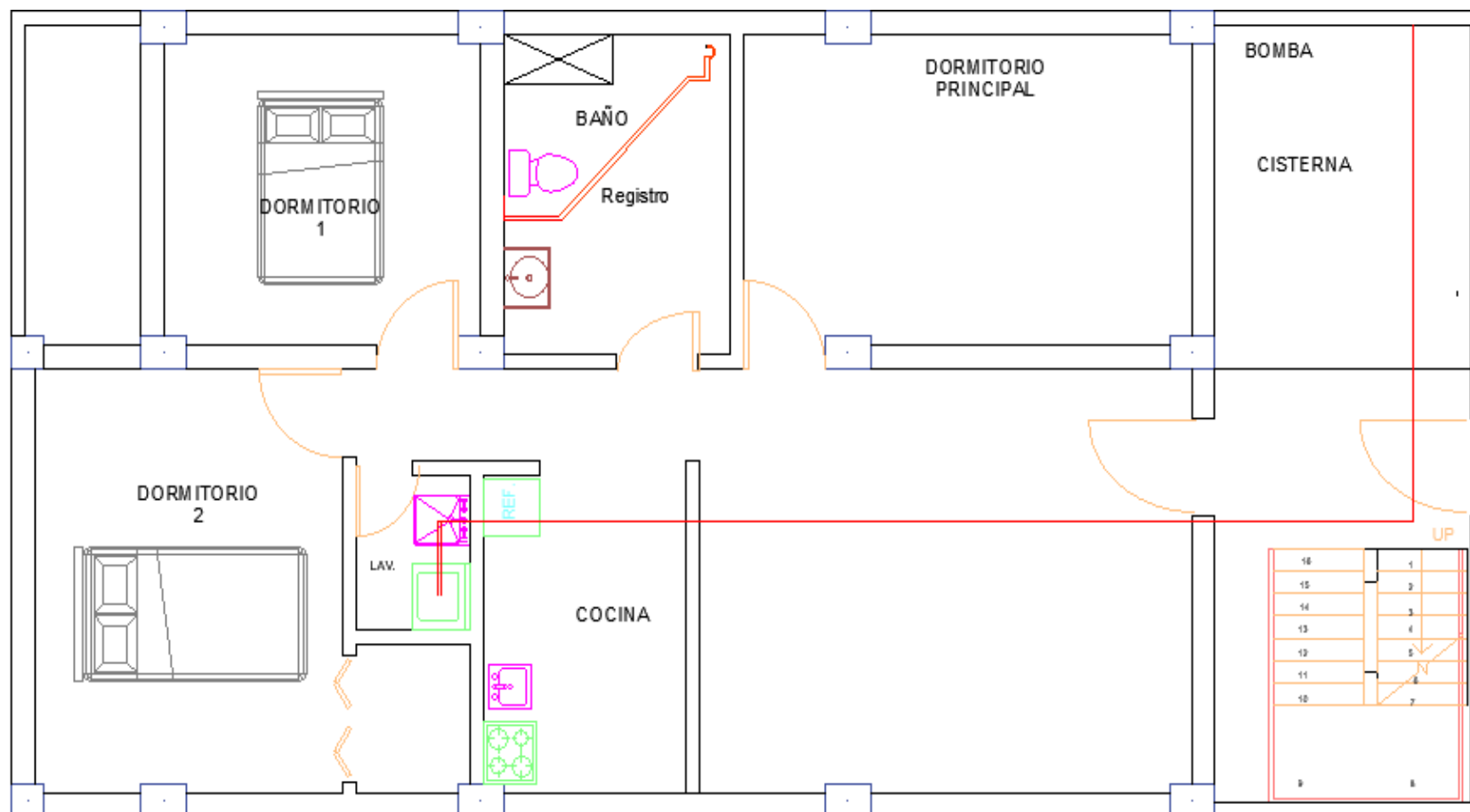
Anexo 8: Abastecimiento de Agua potable del segundo nivel.



Anexo 9: Abastecimiento de Agua potable del tercer nivel.



Anexo 10: Tratamiento de aguas grises.



Anexo 11: Presupuestos

Presupuesto

| Presupuesto | 0201001 | DISEÑO DE UNA VIVIENDA ECOLOGICA MULTIFAMILIAR CON PARAMETROS DE SOSTENIBILIDAD EN LA CIUDAD DE LIMA | | | | |
|-------------|--|--|----------|------------|-------------|------------|
| Cliente | Melani Gallegos Huaman | | | | Costo al | 9/9/2021 |
| Lugar | LIMA - LIMA - CHORRILLOS | | | | | |
| Item | Descripción | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. | |
| 01 | OBRAS PRELIMINARES | | | | | 353.03 |
| 01.01 | TRAZO Y REPLANTEO | M2 | 134.06 | 2.64 | | 353.03 |
| 02 | ESTRUCTURAS | | | | | 164,387.11 |
| 02.01 | CONCRETO SIMPLE | | | | | 15,174.28 |
| 02.01.01 | CONCRET OPC=175 KG/CM2. EN SOBRECIMENTOS | M3 | 1.38 | 345.08 | | 476.35 |
| 02.01.02 | CONCRETO EN FALSO PISO | M2 | 334.50 | 43.94 | | 14,697.93 |
| 02.02 | CONCRETO ARMADO | | | | | 148,222.83 |
| 02.02.01 | COLUMNAS | | | | | 24,367.59 |
| 02.02.01.01 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE COLUMNAS | M2 | 64.96 | 37.28 | | 2,421.71 |
| 02.02.01.02 | CONCRETO F'c=280 KG/CM2 EN COLUMNAS | M3 | 16.70 | 391.49 | | 6,537.88 |
| 02.02.01.03 | ACERO FY=4200 KG/CM2 | KG | 3,600.00 | 4.28 | | 15,408.00 |
| 02.02.02 | VIGAS | | | | | 24,531.45 |
| 02.02.02.01 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN VIGAS | M2 | 37.81 | 37.28 | | 1,409.56 |
| 02.02.02.02 | CONCRETO F'c=210 KG/CM2 EN VIGAS | M3 | 28.45 | 391.49 | | 11,137.89 |
| 02.02.02.03 | ACERO FY=4200 KG/CM2 | KG | 2,800.00 | 4.28 | | 11,984.00 |
| 02.02.03 | LOSA ALIGERADA | | | | | 60,791.81 |
| 02.02.03.01 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN LOSA ALIGERADA | M2 | 351.66 | 37.28 | | 13,109.88 |
| 02.02.03.02 | CONCRETO F'c=280 KG/CM2 EN LOSA ALIGERADA | M3 | 79.55 | 391.49 | | 31,143.03 |
| 02.02.03.03 | ACERO FY=4200 KG/CM2 | KG | 1,155.35 | 4.28 | | 4,944.90 |
| 02.02.03.04 | LADRILLO 8 BUECOS 30X30X15 PARA TECHO | UND | 3,100.00 | 3.74 | | 11,594.00 |
| 02.02.04 | ESCALERAS | | | | | 5,651.38 |
| 02.02.04.01 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL EN ESCALERAS | M2 | 12.67 | 37.28 | | 472.34 |
| 02.02.04.02 | CONCRETO F'c=280 KG/CM2 EN ESCALERAS | M3 | 2.78 | 391.49 | | 1,088.34 |
| 02.02.04.03 | ARMADURA DE ACERO FY=4200 KG/CM2 | KG | 955.77 | 4.28 | | 4,090.70 |
| 02.02.05 | ZAPATAS | | | | | 33,880.61 |
| 02.02.05.01 | EXCAVACION SIMPLE MANUAL | M3 | 66.28 | 4.86 | | 322.12 |
| 02.02.05.02 | ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ZAPATAS | M2 | 91.37 | 37.28 | | 3,406.27 |
| | CONCRETO F'c=280 KG/CM2 EN ZAPATAS | M3 | 63.90 | 391.49 | | 25,016.21 |
| 02.02.05.04 | ACERO FY=4200 KG/CM2 | KG | 1,200.00 | 4.28 | | 5,136.00 |
| 03 | ARQUITECTURA | | | | | 71,293.00 |
| 03.01 | MUROS Y TABIQUES DE ALBAÑILERIA | | | | | 25,669.42 |
| 03.01.01 | MURO DE LADRILLO KING KONG DE ARCILLA (9x13x24 cm.) ASENTADO DE SOGA | M2 | 275.63 | 93.13 | | 25,669.42 |
| 03.02 | REVOQUES Y REVESTIMIENTOS | | | | | 45,623.58 |
| 03.02.01 | TARRAJEOS | | | | | 21,721.54 |
| 03.02.01.01 | TARRAJEO RAYADO PRIMARIO | M2 | 300.64 | 19.42 | | 5,838.43 |
| 03.02.01.02 | TARRAJEO EN INTERIORES | M2 | 300.64 | 22.74 | | 6,838.55 |
| 03.02.01.03 | TARRAJEO EN EXTERIORES | M2 | 82.54 | 43.96 | | 3,628.46 |
| 03.02.01.04 | TARRAJEO EN COLUMNAS | M2 | 88.74 | 40.60 | | 3,602.84 |
| 03.02.01.05 | TARRAJEO EN VIGAS | M2 | 37.81 | 48.01 | | 1,815.26 |
| 03.02.02 | VESTIDURAS, UNIONES Y BRUÑAS | | | | | 853.05 |
| 03.02.02.01 | VESTIDURA DE DERRAMES | M | 15.00 | 12.91 | | 193.65 |
| 03.02.02.02 | VESTIDURA DE ELEMENTOS DE FACHADA | M2 | 15.00 | 43.96 | | 659.40 |
| 03.02.03 | FONDO Y PREPARACION EN ESCALERAS | | | | | 315.36 |
| 03.02.03.01 | PREPARACION DE GRADAS DE CONCRETO EN ESCALERAS | M | 17.28 | 18.25 | | 315.36 |
| 03.02.04 | REVESTIMIENTO Y ENCHAPES | | | | | 22,733.62 |
| 03.02.04.01 | PREPARACION DE DESCANSOS | M2 | 5.34 | 20.74 | | 110.75 |
| 03.02.04.02 | TARRAJEO EN FONDO DE ESCALERA | M2 | 15.51 | 31.34 | | 486.08 |
| 03.02.04.03 | GRADAS CON ACABADO DE PORCELANATO MATE DE 45 X 45 CM. | M | 6.88 | 50.40 | | 346.75 |
| 03.02.04.04 | DESCANSOS CON ACABADO DE PORCELANATO MATE DE 45 X 45 CM. | M2 | 5.52 | 72.80 | | 401.86 |
| 03.02.04.05 | ENCHAPES CON PORCELANATO MATE DE 45 X 45 CM. | M2 | 15.35 | 72.80 | | 1,117.48 |
| 03.02.04.06 | ENCHAPES CON CERAMICO DE 20 X 20 CM. | M2 | 334.50 | 60.60 | | 20,270.70 |
| 04 | INSTALACIONES SANITARIAS | | | | | 12,642.28 |
| 04.01 | APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS | | | | | 4,004.39 |
| 04.01.01 | SUMINISTRO DE APARATOS SANITARIOS | | | | | 2,490.00 |
| 04.01.01.01 | SUMINISTRO DE INODORO C/ FLUJOMETRO COLOR BLANCO | UND | 3.00 | 315.00 | | 945.00 |
| 04.01.01.02 | SUMINISTRO DE LAVATORIO DE LOZA VITRIFICADA CON GRIFERA TIPO | UND | 3.00 | 250.00 | | 750.00 |

| | | | | | | |
|-------------|--|---------------|-------|--------|-------------------|--|
| | SENSOR DE BATERIA (INC. GRIFERIA) | | | | | |
| 04.01.01.03 | SUMINISTRO DE GRIFO TIPO CUELLO CISNE, NIQUELADO DE BRONCE Ø 12" | UND | 3.00 | 70.00 | 210.00 | |
| 04.01.01.04 | SUMINISTRO DE GRIFO DE RIEGO Ø 3/4" | PTO | 18.00 | 25.00 | 450.00 | |
| 04.01.01.05 | SUMINISTRO DE DUCHA CROMADA INCL. ACCESORIOS | UND | 3.00 | 45.00 | 135.00 | |
| 04.01.02 | SUMINISTRO DE ACCESORIOS SANITARIOS | | | | 150.00 | |
| 04.01.02.01 | SUMINISTRO DE JABONERA CERAMICA CON ASA DE 15x15 CM | UND | 3.00 | 25.00 | 75.00 | |
| 04.01.02.02 | SUMINISTRO DE PAPELERA ADOSADA EN MURO | UND | 3.00 | 25.00 | 75.00 | |
| 04.01.03 | INSTALACION DE APARATOS SANITARIOS | | | | 1,214.69 | |
| 04.01.03.01 | INSTALACION DE INODORO C/ FLUXOMETRO COLOR BLANCO | UND | 3.00 | 90.78 | 272.34 | |
| 04.01.03.02 | INSTALACION DE LAVATORIO DE LOZA VITRIFICADA CON GRIFERIA TIPO SENSOR DE BATERIA (INC. GRIFERIA) | UND | 3.00 | 63.17 | 249.51 | |
| 04.01.03.03 | INSTALACION DE DUCHA CROMADA INCL. ACCESORIOS | UND | 3.00 | 39.66 | 118.98 | |
| 04.01.03.04 | INSTALACION DE GRIFO TIPO CUELLO CISNE, NIQUELADO DE BRONCE Ø 12" | UND | 4.00 | 31.19 | 124.76 | |
| 04.01.03.05 | INSTALACION DE GRIFO DE RIEGO Ø 3/4" | UND | 18.00 | 24.95 | 449.10 | |
| 04.01.04 | INSTALACION DE ACCESORIOS SANITARIOS | | | | 149.70 | |
| 04.01.04.01 | INSTALACION DE JABONERA CERAMICA CON ASA 5x15 CM | UND | 3.00 | 24.95 | 74.85 | |
| 04.01.04.02 | INSTALACION DE PAPELERA ADOSADA EN MURO | UND | 3.00 | 24.95 | 74.85 | |
| 04.02 | SISTEMA DE AGUA FRIA | | | | 8,637.89 | |
| 04.02.01 | SALIDAS DE AGUA FRIA | | | | 2,441.75 | |
| 04.02.01.01 | SALIDA DE AGUA FRIA CON TUBERIA DE PVC Ø 12" | PTO | 25.00 | 97.67 | 2,441.75 | |
| 04.02.02 | REDES DE DISTRIBUCION | | | | 848.03 | |
| 04.02.02.01 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC/NTP 399.002 C-10 Ø 1 1/2" | M | 37.54 | 22.59 | 848.03 | |
| 04.02.03 | REDES DE ALIMENTACION | | | | 530.74 | |
| 04.02.03.01 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA PVC/NTP 399.002 C-10 Ø 2" | M | 25.37 | 20.92 | 530.74 | |
| 04.02.04 | ACCESORIOS DE REDES DE AGUA | | | | 1,646.79 | |
| 04.02.04.01 | SUMINISTRO E INSTALACION DE TEE PVC, NTP 399.019 C-10 Ø 1 1/2" | UND | 16.00 | 32.29 | 516.64 | |
| 04.02.04.02 | SUMINISTRO E INSTALACION DE CODO DE PVC/NTP 399.019 C-10 Ø 1 1/2" | UND | 35.00 | 32.29 | 1,130.15 | |
| 04.02.05 | VALVULAS | | | | 3,170.98 | |
| 04.02.05.01 | SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA COMPUERTA (HORIZONTAL) | UND | 12.00 | 178.44 | 2,141.28 | |
| 04.02.05.02 | SUMINISTRO E INSTALACION DE VALVULA CHECK DE ACERO Ø 12" | UND | 3.00 | 343.10 | 1,029.30 | |
| 05 | INSTALACIONES ELECTRICAS Y MECANICAS | | | | 16,638.45 | |
| 05.01 | SALIDAS PARA ALUMBRADO, TOMACORRIENTES, FUERZA Y SEÑALES DEBILES | | | | 16,638.45 | |
| 05.01.01 | SALIDA PARA ALUMBRADO | | | | 5,773.44 | |
| 05.01.01.01 | SALIDA PARA CENTRO DE LUZ EN TECHO | UND | 60.00 | 77.35 | 4,641.00 | |
| 05.01.01.02 | SALIDA PARA CENTRO DE LUZ EN PARED | UND | 3.00 | 78.61 | 235.83 | |
| 05.01.01.03 | SALIDA PARA CENTRO DE LUZ EMPOTRADO | UND | 3.00 | 122.92 | 368.76 | |
| 05.01.01.04 | SALIDA PARA CENTRO DE LUZ COLGADO EN ESTRUCTURA METALICA | UND | 3.00 | 175.95 | 527.85 | |
| 05.01.02 | SALIDA PARA TOMACORRIENTES | | | | 7,936.92 | |
| 05.01.02.01 | SALIDA PARA TOMACORRIENTE MONOFASICO DOBLE CON TOMA A TIERRA H=0.40M | UND | 54.00 | 146.98 | 7,936.92 | |
| 05.01.03 | SALIDA PARA INTERRUPTORES | | | | 1,241.85 | |
| 05.01.03.01 | SALIDA PARA INTERRUPTOR DE CONMUTACION I=1.50h | UND | 15.00 | 82.79 | 1,241.85 | |
| 05.01.04 | SALIDA PARA PULSADORES | | | | 632.31 | |
| 05.01.04.01 | SALIDA PARA TIMBRES TIPO CAMPANA DE 2" | UND | 3.00 | 210.77 | 632.31 | |
| 05.01.05 | SALIDA DE SEÑALES DEBILES (DATA Y COMUNICACIONES) | | | | 1,053.93 | |
| 05.01.05.01 | SALIDA DE RED-INTERNET (NO INCLUYE CABLEADO) | UND | 3.00 | 68.47 | 205.41 | |
| 05.01.05.02 | SALIDA PARA TELEVISION H= 2.20M (NO INCLUYE CABLEADO) | UND | 12.00 | 70.71 | 848.52 | |
| | Costo Directo | CD | | | 265,324.76 | |
| | Gastos Generales (5.00% CD) | 5.00%CD | | | 13,266.238 | |
| | Utilidad (3.1% CD) | 3.100%CD | | | 8,225.068 | |
| | SUBTOTAL | ST= CD+GG+UTI | | | 286,816.07 | |
| | IGV | 18% ST | | | 51,626.892 | |
| | TOTAL VALORIZADO | | | | 338,442.96 | |

Anexo 12: Cálculo de la potencia de la bomba

| Succión | | Z _a | -0,6 | Implusión | | | |
|---|-----------------------|----------------|-----------|------------------------------------|----------|----------|-----------|
| Longitud(m) | 1,1 | Z _e | 0 | Longitud(m) | 21 | | |
| Q(m ³ /s) | 0,001 | Z _b | 0 | Q(m ³ /s) | 0,001 | | |
| Diámetro(m) | 0,0254 | Z _s | 11,5 | Diámetro(m) | 0,0254 | | |
| CHAzen | 150 | | | CHAzen | 150 | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| Accesorio | Cantidad | K | K parcial | Accesorio | Cantidad | K | K parcial |
| Filtro | 1 | 12 | 12 | Codo 90 | 2 | 0,9 | 1,8 |
| Codo 90 | 2 | 0,9 | 1,8 | Valvula check | 1 | 2,5 | 2,5 |
| Valvula | 1 | 2,5 | 2,5 | Valvula ariete | 1 | 8 | 8 |
| | | K(total) | 16,3 | Valvul CRTL | 1 | 10 | 10 |
| | | | | | | k(total) | 22,3 |
| $HL = \frac{8KQ^2}{g\pi^2D^5}$ | | | | | | | |
| $HF = \left(\frac{3.5908 Q L^{0.54}}{C D^{2.43}} \right)^{1.85}$ | | | | | | | |
| Z _a -Z _e (m) | -0,6 | | | Z _s -Z _a (m) | 11,5 | | |
| H _{lsuc} (m) | 1,56 | | | H _{l imp} (m) | 2,13 | | |
| H _{f suc} (m) | 0,09 | | | H _{f imp} (m) | 1,74 | | |
| E _s | 1,65 | | | E _p | 3,87 | | |
| $EA = ADT = (Z_E - Z_A) + (Z_B - Z_S) + (EP_{AE} + EP_{SB})$ | | | | | | | |
| EA = | 16,43 | | | | | | |
| Y= | 9810 N/m ³ | | | | | | |
| $POTENCIA = \gamma \cdot Q \cdot EA$ | | | | | | | |
| POTENCIA= | 111,906736 | Watts | | | | | |
| POTENCIA ϕ = | 149,208381 | Watts | | | | | |
| | 0,20 | Hp | | | | | |