

# **ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

## **Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra**

Diseño de la ampliación de vivienda utilizando metodología BIM  
empleando soluciones sostenibles para alcanzar la certificación EDGE

### **PROYECTO INTEGRADOR**

Previo la obtención del Título de:

**Ingeniero Civil**

Presentado por:

Bryan Alexis Boza Carriel

Giannella María D'Steffano Jara

GUAYAQUIL - ECUADOR

II PAO 2023

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a Dios y mi familia por apoyarme sobre todas las cosas, en especial a mi difunta madre por nunca dejarme rendir, por haberme forjado y educado para alcanzar el tipo de persona que soy ahora.

**Bryan Alexis Boza Carriel**

Dedico este proyecto a Dios y mi familia sobre todo a mi hermano Giancarlo quien fue el principal pilar para que este proyecto fuera posible y por haberme dado todas las oportunidades y aprendizajes para mi desarrollo como profesional.

**Giannella María D'Steffano Jara**

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco principalmente a Dios, por cuidar y bendecir tanto a mi como a mi familia. A mi difunta madre, a mis tías y a mi hermano por convertirse en un pilar fundamental, ayudándome a cumplir todas mis metas y, sobre todo ayudarme a crecer aún más como persona, a mi novia Tiffanni por su incondicional apoyo moral. Y, por último, a mis mascotas Rex y Dito los cuales han dejado su huella en mi vida desde el primer día.

**Bryan Alexis Boza Carriel**


Le agradezco a Dios, mi familia y amigos por haber sido un constante apoyo y motivación a lo largo de estos años. Sin ellos no hubiera podido lograrlo sola.

**Giannella María D'Steffano Jara**

## Declaración Expresa

---

“Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Bryan Alexis Boza Carriel y Giannella María D’Stteffano Jara y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual”



---

Bryan Alexis Boza  
Carriel



---

Giannella María  
D’Stteffano Jara

## EVALUADORES

---

**Danilo Dávila**

PROFESOR DE LA MATERIA

---

**Rafael Cabrera**

PROFESOR TUTOR

## RESUMEN

Este proyecto se basa en el desarrollo tanto de los diseños estructurales, instalaciones hidrosanitarias y eléctricas de la ampliación como de la utilización de alternativas sostenibles que rehabiliten la vivienda respecto a su nueva arquitectura y que, sobre todo establezca una mejora en el estilo de vida del cliente en cuestión.

La estructura original de la vivienda se encuentra diseñada de hormigón armado, mediante la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), recalcando que, al realizarse la ampliación por medio de estructuras metálicas, es necesario hacer uso de las normas de diseño del Instituto Americano de la Construcción en Acero (AISC), lo que ayudará a brindarle una mayor seguridad, eficiencia y confort al diseño.

En la subestructura, se reutilizó la cimentación actual de la vivienda, la cual está conformada por zapatas corridas. Mediante el uso de la configuración tradicional tanto de las instalaciones hidrosanitarias como de las eléctricas, se diseñaron las soluciones sostenibles de los campos anteriores como: economizadores de grifería y paneles solares.

El diseño cumple con los requisitos arquitectónicos, estructurales, de instalaciones y podrá ser aplicado para obtener una certificación EDGE, además de brindar armonía estética y funcional en la construcción antigua y futura.

**Palabras Clave:** Sostenible, Ampliación, Estructura Metálica, Instalaciones.

## **ABSTRACT**

*This project is based on the development of structural designs, hydro-sanitary and electrical installations of the extension as well as the use of sustainable alternatives that rehabilitate the house with respect to its new architecture and that, above all, establish an improvement in the lifestyle of the client in question.*

*The original structure of the house is designed in reinforced concrete, using the Ecuadorian Construction Standard (NEC), emphasizing that, as the extension is made by means of metallic structures, it is necessary to use the design standards of the American Institute of Steel Construction (AISC), which will help to provide greater safety, efficiency and comfort to the design.*

*For the substructure, the existing foundation of the house, which consists of spread footings, was reused. By using the traditional configuration of both the plumbing and electrical installations, sustainable solutions from the previous fields were designed, such as: faucet economizers and solar panels.*

*The design complies with the architectural, structural and installation requirements and can be applied to obtain EDGE certification, in addition to providing aesthetic and functional harmony in the old and future construction.*

**Keywords:** *Sustainable, Expansion, Metal Structure, Installations.*

## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
NEC	Norma Ecuatoriana de la Construcción
AISC	American Institute of Steel Construction
ACI	American Concrete Institute
LRFD	Load and Resistance Factors Design
BIM	Building Information Modeling
EDGE	Excellence in Design for Greater Efficiencies



## SIMBOLOGÍA

m	Metros
cm	Centímetros
in	Pulgadas
tonne	Toneladas
w	Peso
g	Gravedad
Cs	Coefficiente de respuesta sísmico
Sa	Aceleración espectral
Cu	Carga última
Zx	Módulo plástico alrededor del eje x
Zy	Módulo plástico alrededor del eje y
P	Carga puntual
Mu	Momento último
Fy	Esfuerzo de fluencia del acero
Kg	Kilogramo
Pu	Carga axial última
As	Área de sección de acero
Fcr	Esfuerzo de pandeo
Mp	Momento plástico
Mn	Momento resistente
Lp	Longitud mínima sin apoyar de una viga
Lb	Longitud sin apoyar de una viga
Vu	Fuerza cortante última de diseño
Mpr	Momento máximo probable
Vn	Resistencia a corte
E	Módulo elástico
Fe	Esfuerzo de pandeo crítico elástico
Di	Deriva inelástica
De	Deriva elástica

Feex Resistencia por clasificación del metal base

I Intensidad de corriente

A Amperios

W Potencia

# ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN .....	18
1.1 Antecedentes .....	18
1.2 Presentación general del problema .....	19
1.3 Justificación del problema .....	19
1.4 Objetivos .....	20
1.4.1 Objetivo General .....	20
1.4.2 Objetivos Específicos.....	20
2. MATERIALES Y MÉTODOS .....	22
2.1 Revisión de literatura .....	22
2.1.1 Acero estructural.....	22
2.1.10 Tipos de cargas .....	29
2.1.11 Diseño con factores de carga y resistencia (LRFD) y diseño por esfuerzos permisibles (ASD).....	30
2.2 Área de estudio.....	30
2.3 Trabajo de campo y laboratorio .....	32
2.4 Análisis de datos .....	34
2.4.1 Estimación de cargas.....	34
2.5 Análisis de alternativas.....	43
2.5.1 Alternativa 1: Estructura Metálica + Paneles Solares + Economizadores de grifería.....	44
2.5.2 Alternativa 2: Estructura de Hormigón armado + Tubos de vacío + Limitador de caudal. ....	45
2.5.3 Alternativa 3: Estructura Mixta + Paneles solares + Economizadores de grifería.....	46

2.6 Restricciones del proyecto .....	47
2.6.1 Costos.....	47
2.6.2 Estética .....	48
2.6.3 Mantenimientos .....	48
2.6.4 Tiempo de ejecución.....	49
2.6.5 Mano de obra.....	49
2.7 Selección de alternativa óptima.....	49
3.    DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES .....	51
3.1.    Predimensionamiento de elementos .....	51
3.2.    Cimentación de la estructura .....	51
3.3.    Predimensionamiento de columnas de hormigón .....	52
3.4.    Predimensionamiento de vigas de hormigón.....	53
3.5.    Predimensionamiento de vigas secundarias del altillo .....	54
3.6.    Predimensionamiento vigas primarias del altillo .....	56
3.7.    Predimensionamiento de columnas en el altillo.....	59
3.8.    Predimensionamiento de correas de cubierta .....	60
3.9.    Predimensionamiento vigas primarias de cubierta .....	61
3.10.    Predimensionamiento vigas en el voladizo .....	63
3.11.    Modelado de la estructura .....	65
3.12.    Diseño de elementos.....	65
3.13.    Análisis estructural de la vivienda .....	92
3.14.    Chequeo de las secciones .....	95
3.15.    Diseño de conexiones precalificadas .....	95
3.16.    Diseño de instalaciones eléctricas .....	100
3.17.    Certificación EDGE .....	102
3.18.    Especificaciones técnicas .....	115

4 ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL .....	116
4.1 Descripción del proyecto .....	116
4.2 Línea base ambiental .....	116
4.2.1 Medio físico.....	117
4.2.2 Medio biológico .....	119
4.2.3 Medio socioeconómico y humano .....	120
4.3 Actividades del proyecto.....	120
4.3.1 Transporte de materiales .....	120
4.3.2 Excavación y relleno para estructuras menores .....	121
4.3.3 Desalojo a mano .....	121
4.3.5 Instalaciones .....	122
4.3.6 Limpieza y entrega de obra.....	122
4.4 Identificación de impactos ambientales.....	123
4.4.1 Impactos producidos por el transporte de materiales .....	123
4.4.2 Impactos producidos por la excavación y rellenos para estructuras menores	124
4.4.3 Impactos producidos por el desalojo a mano.....	124
4.4.5 Impactos producidos por las instalaciones eléctricos e hidrosanitarias	125
4.4.6 Impactos producidos por la limpieza y entrega de obra.....	126
4.4.7 Valoración de impactos ambientales .....	126
4.5 Valoración de impactos ambientales .....	129
4.6 Medidas de prevención/mitigación .....	130
4.6.1 Plan de manejo de control de residuos sólidos.....	130
4.7 Control de seguridad y salud ocupacional.....	133
4.8 Planificación de seguridad.....	134

4.9	Formación y capacitación .....	134
4.10	Equipo de protección personal (EPP).....	134
4.11	Herramientas y equipos seguros .....	134
4.12	Protección contra caídas .....	134
4.13	Control de sustancias peligrosas.....	135
4.14	Primeros auxilios .....	135
4.15	Supervisión y seguimiento.....	135
5.	PRESUPUESTO.....	136
5.1.	Estructura desglosada de Trabajo (EDT).....	136
5.2.	Rubros y análisis de precios unitarios.....	137
5.3.	Descripción de cantidades de obra .....	138
5.4.	Valoración integral del costo del proyecto.....	142
5.5.	Cronograma de obra .....	143
5.6.	Retorno de inversión .....	143
5.7.	Ahorro económico en consumo de energía .....	144
5.8.	Ahorro económico en consumo de agua.....	146
5.9.	Comparativa de presupuestos antes y después de la ampliación .....	147
5.10.	Comparación de eficiencias entre las distintas configuraciones de paneles solares	148
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	150
	Conclusiones .....	150
	Recomendaciones .....	151
	PLANOS Y ANEXOS .....	154

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Figura 1.1.1. Esquema del sistema fotovoltaico (Energycontrol,2023) .....	27
Figura 2.1.2. Balance neto. (Energycontrol,2023).....	27
Figura 3.2.1. Ubicación específica del proyecto (Boza y D'Steffano,2023).....	31
Figura 4.2.2. Vista satelital de Isla Mocolí (Boza y D'Steffano, 2023).....	32
Figura 5.4.1. Mapa para diseño sísmico (NEC,2015) .....	37
Figura 6.4.2. Espectro elástico de aceleraciones (NEC,2015).....	39
Figura 7.4.3. Espectro elástico (Boza y D'Steffano,2023).....	40
Figura 8.5.1. Economizadores de agua (Google,2023) .....	45
Figura 9.5.2. Esquema simple sobre el funcionamiento de VirtuPVT (Naked Energy,2022) .....	46
Figura 3.2. Sección de Zapatas (Boza y D'Steffano, 2023) .....	51
Figura 3.3. Distribución de columnas en Planta Alta (Boza y D'Steffano,2023).....	52
Figura 3.4 Distribución de vigas en Planta Alta (Boza y D'Steffano, 2023).....	53
Figura 3.5 Esquema viga simplemente apoyada .....	54
Figura 3.5.1 Perfiles de acero TR150x100x3 (Boza y D'Steffano, 2023).....	56
Figura 3.11 Modelado de la vivienda en el software SAP2000 (Boza y D'Steffano, 2023).....	65
Figura 3.12.1 Nomograma Sistemas con Ladeo no impedido por el AISC.....	67
Figura 3.12.1.2 Interacción vigas-columnas en evento sísmico (Boza y D'Steffano, 2023).....	69
Figura 3.12.1.3 Casos de interacciones de viga-columna de la estructura (Boza y D'Steffano. 2023).....	70
Figura 3.12.6 Diagrama de fuerzas de viga de cubierta VCU (Boza y D'Steffano, 2023) .....	82

Figura 3.13.1 Peso de la estructura (Boza y D’Stteffano, 2023) .....	92
Figura 3.13.2 Deriva generada por sismo en X (Boza y D’Stteffano, 2023).....	94
Figura 3.13.3 Deriva generada por sismo en Y (Boza y D’Stteffano, 2023).....	94
Figura 3.14 Demanda/capacidad de perfiles vista en plata Altillo (Boza y D’Stteffano, 2023).....	95
Figura 3.15.3 Detalle de soldadura de conexión WUF-W (AISC, 2011) .....	98
Figura 3.16 Capacidad en función del calibre del conductor .....	101
Figura 3.17.1 Proceso de certificación EDGE (EDGE, 2021c) .....	102
Figura 3.17.2 Selección del tipo de proyecto a modelar (software EDGE, 2023) ....	103
Figura 3.17.3 Datos constructivos de la vivienda (Software EDGE, 2023) .....	103
Figura 3.17.4 Dimensiones de la vivienda (Software EDGE, 2023).....	104
Figura 3.17.5 Uso de combustible de la vivienda (Software EDGE, 2023).....	104
Figura 3.17.6 Datos climáticos de la ubicación del proyecto (Software EDGE, 2023) .....	105
Figura 3.17.1.1 Medida para caso EEM01 (Software EDGE, 2023) .....	105
Figura 3.17.1.2 Medida para caso EEM02 (Software EDGE, 2023) .....	106
Figura 3.17.1.3 Medida para caso EEM05 (Software EDGE, 2023) .....	106
Figura 3.17.1.4 Medida para caso EEM06 (Software EDGE, 2023) .....	106
Figura 3.17.1.5 Medida para caso EEM08 (Software EDGE, 2023) .....	106
Figura 3.17.1.6 Medida para caso EEM09 (Software EDGE, 2023) .....	106
Figura 3.17.1.7 Medida para caso EEM11 (Software EDGE, 2023) .....	107
Figura 3.17.1.8 Medida para caso EEM13 (Software EDGE, 2023) .....	107
Figura 3.17.1.9 Medida para caso EEM18 (Software EDGE, 2023) .....	107
Figura 3.17.1.10 Medida para caso EEM24 (Software EDGE, 2023) .....	107
Figura 3.17.1.11 Medida para caso EEM34 (Software EDGE, 2023) .....	108



Figura 3.17.1.12 Ahorro energético obtenido para la vivienda (Software EDGE, 2023)	108
Figura 3.17.2.1 Medida para caso WEM01 (Software EDGE, 2023)	109
Figura 3.17.2.2 Medida para caso WEM02 (Software EDGE, 2023)	109
Figura 3.17.2.3 Medida para caso WEM04 (Software EDGE, 2023)	109
Figura 3.17.2.4 Medida para caso WEM08 (Software EDGE, 2023)	109
Figura 3.17.2.5 Medida para caso WEM11 (Software EDGE, 2023)	110
Figura 3.17.2.6 Medida para caso WEM12 (Software EDGE, 2023)	110
Figura 3.17.2.7 Ahorro en agua obtenido para la vivienda (Software EDGE, 2023)	111
Figura 3.17.3.1 Medida para caso MEM01 (Software EDGE, 2023)	111
Figura 3.17.3.2 Medida para caso MEM02 (Software EDGE, 2023)	112
Figura 3.17.3.3 Medida para caso MEM03 (Software EDGE, 2023)	112
Figura 3.17.3.4 Medida para caso MEM04 (Software EDGE, 2023)	112
Figura 3.17.3.5 Medida para caso MEM05 (Software EDGE, 2023)	113
Figura 3.17.3.6 Medida para caso MEM06 (Software EDGE, 2023)	113
Figura 3.17.3.7 Medida para caso MEM07 (Software EDGE, 2023)	113
Figura 3.17.3.8 Medida para caso MEM08 (Software EDGE, 2023)	114
Figura 4.2.1 Variación mensual de temperatura y precipitación (INAMHI, 2023)	117
Figura 4.2.2 Mapa geológico del Ecuador (Instituto Geográfico Militar del Ecuador, 1982)	118
Figura 4.4.1 Impactos ambientales por el transporte de materiales (Boza y D'Steffano, 2023)	123
Figura 4.4.2. Impactos ambientales por la excavación y rellenos para estructuras menores (Boza y D'Steffano, 2023)	124
Imagen 4.4.3 Impactos ambientales por el desalojo a mano (Boza y D'Steffano, 2023)	124

Imagen 4.4.4 Impactos ambientales por estructuras metálicas (Boza y D'Steffano, 2023).....	125
. Figura 4.4.5 Impactos ambientales por las instalaciones (Boza y D'Steffano, 2023) .....	125
Imagen 4.4.6 Impactos ambientales por la limpieza y entrega de obra (Boza y D'Steffano, 2023).....	126
Figura 5.1 Estructura de Desglose de Trabajo del proyecto (Boza y D'Steffano, 2023) .....	136
Figura 5.2 Flujo de caja global de los paneles solares (Boza y D'Steffano, 2023)..	144
Figura 5.3 Gráfico de ahorro monetario en consumo eléctrico (Boza y D'Steffano, 2023).....	145
Figura 5.4 Ahorro monetario en consumo de agua (Boza y D'Steffano, 2023).....	146
Figura 5.5 Conexión de paneles solares en serie y en paralelo .....	149

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Ventajas y desventajas del acero estructural en la construcción (Jack C. McCormac. 2012) .....	23
Tabla 2.2 Ventajas y desventajas del hormigón armado en la construcción (Jack C. McCormac. 2012) .....	25
Tabla 2.3 Coordenadas UTM del área de construcción (Boza y D'Steffano, 2023)..	31
Tabla 2.4 Cargas muertas sobreimpuestas en el piso (Boza y D'Steffano, 2023)....	34
Tabla 2.5.- Cargas muertas impuestas en cubierta (Boza y D'Steffano, 2023) .....	35
Tabla 2.5.- Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada. (NEC, 2015) .....	37

Tabla 2.6- Tipo de suelo y factores de sitio Fa. (NEC, 2015) .....	38
Tabla 2.7 Tipos de suelo y factores de sitio Fd (NEC, 2015).....	38
Tabla 2.8.- Tipo de suelo y factores del comportamiento inelástico del subsuelo Fs. (NEC, 2015).....	39
Tabla 2.9.- Coeficientes para el periodo de vibración (NEC, 2015).....	41
Tabla 2.10.- Coeficientes de importancia (NEC, 2015).....	42
Tabla 2.11.- Tabla de coeficientes de reducción de respuesta estructural (NEC, 2015) .....	42
Tabla 2.12 Criterios para la selección de alternativas óptimas para el proyecto (Boza y D'Steffano, 2023).....	50
Tabla 2.13 Matriz de alternativas propuestas (Boza y D'Steffano, 2023) .....	50
Tabla 2.14.- Matriz de alternativas propuestas ponderadas (Boza y D'Steffano, 2023) .....	50
Tabla 3.12.1 Tabla de datos para diseño de columna (Boza y D'Steffano, 2023) ....	66
Tabla 3.12.1.3 Límite para relaciones ancho espesor de secciones cuadradas armadas (AISC).....	71
Tabla 3.12.2 Tabla de datos del perfil TR150x100x3 (Boza y D'Steffano, 2023).....	72
Tabla 3.12.2.2 Valores de Cv para el cálculo de cortante (Boza y D'Steffano, 2023) .....	75
Tabla 3.12.3 Tabla de datos del perfil HSS 12x4x1/4 (Boza y D'Steffano, 2023) ....	76
Tabla 3.12.4 Tabla de datos del perfil HSS 12x4x3/16 (Boza y D'Steffano, 2023) ...	78
Tabla 3.12.5 Tabla de datos del perfil G8 (Boza y D'Steffano, 2023) .....	80
Tabla 3.12.6.1 Tabla de datos del perfil TR 200X100X4 (Boza y D'Steffano, 2023).	83
Tabla 3.12.6.2 Tabla de datos del perfil HSS 12x4x3/16 (Boza y D'Steffano, 2023)	85
ry.....	87
3.41.....	87
in.....	87

Tabla 3.12.7.1 Tabla de datos del perfil DOBLE G 200x50x15x3 (Boza y D'Steffano, 2023).....	88
Tabla 3.15.3 Restricciones para implementación de conexión WUF-W (AISC, 2011) .....	97
Tabla.4.1.1 - Límites máximos permisibles de parámetros del agua potable y muestreo de salida de la planta de tratamiento (INEN, 2006) .....	119
Tabla 4.2 Tabla de escala de valoración de Importancia y Magnitud (Tito, 2020) ...	127
Tabla 4.3 Tabla de ponderación de importancia (Boza y D'Steffano, 2023) .....	127
Tabla.4.4 Matriz de matriz de Leopold para identificación de impactos ambientales (Boza y D'Steffano, 2023).....	128
Tabla 4.5.- Escala de valoración cualitativa (Tito, 2020).....	129
Tabla 4.6.- Matriz de impacto ambiental (Boza y D'Steffano, 2023) .....	129
Tabla 4.7 Clasificación de residuos (Boza y D'Steffano, 2023) .....	131
Tabla 5.1 Tabla de rubros (Boza y D'Steffano, 2023).....	138
Tabla 5.2 Tabla de materiales necesarios para la ejecución de la obra (Boza y D'Steffano, 2023).....	139
Tabla 5.3 Tabla de costos de mano de obra (Boza y D'Steffano, 2023).....	141
Tabla 5.4 Tabla de equipos y costos (Boza y D'Steffano, 2023) .....	141
Tabla 5.5 Cálculo de producción monetaria de paneles solares (Empresa CHINT, 2023).....	143
Tabla 5.6 Ahorro monetario en consumo eléctrico (Boza y D'Steffano, 2023).....	145
Tabla 5.7 Ahorro monetario en consumo de agua (Boza y D'Steffano, 2023).....	146
Tabla 5.8 Contraste de precio por m2 (Boza y D'Steffano, 2023).....	148
Tabla 5.9 Cálculo de aportación de paneles solares (Boza y D'Steffano, 2023) ....	148

## ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1	Vigas de cimentación
PLANO 2	Plano estructural de planta baja
PLANO 3	Plano estructural de planta alta
PLANO 4	Plano estructural de altillo
PLANO 5	Plano estructural de cubierta
PLANO 6	Vistas laterales y fachadas
PLANO 7	Instalaciones hidrosanitarias a nivel de planta baja
PLANO 8	Instalaciones hidrosanitarias a nivel de planta alta
PLANO 9	Instalaciones hidrosanitarias a nivel de cubierta
PLANO 10	Vista isométrica de instalaciones hidrosanitarias
PLANO 11	Instalaciones eléctricas nivel de planta baja
PLANO 12	Instalaciones eléctricas nivel de planta alta
PLANO 13	Instalaciones eléctricas nivel de altillo
PLANO 14	Instalaciones eléctricas nivel de cubierta



# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1 Antecedentes

El ámbito eléctrico posee un papel importante en la economía de cada país, puesto que influye tanto en el desarrollo como en el crecimiento social. La cadena de valor de este sector, inmersa en la matriz energética del país, ha aumentado el uso de las estructuras físicas de los sistemas eléctricos interconectados localmente, lo que permite abastecer demandas nacionales.

Entre los principales problemas que conlleva esta cadena se encuentra la incertidumbre sobre los impactos que acarrea el cambio climático para las hidroeléctricas, la falta de infraestructura para su transmisión. (Ortiz 2022, entrevista personal).

Por otra parte, no hay que dejar de lado al ámbito potable, ya que el agua representa un problema que mantiene consternada a la sociedad, puesto que, más de 7000 millones de personas sufrirán de escasez de agua si se siguen tomando las mismas medidas actuales de desperdicio y tratamiento de la misma.

Sin embargo, cabe resaltar que, mediante la implementación de medidas y regulaciones pertinentes, solo se verán afectadas cerca de 1500 millones de personas, que, si bien es menor con respecto al anterior dato, sigue siendo un valor alarmante y preocupante para las entidades públicas locales y para los diversos organismos internacionales.

Por medio de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) estipulados por la ONU (Organización de las Naciones Unidas) se busca erradicar la pobreza y garantizar la protección de los recursos para cubrir las necesidades actuales sin afectar las necesidades de las generaciones venideras.

## **1.2 Presentación general del problema**

Se busca realizar la ampliación de una vivienda, la cual se encuentra construida casi en su totalidad con hormigón reforzado con barras de acero, lo cual ayuda a mejorar la resistencia y durabilidad. La vivienda, a la que se le realizará la ampliación, está ubicada en la Isla Mocolí Urb. Península y cuenta con un área de construcción  $440.70 m^2$ . Tiene una distribución de cuatro habitaciones, una lavandería, garaje, recibidor, sala de TV, cocina, comedor, pérgola BBQ con un patio social, cuatro baños.

La complicación surge al requerirse una ampliación de manera vertical deseada por el cliente, ya que también busca por medio de esta “remodelación” ahorrar dinero en consumo eléctrico y en consumo potable. Es por esto que, la intención es crear una ampliación cumpliendo tanto las expectativas como las necesidades del cliente sin que estas soluciones interfieran en la estructura actual de la casa. Además, brindar soluciones que sean de carácter sostenibles tanto para el ahorro en consumo como para disminuir el desperdicio de materiales de construcción. En resumen, la problemática es la falta de espacio para llevar a cabo actividades cotidianas y la necesidad de ahorrar energía y dinero.

## **1.3 Justificación del problema**

La isla Mocolí, presenta viviendas con una construcción tradicional y arquitectura moderna, que si bien prima la calidad de vida de las personas, generalmente no satisface de forma completa las medidas ambientales para cuidar el ecosistema, puesto que los residuos generados en el sector de la construcción representan el 23% de contaminantes atmosféricos. También el diseño con hormigón armado aumenta el peso de la edificación y ocasiona que esta se vuelva mucho más rígida. De esta manera aumenta la probabilidad de fisuras lo que produce que la vivienda sea vulnerable en caso de terremotos.



La meta final es la búsqueda de soluciones que ayuden a promover un mejor y mayor aprovechamiento tanto del espacio existente como el nuevo a diseñar, los cuales mejoren la comodidad de los residentes del inmueble, proyectando cumplir con los ODS número 7: “Energía asequible y no contaminante” y el número 9: “Industria, Innovación e Infraestructura” (ONU,2018).

La relación de los ODS es muy estrecha, ya que, si bien en lo relativo a “Energía asequible y no contaminante” relata que la energía es fundamental para el correcto funcionamiento de la economía y de la sociedad, se conecta con “Industria, Innovación e Infraestructura”, ya que reconoce la importancia de la industrialización en el desarrollo sostenible. Es por esto que, ambos objetivos ayudan a erradicar la pobreza e impulsa tanto al desarrollo económico, promoción de calidad de vida sostenible como a mitigar el cambio climático.

En conclusión, se propuso como solución, ampliar la vivienda a base del modelo existente, beneficiando de esta manera tanto las necesidades del cliente como al medio ambiente aplicando los ODS previamente descritos.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Desarrollar los estudios estructurales, hidrosanitarios, eléctricos para la ampliación de una vivienda ubicada en Isla Mocolí implementando prácticas y recursos de construcción sostenible para encaminarse a la certificación EDGE.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Elaborar los planos de la ampliación de la vivienda para que se logre una eficaz incorporación y maximización del espacio en armonía con la estructura existente.

- Utilizar el modelado mediante Building Information Modeling (BIM) para el diseño de una vivienda integrada que prevenga futuras interferencias en la construcción.
- Reducir el consumo de materiales de construcción mediante la implementación de estructuras metálicas en el proyecto de ampliación de la vivienda, que disminuya un porcentaje notable en el uso de materiales tradicionales como madera y hormigón en el proceso constructivo durante los próximos 4 meses, contribuyendo así a la sostenibilidad y minimización de impacto ambiental.
- Implementar la instalación de paneles solares y economizadores de griferías en la vivienda que reduzcan el consumo de energía eléctrica y agua en un 30% en los próximos 12 meses, contribuyendo así a la eficiencia energética y la conservación de recursos hídricos.

# CAPÍTULO 2

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Revisión de literatura

#### 2.1.1 Acero estructural

El acero estructural es uno de los materiales más usados en la industria de la construcción, ya que es muy resistente y versátil. Esta aleación es altamente utilizada en la creación de estructuras que necesitan de solidez y durabilidad, como pueden ser los edificios, puentes, etc.

Su característica de soportar cargas significativas, tanto de compresión como a tracción, además de su maleabilidad, lo convierte en una de las opciones preferidas para los proyectos tanto civiles como arquitectónicos. Los perfiles más usados en el mercado son: I, T y C, debido a que, facilitando así la adaptación a diseños de carácter estructural y arquitectónico. En resumen, el acero estructural tiene un rol crucial en las construcciones seguras y duraderas (McCormac, 2012).

DESCRIPCION	VENTAJAS	DESCRIPCION	DESVENTAJAS
<b>Resistencia y durabilidad</b>	El acero es un material altamente resistente que puede soportar cargas pesadas y resistir tensiones y deformaciones sin comprometer su integridad a lo largo del tiempo.	<b>Costo inicial</b>	El acero estructural tiende a tener un costo inicial más alto en comparación con otros materiales de construcción, como el hormigón.

<b>Rapidez de construcción</b>	La fabricación y montaje de estructuras de acero es más rápida que otros materiales, lo que reduce los plazos de construcción y los costos laborales.	<b>Vulnerabilidad a la corrosión</b>	El acero puede corroerse con el tiempo, lo que requiere medidas de protección y mantenimiento adecuadas.
<b>Flexibilidad de diseño</b>	El acero es fácil de manipular y dar forma, lo que permite diseños arquitectónicos versátiles y creativos.	<b>Conducción térmica</b>	El acero tiene una alta conductividad térmica, lo que puede resultar en pérdida de calor en estructuras no aisladas.
<b>Alta relación resistencia-peso</b>	El acero tiene una excelente relación resistencia-peso, lo que significa que se necesitan menos materiales para lograr la misma resistencia que otros materiales, como el hormigón.	<b>Riesgo de fatiga</b>	Bajo cargas cíclicas, como en puentes, el acero es susceptible a la fatiga, lo que puede requerir inspecciones y reparaciones periódicas.
<b>Reciclable</b>	El acero es altamente reciclable, lo que lo convierte en una opción ecológica y sostenible. Puede ser reciclado y reutilizado sin perder su calidad.	<b>Mayor peso propio</b>	Las estructuras de acero suelen ser más pesadas en comparación con las de hormigón, lo que puede afectar los cimientos y los costos de transporte.
<b>Mantenimiento reducido</b>	Las estructuras de acero generalmente requieren menos mantenimiento a lo largo de su vida útil en comparación con otros materiales.	<b>Aislamiento acústico</b>	El acero no proporciona aislamiento acústico eficiente, lo que puede ser una desventaja en aplicaciones donde se requiere un alto nivel de reducción de ruido.
<b>Resistencia al fuego</b>	Aunque el acero se debilita a altas temperaturas, mantiene suficiente resistencia en situaciones de incendio, lo que brinda tiempo adicional para evacuación y extinción.	<b>Impacto ambiental en la producción</b>	La fabricación de acero requiere una cantidad significativa de energía y puede tener un impacto ambiental negativo en términos de emisiones de carbono.

**Tabla 2.1 Ventajas y desventajas del acero estructural en la construcción (Jack C. McCormac. 2012)**

### 2.1.2 Hormigón armado

Este material se obtiene mezclando el hormigón y acero. Al unirse estos elementos se pueden observar los beneficios de sus características puesto que, por un lado, el hormigón resiste bien a la compresión; sin embargo, no es eficiente con la tracción, por otro lado, el acero puede resistir la compresión y tracción sin inconvenientes. (Jiménez Pedro, 2005).

Dada estas características, este tipo de hormigón se usa para la construcción de estructuras y cimientos, en el sentido de la estructura portante, de edificios y construcciones, que se las pueden realizar tanto in situ como prefabricadas.

VENTAJA	DESCRIPCION	DESVENTAJA	DESCRIPCION
<b>Resistencia estructural</b>	Es conocido por su alta resistencia a las cargas de compresión, lo que lo hace adecuado para soportar cargas pesadas en edificios, puentes, presas y otros proyectos de construcción.	<b>Limitaciones de diseño arquitectónico</b>	El hormigón armado puede no ser la elección óptima para diseños arquitectónicos muy innovadores o complejos, ya que puede requerir formas de encofrado específicas y puede no ser tan versátil como algunos otros materiales.
<b>Durabilidad</b>	Es resistente a la corrosión, lo que lo hace adecuado para estructuras a largo plazo. El acero proporciona protección contra la corrosión, lo que aumenta la vida útil de la estructura.	<b>Costos iniciales</b>	Aunque el hormigón armado puede ser económico a largo plazo debido a su durabilidad, los costos iniciales de construcción suelen ser más altos que los de otros materiales de construcción.

<b>Rendimiento bajo cargas sísmicas</b>	Tiene una buena capacidad de resistencia a terremotos, lo que lo convierte en una elección común para edificios en áreas sísmicas.	<b>Peso estructural</b>	Es más denso y pesado en comparación con otros materiales de construcción, lo que puede requerir cimientos más profundos y estructuras de soporte más robustas.
<b>Sostenibilidad</b>	El hormigón es un material abundante y reciclable, lo que lo convierte en una opción sostenible si se utiliza y gestiona de manera responsable.	<b>Tiempo de fraguado</b>	El hormigón necesita tiempo para fraguar y ganar su resistencia total. Durante este período, la estructura puede ser vulnerable a daños. Además, la velocidad de fraguado puede verse afectada por las condiciones climáticas, lo que puede ralentizar el proceso de construcción.

**Tabla 2.2 Ventajas y desventajas del hormigón armado en la construcción (Jack C. McCormac. 2012)**

### **2.1.3 Certificación EDGE**

Esta certificación fue creada por IFC, el cual es miembro del Grupo Banco Mundial, los cuales buscan resolver aquellos desafíos que se presentan en el mercado emergente alrededor del mundo. Se centra en la edificación con el objetivo de hacer que estos sean mucho más eficientes en el uso de recursos tanto para proyectos comerciales como residenciales. EDGE permite a los equipos tanto de diseño como a los propietarios, la opción de evaluar y comparar costos, los cuales son estimados a partir de las estrategias de diseño para reducir el consumo de energía, agua y el desperdicio de materiales de construcción.

### **2.1.4 Energía solar fotovoltaica**

La energía solar fotovoltaica, se genera a partir de la captura de la energía proveniente del sol convertida en electricidad. Esta conversión, se puede llevar a cabo de dos maneras: La primera, por medio del espectro electromagnético solar, produce calor lo que se conoce como energía térmica.

Mientras que, por otra parte, la segunda opción utiliza una parte diferente del espectro para generar electricidad, esta conversión se la realiza por medio de paneles solares.

Este tipo de energía solar se emplea para alimentar instalaciones eléctricas, iluminación o para el funcionamiento de radios, televisores u otros electrodomésticos que tengan bajo consumo de energía. Siendo útil en aquellas áreas que se encuentren limitadas en el acceso a la red convencional. Por medio de un sistema fotovoltaico, es convertida la energía solar en electricidad, por lo cual es necesario de componentes fotovoltaicos (Manual sobre energía renovable, 2002).

Al ser un recurso universal, el uso de la energía solar no tiene costo, sin embargo, la conversión a electricidad si tiene costo, ya que este depende directamente del sistema adquirido, de su instalación y del mantenimiento.

#### **2.1.5 Sistemas fotovoltaicos**

Se componen de un conjunto de equipos diseñados y combinados que llevan a cabo tareas esenciales para la obtención de electricidad:

- Realizar una conversión directa y eficaz de la energía solar en electricidad.
- Almacenar de manera apropiada la electricidad generada.
- Suministrar adecuadamente la energía producida (para el consumo) y la almacenada.
- Utilizar eficazmente la energía producida y almacenada.

Siguiendo el mismo orden mencionado anteriormente, los componentes fotovoltaicos encargados de desempeñar estas funciones son:

- a) El módulo o panel fotovoltaico.
- b) La batería.
- c) El controlador de carga.
- d) El inversor.
- e) Las cargas de aplicación (para el consumo)

## 2.1.6 Principio de funcionamiento

La Generación fotovoltaica (FV) se complementa en todo momento con la energía proveniente de la red y en caso de que haya excedente de generación solar dicha energía será devuelta a la red y la facturación se sustentará bajo el esquema del balance neto de acuerdo a Reg. ARCERNNR 001/21. El balance neto permite generar, durante el día, toda la demanda del inmueble.



Figura 2.1.1. Esquema del sistema fotovoltaico (Energycontrol, 2023)

Figura 1.1.1. Esquema del sistema fotovoltaico (Energycontrol, 2023)

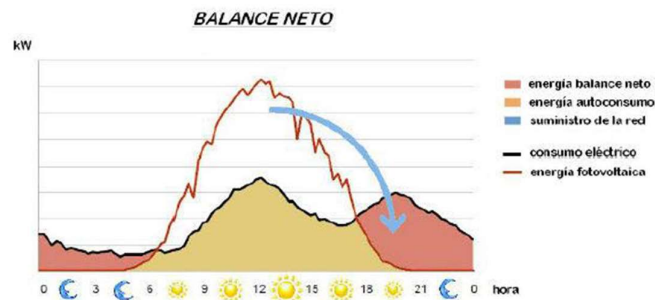


Figura 2.1.2. Balance neto. (Energycontrol, 2023)

Figura 2.1.2. Balance neto. (Energycontrol, 2023)



### **2.1.7 Desperdicio de agua**

De acuerdo a la tabulación de datos por Interagua, un hogar de 5 personas consume entre 25-35 metros cúbicos de agua de forma mensual. A nivel mundial, la ONU establece que la demanda es de 64 000 000 000 de metros cúbicos, lo que equivale a 3 veces más de lo que se tenía hace 50 años. Con la demanda viene el desperdicio, como por ejemplo dejar la llave abierta, lo que se traduce cuantitativamente a que se desperdician como promedio alrededor de 12 litros por minuto (El Telégrafo, 2014).

Ecuador es el país con mayor consumo en agua potable por habitante/día en Latinoamérica con un valor de 237 litros, sobrepasando en creces con un 40% al promedio de la región estipulado en 169 L/hab/día. Entre los factores que contribuyen al desperdicio de agua se encuentra la presencia de fugas en las tuberías de conducción, actividades cotidianas como lavarse los dientes. Por otro lado, 37 millones de personas en la región carecen o no pueden acceder al servicio de agua potable (El Comercio, 2015).

### **2.1.8 Dispositivos ahorradores de agua**

Los dispositivos ahorradores de agua han evolucionado en su fabricación, tanto por los materiales utilizados como por su diseño e incorporación de nuevas tecnologías economizadoras de agua. Estos productos permiten disminuir el consumo sin esfuerzo y sin pérdida de confort para el usuario. Sin embargo, no siempre es factible actualizar totalmente las instalaciones hidrosanitarias, por lo cual en la mayoría de los casos es pertinente instalar en los equipos antiguos de saneamiento dispositivos económicos de fácil instalación (Ecodes, 2016).

Estos dispositivos ayudan no solo a ahorrar agua, sino también a reducir las facturas y disminuir la presión sobre los suministros de agua dulce, especialmente en aquellas áreas propensas a la escasez de agua. La elección del dispositivo factible como solución bajo el contexto individual de cada edificación depende netamente de las necesidades y circunstancias de cada uno de estas. Estos a su vez promueven prácticas más sostenibles y eficientes referente al uso de este recurso tan importante como lo es el agua.

### **2.1.9 Instalaciones eléctricas e hidrosanitarias**

Las instalaciones eléctricas son sistemas que ayudan tanto el suministro como a la distribución y uso de la electricidad sea cual sea el entorno. Estas permiten que la electricidad se utilice para alimentar dispositivos necesitados de este servicio. Incluyen una variedad de componentes, los cuales se encuentran interconectados entre sí, de modo que trabajan en conjunto para proporcionar energía de manera segura y sobre todo eficiente.

Por otro lado, en el contexto hidrosanitario, las instalaciones suministran y distribuyen agua potable, donde estas también son las encargadas de gestionar y evacuar aguas residuales y pluviales. Garantizan el acceso al uso de agua limpia, también manejan de manera sostenible y eficiente aquellos desechos en estado líquido.

Tanto las instalaciones eléctricas como las hidrosanitarias, deben seguir la normativa y códigos de construcción locales para garantizar seguridad, eficiencia e higiene. A su vez, es necesario que estas instalaciones sean realizadas por profesionales capacitados en el área.

### **2.1.10 Tipos de cargas**

#### **2.1.10.1 Carga viva**

Están conformadas por los pesos de las personas, muebles, equipos móviles, vehículos, etc. Las cuales varían de acuerdo al tipo de ocupación que tendrá la edificación (Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), 2014a).

#### **2.1.10.2 Carga muerta**

La constituyen todos los pesos de los diferentes elementos estructurales, tanto las instalaciones sanitarias como las eléctricas y de mampostería. Dado que estas se encuentran integradas de manera no variable a la estructura, también se las denomina como cargas permanentes (McCormac y Csernak, 2012).

### **2.1.10.3 Carga sísmica**

Se refiere a las fuerzas que actúan sobre una estructura debido a un terremoto o sismo. Estas fuerzas son el resultado de la aceleración del suelo durante un terremoto y pueden ser muy significativas, especialmente en áreas propensas a actividad sísmica. Esta genera movimientos tanto verticales como horizontales, generando en la dirección horizontal una fuerza sísmica de corte a lo largo de la altura del edificio (NEC, 2014b).

### **2.1.11 Diseño con factores de carga y resistencia (LRFD) y diseño por esfuerzos permisibles (ASD).**

Para diseñar estructuras metálicas, la normativa AISC recomienda dos métodos aceptables para el diseño de los elementos y sus conexiones, siendo estos: el Diseño con factores de carga y resistencia (LRFD) y el Diseño por esfuerzos permisibles (ASD) (American Institute of Steel Construction (AISC), 2011).

Teniendo como objetivo establecer un rango entre la resistencia y la carga para posteriormente escoger y analizar una posible respuesta estructural. La diferencia entre ambos métodos radica en que el método LRDF aplica el uso del factor de resistencia mientras que el ASD trabaja con el factor de seguridad. (McCormac y Csernak, 2012).

## **2.2 Área de estudio**

### **2.2.1 Ubicación geográfica**

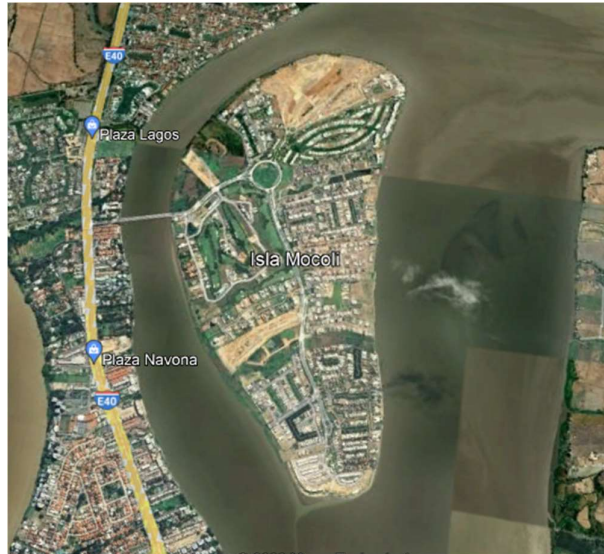
El proyecto está ubicado en la urbanización península en Isla Mocolí vía Samborondón en Ecuador. Sus coordenadas GMS son: Latitud - 2.1119834552413406 °S, Longitud: -79.85988683564791 °O. En la siguiente tabla se muestran sus coordenadas UTM:

Punto	Coordenada X	Coordenada Y	Zona
1	626808.96	9766529.89	17M
2	626778.29	9766508.91	17M
3	626786.74	9766498.55	17M
4	626816.80	9766518.20	17M

**Tabla 2.3** Coordenadas UTM del área de construcción (Boza y D'Steffano, 2023)



*Figura 3.2.1. Ubicación específica del proyecto (Boza y D'Steffano, 2023)*



*Figura 4.2.2. Vista satelital de Isla Mocolí (Boza y D'Steffano, 2023)*

## **2.2.2 Descripción de la vivienda**

El cliente construyó la vivienda en el modelo "Luxury" en esta ciudadela, la cual cuenta con un amplio recibidor, garaje, 4 dormitorios, cuarto de servicio, lavandería, sala, comedor, galería BBQ, patio social, piscina, baños exteriores y cuartos de bombas tanto para la casa como para la piscina. La vivienda consta con 440.70 m<sup>2</sup> de construcción y con un terreno de 581.46 m<sup>2</sup>. Actualmente la vivienda se encuentra en obra gris, presentando instalaciones tanto eléctricas como hidrosanitarias de diseño convencional, sin la implementación de alguna solución constructiva ni de diseño sostenible.

## **2.3 Trabajo de campo y laboratorio**

### **2.3.1 Trabajo de campo y toma de datos**

Durante la visita al proyecto, se realizaron mediciones y se recopilieron datos relevantes para su posterior análisis. Se pudo determinar que la presencia de nivel freático está a 1.50 m, por lo cual se realizaron excavaciones de hasta 1.20 m. El relleno y compactación de estas excavaciones, fueron realizadas con material de mejoramiento granular en capas de 30 cm hasta la cota de construcción.

Actualmente, la construcción de la vivienda se encuentra en “obra gris”, lo que hizo evidente la visualización de las vigas y columnas de hormigón armado. Otro aspecto fundamental fueron los datos provistos por el ingeniero Rubén Velasco, estructurista de la constructora Dinnova, en los cuales constan los planos estructurales de la cimentación del proyecto. En estos planos se pudo verificar que las columnas se encuentran amarradas a sus respectivas vigas de cimentación a un nivel de aproximadamente 0.60 m medidos desde el replantillo.

La cubierta presenta vigas fundidas en hormigón, siendo la sección de la habitación a diseñar la más crítica, dado que existen dos vigas en las cuales se anclarán las vigas metálicas de la ampliación. Estas vigas servirán de apoyo para el voladizo de la estructura de cubierta, que, a su vez sirven de soporte para el altillo del área a remodelar.

### **2.3.2 Trabajo de computación o laboratorio**

Se logró adquirir los planos arquitectónicos, estructurales, planos de instalaciones eléctricas y de distribución de agua potable, renders y estudios de suelo de la vivienda. Estos planos fueron de gran utilidad para realizar un análisis preciso de la estructura base de la vivienda, siendo el de carácter estructural el más importante para realizar el diseño de la ampliación. Para llevar a cabo el diseño se empleó un programa especializado en Análisis Estructural, siendo el escogido el software SAP2000 en el cual se realizó el análisis detallado de la resistencia y estabilidad de la estructura existente.

## 2.4 Análisis de datos

### 2.4.1 Estimación de cargas

#### 2.4.1.1 Cargas muertas

Para las cargas muertas, se consideraron paredes, baldosas, enlucido de pared y sobre todo el enlucido del tumbado, por lo cual, se tienen los siguientes cálculos:

- Por cada 1  $m^2$  losa existe 1.7  $m^2$  de pared, por lo tanto:

$$W_{paredes} = 32 \frac{\text{unidades}}{m^2} * 1.7 \frac{m^2 \text{pared}}{m^2 \text{losa}} * 3.5 \frac{kg}{\text{unidad}} = 190 \frac{kg}{m^2} \text{ losa}$$

- La vivienda tendrá un enlucido por ambos lados de la pared con un espesor de 1.5 cm y una densidad del mortero del enlucido de 2100  $kg/m^2$

$$W_{enlucido} = 2 * 1.5cm * 1.7 \frac{m^2 \text{pared}}{m^2 \text{losa}} * 2100 \frac{kg}{\text{unidad}} = 107 \frac{kg}{m^2} \text{ losa}$$

Cargas muertas sobreimpuestas en piso		
<b>Paredes</b>	0.19	$tonne/m^2$
<b>Enlucido de pared</b>	0.107	$tonne/m^2$
<b>Baldosas</b>	0.04	$tonne/m^2$
<b>Enlucido del tumbado</b>	0.04	$tonne/m^2$

Tabla 2.4 Cargas muertas sobreimpuestas en el piso (Boza y D'Steffano, 2023)

Por lo tanto, la carga muerta sobreimpuesta en piso total actuante en la edificación es de:

$$CM_{sobreimpuestaPISO} = 0.19 + 0.107 + 0.04 + 0.04 = 0.377 \text{ tonne}/m^2$$

Para determinar la carga muerta sobreimpuesta en la cubierta, se realizan los siguientes cálculos:

- De acuerdo a los planos arquitectónicos de la cubierta, se puede concluir que se utilizará el 25% de los elementos que se utilizarán en piso, es decir la mampostería, paredes y los enlucidos.

Cargas muertas sobreimpuestas en cubierta		
Paredes	0.05	tonne/m <sup>2</sup>
Enlucido de pared	0.027	tonne/m <sup>2</sup>
Baldosas	0.01	tonne/m <sup>2</sup>
Enlucido del tumbado	0.01	tonne/m <sup>2</sup>

Tabla 2.5.- Cargas muertas impuestas en cubierta (Boza y D'Steffano, 2023)

$$CM_{sobreimpuestaCUBIERTA} = 0.05 + 0.027 + 0.01 + 0.01 = 0.097 \text{ tonne}/m^2$$

El peso de la losa nervada que tiene un espesor de 30 cm y que a su vez está diseñada en 1 dirección es:

$$W_{losa} = e_{losa} * \delta_{losa}$$

$$W_{losa} = (0.3 - (8 * 0.4 * 0.2 * 0.2)) * 2.8 \text{ tonne}/m^3$$

$$W_{losa} = 0.481 \text{ tonne}/m^2$$

#### 2.4.1.2 Cargas Vivas

De acuerdo con lo estipulado en la NEC-SE-CG-CargasNoSísmicas, se tienen las siguientes cargas vivas presentes en la vivienda:

- Carga de cubierta = 0.70 KN/m<sup>2</sup>.
- Carga de uso de residencia = 2 KN/m<sup>2</sup>.
- Carga de paneles solares en cubierta = 15 Kg/m<sup>2</sup>



### 2.4.1.3 Estimación del peso de la estructura

Se estima el cálculo del área de cada piso, que en este caso la vivienda cuenta con dos pisos, cuyos pórticos tienen una longitud en la dirección X de 15.62 m y en la dirección Y de 28.2 m.

$$\dot{A}_{piso} = 15.62 * 28.2 = 439.23 \text{ m}^2$$

Por lo tanto, el área total de pisos será de:

$$\dot{A}T_{piso} = 439.23 * 2 = 878.47 \text{ m}^2$$

Para la estimación del peso de la estructura de forma manual, sin usar el software de ETABS, se tiene la siguiente consideración:

- El peso propio que presentan los elementos estructurales presentes en el piso representa un valor de  $0.4 \text{ T/m}^2$ . Sin embargo, en la cubierta presenta un valor de  $0.3 \text{ T/m}^2$ .

Finalmente, el cálculo se lo realiza de la siguiente manera:

$$W_{total} = (1 * (0.377 + 0.481 + 0.4) * 439.23) + (1 * (0.097 + 0.481 + 0.3) * 439.23)$$

$$W_{total} = 938.73 \text{ tonne}$$

### 2.4.1.4 Estimación de la carga sísmica sobre la estructura

La isla Mocolí, está ubicada en el cantón Samborondón, perteneciente a la provincia del Guayas, la cual es un área que representa un alto riesgo sísmico, catalogándola de acuerdo a la NEC-SE-DS como zona sísmica V, ya que posee una aceleración sísmica aproximada de 0.4g.

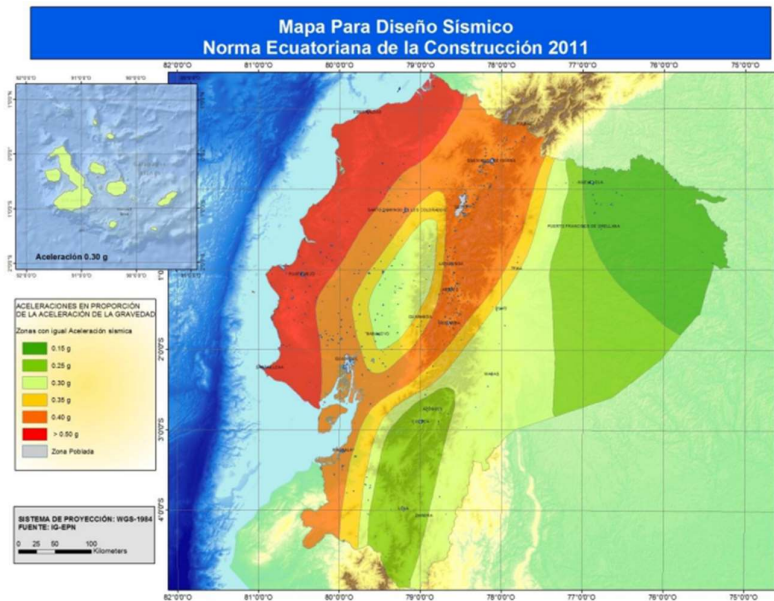


Figura 5.4.1. Mapa para diseño sísmico (NEC,2015)

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Tabla 2.5.- Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada. (NEC, 2015)

Una vez determinado el factor Z, ahora se procede a calcular los coeficientes sísmicos  $F_a$ ,  $F_d$ ,  $F_s$  por medio de las tablas de valores, por lo cual se tiene:

- $F_a$ : el tener la presencia de un suelo de mala calidad en la isla Mocolí, se establece un tipo de suelo D, que mediante el valor previamente calculado del factor Z, da como resultado que el factor  $F_a=1.2$ .

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.5	1.39	1.26	1.14	0.97
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección <a href="#">10.6.4</a>					

**Tabla 2.6- Tipo de suelo y factores de sitio  $F_a$ . (NEC, 2015)**

- $F_d$ : al igual que en el factor pasado, mediante el valor de Z y el tipo de suelo, se identifica en la tabla que  $F_d=1.4$ .

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.6	1.5	1.4	1.35	1.3	1.25
D	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y <a href="#">10.6.4</a>					

**Tabla 2.7 Tipos de suelo y factores de sitio  $F_d$  (NEC, 2015)**

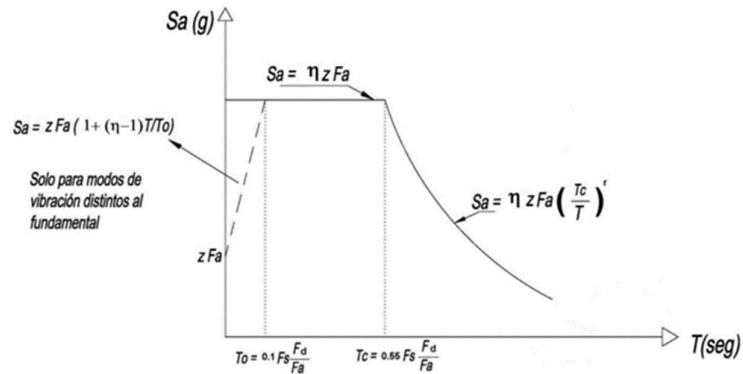
- $F_s$ : por último, se obtiene que el valor de  $F_s=1.5$ .

Tipo de perfil del subsuelo	I	II	III	IV	V	VI
Factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	1	1.1	1.2	1.25	1.3	1.45
D	1.2	1.25	1.3	1.4	1.5	1.65
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2
F	Véase <a href="#">Tabla 2</a> : Clasificación de los perfiles de suelo y <a href="#">10.6.4</a>					

**Tabla 2.8.- Tipo de suelo y factores del comportamiento inelástico del subsuelo  $F_s$ . (NEC, 2015)**

### 2.4.1.5 Espectro de respuesta

De acuerdo a lo estipulado en la NEC, para realizar el espectro de respuesta inelástico se realizan los siguientes cálculos:



*Figura 6.4.2. Espectro elástico de aceleraciones (NEC, 2015)*

- Cálculo de  $T_0$

$$T_0 = 0.1 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_o = 0.1 * 1.5 * \frac{1.4}{1.2} = 0.18 \text{ s}$$

- Cálculo de  $T_c$

$$T_c = 0.55 * F_s * \frac{F_d}{F_a}$$

$$T_c = 0.55 * 1.5 * \frac{1.4}{1.2} = 0.96 \text{ s}$$

De acuerdo a la NEC, la razón entre la aceleración espectral y el PGA para la ciudad de Guayaquil, corresponde al valor de  $\eta = 1.80$ .

Dado que el tipo de suelo presente en la edificación es de tipo D, el factor  $r$  tendrá un valor igual a  $r = 1.5$ .

Reemplazando los valores según la figura 2.4.2 se obtiene el siguiente espectro:

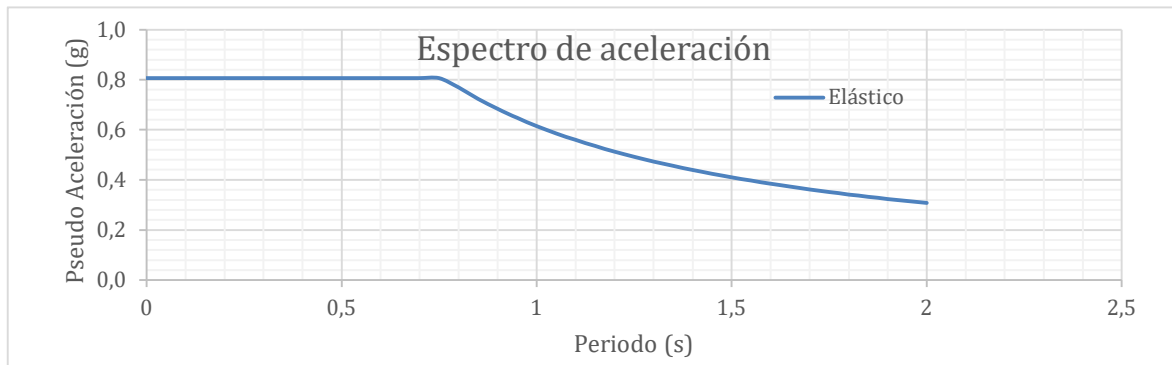


Figura 7.4.3. Espectro elástico (Boza y D'Steffano, 2023)

#### 2.4.1.6 Periodo de vibración de la estructura

Una vez obtenido el espectro de aceleraciones, se determina el periodo de vibración al que será sometida la edificación, para posteriormente calcular la aceleración espectral  $S_a$ . Por lo tanto, se hará uso del método 1 propuesto en la NEC, dado por la siguiente ecuación:

$$T = C_t * h_n^\alpha$$

Donde  $h_n$  representa la altura total de la vivienda y  $C_t$  y  $\alpha$  dependen de la siguiente tabla:

Tipo de estructura	$C_t$	$\alpha$
<b>Estructuras de acero</b>		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
<b>Pórticos especiales de hormigón armado</b>		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras	0.047	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadoras y para otras estructuras basadas en muros estructurales y mampostería estructural	0.049	0.75

**Tabla 2.9.- Coeficientes para el periodo de vibración (NEC, 2015)**

La altura de la vivienda de 2 plantas es de 9.10 metros, por lo que se tiene que:

$$T = C_t * h_n^\alpha$$

$$T = 0.047 * (9.10)^{0.9} = 0.342 \text{ s}$$

#### 2.4.1.7 Coeficiente de respuesta sísmica

Por último, se realiza el respectivo cálculo del coeficiente de respuesta que afecta a la masa del edificio, el mismo que fue utilizado en el software de análisis SAP 2000.

$$C_s = \frac{1 * S_a}{R * \phi_P * \phi_E}$$

Del espectro elástico, se conoce el valor de dicho coeficiente, que es igual a:

$$S_a = 0.864$$

En este caso, se escogió un coeficiente de Importancia (I) con un valor igual a 1, este coeficiente depende del tipo de estructura y su función ocupacional, dado que la problemática se basa en una vivienda se estableció el valor 1 como se puede evidenciar en la NEC.

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
<b>Edificaciones esenciales</b>	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
<b>Estructuras de ocupación especial</b>	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
<b>Otras estructuras</b>	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

**Tabla 2.10.- Coeficientes de importancia (NEC, 2015)**

Para el caso de estudio, el valor correspondiente al factor R es igual a 6, el cual simboliza el coeficiente de reducción de respuesta estructural.

<b>Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R, Sistemas Estructurales Dúctiles</b>	
Pórticos de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	7
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadoras (excéntricas o concéntricas).	7
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas banda, con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadoras.	6
<b>Pórticos resistentes a momentos</b>	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas.	6
Pórticos especiales sismo resistentes, de acero laminado en caliente o con elementos armados de placas.	6
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente.	6
Otros sistemas estructurales para edificaciones	
Sistemas de muros estructurales dúctiles de hormigón armado.	5
Pórticos especiales sismo resistentes de hormigón armado con vigas banda.	5
Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R, Sistemas Estructurales de Ductilidad Limitada	
<b>Pórticos resistentes a momento</b>	
Hormigón Armado con secciones de dimensión menor a la especificada en la <a href="#">NEC-SE-HA</a> limitados a viviendas de hasta 2 pisos con luces de hasta 4 metros.	3
Estructuras de acero conformado en frío, aluminio, madera, limitados a 2 pisos.	3
<b>Muros estructurales portantes</b>	
Mampostería no reforzada, limitada a un piso.	1
Mampostería reforzada, limitada a 2 pisos.	3
Mampostería confinada, limitada a 2 pisos.	3
Muros de hormigón armado, limitados a 4 pisos.	3

**Tabla 2.11.- Tabla de coeficientes de reducción de respuesta estructural (NEC, 2015)**

Del mismo modo, se consideró al factor  $\phi P = 0.9$ , dado que la planta de la vivienda presenta una discontinuidad de piso, dado que presenta áreas abiertas

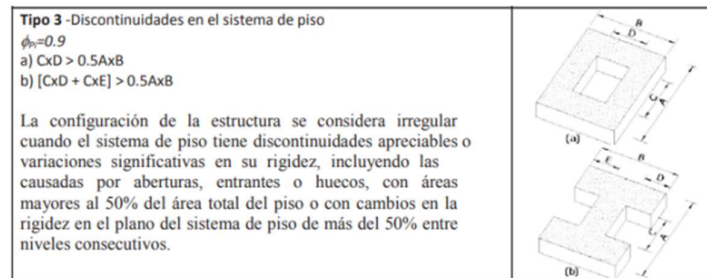


Figura 2.4.4.- Coeficiente de irregularidad en planta

En lo que respecta a irregularidades de elevación, la vivienda no cuenta con ninguna estipulada en la NEC, por lo cual se opta por un valor de  $\phi E = 1$ , por lo cual aplicando la ecuación 2.4.1, se obtiene que:

$$C_s = \frac{1 * 0.864}{6 * 0.9 * 1} = 0.16$$

## 2.5 Análisis de alternativas

En la actualidad, existen muchas alternativas que producen energía sostenible, una de ellas son los paneles solares, pero, así como los paneles solares y economizadores de griferías existen otras innovaciones que si bien son más costosas son el triple de eficientes. Así mismo en el caso de los sistemas estructurales más utilizados en el país como lo son los pórticos resistentes a momentos, ya sean de hormigón armado o estructuras metálicas, todas estas alternativas tienen diferencia en costos, tiempo de ejecución, estética, materiales, etc. A continuación, se analizarán los aspectos más relevantes y ver cuál es más beneficioso para el cliente.



### **2.5.1 Alternativa 1: Estructura Metálica + Paneles Solares + Economizadores de grifería.**

Las estructuras de acero destacan en este diseño ya que, en primer lugar, su resistencia y durabilidad son impresionantes, debido a que el acero es un material altamente robusto y capaz de soportar cargas significativas. Además, brinda versatilidad y flexibilidad al diseño, permitiendo así la creación de edificios de diversas formas y de gran altura. Tiene capacidad para resistir a tensión y, sobre todo se adapta fácilmente a condiciones climáticas y sísmicas, convirtiéndola en una elección popular en zonas propensas a desastres naturales. En adición a esto, son rápidas de montar y eficientes para reducir costos y tiempos de construcción, beneficiando tanto a desarrolladores como a las comunidades.

Los paneles solares, son diseñados para captar la energía solar proveniente de los rayos solares, convertirla en electricidad y transmitirla a las diferentes partes de la edificación para que sea utilizable. Estos están hechos a base semiconductores como lo son los materiales a base de silicio. Poseen una alta eficiencia de conversión, con una durabilidad bastante elevada a condiciones desfavorables y tienen una vida útil de hasta 25 años. Generan energía de manera limpia y renovable, lo que reduce el uso de fuentes de energía no sostenibles como el combustible, ayudando a mitigar el cambio climático y reducir emisiones de carbono.

Los economizadores de grifería son dispositivos que se encuentran diseñados para reducir el consumo de agua en grifos, duchas, etc. Lo que a su vez ayuda a ahorrar dinero en facturas de consumo y a conservar este recurso natural tan importante que, de acuerdo al informe de la UNICEF, aproximadamente uno de cada cuatro niños en todo el mundo vivirá en regiones con recursos hídricos extremadamente escasos para 2040. (OMS, 2017).



Figura 8.5.1. Economizadores de agua (Google,2023)

### **2.5.2 Alternativa 2: Estructura de Hormigón armado + Tubos de vacío + Limitador de caudal.**

Las estructuras de hormigón armado empleadas a diseñar están compuestas por medio de vigas y de columnas tanto en el área a ampliar como en el área de cubierta, las cuales están internamente reforzadas con barras de acero corrugado mejorando así su resistencia a la tracción, dado que, de por sí el hormigón es capaz de resistir los esfuerzos de contracción. Ya que es esencial asegurar un buen rendimiento sísmico de la estructura, se debe cumplir con lo establecido en normas de construcción, haciendo hincapié en los criterios de "columna fuerte, viga débil" y "nudo fuerte, viga débil" dado que, estos aspectos permiten que la estructura disipe energía durante los sismos.

Los tubos son mucho más pequeños que los paneles solares y cada uno consta con un sistema de montaje que facilita su instalación y ahorra material. Los arreglos son extremadamente bajo perfil y son más pequeños que un sistema de paneles solares lo cual en cuanto a estética es beneficioso ya que pueden pasar desapercibidos. Para asegurar un desempeño óptimo a una latitud dada cada tubo está inclinado hacia el sol y separados de tal manera que se evita que los tubos generen sombra los unos de los otros y que eso de alguna manera pueda perjudicar el desempeño de los mismos. En verano, que es la época más soleada, el reflector de los tubos captura la energía de

tal manera que no se desperdicie en lo más mínimo la energía solar. Este mecanismo incrementa el rendimiento más alto hasta un 40% y en un 15% en rendimientos anuales.

Los limitadores de caudal son accesorios provistos de una membrana interna denominada elastómero, la cual se expande a mayor presión, ocasionando que salga menos agua, caso contrario a lo que sucede cuando se tiene menor presión de agua, ya que esta se contrae abriendo más la salida. Este tipo de elastómero flexible está diseñado de tal forma que limite el caudal a un valor previamente fijado para cada modelo de economizador.

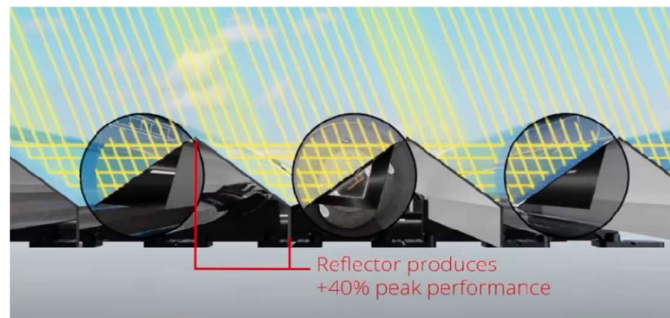


Figura 9.5.2. Esquema simple sobre el funcionamiento de VirtuPVT (Naked Energy, 2022)

### 2.5.3 Alternativa 3: Estructura Mixta + Paneles solares + Economizadores de grifería.

Las estructuras mixtas utilizan una combinación de estructuras metálicas y hormigón para aprovechar las ventajas de cada uno. Brinda resistencia y durabilidad, así como también flexibilidad a la hora de diseño, pero sobre todo contribuyen con la sostenibilidad, ya que contribuye fuertemente a la disminución del desperdicio de recursos.

La mayor ventaja de los paneles solares es la acumulación de energía que no está siendo utilizada a medida que se va generando, es decir que, si una persona se va de viaje un mes y no hay nadie en la casa, esa energía que no fue utilizada durante ese mes puede ser acreditada a la planilla del próximo

mes por medio de CNEL, ya que esta empresa realiza un “descuento” muchísimo mayor que se verá reflejado en los próximos valores a pagar. Si bien es cierto que son una fuerte inversión al inicio, con el pasar del tiempo el cliente siempre tendrá beneficios a largo plazo al igual que el planeta.

Los economizadores de grifería ofrecen valores mayores de limitación del caudal entregado, lo cual mantiene el confort que percibe el usuario. Cabe recalcar que, para usarlos con agua caliente, estos dispositivos necesitan que la red de agua caliente sanitaria sea centralizada, para conseguir la temperatura establecida con una pequeña demanda de caudal.

## **2.6 Restricciones del proyecto**

Al momento de elegir la alternativa más óptima es importante tomar en cuenta las características sobre las que se rige el proyecto, por lo cual se plantearán criterios principales que definirán la viabilidad del mismo.

### **2.6.1 Costos**

A pesar de que ambos son una inversión fuerte, los tubos solares son más económicos que los paneles solares sin embargo los paneles solares son mucho más duraderos y tienen mayor garantía, hasta de 25 años o más. Los paneles solares pueden dejarse al sol sin agua y no sufrir ningún deterioro pues no requieren vacío, lo cual no sucede con los tubos, que al requerir de vacío no son resistentes al choque término.

Por otro lado, a pesar de que los elementos estructurales de hormigón sean más pesados y robustos que las estructuras metálicas, son mucho más económicos en comparación que los elementos estructurales metálicos. La mano de obra también es mucho más económica debido que las estructuras metálicas requieren de trabajadores especializados. El acero muchas veces es importado y la elaboración de los perfiles es mucho más costosa también.

### **2.6.2 Estética**

En cuanto a estética de una casa, las estructuras metálicas tienen un punto a favor. Las estructuras metálicas son más adaptables a la arquitectura de una casa por su menor tamaño brindándole así al cliente un lugar más espacioso y a la vez seguro. Por otro lado, las columnas de hormigón armado son más macizas por la normativa y esto puede reducir el espacio de un lugar, ya que si se adapta el grosor de una pared al grosor de una columna (por ej: 30x30cm) la habitación se verá muy reducida y si se adapta al grosor de la columna, quedarán expuestos dientes que a muchos clientes en el campo inmobiliario incomodan porque no solo se ven poco estéticos, sino que a futuro complica la ubicación de muebles en una habitación.

Mientras que los paneles solares pueden llegar a medir en promedio 1m de ancho y 1,7 m de largo. Los tubos solares pueden llegar a pasar por desapercibidos mientras que los paneles solares por su tamaño no, por lo cual es importante saber en qué parte de la cubierta de una edificación colocarlos.

### **2.6.3 Mantenimientos**

Tanto los paneles solares como tubos solares no requieren de mucho mantenimiento puesto a que ambas alternativas necesitan de mantenimiento y limpieza unas 3 o 4 veces al año.

La vida útil de una estructura de hormigón armado puede ser mayor o igual a 50 años en viviendas u oficinas, entre 15 a 20 años en edificios agrícolas o industriales, 100 para monumentos y de 3 a 10 años en estructurales temporales.

En cuanto a las estructuras de acero hay que implementar un principio básico para evitar su degradación para que la estructura sea durable, para esto es importante aislarla lo máximo posible del agua y aplicar medidas de evacuación rápida de agua para que con el paso del tiempo no esté en contacto con la estructura. Las estructuras de edificios y viviendas de acero llegan a durar alrededor de 200 años y hoy en día se utilizan aleaciones resistentes y duraderas en climas benignos.

#### **2.6.4 Tiempo de ejecución**

El tiempo de curado de un elemento estructural de hormigón armado es de apropiadamente 28 días para que este llegue a su máxima resistencia, por lo cual las demás actividades en obra pueden avanzar de una manera más lenta. Sin embargo, con los elementos estructurales metálicos no pasa esto, debido a que son elaborados en talleres que toman aproximadamente de una a dos semanas en ser elaborados y traídos a obra. El tiempo de ensamblaje es aproximadamente de 10 a 15 días dependiendo del tamaño del área que se va a construir.

#### **2.6.5 Mano de obra**

En cuanto a costos de mano de obra, los precios por la instalación de una estructura metálica si son mucho más elevados que los precios por la mano de obra por una estructural convencional en hormigón armado. El personal para la instalación de una estructura metálica debe ser personal capacitado, soldadores específicamente, mientras que para construir una vivienda de hormigón armado no se necesita de mucho, solo de experiencia que poco a poco los obreros van recopilando con el pasar de los años y obras en las que participen.

### **2.7 Selección de alternativa óptima**

Para escoger la mejor alternativa hay que tomar en cuenta cada uno de los aspectos mencionados anteriormente y en base a eso calificar la o las mejores opciones. Se considerará 1 como la opción menos óptima y 5 como la más óptima. Así mismo se ponderará con un porcentaje representativo al campo que más impacto tenga sobre la toma de decisiones a la hora de escoger la alternativa ganadora.

<b>CRITERIOS DE ELECCIÓN</b>					
<b>Costos</b>	<b>Estética</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Tiempo de ejecución</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
30%	20%	20%	15%	15%	100%

**Tabla 2.12 Criterios para la selección de alternativas óptimas para el proyecto (Boza y D'Steffano, 2023)**

<b>Alternativas</b>	<b>Criterios</b>					
	<b>Costos</b>	<b>Estética</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Tiempo de ejecución</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
<b>Alternativa #1</b>	5	4	4	4	3	<b>20</b>
<b>Alternativa #2</b>	2	3	3	2	2	12
<b>Alternativa #3</b>	3	4	3	4	2	16

**Tabla 2.13 Matriz de alternativas propuestas (Boza y D'Steffano, 2023)**

Ponderando las calificaciones plateadas en la anterior tabla con los respectivos porcentajes estipulados, se identifica la alternativa ganadora.

<b>Alternativas</b>	<b>Criterios</b>					
	<b>Costos</b>	<b>Estética</b>	<b>Mantenimiento</b>	<b>Tiempo de ejecución</b>	<b>Mano de obra</b>	<b>Total</b>
<b>Alternativa #1</b>	30%	16%	16%	12%	12%	<b>86%</b>
<b>Alternativa #2</b>	12%	12%	12%	6%	6%	48%
<b>Alternativa #3</b>	18%	16%	12%	12%	6%	64%

**Tabla 2.14.- Matriz de alternativas propuestas ponderadas (Boza y D'Steffano, 2023)**

Finalmente, una vez analizadas las restricciones, peculiaridades del proyecto y los resultados de la tabla 2.13 y 2.14 se puede concluir que la mejor opción es la alternativa 1 correspondiente a estructura metálica + paneles solares + economizador de grifería.

# CAPÍTULO 3

## 3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

### 3.1. Predimensionamiento de elementos

Una vez estimada las cargas actuantes, se realizará un predimensionamiento de las secciones estructurales en hormigón y acero, además se modelará en el software de análisis estructural, con la intención de evaluar tanto el peso aproximado de la estructura como las cargas axiales de la columna crítica del altillo.

Cabe resaltar que, al tratarse de una ampliación de un cuarto, no se realizará el diseño de los elementos de hormigón previamente diseñados.

### 3.2. Cimentación de la estructura

La cimentación de la estructura consta de zapatas, cuyas vigas de cimentación cuentan con una dimensión de 20x50 (cm), que a su vez poseen un recubrimiento de 4 cm con el fin de prevenir la oxidación del acero por la presencia de un nivel freático bastante elevado en la zona. Por otro lado, los estribos empiezan como máximo a 5 cm de la cara de los nudos, donde en vigas se encuentran estribos de 10 mm cada 10/20/20 cm y en columnas, se encuentran  $\varnothing$  10 mm cada 10 cm en zonas hasta 1/3 de la altura de las columnas, además también cuentan con  $\varnothing$  10 mm cada 20 cm en el centro de la columna.

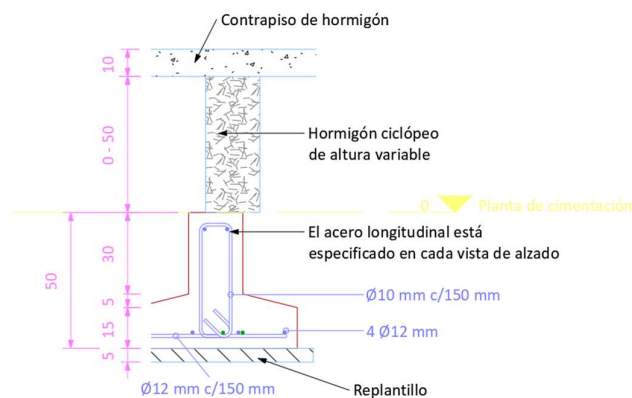


Figura 3.2. Sección de Zapatas (Boza y D'Steffano, 2023)



### 3.3. Predimensionamiento de columnas de hormigón

La ubicación de las columnas fue definida según el espacio y mobiliarios presentes, a manera estética no sería óptimo colocar columnas robustas, ni tampoco diseñar demasiadas columnas, dado que esto retrasaría el tiempo de ejecución del proyecto.

Es por esto que los estructuristas han diseñado y llevado a cabo la construcción de columnas de 40x20 (cm), toda esta información fue facilitada por parte del cliente, puesto que la obra como se ha especificado a lo largo del proyecto se encuentra en obra gris.

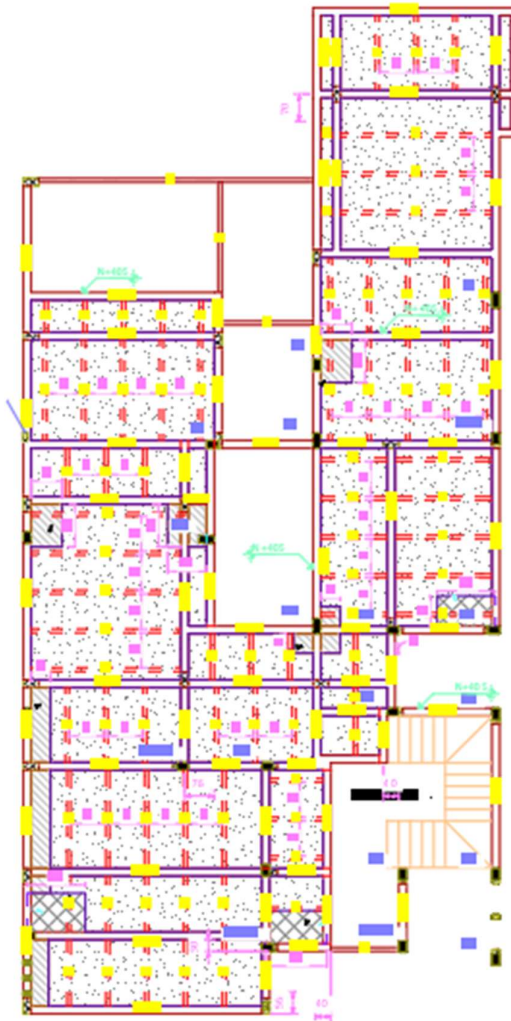
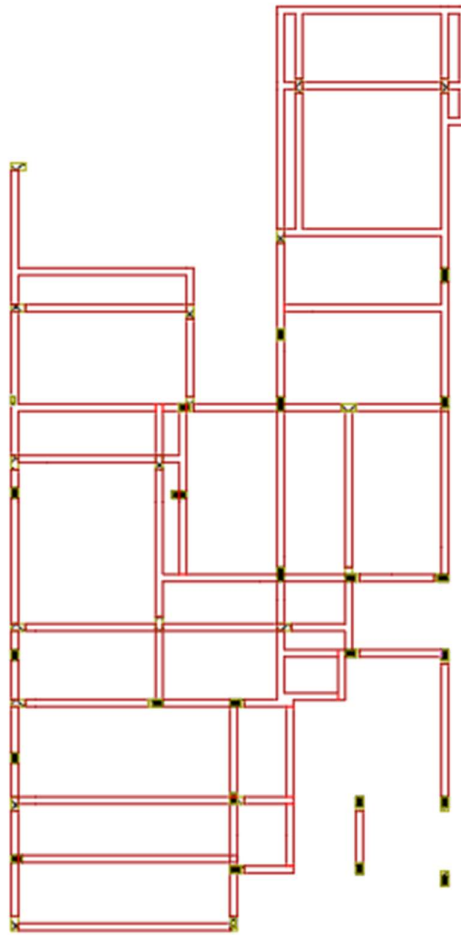


Figura 3.3. Distribución de columnas en Planta Alta (Boza y D'Steffano, 2023)

### 3.4. Predimensionamiento de vigas de hormigón

El criterio elegido por parte de los estructuristas para brindar a la estructura un mayor sismo resistencia es que el peralte de la viga sea entre 1.1 – 1.4 la base de la viga. Es por esto que las medidas diseñadas de las vigas requeridas para la construcción de la vivienda corresponden a una medida de 20x30.



*Figura 3.4 Distribución de vigas en Planta Alta  
(Boza y D'Steffano, 2023)*

### 3.5. Predimensionamiento de vigas secundarias del altillo

Para desarrollar el predimensionamiento de las vigas primarias, se requiere obtener las cargas sobre las vigas secundarias y las que estas van a ejercer a las primarias. En esta ocasión se tomaron en la dirección del eje “y” las vigas secundarias.

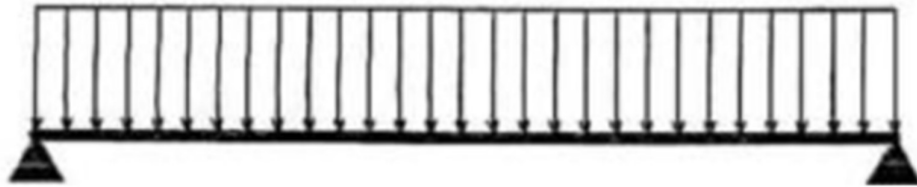


Figura 3.5 Esquema viga simplemente apoyada

Una vez calculada tanto las cargas vivas como las cargas muertas, se procede a sacar la carga última a base de las combinaciones de carga estipuladas en la NEC para las vigas de la planta alta, en donde la carga de mayor magnitud será la predominante. Siendo este caso la combinación de:

$$C_u = 1.2C_m + 1.6C_v$$

$$C_u = 1.2 \left( 0.377 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2} \right) + 1.6 \left( 0.22 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2} \right)$$

$$C_u = 0.80 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

Se requiere calcular los momentos y reacciones presentes en esta viga, para esto la combinación de carga que se obtuvo se la multiplica por el ancho tributario, dado que se tendrá tres vigas secundarias, el ancho tributario es de 1.80 metros.

$$W = 0.80 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2} * 1.80 \text{ m} = 1.44 \frac{\text{tonne}}{\text{m}}$$

Una vez se tienen estos datos, se calcula el momento positivo máximo y la reacción que tendrán las vigas secundarias en las primarias.

$$M_u = \frac{W * L^2}{8} \quad [ \text{Ecuación 1} ]$$

$$Mu = \frac{1.44 \frac{\text{tonne}}{\text{m}} * (4.41 \text{ m})^2}{8} = 3.50 \text{ tonne} * \text{m}$$

$$R = \frac{W * L}{2}$$

$$R = \frac{1.44 \frac{\text{tonne}}{\text{m}} * (4.41 \text{ m})}{2} = 3.18 \text{ tonne}$$

Una vez obtenido estos datos, se calcula el módulo plástico requerido, Dada las condiciones  $\Phi=0.9$  y  $f_y$  es  $2500 \text{ kg/cm}^2$  dado que se está trabajando con acero tipo A36.

$$Z_{req} = \frac{Mu}{\Phi * f_y} \quad \text{[Ecuación 2]}$$

$$Z_{reqy} = \frac{3.50 \text{ tonne} * \text{m} * 10^5}{0.9 * 2500 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 155.56 \text{ cm}^3$$

Se debe encontrar un perfil comercial, estos están dados en medidas inglesas, por lo cual es pertinente realizar la respectiva transformación.

$$155.56 \text{ cm}^3 * \frac{0.0610237 \text{ in}^3}{1 \text{ cm}^3} = 9.49 \text{ in}^3$$

El perfil seleccionado en cuestión es un TR150X100X3, cuyas características son las siguientes:

- Área de  $6.06 \text{ in}^2$
- Inercia de  $19 \text{ in}^4$
- Módulo plástico  $10.3 \text{ in}^3$



Figura 3.5.1 Perfiles de acero  
TR150x100x3 (Boza y D'Steffano, 2023)

### 3.6. Predimensionamiento vigas primarias del atillo

#### 3.6.1. Vigas principales en dirección del eje X

Las vigas principales reciben las reacciones provenientes de las vigas secundarias y las transmiten a las columnas. Cabe recalcar que los esfuerzos dependerán de la condición de apoyo que se tenga, Estas condiciones serán dos: empotramiento perfecto y simple apoyada. Donde la condición real será una situación intermedia entre las dos. Por lo tanto, se calculan los momentos según las fórmulas del prontuario.

$$Ma = -\frac{P \cdot a}{L} * (L - a) \quad \text{[Ecuación 3]}$$

$$Ma = -\frac{3.18 \text{ tonne}}{4.41 \text{ m}} * (4.41 - 1.47) = -3.13 \text{ tonne} * \text{m}$$

$$Mcd = \frac{P \cdot a^2}{L} \quad \text{[Ecuación 4]}$$

$$Mcd = \frac{3.18 \text{ tonne} * (1.47 \text{ m})^2}{4.41 \text{ m}} = 1.56 \text{ tonne} * \text{m}$$

Ahora se procede a calcular mediante la suposición que la viga se encuentra simplemente apoyada.

$$Mmax = P * a \quad \text{[Ecuación 5]}$$

$$Mmax = 3.18 \text{ tonne} * 1.47 \text{ m} = 4.69 \text{ tonne} * \text{m}$$

Como se puede observar, el mayor momento se presenta en la condición de simplemente apoyada. Por lo tanto, para el diseño se tomará 4.67 tonne\*m. Las vigas principales al formar parte de los pórticos resisten a momentos, siendo esta una razón suficiente para incrementar los momentos para tomar en cuenta el efecto que genera el sismo.

Se procede a calcular el módulo plástico:

$$Z_{reqx} = \frac{4.69 \text{ tonne} * m * 10^5}{0.9 * 2500 \frac{kg}{cm^2}} = 208.59 \text{ cm}^3$$

$$207.56 \text{ cm}^3 * \frac{0.0610237 \text{ in}^3}{1 \text{ cm}^3} = 12.73 \text{ in}^3$$

El perfil seleccionado en cuestión es un HSS12x4X1/4, cuyas características son las siguientes:

- Área de 7.10 in<sup>2</sup>
- Inercia de 119 in<sup>4</sup>
- Módulo plástico 25.6 in<sup>3</sup>

Una vez escogido el perfil, se comprueba por el diseño de última resistencia, usando la suposición de que la viga tendrá sus apoyos fijos.

$$M = \frac{1.44 \frac{\text{tonne}}{m} * (4.41 \text{ m})^2}{16} = 1.76 \text{ tonne} * m$$

$$Z_{reqx} = \frac{1.76 \text{ tonne} * m * 10^5}{0.9 * 2500 \frac{kg}{cm^2}} = 43.11 \text{ cm}^3$$

$$43.11 \text{ cm}^3 * \frac{0.0610237 \text{ in}^3}{1 \text{ cm}^3} = 4.773 \text{ in}^3$$

Por tabla el perfil que cumple con el módulo plástico es el W4x13, sin embargo, a este diseño se le deberá reforzar las zonas que presentan mayor demanda por lo que se le añadirán cubre placas. Con la finalidad de obtener en dichas zonas un módulo de sección mayor. Se le colocarán placas en ala de PL 7x1 in.

En conclusión, se usará el perfil HSS12X4X1/4 porque tiene un mayor módulo elástico y cumple con todas las condiciones planteadas.

### 3.6.2. Vigas principales en dirección del eje Y

Ahora, se predimensiona las vigas que tienen los siguientes datos:

- R= 3.18 tonne
- L= 2.93 m

Se comprobará con las condiciones de apoyo: empotramiento perfecto y simplemente apoyada.

$$M_a = -\frac{3.18 \text{ tonne}}{2.93 \text{ m}} * (2.93 - 0.9) = -1.99 \text{ tonne} * m$$

$$M_{cd} = \frac{3.18 \text{ tonne} * (0.9 \text{ m})^2}{2.93 \text{ m}} = 0.88 \text{ tonne} * m$$

Ahora se procede a calcular mediante la suposición que la viga se encuentra simplemente apoyada.

$$M_{max} = 3.18 \text{ tonne} * 0.9 \text{ m} = 2.86 \text{ tonne} * m$$

$$Z_{reqy} = \frac{2.86 \text{ tonne} * m * 10^5}{0.9 * 2500 \frac{kg}{cm^2}} = 127.11 cm^3$$

$$127.11 \text{ cm}^3 * \frac{0.0610237 \text{ in}^3}{1 \text{ cm}^3} = 7.76 \text{ in}^3$$

El perfil seleccionado en cuestión es un HSS12X4x3/16, cuyas características son las siguientes:

- Área de 5.37 in<sup>2</sup>
- Inercia de 16.4 in<sup>4</sup>
- Módulo plástico 9.00 in<sup>3</sup>

### 3.7. Predimensionamiento de columnas en el altillo

Primero, se calcula el  $A_c$ :

$$A_c = 4.41 \text{ m} * 2.93 \text{ m} = 12.92 \text{ m}^2$$

Al tratarse de una ampliación en el la planta alta, es decir correspondiente a un primer piso, para calcular  $P_u$ , se tiene la siguiente combinación de las cargas muertas tanto de la cubierta como de la losa previamente calculadas:

$$2 \times (0.377) + (0.097) = 0.851 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

$$P_u = \left(0.851 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}\right) (12.92 \text{ m}^2) = 10.99 \text{ tonne}$$

$$\text{Área requerida} = \frac{P_u}{f_y} \quad \text{[Ecuación 6]}$$

$$\text{Área requerida} = \frac{10.99 \text{ tonne} * 1000}{2500 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 4.40 \text{ cm}^2$$

Por lo tanto, la dimensión de la columna es de 200 x 400 (mm), con un espesor de 4 mm, ya que por criterio de sismo resistencia, el ancho de una columna no puede ser menor al peralte de la viga. Obteniendo el siguiente perfil TC 150x150x4.





Figura 3.7 Perfil de columna (Boza y D'Steffano, 2023)

El área de la columna seleccionada es de  $28.3 \text{ in}^2$ , siendo por mucha diferencia mayor al área mínima, sin embargo, esto sucede dado que el sismo exige gran esfuerzo a la columna, es decir que las cargas laterales exigirán mucho más que las cargas verticales.

### 3.8. Predimensionamiento de correas de cubierta

Se procede a realizar el mismo procedimiento realizado en el predimensionamiento en el atillo, con la variación de que, en el cálculo de la carga última, los valores se reemplazarán por lo valores planteados en el capítulo 2 correspondientes a las cargas sobreimpuestas en las losas de cubierta.

$$C_u = 1.2 \left( 0.097 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2} \right) + 1.6 \left( 0.086 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2} \right)$$

$$C_u = 0.254 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

$$W = 0.457 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2} * 1 \text{ m} = 0.457 \frac{\text{tonne}}{\text{m}}$$

Una vez se tienen estos datos, se calcula el momento positivo máximo y la reacción que tendrán las vigas secundarias en las primarias.

$$M_u = \frac{0.457 \frac{\text{tonne}}{\text{m}} * (5.20 \text{ m})^2}{8} = 1.545 \text{ tonne} * \text{m}$$

$$R = \frac{0.457 \frac{\text{tonne}}{\text{m}} * (5.20 \text{ m})}{2} = 1.189 \text{ tonne}$$

Una vez obtenido estos datos, se calcula el módulo plástico requerido, Dada las condiciones  $\Phi=0.9$  y  $f_y$  es 2500 kg/cm<sup>2</sup> dado que se está trabajando con acero tipo A36.

$$Z_{reqy} = \frac{0.461 \text{ tonne} * \text{m} * 10^5}{0.9 * 2500 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 68.68 \text{ cm}^3$$

Se debe encontrar un perfil comercial, estos están dados en medidas inglesas, por lo cual es pertinente realizar la respectiva transformación.

$$68.68 \text{ cm}^3 * \frac{0.0610237 \text{ in}^3}{1 \text{ cm}^3} = 4.191 \text{ in}^3$$

El perfil seleccionado en cuestión es un perfil G8.

### 3.9. Predimensionamiento vigas primarias de cubierta

#### 3.9.1. Vigas principales en dirección del eje X

Las vigas principales reciben las reacciones provenientes de las vigas secundarias y las transmiten a las columnas. Cabe recalcar que los esfuerzos dependerán de la condición de apoyo que se tenga, Estas condiciones serán dos: empotramiento perfecto y simple apoyada. Donde la condición real será una situación intermedia entre las dos. Por lo tanto, se calculan los momentos según las fórmulas del prontuario.

$$M_a = -\frac{0.573 \text{ tonne}}{3.22 \text{ m}} * (3.22 - 2.60) = -0.809 \text{ tonne} * \text{m}$$

$$M_{cd} = \frac{0.573 \text{ tonne} * (2.60 \text{ m})^2}{3.22 \text{ m}} = 0.384 \text{ tonne} * m$$

Ahora se procede a calcular mediante la suposición que la viga se encuentra simplemente apoyada.

$$M_{max} = 0.573 \text{ tonne} * 2.60 \text{ m} = 1.489 \text{ tonne} * m$$

Como se puede observar, el mayor momento se presenta en la condición de simplemente apoyada.

Se procede a calcular el módulo plástico:

$$Z_{reqx} = \frac{1.489 \text{ tonne} * m * 10^5}{0.9 * 2500 \frac{kg}{cm^2}} = 66.16 cm^3$$

$$66.16 \text{ cm}^3 * \frac{0.0610237 \text{ in}^3}{1 \text{ cm}^3} = 4.037 \text{ in}^3$$

El perfil seleccionado en cuestión es un TR 200x100x4, cuyas características son las siguientes:

- Área de 6.17 in<sup>2</sup>
- Inercia de 67.4 in<sup>4</sup>
- Módulo plástico 20.1 in<sup>3</sup>

### 3.9.2. Vigas principales en la dirección del eje Y

Ahora, se predimensiona las vigas que tienen los siguientes datos:

- R= 0.573 tonne
- L= 3.63 m

Se comprobará con las condiciones de apoyo: empotramiento perfecto y simplemente apoyada.

$$M_a = -\frac{0.573 \text{ tonne}}{3.63 \text{ m}} * (3.63 - 1.62) = -0.514 \text{ tonne} * m$$

$$M_{cd} = \frac{0.573 \text{ tonne} * (1.62 \text{ m})^2}{3.63 \text{ m}} = 0.414 \text{ tonne} * m$$

Ahora se procede a calcular mediante la suposición que la viga se encuentra simplemente apoyada.

$$M_{max} = 0.573 \text{ tonne} * 1.62 \text{ m} = 0.927 \text{ tonne} * m$$

$$Z_{reqy} = \frac{0.927 \text{ tonne} * m * 10^5}{0.9 * 2500 \frac{kg}{cm^2}} = 41.221 \text{ cm}^3$$

$$41.221 \text{ cm}^3 * \frac{0.0610237 \text{ in}^3}{1 \text{ cm}^3} = 2.515 \text{ in}^3$$

El perfil seleccionado en cuestión es un TR 200x100x3, cuyas características son las siguientes:

- Área de 4.67 in<sup>2</sup>
- Inercia de 3.55 in<sup>4</sup>
- Módulo plástico 3.97 in<sup>3</sup>

### 3.10. Predimensionamiento vigas en el voladizo

Ahora, se procede a predimensionar las vigas del voladizo de la vivienda, siendo este un componente muy importante en el contexto estético de la casa. En este componente estructural no se cuenta con la presencia de vigas secundarias.

$$R = \frac{0.356 \frac{\text{tonne}}{m} * (3.04 \text{ m})}{2} = 0.541 \text{ tonne}$$

$$M_a = -\frac{0.541 \text{ tonne}}{3.04 \text{ m}} * (3.04 - 1.41) = -0.371 \text{ tonne} * m$$

$$M_{cd} = \frac{0.541 \text{ tonne} * (1.41 \text{ m})^2}{3.22 \text{ m}} = 0.391 \text{ tonne} * \text{m}$$

Ahora se procede a calcular mediante la suposición que la viga se encuentra simplemente apoyada.

$$M_{max} = 0.541 \text{ tonne} * 1.41 \text{ m} = 0.762 \text{ tonne} * \text{m}$$

Como se puede observar, el mayor momento se presenta en la condición de simplemente apoyada.

Se procede a calcular el módulo plástico:

$$Z_{reqx} = \frac{0.762 \text{ tonne} * \text{m} * 10^5}{0.9 * 2500 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 33.87 \text{ cm}^3$$

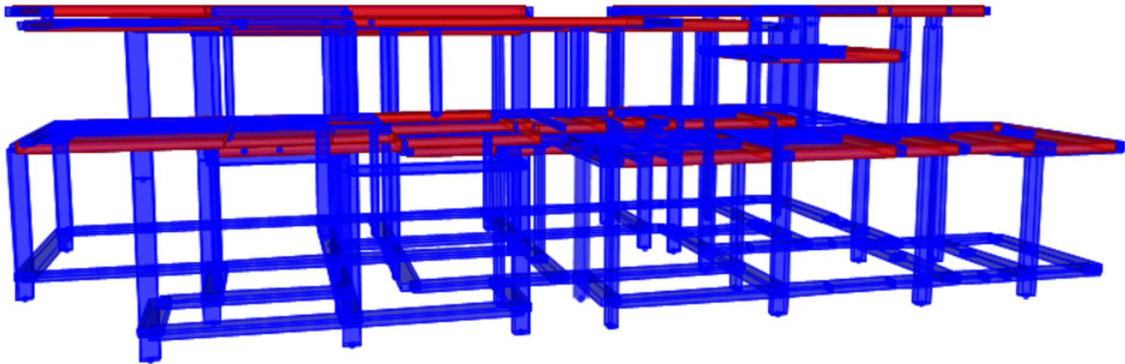
$$33.87 \text{ cm}^3 * \frac{0.0610237 \text{ in}^3}{1 \text{ cm}^3} = 2.067 \text{ in}^3$$

El perfil seleccionado en cuestión es un DOBLE G 200x50x15x3, cuyas características son las siguientes:

- Área de 17.36 in<sup>2</sup>
- Inercia de 100.7 in<sup>4</sup>
- Módulo plástico 25.6 in<sup>3</sup>

### 3.11. Modelado de la estructura

Luego de haber realizado el predimensionamiento, se procede a realizar el respectivo modelado de la estructura, con el objetivo de verificar que los perfiles previamente escogidos, soporten las cargas críticas y sísmicas de la vivienda.



*Figura 3.11 Modelado de la vivienda en el software SAP2000 (Boza y D'Steffano, 2023)*

### 3.12. Diseño de elementos

#### 3.12.1. Columna altillo

Como se planteó anteriormente en el predimensionamiento, se propuso una columna de 200mmx400mx4mm. A continuación, se verifica que el perfil cumpla con los criterios de diseño sismorresistente. Por lo cual a partir del modelado se tienen los siguientes datos de diseño:

Datos iniciales		
Variable	Valor	Unidades
PU	46,153	kip
Mltx	58,68	kip*ft
Mlty	12,15	kip*ft
Lc1	96,45	in
Lc2	45,28	in
Ty	0,129	ksi
Ix	1130	in <sup>4</sup>
Iy	1130	in <sup>4</sup>
A	28,3	in <sup>2</sup>
Zx	164	in <sup>3</sup>
Zy	164	in <sup>3</sup>
Rx	6,31	in
Ry	6,31	in
E	29000	ksi
Lv	4,41	m
Ivx	1330	in <sup>4</sup>

**Tabla 3.12.1** Tabla de datos para diseño de columna (Boza y D'Steffano, 2023)

Sin embargo, en esta sección se evidenció que, en un diseño sismorresistente, las columnas poseen más demanda por momentos que por cargas verticales, y esto con la intención de garantizar el criterio de columna fuerte – viga débil.

### 3.12.1.1. Resistencia a la compresión de la columna

El AISC estipula las siguientes fórmulas para el cálculo de la resistencia a carga axial de una columna.

$$\phi P_n = \phi * F_{cr} * A_s \quad \text{[Ecuación 7]}$$

En primer lugar, se procede a calcular K tanto en el eje X como en el eje Y, por lo tanto, se emplea la condición de que la variable  $\alpha = 0.67$  y  $G_a = 1$  dadas las condiciones de apoyo de la columna

$$G_b = \frac{\frac{I_c + I_c}{L_c + L_c}}{\alpha * \left( \frac{I_v + I_v}{L_v + L_v} \right)} \quad \text{[Ecuación 8]}$$

$$G_{bx} = \frac{\frac{1130 \text{ in}^4}{96.45 \text{ in}} + \frac{1130 \text{ in}^4}{45.28 \text{ in}}}{0.67 * \left( \frac{1330 \text{ in}^4}{4.41} + \frac{1330 \text{ in}^4}{4.41} \right)} = 3.573$$

$$G_{by} = \frac{\frac{1130 \text{ in}^4}{96.45 \text{ in}} + \frac{1130 \text{ in}^4}{45.28 \text{ in}}}{0.67 * \left( \frac{1330 \text{ in}^4}{2.39} + \frac{1330 \text{ in}^4}{2.39} \right)} = 1.936$$

Una vez obtenidos los valores de  $G_b$ , con ayuda de la gráfica que relaciona tanto el valor en este caso de la constante  $G_a$  con la variable  $G_b$ , se estima el valor tanto de  $K_x$  como de  $K_y$ .

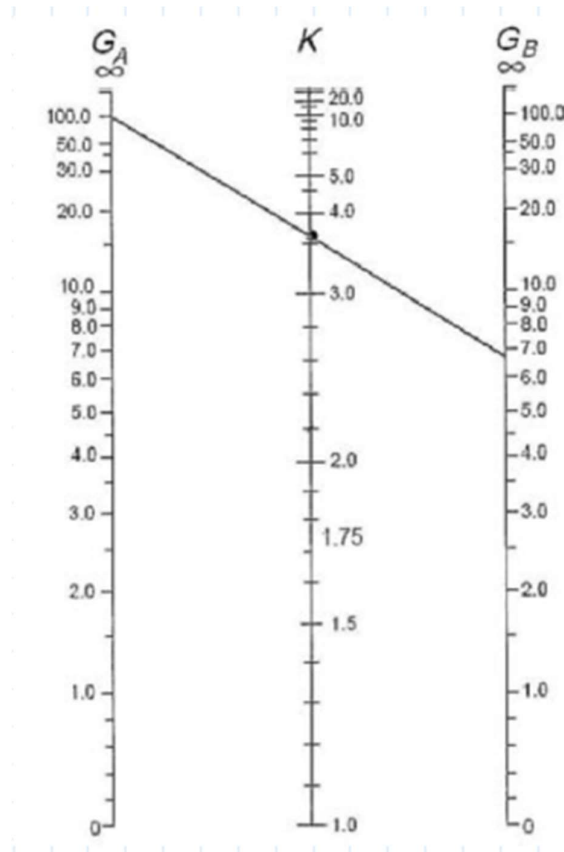


Figura 3.12.1 Nomograma Sistemas con Ladeo no impedido por el AISC.



De acuerdo a la gráfica, los valores para  $K_x$  y  $K_y$  son 1.6 y 1.4 respectivamente, el valor empleado para el diseño fue el del eje Y, puesto que representa un valor de menor magnitud con respecto al otro eje, asumiendo el peor caso para la verificación de esta. Es por este que, es necesario calcular el límite de esbeltez para comprobar el estado de la columna.

- Esbeltez

$$\frac{KL}{r} = \frac{1.4 * 96.45 \text{ in}}{6.31 \text{ cm}} = 21.40$$

- Límite de esbeltez

$$l = 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} = 4.71 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 133.68$$

$F_{cr}$  depende de:

$$\text{a) Si } \frac{KL}{r} \leq 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \\ F_{cr} = \left[ 0.658 \frac{F_y}{F_e} \right] F_y, \quad F_e = \frac{\pi^2 * E}{\left( \frac{KL}{r} \right)^2}$$

$$\text{b) Si } \frac{KL}{r} > 4.71 \sqrt{\frac{E}{F_y}} \\ F_{cr} = 0.877 * F_e$$

Como  $44.24 < 133.68$ , la columna se encuentra en el denominado “intervalo inelástico”.

- $F_e$ : esfuerzo de pandeo crítico elástico

$$F_e = \frac{\pi^2 * E}{\left( \frac{KL}{r} \right)^2} \quad \text{[Ecuación 9]}$$

$$F_e = \frac{\pi^2 * 29000 \text{ ksi}}{(21.40)^2} = 625.023 \text{ ksi}$$

- $F_{cr}$ : esfuerzo de pandeo por flexión

$$F_{cr} = \left[ 0.658^{\frac{F_y}{F_e}} \right] F_y \quad \text{[Ecuación 10]}$$

$$F_{cr} = \left[ 0.658^{\frac{36}{625.023}} \right] * 36 \text{ ksi}$$

$$F_{cr} = 35.143 \text{ ksi}$$

Finalmente, se calculó la resistencia a compresión del perfil:

$$\phi P_n = \phi * F_{cr} * A_s$$

$$\phi P_n = 0.9 * 35.143 \text{ ksi} * 28.3 \text{ in}^2$$

$$\phi P_n = 895.08 \text{ kip}$$

Se verifica que la columna resista más de lo que se lo solicita.

$$\phi P_n > P_u$$

$$895.08 > 46.15, \quad \text{CUMPLE}$$

### 3.12.1.2. Criterio: Columna fuerte-viga débil

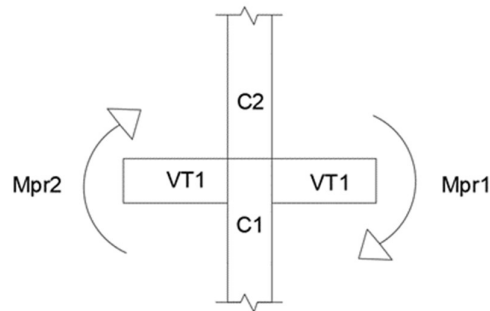


Figura 3.12.1.2 Interacción vigas-columnas en evento sísmico (Boza y D'Steffano, 2023)

En la estructura se presentan distintos casos en donde diferentes vigas llegan a las columnas, sin embargo, cabe resaltar que en este estudio se profundizará acerca del altillo, por lo cual se escogerá únicamente el caso que se evidencia en esta sección de la ampliación

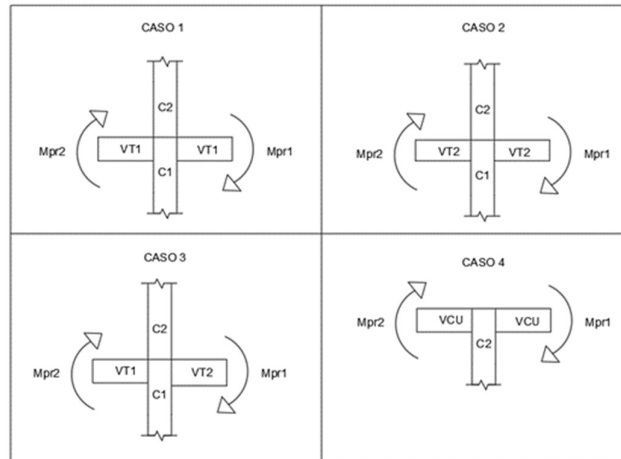


Figura 3.12.1.3 Casos de interacciones de viga-columna de la estructura (Boza y D´Steffano. 2023)

- **Verificación del primer caso**

Como ya se conocen los momentos en las vigas, se calculó la capacidad a momento de las columnas. La carga axial que actúa en la columna es:

$$Pu = 46.15 \text{ kip}$$

- Capacidad a momento de la columna del atillo

$$M_{pcol} = Z_x * \left( F_y - \frac{Pu}{A_s} \right) \quad \text{[Ecuación 11]}$$

$$M_{pcol} = 164 \text{ in}^3 * \left( 36 \text{ ksi} - \frac{46.15 \text{ kip}}{28.3 \text{ in}^2} \right) = 469.71 \text{ kip} * \text{ft}$$

$$\frac{\Sigma M_{col}}{\Sigma M_{vigas}} \geq 1$$

$$\frac{469.71 \text{ kip} * \text{ft}}{38.54 \text{ kip} * \text{ft} + 20.97 \text{ kip} * \text{ft}} \geq 1$$

$$7.89 \geq 1, \quad \text{CUMPLE}$$

### 3.12.1.3. Estado límite: Pandeo local

A continuación, se verifica que la sección sea sísmicamente compacta. Dado que se considera sección armada, el código AISC propone las

siguientes expresiones para obtener los límites de la relación ancho espesor del perfil.

Relación ancho espesor del perfil	Límite
$\frac{b - e}{e}$	Si $Ca \leq 0.125$ $\leq 2.45 * \sqrt{\frac{E}{Fy}} * (1 - 0.93Ca)$
	Si $Ca > 0.125$ $\leq \max \left[ 0.77 * \sqrt{\frac{E}{Fy}} * (1 - 2.93Ca), 1.49 \sqrt{\frac{E}{Fy}} \right]$
$Ca = \frac{Pu}{0.9 * Fy * As} \text{ (LRFD)}$	

**Tabla 3.12.1.3 Límite para relaciones ancho espesor de secciones cuadradas armadas (AISC)**

La carga crítica de la columna es de 46.15 kip.

$$Ca = \frac{Pu}{0.9 * Fy * As} \quad \text{[Ecuación 12]}$$

$$Ca = \frac{46.15 \text{ kip}}{0.9 * 36 \text{ ksi} * 28.3 \text{ in}^2} = 0.05$$

Debido que  $Ca \leq 0.125$

$$\text{límite} = 2.45 * \sqrt{\frac{E}{Fy}} * (1 - 0.93Ca) \quad \text{[Ecuación 13]}$$

$$\text{límite} = 2.45 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} * (1 - 0.93 * 0.05) = 66.28$$

Relación ancho espesor de la columna

$$r = \frac{b - e}{e} = \frac{200 \text{ mm} - 4 \text{ mm}}{4 \text{ mm}}$$

$$r = 49$$

Se aprecia que  $r < \text{límite}$ , por lo tanto, la sección es sísmicamente compacta.

### 3.12.2. Viga secundaria de altillo

Las vigas secundarias tienen la función de transmitir las cargas a las vigas principales, debido a esto es que estos elementos solamente son diseñados a flexión, teniendo en consideración que la conexión viga-viga principal sea simplemente apoyada, es decir que no se genera momentos. Es por esto que, en la sección de predimensionamiento se verificaron los criterios de diseño que garantizan resistencia y sobre todo ductibilidad.

Para esto, es necesario tener en cuenta las características del perfil elegido, junto con los datos arrojados del software, los cuales son:

Datos viga		
Muy	13.30	kip*ft
Vuy	4.103	kip
Lby	1.07	m
Q	3.74	ton/m
B	150	mm
H	100	mm
Iy	19	in <sup>4</sup>
Sy	9.48	in <sup>3</sup>
Zy	10.3	in <sup>3</sup>
A	6.06	in <sup>2</sup>
ry	1.77	in

Tabla 3.12.2 Tabla de datos del perfil TR150x100x3 (Boza y D'Steffano, 2023)

#### 3.12.2.1. Estado límite: Pandeo local

Para evitar que la sección se pandee localmente, el AISC estipula implementar perfiles que sean compactos o sísmicamente compactos, los cuales dependen de la relación ancho/espesor de las secciones. Es por esto que, se verifican las deflexiones en la viga.

- **Deflexión máxima**

$$\Delta_{max} = \frac{5*q*Lb^4}{384*E*I}$$

[Ecuación 14]

$$\Delta_{max} = \frac{5 * 3.74 \frac{\text{tonne}}{m} * (1.07 m)^4}{384 * 29000 \text{ ksi} * 19 \text{ in}^4} = 0.00916 m$$

- **Deflexión por carga viva**

$$\Delta a = \frac{Lb}{300} \quad \text{[Ecuación 15]}$$

$$\Delta a = \frac{1.07 m}{300} = 0.004 m$$

- **Deflexión por carga muerta**

- $\Delta a = \frac{Lb}{240}$  [Ecuación 16]

- $\Delta a = \frac{1.07 m}{240} = 0.0044 m$

Ahora, se procede a calcular la relación entre ancho y espesor de la sección planteada.

$$\gamma_f = \frac{150 \text{ mm}}{2 \text{ in}} = 2.953 \text{ in}$$

$$\gamma_w = \frac{100 \text{ mm}}{0.68 \text{ in}} = 5.79 \text{ in}$$

Se realiza la comprobación de las relaciones calculadas, mediante la fórmula:

$$\gamma_p = 0.38 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 10.785$$

Como se puede observar,  $\gamma_p > \gamma_w$  y  $\gamma_p > \gamma_f$ , por lo cual se puede concluir que el perfil es “**COMPACTO**”

### 3.12.2.2. Estado límite: Pandeo lateral torsional y capacidad de la viga

Para asegurar la máxima eficiencia y desempeño de una viga, se recomienda plastificar al elemento, esto quiere decir, que este trabaje a su máxima capacidad y que el momento resistente de la viga sea igual al momento plástico. El código establece que, si la distancia sin apoyar de la

viga es menor a la máxima distancia sin apoyar de la viga ( $L_p$ ), el momento resistente es igual al momento plástico. Por lo que, en el diseño se colocaron apoyos laterales para conseguir la máxima capacidad del perfil.

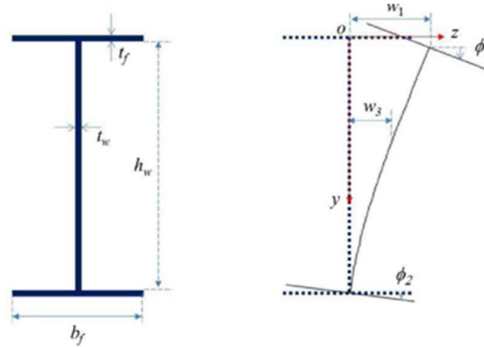


Figura 3.12.2 Pandeo lateral torsional en secciones I (Wiercigroch, 2017)

Se calcula la distancia máxima sin arriostrar lateralmente para el estado de fluencia.

$$L_p = 1.76 * r_y * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{[Ecuación 17]}$$

$$L_p = 1.76 * 1.77 \text{ in} * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 2.246 \text{ m}$$

Como  $L_p > L_b$ , se puede concluir que el perfil cumple con el criterio de diseño, por lo cual es necesario calcular la resistencia de diseño a la flexión.

- **Resistencia de diseño a la flexión**

$$\phi_b = 0.9$$

$$\phi_b M_n = \phi_b * f_y * Z_y \quad \text{[Ecuación 18]}$$

$$\phi_b M_n = 0.9 * 36 \text{ ksi} * 10.3 \text{ in}^3 = 27.81 \text{ kip} * \text{ft}$$

$$27.81 \text{ kip} * \text{ft} > 13.30 \text{ kip} * \text{ft} \quad \text{CUMPLE}$$

- **Resistencia de diseño al cortante**

$$2.24 * \sqrt{\frac{E}{F_y}} \quad \text{[Ecuación 19]}$$

$$2.24 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 63.58$$

Esbeltez	Condición	Valor de Cv
h/tw (a)	$Si \frac{h}{tw} < 1.10 * \sqrt{\frac{Kv * E}{Fy}} \text{ (b)}$	1
	$Si 1.10 * \sqrt{\frac{Kv * E}{Fy}} < \frac{h}{tw} < 1.37 * \sqrt{\frac{Kv * E}{Fy}}$	a/b
Kv = 5 (Cuando no se consideran costillas o atizadores a lo largo del alma de la viga)		

**Tabla 3.12.2.2 Valores de Cv para el cálculo de cortante (Boza y D'Steffano, 2023)**

Como  $\gamma_w < 63.58$ , se asume que el cortante mayorado es 1 y que a su vez Cv también es 1.

$$\phi v = 1$$

$$Cv = 1$$

$$\phi v V_n = \phi v * (0.6 * f_y * h * Cv) * e \quad \text{[Ecuación 20]}$$

$$\phi v V_n = \phi v * (0.6 * 36 \text{ ksi} * 100 \text{ mm} * 1) * (3 \text{ mm}) = 10.044 \text{ kip}$$

$$10.044 \text{ kip} > 4.103 \text{ kip} \quad \text{CUMPLE}$$

En conclusión, se puede afirmar que el perfil escogido para la viga secundaria del altillo, es decir TR 150mmx100mx3mm es satisfactorio para el diseño.

### 3.12.3. Viga principal en dirección al eje X del altillo

En esta etapa de diseño, es un buen criterio obtener una demanda/capacidad que se encuentre por debajo del 75%, ya que, al momento de modelar, el sismo genera un momento adicional en las vigas por lo que la demanda aumenta y es necesario dejar un saldo en la capacidad.



Datos viga dirección X		
Mux	38.54	kip*ft
Vux	12.87	kip
Lbx	2.10	m
Q	1.87	ton/m
B	300	mm
H	200	mm
Ix	119	in <sup>4</sup>
Sx	19.9	in <sup>3</sup>
Zx	25.6	in <sup>3</sup>
A	7.10	in <sup>2</sup>
rx	4.10	in

Tabla 3.12.3 Tabla de datos del perfil HSS 12x4x1/4 (Boza y D'Steffano, 2023)

### 3.12.3.1. Estado límite: Pandeo local

- Deflexión máxima

$$\Delta_{max} = \frac{5 * 1.87 \frac{\text{tonne}}{\text{m}} * (2.10 \text{ m})^4}{384 * 29000 \text{ ksi} * 119 \text{ in}^4} = 0.0127 \text{ m}$$

- Deflexión por carga viva

$$\Delta_a = \frac{2.10 \text{ m}}{300} = 0.007 \text{ m}$$

- Deflexión por carga muerta

$$\Delta_a = \frac{2.10 \text{ m}}{240} = 0.009 \text{ m}$$

Ahora, se procede a calcular la relación entre ancho y espesor de la sección planteada.

$$\gamma_f = \frac{300 \text{ mm}}{2 \text{ in}} = 5.91 \text{ in}$$

$$\gamma_w = \frac{200 \text{ mm}}{0.68 \text{ in}} = 10.043 \text{ in}$$

Se realiza la comprobación de las relaciones calculadas, mediante la fórmula:

$$\gamma_p = 0.38 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 10.785$$

Como se puede observar,  $\gamma_p > \gamma_w$  y  $\gamma_p > \gamma_f$ , por lo cual se puede concluir que el perfil es “**COMPACTO**”

### 3.12.3.2. Estado límite: Pandeo lateral torsional y capacidad de la viga

Se calcula la distancia máxima sin arriostrar lateralmente para el estado de fluencia.

$$L_p = 1.76 * 4.10 \text{ in} * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 5.202 \text{ m}$$

Como  $L_p > L_b$ , se puede concluir que el perfil cumple con el criterio de diseño, por lo cual es necesario calcular la resistencia de diseño a la flexión.

- **Resistencia de diseño a la flexión**

$$\phi_b = 0.9$$

$$\phi_b M_n = 0.9 * 36 \text{ ksi} * 25.6 \text{ in}^3 = 69.12 \text{ kip} * \text{ft}$$

$$69.12 \text{ kip} * \text{ft} > 38.54 \text{ kip} * \text{ft} \quad \text{CUMPLE}$$

- **Resistencia de diseño al cortante**

$$2.24 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 63.58$$

Como  $\gamma_w < 63.58$ , se asume que el cortante mayorado es 1 y que a su vez  $C_v$  también es 1.

$$\phi_v = 1$$

$$C_v = 1$$

$$\phi_v V_n = \phi_v * (0.6 * 36 \text{ ksi} * 200 \text{ mm} * 1) * \left(\frac{1}{4} \text{ in}\right) = 45.52 \text{ kip}$$

$$45.52 \text{ kip} > 12.87 \text{ kip} \quad \text{CUMPLE}$$

En conclusión, se puede afirmar que el perfil escogido para la viga primaria en dirección al eje X del altillo, es decir HSS 12x4x1/4 es satisfactorio para el diseño.

### 3.12.4. Viga principal en dirección al eje Y del altillo

Datos viga dirección X		
Muy	20.97	kip*ft
Vuy	6.79	kip
Lby	1.46	m
Q	1.87	ton/m
B	300	mm
H	200	mm
Iy	16.4	in <sup>4</sup>
Sy	8.20	in <sup>3</sup>
Zy	9	in <sup>3</sup>
A	5.37	in <sup>2</sup>
ry	1.75	in

Tabla 3.12.4 Tabla de datos del perfil HSS 12x4x3/16 (Boza y D'Steffano, 2023)

#### 3.12.4.1. Estado límite: Pandeo local

- Deflexión máxima

$$\Delta_{max} = \frac{5 * 1.87 \frac{\text{tonne}}{\text{m}} * (1.46 \text{ m})^4}{384 * 29000 \text{ ksi} * 16.4 \text{ in}^4} = 0.0185 \text{ m}$$

- Deflexión por carga viva

$$\Delta a = \frac{1.46 \text{ m}}{300} = 0.007 \text{ m}$$

- Deflexión por carga muerta

$$\Delta a = \frac{1.46 \text{ m}}{240} = 0.009 \text{ m}$$

Ahora, se procede a calcular la relación entre ancho y espesor de la sección planteada.

$$\gamma_f = \frac{300 \text{ mm}}{2 \text{ in}} = 5.91 \text{ in}$$

$$\gamma_w = \frac{200 \text{ mm}}{0.68 \text{ in}} = 10.043 \text{ in}$$

Se realiza la comprobación de las relaciones calculadas, mediante la fórmula:

$$\gamma_p = 0.38 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 10.785$$

Como se puede observar,  $\gamma_p > \gamma_w$  y  $\gamma_p > \gamma_f$ , por lo cual se puede concluir que el perfil es “**COMPACTO**”

### 3.12.4.2. Estado límite: Pandeo lateral torsional y capacidad de la viga

Se calcula la distancia máxima sin arriostrar lateralmente para el estado de fluencia.

$$L_p = 1.76 * 1.75 \text{ in} * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 2.22 \text{ m}$$

Como  $L_p > L_b$ , se puede concluir que el perfil cumple con el criterio de diseño, por lo cual es necesario calcular la resistencia de diseño a la flexión.

- **Resistencia de diseño a la flexión**

$$\phi_b = 0.9$$

$$\phi_b M_n = 0.9 * 36 \text{ ksi} * 9 \text{ in}^3 = 24.3 \text{ kip} * \text{ft}$$

$$24.3 \text{ kip} * \text{ft} > 20.97 \text{ kip} * \text{ft} \text{ **CUMPLE**}$$

- **Resistencia de diseño al cortante**

$$2.24 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 63.58$$

Como  $\gamma_w < 63.58$ , se asume que el cortante mayorado es 1 y que a su vez  $C_v$  también es 1.

$$\phi_v = 1$$

$$C_v = 1$$

$$\phi_v V_n = \phi_v * (0.6 * 36 \text{ ksi} * 200 \text{ mm} * 1) * \left(\frac{3}{16} \text{ in}\right) = 31.89 \text{ kip}$$

$$31.89 \text{ kip} > 6.79 \text{ kip} \quad \text{CUMPLE}$$

Como se puede observar, la presencia de vigas secundarias en dirección del eje Y, disminuyen de forma drástica la magnitud de los momentos y de los cortantes generados en este eje con respecto al eje X. En conclusión, se puede afirmar que el perfil escogido para la viga primaria en dirección al eje Y del altillo, es decir HSS 12x4x3/16 es satisfactorio para el diseño.

### 3.12.5. Diseño de correas de cubierta

Datos correa		
Muy	16.05	kip*ft
Vuy	0.83	kip
Lby	5.20	m
B	100	mm
H	50	mm
Iy	28.4	in <sup>4</sup>
Sy	7.1	in <sup>3</sup>
Zy	11.7	in <sup>3</sup>
A	8.69	in <sup>2</sup>
ry	1.81	in

Tabla 3.12.5 Tabla de datos del perfil G8 (Boza y D'Steffano, 2023)

#### 3.12.5.1. Estado límite: Pandeo local

- Deflexión por carga viva

$$\Delta a = \frac{5.20 \text{ m}}{300} = 0.017 \text{ m}$$

- Deflexión por carga muerta

$$\Delta a = \frac{5.20 \text{ m}}{240} = 0.022 \text{ m}$$

Ahora, se procede a calcular la relación entre ancho y espesor de la sección planteada.

$$\gamma_f = \frac{150 \text{ mm}}{2 * 0.411} = 4.79 \text{ in}$$

$$\gamma_w = \frac{100 \text{ mm}}{0.285 \text{ in}} = 6.907 \text{ in}$$

Se realiza la comprobación de las relaciones calculadas, mediante la fórmula:

$$\gamma_p = 0.38 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 10.785$$

Como se puede observar,  $\gamma_p > \gamma_w$  y  $\gamma_p > \gamma_f$ , por lo cual se puede concluir que el perfil es “**COMPACTO**”

### 3.12.5.2. Estado límite: Pandeo lateral torsional y capacidad de la viga

Se calcula la distancia máxima sin arriostrar lateralmente para el estado de fluencia.

$$L_p = 1.76 * 1.81 \text{ in} * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 2.297 \text{ m}$$

Como se puede observar  $L_p < L_b$ , por lo tanto, se dispondrá del uso de pernos de anclaje de la cubierta a la correa los cuales dispondrán como apoyos laterales, los cuales se colocarán a una distancia aproximadamente de 60 cm, logrando así que la sección pueda plastificarse.

- **Resistencia de diseño a la flexión**

$$\phi_b = 0.9$$

$$\phi_b M_n = 0.9 * 36 \text{ ksi} * 11.7 \text{ in}^3 = 31.59 \text{ kip} * \text{ft}$$

$$31.59 \text{ kip} * \text{ft} > 16.05 \text{ kip} * \text{ft} \text{ CUMPLE}$$

- **Resistencia de diseño al cortante**

$$2.24 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 63.58$$

Como  $\gamma_w < 63.58$ , se asume que el cortante mayorado es 1 y que a su vez  $C_v$  también es 1.

$$\phi_v = 1$$

$$C_v = 1$$

$$\phi_v V_n = \phi_v * (0.6 * 36 \text{ ksi} * 50 \text{ mm} * 1) * (3 \text{ mm}) = 5.022 \text{ kip}$$

$$5.022 \text{ kip} > 0.83 \text{ kip} \text{ CUMPLE}$$

En conclusión, se puede afirmar que el perfil escogido para la correa, es decir G8 es satisfactorio para el diseño.

### 3.12.6. Diseño de cubierta

Las vigas de cubierta reciben las cargas de las correas, por lo que el diagrama de fuerzas es el siguiente.

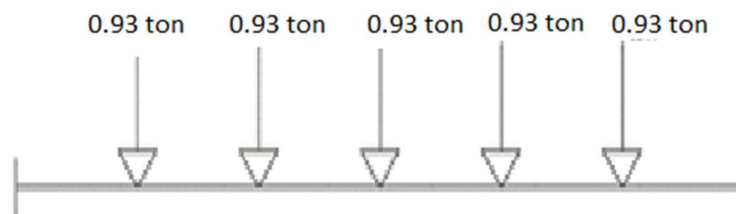


Figura 3.12.6 Diagrama de fuerzas de viga de cubierta VCU  
(Boza y D'Steffano, 2023)

### 3.12.6.1. Viga principal en dirección al eje X

Datos viga dirección X		
Mux	26.66	kip*ft
Vux	5.18	kip
Lbx	2.60	m
Q	0.9	ton/m
B	200	mm
H	100	mm
Ix	67.4	in <sup>4</sup>
Sx	14.5	in <sup>3</sup>
Zx	20.1	in <sup>3</sup>
A	6.17	in <sup>2</sup>
rx	3.75	in

Tabla 3.12.6.1 Tabla de datos del perfil TR 200X100X4 (Boza y D'Steffano, 2023)

#### 3.12.6.1.1. Estado límite: Pandeo local

- Deflexión máxima

$$\Delta_{max} = \frac{5 * 0.9 \frac{\text{tonne}}{\text{m}} * (2.60 \text{ m})^4}{384 * 29000 \text{ ksi} * 67.4 \text{ in}^4} = 0.022 \text{ m}$$

- Deflexión por carga viva

$$\Delta_a = \frac{2.60 \text{ m}}{300} = 0.009 \text{ m}$$

- Deflexión por carga muerta

$$\Delta_a = \frac{2.60 \text{ m}}{240} = 0.011 \text{ m}$$

Ahora, se procede a calcular la relación entre ancho y espesor de la sección planteada.

$$\gamma_f = \frac{200 \text{ mm}}{2 \text{ in}} = 3.94 \text{ in}$$

$$\gamma_w = \frac{100 \text{ mm}}{0.68 \text{ in}} = 5.022 \text{ in}$$



Se realiza la comprobación de las relaciones calculadas, mediante la fórmula:

$$\gamma_p = 0.38 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 10.785$$

Como se puede observar,  $\gamma_p > \gamma_w$  y  $\gamma_p > \gamma_f$ , por lo cual se puede concluir que el perfil es “**COMPACTO**”

### 3.12.6.1.2. Estado límite: Pandeo lateral torsional y capacidad de la viga

Se calcula la distancia máxima sin arriostrar lateralmente para el estado de fluencia.

$$L_p = 1.76 * 3.75 \text{ in} * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 4.758 \text{ m}$$

Como  $L_p > L_b$ , se puede concluir que el perfil cumple con el criterio de diseño, por lo cual es necesario calcular la resistencia de diseño a la flexión.

- **Resistencia de diseño a la flexión**

$$\phi_b = 0.9$$

$$\phi_b M_n = 0.9 * 36 \text{ ksi} * 20.1 \text{ in}^3 = 54.27 \text{ kip} * \text{ft}$$

$$54.27 \text{ kip} * \text{ft} > 26.66 \text{ kip} * \text{ft} \text{ **CUMPLE**}$$

- **Resistencia de diseño al cortante**

$$2.24 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 63.58$$

Como  $\gamma_w < 63.58$ , se asume que el cortante mayorado es 1 y que a su vez  $C_v$  también es 1.

$$\phi_v = 1$$

$$C_v = 1$$

$$\phi_v V_n = \phi_v * (0.6 * 36 \text{ ksi} * 100 \text{ mm} * 1) * (4 \text{ mm}) = 13.39 \text{ kip}$$

$$13.39 \text{ kip} > 5.18 \text{ kip} \quad \text{CUMPLE}$$

En conclusión, se puede afirmar que el perfil escogido para la viga primaria en dirección al eje X de la cubierta, es decir TR 200X100X4 es satisfactorio para el diseño.

### 3.12.6.2. Viga principal en dirección al eje Y

Datos viga dirección X		
Muy	2.13	kip*ft
Vuy	0.533	kip
Lby	1.062	m
Q	0.9	ton/m
B	200	mm
H	100	mm
Iy	3.55	in <sup>4</sup>
Sy	3.55	in <sup>3</sup>
Zy	3.97	in <sup>3</sup>
A	4.67	in <sup>2</sup>
ry	0.872	in

Tabla 3.12.6.2 Tabla de datos del perfil HSS 12x4x3/16 (Boza y D'Steffano, 2023)

#### 3.12.6.2.1. Estado límite: Pandeo local

- Deflexión máxima

$$\Delta_{max} = \frac{5 * 0.9 \frac{\text{tonne}}{\text{m}} * (1.062 \text{ m})^4}{384 * 29000 \text{ ksi} * 3.55 \text{ in}^4} = 0.0075 \text{ m}$$

- Deflexión por carga viva

$$\Delta_a = \frac{1.062 \text{ m}}{300} = 0.004 \text{ m}$$

- Deflexión por carga muerta

$$\Delta a = \frac{1.062 \text{ m}}{240} = 0.004 \text{ m}$$

Ahora, se procede a calcular la relación entre ancho y espesor de la sección planteada.

$$\gamma_f = \frac{200 \text{ mm}}{2 \text{ in}} = 3.94 \text{ in}$$

$$\gamma_w = \frac{100 \text{ mm}}{0.68 \text{ in}} = 5.022 \text{ in}$$

Se realiza la comprobación de las relaciones calculadas, mediante la fórmula:

$$\gamma_p = 0.38 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 10.785$$

Como se puede observar,  $\gamma_p > \gamma_w$  y  $\gamma_p > \gamma_f$ , por lo cual se puede concluir que el perfil es “**COMPACTO**”

### 3.12.6.2.2. Estado límite: Pandeo lateral torsional y capacidad de la viga

Se calcula la distancia máxima sin arriostrar lateralmente para el estado de fluencia.

$$L_p = 1.76 * 1.75 \text{ in} * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 1.106 \text{ m}$$

Como  $L_p > L_b$ , se puede concluir que el perfil cumple con el criterio de diseño, por lo cual es necesario calcular la resistencia de diseño a la flexión.

- **Resistencia de diseño a la flexión**

$$\phi_b = 0.9$$

$$\phi_b M_n = 0.9 * 36 \text{ ksi} * 3.97 \text{ in}^3 = 10.72 \text{ kip} * \text{ft}$$

$$10.72 \text{ kip} * \text{ft} > 2.13 \text{ kip} * \text{ft} \text{ **CUMPLE**}$$

- **Resistencia de diseño al cortante**

$$2.24 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 63.58$$

Como  $\gamma_w < 63.58$ , se asume que el cortante mayorado es 1 y que a su vez  $C_v$  también es 1.

$$\phi_v = 1$$

$$C_v = 1$$

$$\phi_v V_n = \phi_v * (0.6 * 36 \text{ ksi} * 100 \text{ mm} * 1) * (3 \text{ mm}) = 10.044 \text{ kip}$$

$$10.044 \text{ kip} > 0.533 \text{ kip} \quad \text{CUMPLE}$$

Por lo tanto, el perfil TR 200x100x3 es satisfactorio para el diseño de la viga principal en el eje Y.

### 3.12.7. Diseño de voladizo

El voladizo es un elemento estructural rígido apoyado sobre otro elemento de un único lado, quedando así una buena parte de su superficie sin punto de apoyo aparente. En este caso el voladizo se encuentra apoyado sobre una cercha tipo 1. Por criterios de diseño y a petición del cliente, el mismo perfil utilizado en el eje X se lo usará en el eje Y para guardar estética. Es por esto que, se usarán los datos de la peor condición sísmica.

#### 3.12.7.1. Viga principal en dirección al eje X y Y

Datos viga dirección X		
Mux	19.48	kip*ft
Vux	4.57	kip
Lbx	3.04	m
Q	0.9	ton/m
B	200	mm
H	100	mm
Ix	100.7	in <sup>4</sup>
Sx	25.6	in <sup>3</sup>
Zx	25.6	in <sup>3</sup>
A	17.36	in <sup>2</sup>
<b>ry</b>	<b>3.41</b>	<b>in</b>

Tabla 3.12.7.1 Tabla de datos del perfil DOBLE G 200x50x15x3 (Boza y D'Steffano, 2023)

### 3.12.7.1.1. Estado límite: Pandeo local

- Deflexión máxima

$$\Delta_{max} = \frac{5 * 0.9 \frac{\text{tonne}}{m} * (3.04 \text{ m})^4}{384 * 29000 \text{ ksi} * 100.7 \text{ in}^4} = 0.028 \text{ m}$$

- Deflexión por carga viva

$$\Delta_a = \frac{3.04 \text{ m}}{300} = 0.01 \text{ m}$$

- Deflexión por carga muerta

$$\Delta_a = \frac{3.04 \text{ m}}{240} = 0.013 \text{ m}$$

Ahora, se procede a calcular la relación entre ancho y espesor de la sección planteada.

$$\gamma_f = \frac{200 \text{ mm}}{2 \text{ in}} = 3.94 \text{ in}$$

$$\gamma_w = \frac{100 \text{ mm}}{0.68 \text{ in}} = 5.022 \text{ in}$$

Se realiza la comprobación de las relaciones calculadas, mediante la fórmula:

$$\gamma_p = 0.38 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 10.785$$

Como se puede observar,  $\gamma_p > \gamma_w$  y  $\gamma_p > \gamma_f$ , por lo cual se puede concluir que el perfil es “**COMPACTO**”

### 3.12.7.1.2. Estado límite: Pandeo lateral torsional y capacidad de la viga

Se calcula la distancia máxima sin arriostrar lateralmente para el estado de fluencia.

$$L_p = 1.76 * 3.41 \text{ in} * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 4.33 \text{ m}$$

Como  $L_p > L_b$ , se puede concluir que el perfil cumple con el criterio de diseño, por lo cual es necesario calcular la resistencia de diseño a la flexión.

- **Resistencia de diseño a la flexión**

$$\phi_b = 0.9$$

$$\phi_b M_n = 0.9 * 36 \text{ ksi} * 25.6 \text{ in}^3 = 69.12 \text{ kip} * \text{ft}$$

$$69.12 \text{ kip} * \text{ft} > 19.48 \text{ kip} * \text{ft} \quad \text{CUMPLE}$$

- **Resistencia de diseño al cortante**

$$2.24 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 63.58$$

Como  $\gamma_w < 63.58$ , se asume que el cortante mayorado es 1 y que a su vez  $C_v$  también es 1.

$$\phi_v = 1$$

$$C_v = 1$$

$$\phi_v V_n = \phi_v * (0.6 * 36 \text{ ksi} * 100 \text{ mm} * 1) * (3 \text{ mm}) = 10.044 \text{ kip}$$

$$13.39 \text{ kip} > 4.57 \text{ kip} \quad \text{CUMPLE}$$

En conclusión, se puede afirmar que el perfil escogido para la viga primaria en dirección al eje X Y Y del voladizo, es decir DOBLE G 200X50X15X3 es satisfactorio para el diseño.

### 3.12.8. Cercha

Datos viga dirección X		
Mux	12.66	kip*ft
Vux	4.49	kip
Lbx	2.20	m
Q	0.9	ton/m
B	200	mm
H	55	mm
Ix	31100	in <sup>4</sup>
Sx	1240	in <sup>3</sup>
Zx	1410	in <sup>3</sup>
A	17.36	in <sup>2</sup>
Rx	17.8	in

Tabla 3.12.8 Tabla de datos de la cercha

#### 3.12.8.1. Estado límite: Pandeo local

- Deflexión máxima

$$\Delta_{max} = \frac{5 * 0.9 \frac{\text{tonne}}{\text{m}} * (2.20 \text{ m})^4}{384 * 29000 \text{ ksi} * 31100 \text{ in}^4} = 0.025 \text{ m}$$

- Deflexión por carga viva

$$\Delta a = \frac{2.20 \text{ m}}{300} = 0.007 \text{ m}$$

- Deflexión por carga muerta

$$\Delta a = \frac{2.20 \text{ m}}{240} = 0.009 \text{ m}$$

Ahora, se procede a calcular la relación entre ancho y espesor de la sección planteada.

$$\gamma f = \frac{200 \text{ mm}}{2 * 1.77 \text{ in}} = 2.22 \text{ in}$$

$$\gamma_w = \frac{55 \text{ mm}}{1.03 \text{ in}} = 2.10 \text{ in}$$

Se realiza la comprobación de las relaciones calculadas, mediante la fórmula:

$$\gamma_p = 0.38 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 10.785$$

Como se puede observar,  $\gamma_p > \gamma_w$  y  $\gamma_p > \gamma_f$ , por lo cual se puede concluir que el perfil es “**COMPACTO**”

### 3.12.8.2. Estado límite: Pandeo lateral torsional y capacidad de la viga

Se calcula la distancia máxima sin arriostrar lateralmente para el estado de fluencia.

$$L_p = 1.76 * 17.8 \text{ in} * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 22.58 \text{ m}$$

Como  $L_p > L_b$ , se puede concluir que el perfil cumple con el criterio de diseño, por lo cual es necesario calcular la resistencia de diseño a la flexión.

- **Resistencia de diseño a la flexión**

$$\phi_b = 0.9$$

$$\phi_b M_n = 0.9 * 36 \text{ ksi} * 25.6 \text{ in}^3 = 3807 \text{ kip} * \text{ft}$$

$$3807 \text{ kip} * \text{ft} > 12.66 \text{ kip} * \text{ft} \text{ **CUMPLE**}$$

- **Resistencia de diseño al cortante**

$$2.24 * \sqrt{\frac{29000 \text{ ksi}}{36 \text{ ksi}}} = 63.58$$

Como  $\gamma_w < 63.58$ , se asume que el cortante mayorado es 1 y que a su vez  $C_v$  también es 1.

$$\phi_v = 1$$



$$Cv = 1$$

$$\phi v Vn = \phi v * (0.6 * 36 \text{ ksi} * 100 \text{ mm} * 1) * (3 \text{ mm}) = 5.52 \text{ kip}$$

$$5.52 \text{ kip} > 4.49 \text{ kip} \quad \text{CUMPLE}$$

Como se puede observar, el momento actuante es menor al momento mayorado en gran magnitud, esto se debe a que esta cercha será la que soportará las cargas del voladizo de 12 metros que tendrá la vivienda.

### 3.13. Análisis estructural de la vivienda

- **Chequeo de cortante basal estático**

Según lo estipulado por la NEC, el cortante basal estático mínimo se lo calcula de la siguiente manera:

$$V_{min} = Cs * W \quad \text{[Ecuación 21]}$$

Donde cabe recordar que, el  $Cs$  es el coeficiente de respuesta sísmico calculado en el capítulo 2, siendo  $W$  el peso de la estructura.

$$V_{manual} = 0.16 * 938.73 = 150.20 \text{ tonne}$$

Por medio del software, se obtiene el cortante basal cuyo valor corresponde a:

96	MODAL	LinModal	Mode	1	155,746	-11,467	-27,71	1,7204	209,6412	-0,2454
----	-------	----------	------	---	---------	---------	--------	--------	----------	---------

Figura 3.13.1 Peso de la estructura (Boza y D'Steffano, 2023)

$$V_{prog} = 155.746 \text{ tonne}$$

La NEC, establece que, si el cortante basal del programa es menor al obtenido por medio del cálculo manual, se deberá corregir el valor de  $Cs$  con un factor de corrección. Una vez corregido el coeficiente, no habrá variación entre ambos cortantes.

$$f_{corr} = \frac{V_{manual}}{V_{prog}} = \frac{150.20 \text{ tonne}}{155.746 \text{ tonne}} = 0.96$$

Como se puede observar, el factor de corrección no fue mayor a 1, esto se debe a que el cortante basal calculado manualmente, no es mayor en magnitud al cortante del programa, por lo tanto, se mantiene el coeficiente sísmico previamente establecido.

- **Chequeo de derivas**

Se verifican que las derivas generadas tanto por el sismo en X como en Y estén por debajo del límite que establece la NEC, dicho límite corresponde al 2%. En el código estipulada por la NEC, se presenta la siguiente expresión para la deriva inelástica.

$$D_i = D_e * \emptyset * R \quad \text{[Ecuación 22]}$$

Donde:

De: deriva elástica

$\emptyset$ : factor de corrección

R: coeficiente de reducción de respuesta estructural

- Deriva por sismo en X

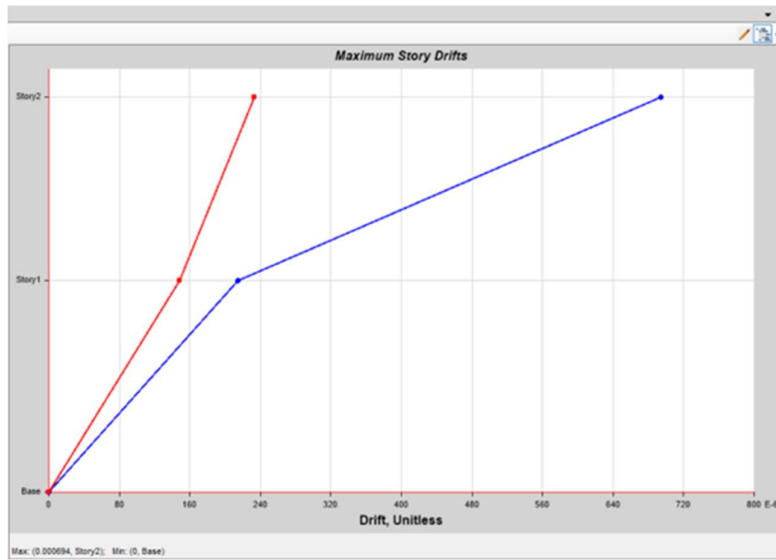


Figura 3.13.2 Deriva generada por sismo en X (Boza y D'Steffano, 2023)

$$D_i = 0.000694 * 0.75 * 6 = 0.31\% \leq 2\%, \mathbf{OK}$$

- Deriva por sismo en Y

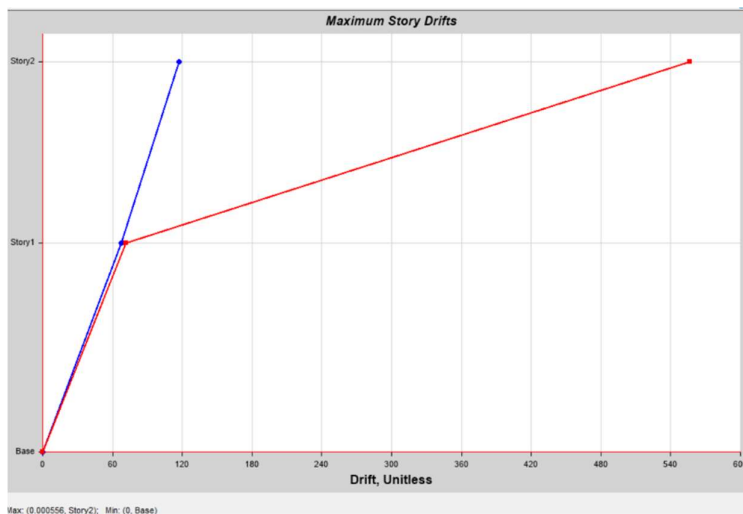


Figura 3.13.3 Deriva generada por sismo en Y (Boza y D'Steffano, 2023)

$$D_i = 0.000556 * 0.75 * 6 = 0.25\% \leq 2\%, \mathbf{OK}$$

### 3.14. Chequeo de las secciones

Finalmente se verificó que las secciones se encuentren bien diseñadas y dimensionadas para satisfacer las demandas y soportar el sismo.

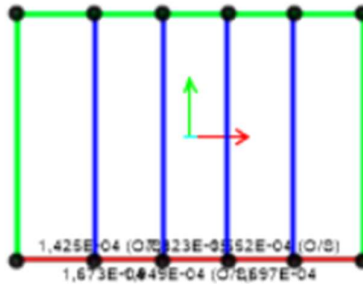


Figura 3.14 Demanda/capacidad de perfiles vista en plata  
Atillo (Boza y D'Steffano, 2023)

### 3.15. Diseño de conexiones precalificadas

Para la conexión de los elementos, se implementaron conexiones soldadas para la unión de vigas y columnas, en esta sección se diseñaron soldaduras tipo filete y su longitud, mediante las consideraciones de la normativa AISC 358.

#### 3.15.1. Conexión simple soldada VS-VP en Atillo

En las vigas secundarias, las conexiones se las realiza únicamente a cortante, es decir por medio de conexiones simples, esto debido a que se desea transmitir cargas más no momentos a las vigas principales. Por lo tanto, se utilizará el cortante último en la viga secundaria más crítica.

$$V_u = 4.103 \text{ kip}$$

El tipo de conexión que se implementó es una conexión de alma-alma de viga con una soldadura tipo filete. La resistencia de la soldadura está dad por la siguiente expresión.

$$\phi R_n = 0.75 * F_w * A_w \quad \text{[Ecuación 23]}$$

$$F_w = 0.6 * F_{EX} \quad \text{[Ecuación 24]}$$

$$A_w = 0.707 * t_w * l_s$$

[Ecuación 25]

$F_{eex}$ , hace referencia a la resistencia por clasificación del metal base, cuyo número se encuentra en los electrodos (E60, E70, etc). En esta conexión se implementó un electrodo de 60.

$A_w$  es el área de soldadura, que depende del espesor y la longitud de la soldadura ( $l_s$ ).

El código AISC recomienda como límites las siguientes expresiones de longitudes.

$$\frac{h \text{ viga}}{2} \leq l_s \leq \frac{2}{3} h \text{ viga}$$

Además, indica que, al conectar el alma de la viga directamente al alma de otra, sin el uso de placas, el espesor de la garganta se considerará como el 60% del espesor del alma a la hora de realizar el cálculo.

Conociendo que la altura es de la viga secundaria es de 10 cm, se propuso un cordón de 5 cm, en adición, al tratarse de una viga rectangular, se soldará de ambos lados dando como resultado:

$$\begin{aligned} \phi R_n &= 0.32 * F_{EEX} * 0.6 * e * l_s \\ \phi R_n &= 0.32 * \frac{36 \text{ kip}}{7.10 \text{ cm}^2} * 0.6 * 0.4 \text{ cm} * 6 \text{ cm} * 2 \\ \phi R_n &= 5.841 \text{ kip} \end{aligned}$$

Por lo tanto:

$$\phi R_n > V_u, \quad \mathbf{OK}$$

### 3.15.2. Conexión simple VCU-VCU

El cortante crítico generado en las vigas de cubierta como se lo mencionó en la parte de verificación de diseño es de:

$$V_u = 5.18 \text{ kip}$$

La altura de estas vigas también es de 10 cm, por lo tanto, se plantea un límite de soldadura de 6 cm, recordando que, al ser rectangular se soldará en ambos lados.

$$\begin{aligned}\phi R_n &= 0.32 * F_{EXX} * 0.6 * e * l_s \\ \phi R_n &= 0.32 * \frac{36 \text{ kip}}{6.17 \text{ cm}^2} * 0.6 * 0.4 \text{ cm} * 6 \text{ cm} * 2 \\ \phi R_n &= 5.377 \text{ kip}\end{aligned}$$

$$\phi R_n > V_u, \quad \mathbf{OK}$$

### 3.15.3. Conexión a momento VP-COL

Para realizar las conexiones a momento, que en este caso se las realiza de viga principal a columna, se propuso la conexión soldada WUF-W. Para la cual el código AISC propone las siguientes restricciones para implementar este tipo de conexión que debe cumplir el perfil.

Criterio	Límite o restricción	Características del perfil	Aceptación
Proceso constructivo	Perfil laminado o armado	Armado	<b>OK</b>
Altura máxima	92 cm	20 cm	<b>OK</b>
Peso máximo de viga	224 kg/m	32.16 kg/m	<b>OK</b>
Espesor máximo de patín	25 mm	9 mm	<b>OK</b>
Relación L/h mínima	5	$\frac{210}{20} = 10.5$	<b>OK</b>
Relación ancho/espesor patín y alma	SÍSMICO	SÍSMICO	<b>OK</b>

**Tabla 3.15.3 Restricciones para implementación de conexión WUF-W (AISC, 2011)**

- Cálculo de  $M_{pr}$

$$M_{pr} = 1.2 * R_y * Z_x * F_y \quad \mathbf{[Ecuación 26]}$$

$$M_{pr} = 1.2 * 1.75 * 25.6 \text{ in}^3 * 36 \text{ ksi} = 161.28 \text{ kip} * \text{ft}$$

- Cálculo del cortante

$$V_u = \frac{2 * M_{pr}}{L_t - b_{col}} + V_{ug} \quad \mathbf{[Ecuación 27]}$$

$$V_u = \frac{2 * 161.28 \text{ kip} * ft}{4.40m - 200 \text{ mm}} + 12.87 \text{ kip} = 36.279 \text{ kip}$$

En este tipo de conexión, tanto los patines de las vigas como el alma deben unirse al perfil de la columna mediante el uso de una soldadura de penetración completa (CJP). La unión de la viga a la placa y de la placa a la columna son con una soldadura de tipo filete como se lo puede observar en la siguiente figura.

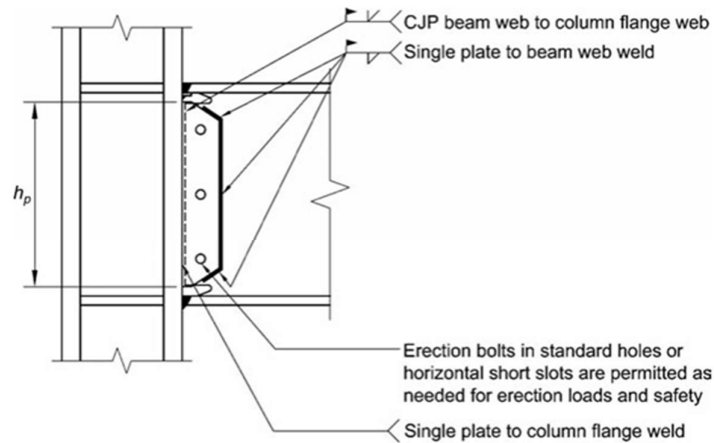


Fig. 8.2. General details of beam web-to-column flange connection.

Figura 3.15.3 Detalle de soldadura de conexión WUF-W (AISC, 2011)

- Fuerza de tracción que intenta romper el patín

$$F_t = \frac{M_{pr}}{h - e} \quad \text{[Ecuación 28]}$$

$$F_t = \frac{161.28 \text{ kip} * ft}{400 \text{ mm} - 4 \text{ mm}} = 124.137 \text{ kip}$$

La soldadura de penetración completa debe resistir esta fuerza de tracción, por lo tanto, es necesario comprobar la resistencia a tracción de la misma mediante la implementación de un electrodo E60.

$$R_{S_{CJP}} = F_{EXX} * A_w \quad \text{[Ecuación 29]}$$

$$Rsp_{CJP} = \frac{60 \text{ tonne}}{5.37 \text{ cm}^2} * 20\text{cm} * 0.4\text{cm} = 89.39 \text{ kip}$$

$$Rsp_{CJP} > Ft \quad \mathbf{OK}$$

Así mismo, la soldadura deberá resistir el cortante  $V_u$ .

$$Rsa_{CJP} = F_{EXX} * (h - 2e) * e$$

$$Rsa_{CJP} = \frac{60 \text{ tonne}}{14.23 \text{ cm}^2} * (20\text{cm} - 2(0.4\text{cm})) * 0.4\text{cm} = 71.39 \text{ kip}$$

$$Rsa_{CJP} \geq Vu \quad \mathbf{OK}$$

- Consideraciones de la placa de unión

Para calcular la altura de la placa, se utilizó la siguiente expresión:

$$hp = hviga - 2e - 2.4 \text{ cm} \quad \mathbf{[Ecuación 30]}$$

$$hp = hviga - 2(0.4 \text{ cm}) - 2.4 \text{ cm} = 6.8 \text{ cm}$$

Como la base de la placa debe de ser como mínimo 6.5 cm, se propuso una base de:

$$bp = 8 \text{ cm}$$

El espesor de la placa tiene que ser como mínimo el espesor de la viga, es por esta razón que se propuso un espesor de 4 mm.

$$tp = 0.4 \text{ cm}$$

- Resistencia de la soldadura de la placa-viga

La resistencia se calculó de la siguiente manera:

$$Rsh = 2 * 0.32 * F_{EXX} * (tp - 0.2) * bp * 1.5$$

$$Rsh = 2 * 0.32 * \frac{60 \text{ tonne}}{5.37 \text{ cm}^2} * (0.4\text{cm} - 0.2\text{cm}) * 8\text{cm} * 1.5 = 44.58 \text{ kip}$$

$$Rsh > Vu, \quad \mathbf{OK}$$



Finalmente, se calcula el cortante último generado en la placa y, en consecuencia, la resistencia de la soldadura de la placa a la columna deberá ser mayor al cortante.

$$V_{up} = h_p * t_p * 0.6 * R_y * F_y \quad \text{[Ecuación 31]}$$

$$V_{up} = 400 \text{ mm} * 0.4 \text{ cm} * 0.6 * 1.75 * 36 \text{ ksi} = 15.937 \text{ kip}$$

Para la soldadura tipo filete, se propuso una garganta de 0.9 cm con un electrodo E60, la resistencia será:

$$R_{s p - c} = 0.32 * F_{EXX} * g * h_p \quad \text{[Ecuación 32]}$$

$$R_{s p - c} = 0.32 * \frac{60 \text{ ton}}{5.37 \text{ cm}^2} * 0.9 \text{ cm} * 6.8 \text{ cm} = 48.24 \text{ kip}$$

$$R_{s p - c} > V_{up}, \quad \text{OK}$$

### 3.16. Diseño de instalaciones eléctricas

Las instalaciones de la ampliación constan únicamente de puntos de tomacorrientes de 110 V y 220 V y de puntos de luz. Agregando los nuevos rubros a diseñar, se presenta la siguiente tabla con su descripción.

Puntos	Espacio	Tipo
1	Luminarias Altillo	Luz
1	Luminaria Habitación	Luz
1	Toma sala de estudio en Altillo	TC 110 V
1	Toma en pared Altillo	TC 220 V
3	TC 110V Habitación	TC 110 V
1	A/C Habitación	TC 220 V

**Tabla 3.16.1** Tabla de descripción de rubros eléctricos (Boza y D'Steffano, 2023)

Como se puede observar la conexión que requiere un voltaje de 220 es el aire acondicionado de la habitación, por otro parte, las luminarias del altillo y de la habitación poseen un voltaje de 110 V.

De acuerdo a la normativa, la potencia mínima de diseño para luminarias es de 100 W y para los tomacorrientes de 200W. En cuanto al aire acondicionado, se toma valores correspondientes a los productos del mercado actual.

La corriente se la calcula mediante la expresión

$$I (A) = \frac{\text{Potencia (W)}}{\text{Voltaje (V)}} \quad \text{[Ecuación 33]}$$

Así mismo, la normativa establece que, para dimensionar cables eléctricos, es necesario incrementar la corriente que pasa a través del breaker en un 25% con el objetivo de prevenir falla o cortocircuitos. En adición a esto, la NEC en su capítulo de instalaciones eléctricas recomienda los siguientes límites para el dimensionamiento de los cables.

- Circuitos de iluminación
  - El calibre del conductor del neutro deberá ser igual que el de las fases
  - Sección mínima de cable de 14 AWG (fase, neutro y tierra)
- Circuito de tomacorrientes
  - El calibre del conductor neutro deberá ser igual al de las fases
  - Sección mínima de cable 12 AWG (fase y neutro)

La normativa también presenta la siguiente tabla con respecto a las capacidades máximas de cada cable.

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor (Amperios)	15/16	20	30/32	40	50

Ref: Tabla 210.24 National Electrical Code

Figura 3.16 Capacidad en función del calibre del conductor

A continuación, se presenta la tabla de cálculo resumido con los respectivos calibres de cables y tuberías necesarios para las instalaciones eléctricas.

CIRCUITS	DESCRIPTION	VOLT (V)	PHASE	POWER (W)	u	TOTAL POWER		CURRENT	CURRENT	BREAKER (A)	CABLE OR WIRE (AWG)	PIPE
						PHASE A	PHASE B	(A)	1,25			
A1	Luminarias Altillo	110	A	100	4	400		3,64	4,55	15,00	1F#14+1N#14+1T#14	16 mm RH
A2	Luminaria Habitación	110	B	100	6		600	5,45	6,82	15,00	1F#14+1N#14+1T#14	16 mm RH
T1	Toma escrito en Altillo	110	A	200	1	200		1,82	2,27	15,00	1F#12+1N#12+1T#14	16 mm RH
T2	Toma en pared Altillo	220	A	200	1	200		0,91	1,14	15,00	1F#12+1N#12+1T#14	16 mm RH
T3	TC 110V Habitación	110	A	200	1		200	1,82	2,27	15,00	1F#12+1N#12+1T#14	16 mm RH
T4	A/C Habitación	220	BA	3500	1	1750	1750	15,91	19,89	30,00	2F#10+1T#12	21 mm RH
						2550	2550					

**Tabla 3.16.2 Cálculo de cables y tuberías para instalaciones eléctricas (Boza y D'Steffano, 2023)**

La demanda de corriente total es de 36.94 amperios, por lo tanto, el breaker principal propuesto es de 40 amperios.

### 3.17. Certificación EDGE

Un proyecto de construcción que sea de carácter “nuevo”, puede obtener la certificación preliminar para el diseño y la certificación EDGE en la etapa de ejecución y en el caso de una renovación del proyecto, solo aplica para cualquier de los tres niveles de Certificación que aplique el mismo. En este caso se puede obtener la certificación EDGE dado que la obra se encuentra en estado de “obra gris”.

A continuación, se presenta una imagen en donde se puede apreciar el proceso de certificación y los involucrados durante el diseño y construcción del proyecto.



*Figura 3.17.1 Proceso de certificación EDGE (EDGE, 2021c)*

Una vez dentro de la aplicación, es necesario seleccionar el tipo de proyecto con el cual se va a trabajar. En este caso el Estudio Dinnova busca la certificación EDGE en proyecto de tipo vivienda familiar de 2 plantas.

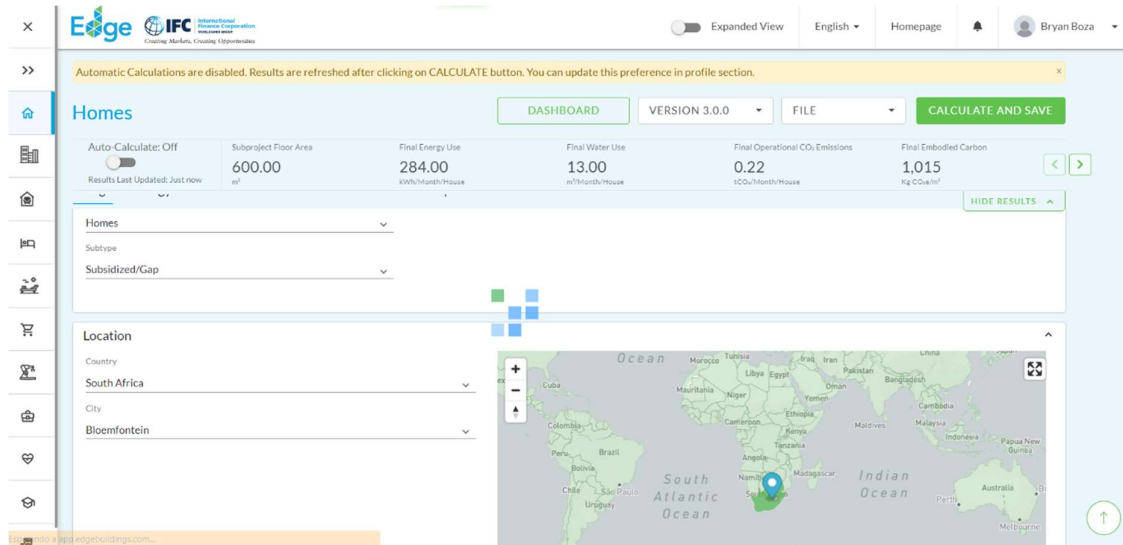


Figura 3.17.2 Selección del tipo de proyecto a modelar (software EDGE, 2023)

Se debe colocar los diferentes datos constructivos de la vivienda como especificar el número de dormitorios, metraje cuadrado de la vivienda, número de pisos por encima de la rasante, la altura entre piso, área de la cubierta, etc.

Default	User Entry	Default	User Entry
No. of Bedrooms 1	No. of Bedrooms 4	Occupancy (People/House) 3	Occupancy (People/House) 4
Total No. of Homes 10	Total No. of Homes 1	<b>Building Costs</b>	
Average House Area (m²) 60	Average House Area (m²) 440.70	Cost of Construction (USD/m²) 350.0	Cost of Construction (USD/m²) 71,406.83
No. of Floors Above Grade 1	No. of Floors Above Grade 2	Estimated Sale Value (USD/m²) 440.2	Estimated Sale Value (USD/m²) 122,000
No. of Floors Below Grade -	No. of Floors Below Grade -		
Floor-to-Floor Height (m) 3.0	Floor-to-Floor Height (m) 3		
Aggregate Roof Area/House (m²) 220	Aggregate Roof Area/House (m²) 98.27		

Figura 3.17.3 Datos constructivos de la vivienda (Software EDGE, 2023)

A su vez, se deben indicar las respectivas dimensiones de las áreas de la edificación como lo son los dormitorios, cocina, sala, baños, etc.

Área interna bruta/casa (m <sup>2</sup> )		Entrada de cargas detalladas	
440,7		Entrada de cargas de cocina y preparación de alimentos	
<b>Predeterminado (m<sup>2</sup>/Casa)</b>	<b>Entrada de Usuario (m<sup>2</sup>/Casa)</b>	<b>Por defecto</b>	<b>Entrada de usuario</b>
Dormitorio 119,9	Dormitorio 98,25	Área con Iluminación Exterior (m <sup>2</sup> ) 18	Área con Iluminación Exterior (m <sup>2</sup> ) 157,22
Cocina 17,1	Cocina 39,09	Superficie de aparcamiento exterior (m <sup>2</sup> ) -	Superficie de aparcamiento exterior (m <sup>2</sup> ) 0
Comida 17,1	Comida 53,18	<b>Usos finales del agua</b>	Área regada (m <sup>2</sup> ) 0
Viviendo 51,4	Viviendo 90,53	Área regada (m <sup>2</sup> ) 6	Tipo de piscina Piscina climatizada al aire libre
Baño 10,9	Baño 38,73	Tipo de piscina Indoor-Heated Pool and Outdoor-Unheated Pool	Piscina (m <sup>2</sup> ) 31,50
Utilidad 6,8	Utilidad 60,34	Piscina (m <sup>2</sup> ) 29	Lavado de autos No
Balcón 10,3	Balcón 9,35	Lavado de autos Yes	lavar ropa Sí
Escalera 6,8	Escalera 15,22	lavar ropa Yes	Área de cocina
Garaje cerrado 102,7	Garaje cerrado 36,04		

Figura 3.17.4 Dimensiones de la vivienda (Software EDGE, 2023)

En adición a esto, se debe especificar la fuente de energía que usará la vivienda que, en su mayoría en este caso es por medio de electricidad.

Uso de combustible	
<b>Por defecto</b>	<b>Entrada de usuario</b>
Agua caliente Electricity	Agua caliente Electricidad
Calefacción de espacios Electricity	Calefacción de espacios Electricidad
Generador Diesel	Generador Diesel
% de generación de electricidad utilizando diésel 1,00%	% de generación de electricidad utilizando diésel
Combustible utilizado para cocinar Electricity	Combustible utilizado para cocinar Electricidad

Figura 3.17.5 Uso de combustible de la vivienda (Software EDGE, 2023)

En el apartado de datos climáticos, se tiene como base los datos meteorológicos donde se encuentra ubicado el proyecto, que en este caso es en Samborondón. Los valores mensuales pueden variar debido a la variación en los microclimas, por tanto, se escogió los datos recogidos por el INAMHI. Adicionalmente, se debe complementar con datos respectos a la elevación, latitud, zona climática ASHRAE, temperatura, etc.

Por defecto		Entrada de usuario		Por defecto		Entrada de usuario	
Elevación (m)		Elevación (m)		Latitud (grados)		Latitud (grados)	
6284		3		28		2	
Precipitaciones (mm/año)		Precipitaciones (mm/año)		Zona climática ASHRAE		Zona climática ASHRAE	
862		338		3A		3A	

Temperatura (°C)		Humedad relativa (R)		Velocidad de viento (m/hg)			
Predeterminado (máximo mensual)	Entrada de usuario (máx. mensual)	Predeterminado (mínimo mensual)	Entrada de usuario (mínimo mensual)	Predeterminado (promedio mensual)	Entrada de usuario (promedio mensual)	Predeterminado (promedio mensual)	Entrada de usuario (promedio mensual)
Ene	33.8	Ene	29.7	Ene	69.0%	Ene	3.4
Feb	33.2	Feb	29.5	Feb	73.6%	Feb	3.8
Mar	34.7	Mar	29.9	Mar	75.5%	Mar	4.9
Abr	33.2	Abr	30.2	Abr	73.2%	Abr	3.4
May	33.6	May	29.5	May	69.6%	May	3.4
Jun	33.4	Jun	29.1	Jun	70.0%	Jun	3.6
Jul	33.6	Jul	29.7	Jul	74.2%	Jul	3.4
Ago	33.9	Ago	30.7	Ago	73.6%	Ago	3.6
Sep	33.2	Sep	31.7	Sep	73.2%	Sep	3.7
Oct	33.4	Oct	31.5	Oct	68.5%	Oct	3.7
Nov	31.6	Nov	31.6	Nov	74.0%	Nov	3.8
Dic	33.0	Dic	31.2	Dic	66.4%	Dic	3.8

Figura 3.17.6 Datos climáticos de la ubicación del proyecto (Software EDGE, 2023)

### 3.17.1. Criterios de ahorro de energía implementados en la vivienda

- EEM01: La vivienda presenta una relación pared ventana frontal del 87%, dado que la mayor parte de la entrada está hecha de un vidrio.

EEM01\* Relación ventana-pared: 16% más\_vert

Valor del caso base: 20%

WWR (%)

Figura 3.17.1.1 Medida para caso EEM01 (Software EDGE, 2023)

- EEM02: Se emplea un índice de reflectancia solar (SRI) de 10, valor inferior al caso base de 45.

EEM02 Techo reflectante: índice de reflectancia solar 85 más\_vert

✓ Valor del caso base: 45

SRI

Figura 3.17.1.2 Medida para caso EEM02 (Software EDGE, 2023)

- EEM05: El valor U para el aislamiento de techo, al ser un criterio obligatorio se asumirá el valor del caso base de  $U= 1.91 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

EEM05\* Aislamiento del tejado: Valor U  $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$  más\_vert

✓ Valor del caso base: 1,91  $\text{W/m}^2\cdot\text{K}$

Valor U...

Figura 3.17.1.3 Medida para caso EEM05 (Software EDGE, 2023)

- EEM06: El valor U para el aislamiento de suelo/losa, al ser un criterio obligatorio se asumirá el valor del caso base de  $U=0.49 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

EEM06\* Aislamiento de suelo/losa de suelo elevado: Valor U  $0,22 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  más\_vert

✓ Valor del caso base:  $0,49 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Valor U...  Tipo de ... Ninguno v

Figura 3.17.1.4 Medida para caso EEM06 (Software EDGE, 2023)

- EEM08: El valor U para el aislamiento de muros exteriores, al ser un criterio obligatorio se asumirá el valor del caso base de  $U= 1.86 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ .

EEM08\* Aislamiento de Paredes Exteriores: Valor U  $0,46 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  más\_vert

✓ Valor del caso base:  $1,86 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$

Valor U...

Figura 3.17.1.5 Medida para caso EEM08 (Software EDGE, 2023)

- EEM09: El valor de la eficiencia del vidrio, al ser un criterio obligatorio se trabajará con valores del caso base.

EEM09\* Eficiencia del Vidrio: Valor U  $1,95 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ , SHGC  $0,49$  y VT  $0,45$  más\_vert

✓ Valor del caso base:  $5,75 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$  y SHGC  $0,8$  y VT  $0,7$

Valor U...  SHGC

VT (Fac...


Figura 3.17.1.6 Medida para caso EEM09 (Software EDGE, 2023)

- EEM11: La vivienda al contar con un balcón y con un área de cubierta que no se encuentra recubierta por la losa, las corrientes de aire naturales entrarán fácilmente a la vivienda.


EEM11 Ventilación natural más\_vert  
 Apertura de fachada del caso base: 0%


*Figura 3.17.1.7 Medida para caso EEM11 (Software EDGE, 2023)*

- EEM13: El valor de la eficiencia del sistema de enfriamiento empleado en el proyecto es de COP=4.45 de acuerdo a las características del equipo utilizado.


EEM13\* Eficiencia del sistema de refrigeración: COP (W/W) 3,63 más\_vert  
 Sistema de caso base: solo refrigeración urbana  
 Caso base COP: 4,45  
 Selecci... Sistema de caso ba... COP ...


*Figura 3.17.1.8 Medida para caso EEM13 (Software EDGE, 2023)*

- EEM18: En este caso, la vivienda sí contará con un sistema parcialmente impulsado de agua caliente a partir de la energía solar reflectante en el lugar.


EEM18\* Sistema de Agua Caliente Sanitaria (ACS): Solar 50%, Bomba de Calor ... más\_vert  
 Caso base Uso de HW solar: 0%  
 Uso del calentador de agua del caso base: 0%  
 Eficiencia del calentador de agua del caso base: 100%

*Figura 3.17.1.9 Medida para caso EEM18 (Software EDGE, 2023)*

- EEM24: Todas las instalaciones eléctricas presentan debidamente su botón o switch tanto de encendido como de apagado.


EEM24 Controles de iluminación más\_vert  
 Tipo de ... Encendido/apagad...

*Figura 3.17.1.10 Medida para caso EEM24 (Software EDGE, 2023)*



- EEM34: Este campo hace referencia a los paneles solares, los cuales contribuyen a un mayor ahorro energético en la vivienda, siendo esta la principal fuente de energía en la planta fotovoltaica del cliente.

EEM34 Otras medidas de ahorro de energía más\_vert

Ahorro...

Figura 3.17.1.11 Medida para caso EEM34 (Software EDGE, 2023)

Se puede observar que, con las medidas adoptadas y propuestas en el proyecto de tipo vivienda se obtiene un ahorro del 35.85%, cumpliendo de esta forma con la norma EDGE en materia de ahorro de energía. Más adelante se realizará el respectivo estudio para determinar el porcentaje de ahorro económico que le producirá al cliente estas medidas adoptadas.

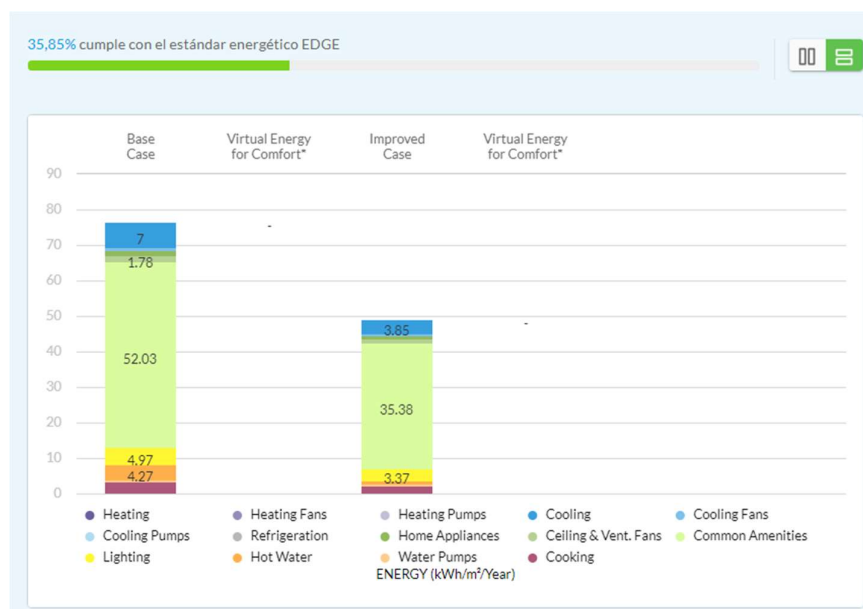


Figura 3.17.1.12 Ahorro energético obtenido para la vivienda (Software EDGE, 2023)

### 3.17.2. Criterios de ahorro de agua implementados en la vivienda

Los diferentes criterios implementados para el proyecto de construcción tradicional para el ahorro de agua son los siguientes:

- WEM01: Se emplean duchas con economizadores de grifería que consumen 3 L/min.

WEM01\* Cabezales de ducha que ahorran agua: 6 L/min más\_vert  
Valor del caso base: 8 L/min

✓ Tipo d... Cabezales de ducha ▾ Caudal ... 3

Bañera Sí ▾ Provisi... Sí ▾

Figura 3.17.2.1 Medida para caso WEM01 (Software EDGE, 2023)

- WEM02: Se emplean economizadores de grifería en los grifos de bajo consumo para baños, de 3 L/min.

WEM02\* Grifos de bajo consumo de agua para todos los baños: 2 L/min más\_vert  
Valor del caso base: 6 L/min

✓ Tipo de ... Grifos Con Aireado... ▾ Caudal ... 3

Provisi... Sí ▾

Figura 3.17.2.2 Medida para caso WEM02 (Software EDGE, 2023)

- WEM04: Se emplean inodoros de descarga simple de bajo consumo para baños públicos y privados de 6 L/min.

WEM04\* Efficient Water Closets for All Bathrooms: 6 L/flush :  
Base Case Value: Single Flush,8 L/flush

✓ Type Of Water... Single Flush ▾

Flush Volume (... 6

Figura 3.17.2.3 Medida para caso WEM04 (Software EDGE, 2023)

- WEM08: Se emplean economizadores de grifería para los fregaderos con un caudal de 3 L/min.

WEM08\* Grifos de bajo consumo de agua para fregaderos de cocina: 8 L/min más\_vert  
Valor del caso base: 10 L/min

✓ Provisi... Sí ▾ Caudal ... 3

- WEM11: Se coloca un caudal de 35 L/ciclo, dado que las lavadoras modernas cuentan con esta función predeterminada.

✓	WEM11 Lavadoras que ahorran agua: 35 L/ciclo	más_vert
	Valor del caso base: 75 L/ciclo, sin agua de enjuague recuperada	
	Provisi... Sí <input type="checkbox"/>	Caudal ... <input type="text" value="35"/>

Figura 3.17.2.5 Medida para caso WEM11 (Software EDGE, 2023)

- WEM12: La piscina del cliente contará con una protección de manta térmica.

✓	WEM12 Cubiertas de piscinas: 30% del área cubierta	más_vert
	Valor del caso base: sin cobertura	
	Área cu... <input type="text" value="15.48"/>	

Figura 3.17.2.6 Medida para caso WEM12 (Software EDGE, 2023)

Con respecto al tema hidrosanitario, se evidencia un ahorro del 22.34%, dicho valor se encuentra aceptado en el límite de la certificación EDGE, por lo tanto, se puede concluir que tanto el diseño como las medidas adoptadas para el ahorro en este campo cumplen con su objetivo de ahorro tanto energético como monetario.

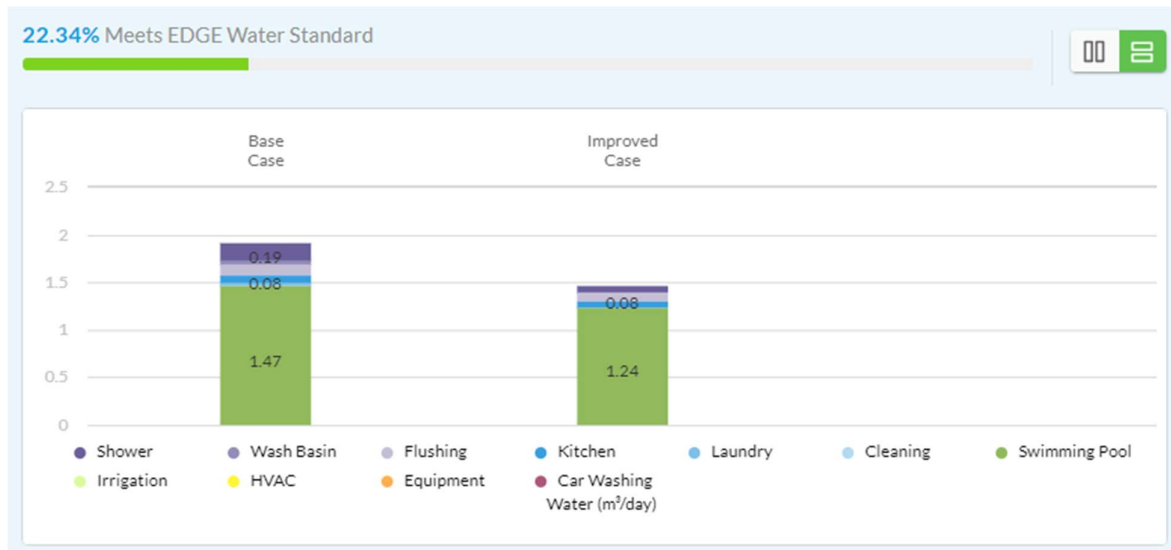


Figura 3.17.2.7 Ahorro en agua obtenido para la vivienda (Software EDGE, 2023)

### 3.17.3. Criterios de ahorro de materiales implementados en la vivienda

- MEM01: El piso inferior posee una losa steel deck de 30 cm de espesor.

MEM01\*

Construcción del piso inferior más\_vert

Material de la caja base: Losa de hormigón | Losa convencional reforzada in situ

Espesor: 100 mm y acero: 35 kg/m<sup>2</sup>

Tipo 1

Material de caja base predeterminado

Proporción %	Espesor (mm)	Barra de acero (kg/m <sup>2</sup> )
<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="300"/>	<input type="text" value="48"/>

Valor U (W/m<sup>2</sup>·K)

Carbono incorporado (kg/m<sup>2</sup>)

Figura 3.17.3.1 Medida para caso MEM01 (Software EDGE, 2023)

- MEM02: Tanto el piso de la planta alta como el del altillo, posee una losa steel deck de 250 mm.

Construcción de piso intermedio más\_vert

Material de la caja base: Losa de hormigón | Losa convencional reforzada in situ

Espesor: 200 mm y acero: 35 kg/m<sup>2</sup>

Tipo 1

MEM02\* **Material de caja base predeterminado** v

Proporción %	Espesor (mm)	Barra de acero (kg/m <sup>2</sup> )	Carbono incorporado (kg/m <sup>2</sup> )
<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="250"/>	<input type="text" value="48"/>	<input type="text"/>

Figura 3.17.3.2 Medida para caso MEM02 (Software EDGE, 2023)

- MEM03: En el acabado de piso se usará cerámica de espesor de 15 mm.

Acabado de piso más\_vert

Material de la caja base: Azulejos | Azulejos de cerámica

Espesor: 10 mm

Tipo 1

MEM03\* **Material de caja base predeterminado** v

Proporción %	Espesor (mm)	Carbono incorporado (kg/m <sup>2</sup> )
<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="15"/>	<input type="text"/>

Figura 3.17.3.3 Medida para caso MEM03 (Software EDGE, 2023)

- MEM04: Así mismo, se tiene una losa en el nivel de la cubierta de fibrocemento con un espesor de 200 mm.

Construcción de techos más\_vert

Material de la caja base: losa de hormigón | Losa convencional reforzada in situ

Espesor: 200 mm y acero: 35 kg/m<sup>2</sup>

Tipo 1

MEM04\* **Material de caja base predeterminado** v

Proporción %	Espesor (mm)
<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="200"/>

Valor U (W/m <sup>2</sup> ·K)	Carbono incorporado (kg/m <sup>2</sup> )
<input type="text" value="1.91"/>	<input type="text"/>

Figura 3.17.3.4 Medida para caso MEM04 (Software EDGE, 2023)

- MEM05: El espesor de las paredes exteriores de la vivienda tienen un grosor de 150 mm, las cuales estarán hechas de bloques de concreto.

MEM05\*

Paredes exteriores más\_vert

Material de la caja base: pared de ladrillo | Ladrillo macizo (0-25% de huecos) con yeso exterior e inter

Espesor: 200 mm

Tipo 1

---

Material de caja base predeterminado

Proporción %	Espesor (mm)	Valor U (W/m <sup>2</sup> ·K)	Carbono incorporado (kg/m <sup>2</sup> )
100	150	1.86	

Figura 3.17.3.5 Medida para caso MEM05 (Software EDGE, 2023)

- MEM06: Por otro lado, las paredes interiores tendrán un espesor de 10 cm y están hechas del mismo material que las exteriores.

MEM06\*

Paredes interiores más\_vert

Material de la caja base: pared de ladrillo | Ladrillo macizo (0-25% de huecos) con yeso exterior e inter

Espesor: 100 mm

Tipo 1

---

Material de caja base predeterminado

Proporción %	Espesor (mm)	Carbono incorporado (kg/m <sup>2</sup> )
100	100	

Figura 3.17.3.6 Medida para caso MEM06 (Software EDGE, 2023)

- MEM07: Se implementarán marcos de aluminio para las ventanas.

MEM07\*

Marcos de ventana más\_vert

Material de la caja base: Aluminio

Tipo 1

---

Material de caja base predeterminado

Proporción %

100

Figura 3.17.3.7 Medida para caso MEM07 (Software EDGE, 2023)

- MEM08: Se usará el grosor mínimo de grosor de un acristalamiento, que es de 8 mm.

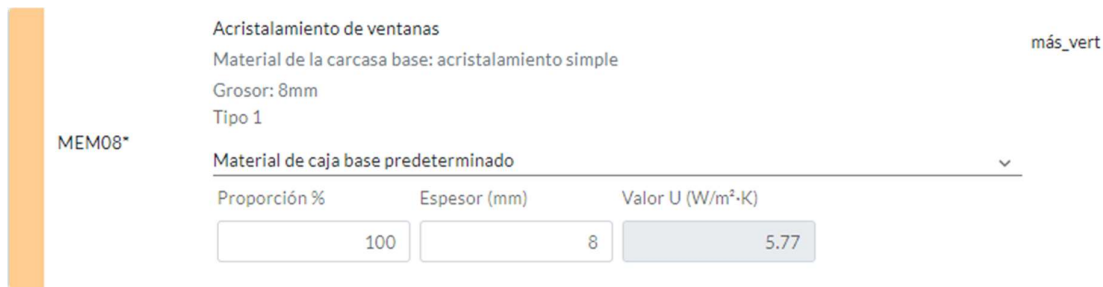


Figura 3.17.3.8 Medida para caso MEM08 (Software EDGE, 2023)

Con las medidas estipuladas tanto en planos como en el software EDGE para el proyecto de vivienda, se obtiene un 40% de ahorro de energía producida en materiales, ya que la mayoría de la obra es realizada a partir de estructura metálica y de encofrados metálicos reutilizables para contribuir al reemplazo de la madera como materia prima de encofrados.

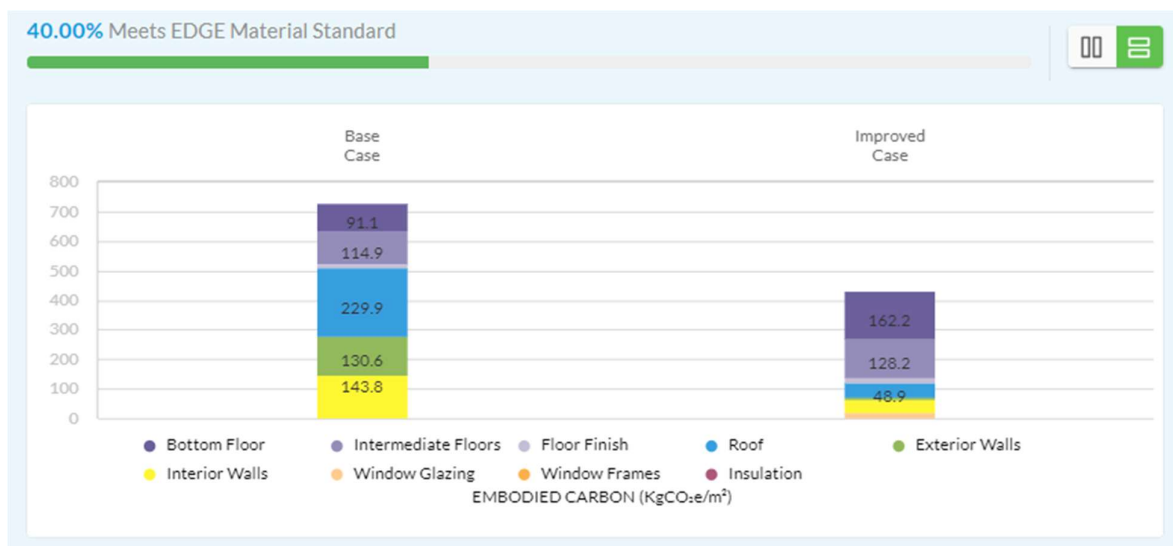


Figura 3.17.3.9 Ahorro en materiales obtenido para la vivienda (Software EDGE, 2023)

Finalmente, se puede concluir que, con las medidas y diseños adoptados tanto en el ámbito eléctrico, sanitario como en el ahorro de materiales, el proyecto cumple con los parámetros establecidos para obtener la certificación EDGE, además que no solo se ayudará a disminuir la contaminación ambiental de la zona, sino que también se contribuirá con el ahorro monetario en las planillas de consumo del cliente.

### **3.18. Especificaciones técnicas**

#### **3.18.1. Normas, códigos y reglamentos de diseño**

- AISC-358 Prequalified connections for special and intermediate Steel moment frames for seismic applications.
- AISC-360-10 Specification for structural Steel buildings.
- NEC-SE-DS Peligro sísmico – diseño sismorresistente.
- NEC-SE-CG: Cargas (No sísmicas).
- ACI 318 Building code requirements for structural concrete.
- NEC-SB-IE Instalaciones Eléctricas.

#### **3.18.2. Especificaciones para estructura metálica**

- Elementos estructurales de vigas y columnas para la ampliación ASTM A36  $F_y=36$  Ksi.
- Las soldaduras para uniones de los elementos estructurales deberán ser realizadas por un soldador calificado en conexiones precalificadas.
- En soldaduras, se implementarán electrodos E60XX y E70XX.
- Las correas se conforman de tubos estructurales que deberán cumplir con la normativa NTE INEN 2415.
- Los elementos tanto de vigas de entrepiso, vigas de cubierta como columnas, se obtienen de catálogos, más no serán perfiles armados en taller, con el fin de que sean perfiles de características comerciales.

#### **3.18.3. Especificaciones técnicas para instalaciones residenciales**

- Las tuberías de las instalaciones residenciales serán de material PVC.
- Las tuberías de aguas sanitarias deberán conectarse siempre con un ángulo de  $45^\circ$ .
- Los tomacorrientes e interruptores serán de PVC.
- Los cables conductores de electricidad serán de cobre tipo AWG.
- Las tuberías del sistema eléctrico serán de PVC rígido, fabricante recomendado: plastigama.
- Para la colocación de los economizadores de grifería, no es necesaria la contratación de un personal calificado.



# CAPÍTULO 4

## 4 ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

### 4.1 Descripción del proyecto

Este proyecto consiste en la ampliación de una vivienda, usando la estructura original como base para la nueva estructura. En el proceso constructivo se incluye la demolición y la adición del altillo mediante la utilización del sistema tradicional de pórticos resistentes a momento por medio de estructuras metálicas. Teniendo como objetivo principal optimizar el espacio disponible y ahorro energético, el cual se verá traducido a su vez como ahorro económico, donde el ODS número 7: “Energía asequible y no contaminante”, establece una contribución tanto en el desarrollo económico, mitigación de gases de efecto invernadero como a la promoción de una calidad de vida sostenible libre de aumento de cambio climático en el Ecuador, contribuyendo de manera positiva tanto para la sostenibilidad como para el estilo de vida del cliente.

Por otra parte, el ODS número 9: “Industria, Innovación e Infraestructura”, se vincula reconociendo la importancia de innovar infraestructuras y la industrialización. Dado que, al emplear estructuras previamente establecidas, se disminuye el porcentaje de uso de materiales, disminuyendo el porcentaje de desperdicio de materiales en la construcción.

### 4.2 Línea base ambiental

Dentro del estudio de impacto ambiental (EIA) es necesario establecer aquellos factores que pueden ser afectados debido al proyecto, ya que su correcta identificación podrá ayudar a contrarrestar sus impactos y, en consecuencia, lo necesario para su mitigación. Estas características socioambientales se clasifican en medio físico, que incluye clima, temperatura, terreno, etc.; medio biológico que involucra a la flora y fauna de

la zona; y por último el medio humano, que hace referencia a cualquier actividad socioeconómica, social y cultural de la comunidad del sector.

#### 4.2.1 Medio físico

##### 4.2.1.1 Clima y temperatura

El Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, estipula por medio de estudios que la temperatura más alta es de aproximadamente 29 °C, con una mínima de 21 °C a lo largo del cantón Samborondón, registradas tanto en el mes de abril como de agosto respectivamente. En adición a esto, la precipitación promedio anual es de 193 mm, dando como resultado que el mes de marzo posee el mayor promedio de lluvias en el año, con un valor de 395 mm, lo que establece como diferencia un valor de 338 mm a nivel de lluvias entre los meses de mayor y menor precipitación, con una variación de 2.3°C de temperatura (INAMHI, 2022).

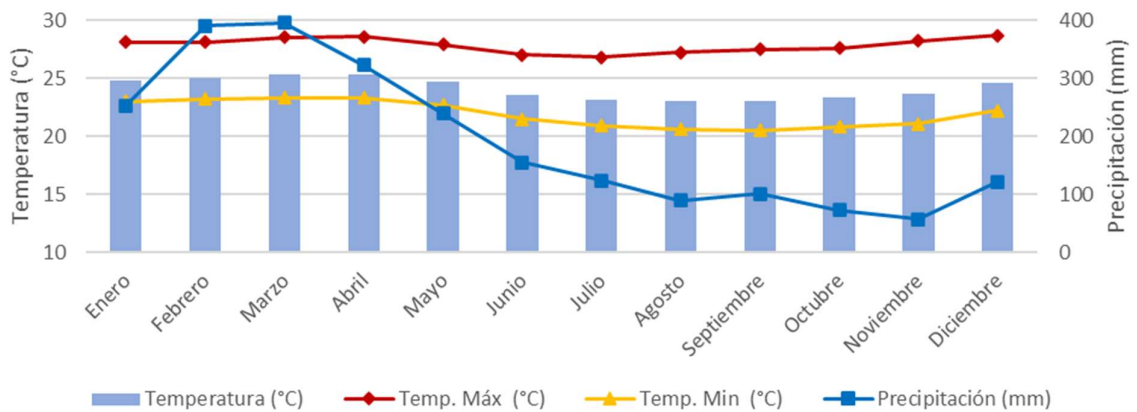


Figura 4.2.1 Variación mensual de temperatura y precipitación (INAMHI, 2023)

##### 4.2.1.2 Tipo de suelo

El estrato natural es de material arcilloso gris verdoso de granos finos, siendo este abundante en especies vegetales y material orgánico. La urbanización Península se encuentra ubicada a las orillas del río Babahoyo, aproximadamente a una altura de 3 m.s.n.m. La figura 4.2 muestra que los sedimentos orgánicos que se encuentran cerca del río Babahoyo son de

origen marino, en donde se pueden encontrar depósitos de calcio (INAMHI, 2022).

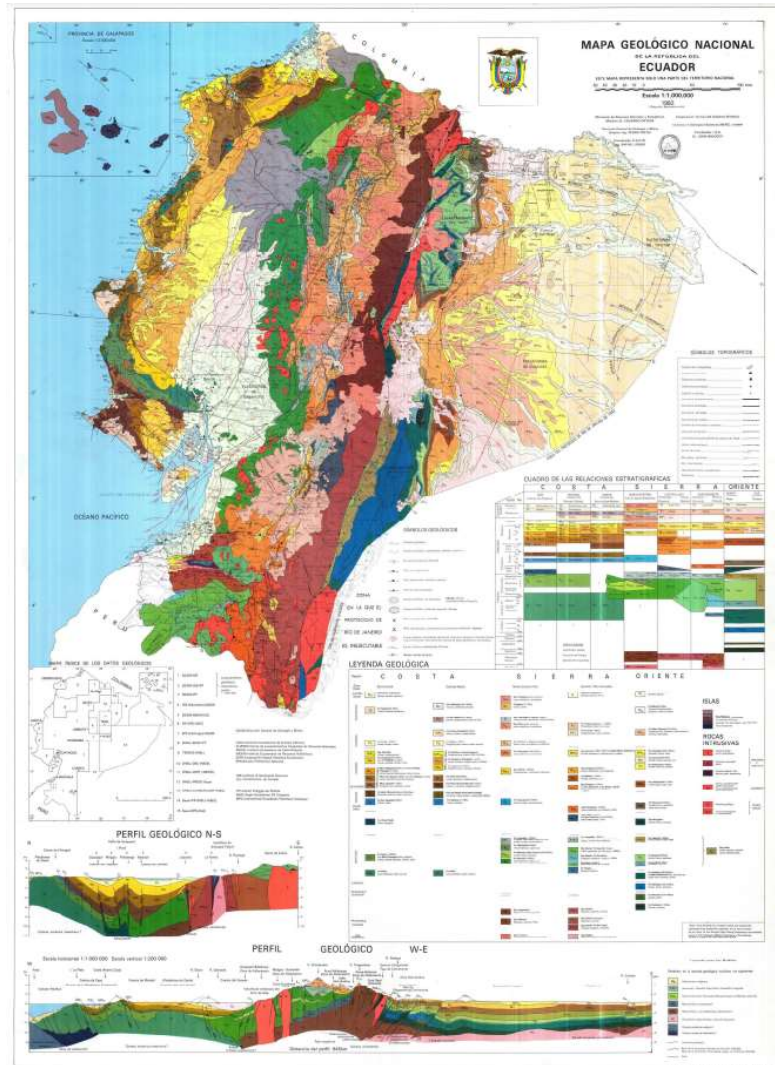


Figura 4.2.2 Mapa geológico del Ecuador (Instituto Geográfico Militar del Ecuador, 1982)

El terreno natural fue mejorado con material granular de relleno en capas de 30 cm, terminando con un espesor de 1,2 m. Este terraplén fue compactado y está soportado por su propio peso, por lo que no fue necesario construir un muro de contención para mantener su estabilidad estructural.

#### 4.2.1.3 Calidad del agua

La ciudadela cuenta con servicios de agua potable y alcantarillado brindados por la empresa Amagua. El agua potable que llega al sector proviene del complejo la Toma, con capacidad de potabilización de 952.000 m<sup>3</sup>/día, la cual está ubicada al norte de la ciudad en el Km 26,5.

El sistema de tratamiento de agua cruda está integrado por la planta Convencional, planta Lurgi y la planta Nueva (Chang Gómez, 2007). Como lo explica el autor en su reporte, el programa de monitoreo ambiental abarca el resultado de análisis de muestras colectadas de forma mensual en diferentes puntos de los ríos Babahoyo y Guayas, el cual tiene que cumplir con los requisitos que el Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) establece y que se presentan en la tabla Tabla 4.1.1.

<b>PARÁMETRO</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>LÍMITE MÁX. PERMISIBLE</b>
Color	UTC	15
Turbiedad	NTU	5
Olor	-	No objetable
Sabor	-	No objetable
pH	-	6,5-8,5
Sólidos totales disueltos	mg/l	1000
Coliformes totales	NMP/100ml	0
Sulfatos	mg/l	200
Nitratos	mg/l	10
Cloruros	mg/l	250
Cloro residual libre	mg/l	0,3-1,5

**Tabla.4.1.1 - Límites máximos permisibles de parámetros del agua potable y muestreo de salida de la planta de tratamiento (INEN, 2006)**

#### 4.2.2 Medio biológico

##### 4.2.2.1 Flora y Fauna silvestre

De acuerdo a un estudio de consultoría realizado por la Ing. Sandra Villao Quinto hacia la Prefectura del Guayas, entre la variedad de flora silvestre se

aprecian 41 especies diferentes, entre las que destacan árboles, hierbas, bejuco, etc. No obstante, al ser una zona urbana en crecimiento, se tienen 7 especies de carácter “introducidas o exóticas”, mientras que la cantidad restante son especies “nativas”.

Debido a las características de zona urbanística y de influencia antropogénica, no se han producido ausentamientos ni reducciones de hábitat, por lo cual se aprecian especies de animales como réptiles, mamíferos, aves y anfibios. De igual manera, la presencia del ser humano ha traído especies invasoras como animales domésticos y ganado, resaltando que la principal especie introducida en la fauna acuática es la tilapia. (Sandra Villao, 2011).

#### **4.2.3 Medio socioeconómico y humano**

La urbanización brinda al público varios modelos de vivienda a la venta a precios dispendiosos, sin embargo, este precio es debido a la ubicación al pie del río Babahoyo, rodeándolo con áreas verdes y de recreación; asimismo, como se ha explicado anteriormente, las ampliaciones de las viviendas van a depender directamente del poder adquisitivo del usuario, siendo el caso actual del cliente.

Actualmente los usuarios de dicha vivienda es una pareja con hijos, teniendo la oportunidad tanto económica como social, de poder realizar este proyecto. Sus planes de crecimiento y de comodidad a nivel familiar fueron el desencadenante para esta decisión, siendo la más asequible actualmente en comparación con la compra de un terreno contiguo en este sector de la Isla Mocolí.

### **4.3 Actividades del proyecto**

#### **4.3.1 Transporte de materiales**

El proyecto inicia con el transporte tanto de las herramientas como de los materiales de construcción que se van a utilizar. Generalmente, los vehículos

en los que se transportan todos estos recursos son camionetas de tamaño mediano, debido a la amplitud de la obra.

Estas actividades generan impacto ambiental de diferentes modos entre los que destaca la generación de polvo y gases como CO<sub>2</sub> por el uso de los vehículos. Del mismo modo, el impacto social se centra en la generación de ruido debido al traslado del material, lo que afecta tanto a la seguridad como a la salud de los operarios de las máquinas y de los obreros, ya que las maquinarias producen daños medianos a estructuras de uso público como lo son las aceras, el pavimento de la urbanización, y, por último, el ruido procedente de las maquinarias afecta a la salud y comodidad de los habitantes aledaños.

#### **4.3.2 Excavación y relleno para estructuras menores**

Esta actividad corresponde a la excavación del terreno y las demás condiciones de trabajo necesarias y pertinentes para llevar a cabo la construcción de la vivienda, sobre todo en el tema de la cimentación, ya que se tuvo que realizar un relleno con material granular. Antes y después de ejecutar la excavación, es necesario realizar las operaciones adecuadas de limpieza, ya que esta actividad genera muchas partículas de polvo y sobre todo acumulación de material residual cuando se excava.

#### **4.3.3 Desalojo a mano**

Incluye la limpieza de materiales orgánicos o denominados “indeseables” como lo pueden ser los árboles caídos o vegetación desbrozada encontrados en el terreno a desarrollar la construcción de las estructuras que componen la vivienda. La vegetación es evacuada por el servicio de recolección de la Municipalidad de Guayaquil, por lo cual es necesario que sea almacenada en bolsas de basura para su posterior evacuación.

#### **4.3.4 Estructuras metálicas**

Esta actividad abarca subactividades como lo son el montaje, ensamblaje, soldadura y acabado de los elementos estructurales. Cuando se produce el montaje de las estructuras junto con los elementos de hormigón, se generan partículas de polvo y sobre todo ruido, además que al momento de soldar la unión de las estructuras existe la presencia tanto de escombros como la presencia de gases como monóxido de carbono (CO). Por último, debido al uso de pintura anticorrosiva, tanto los trabajadores de la obra como las personas de sectores aledaños pueden contraer enfermedades respiratorias si no cuentan con las medidas pertinentes de seguridad.

#### **4.3.5 Instalaciones**

Luego de realizar las actividades anteriores, se diseñan tanto las instalaciones eléctricas como las hidrosanitarias. En el caso de las hidrosanitarias, se colocan tuberías, grifos y, en este caso los economizadores de grifería, los cuales ayudarán con el ahorro en consumo de agua potable. En este proceso si no se tienen las medidas pertinentes, se pueden contaminar los cuerpos de agua cercanos, afectando al ecosistema marino.

En la parte eléctrica, mediante la instalación y colocación de los componentes de las instalaciones, se generan residuos como cables sobrantes, envoltorios plásticos, envases de pegamentos, etc.

#### **4.3.6 Limpieza y entrega de obra**

Por último, se desarrolla el manejo de los componentes orgánicos e inorgánicos en forma de desecho de la obra. Muchas veces el incorrecto el manejo de estos componentes produce la contaminación tanto del suelo como del agua, puesto que la presencia de materiales de construcción, productos químicos y residuos in situ pueden filtrarse al suelo o al agua, afectando la calidad de los recursos naturales. Así mismo el desalojo implica el aumento de la presencia de ruido y polvo lo que afecta la calidad de vida de los habitantes de la zona.

#### 4.4 Identificación de impactos ambientales

Una vez descritas las diferentes etapas y actividades del proyecto, se procede a diferenciar los impactos producidos con respecto a la línea base anteriormente propuesta. En primer lugar, se inicia con las características cualitativas de cada impacto producido por sus respectivas actividades, y por último, se realizan los diagramas de flujo para su descripción.

##### 4.4.1 Impactos producidos por el transporte de materiales

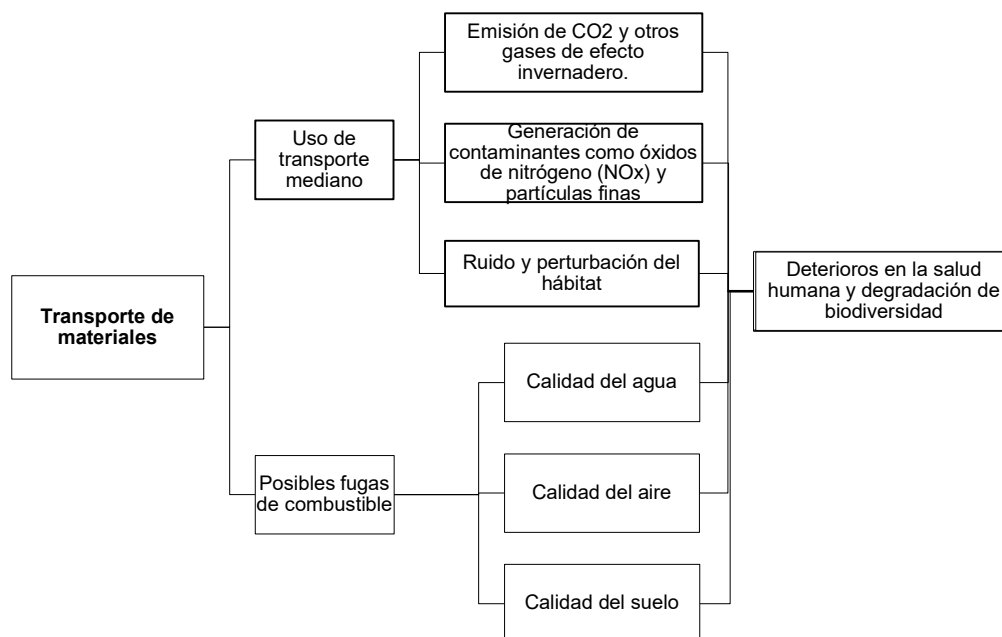


Figura 4.4.1 Impactos ambientales por el transporte de materiales (Boza y D'Steffano, 2023)



#### 4.4.2 Impactos producidos por la excavación y rellenos para estructuras menores

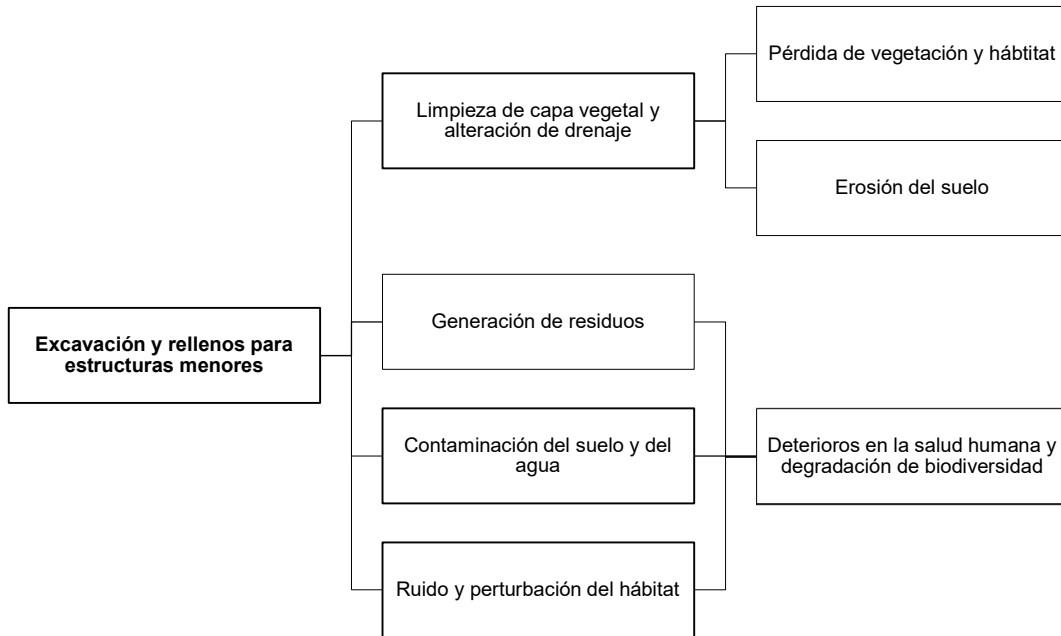


Figura 4.4.2. Impactos ambientales por la excavación y rellenos para estructuras menores (Boza y D'Steffano, 2023)

#### 4.4.3 Impactos producidos por el desalojo a mano

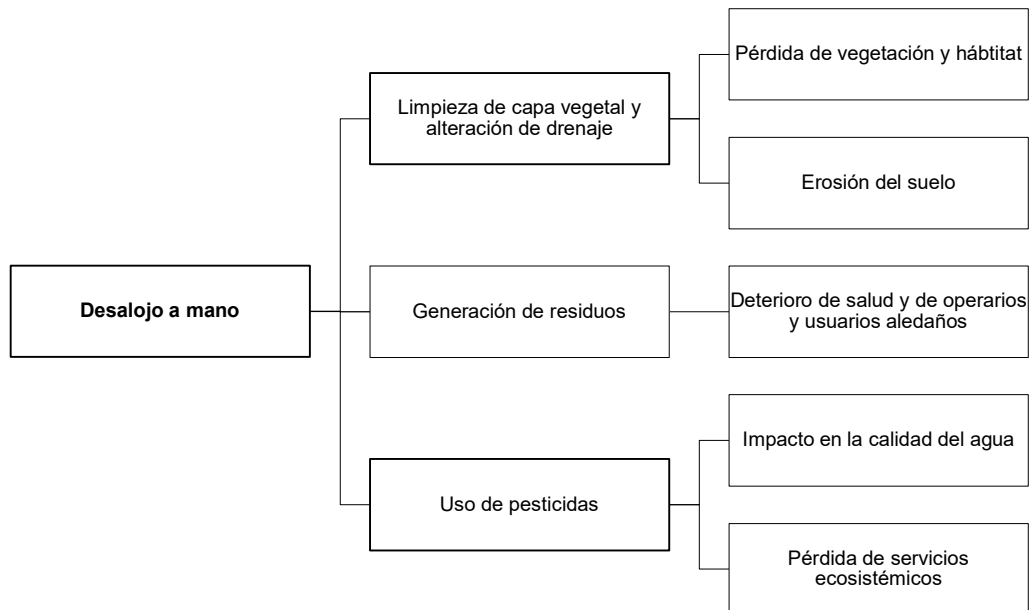


Imagen 4.4.3 Impactos ambientales por el desalojo a mano (Boza y D'Steffano, 2023)

#### 4.4.4 Impactos producidos por las estructuras metálicas

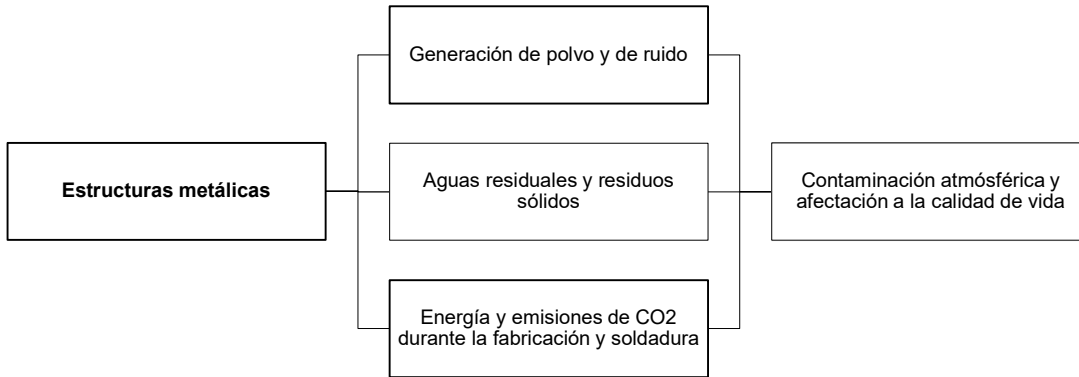


Imagen 4.4.4 Impactos ambientales por estructuras metálicas (Boza y D'Steffano, 2023)

#### 4.4.5 Impactos producidos por las instalaciones eléctricas e hidrosanitarias

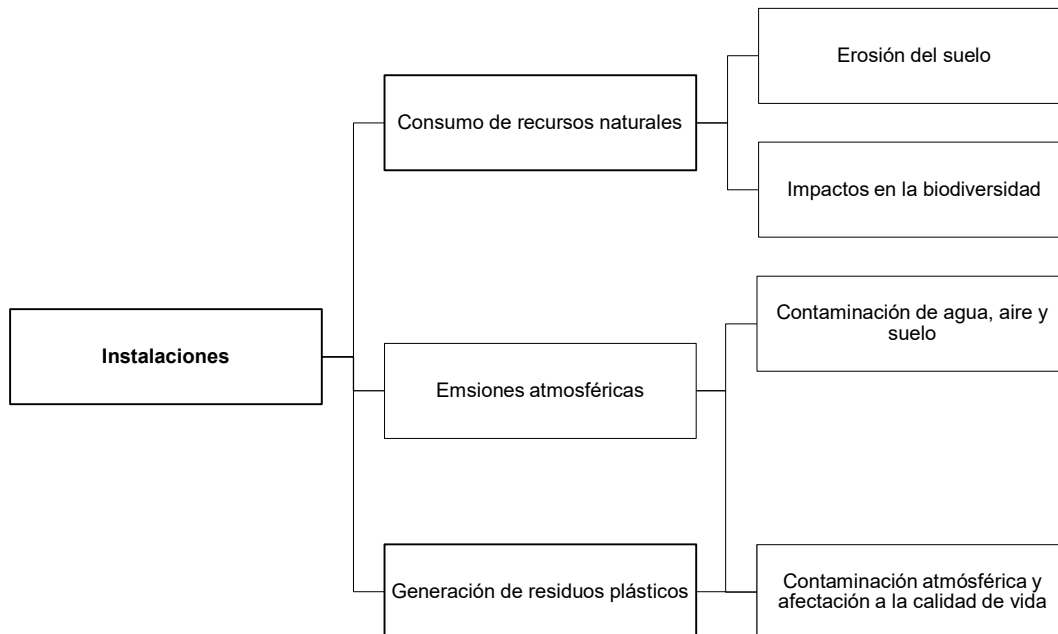
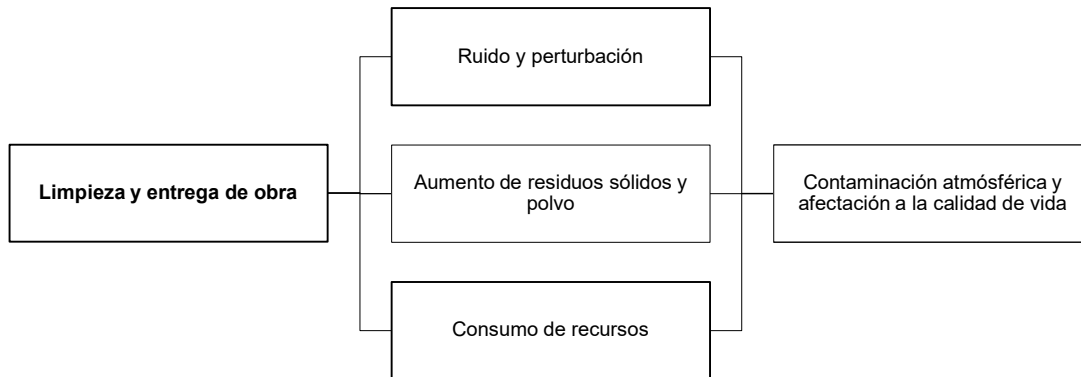


Figura 4.4.5 Impactos ambientales por las instalaciones (Boza y D'Steffano, 2023)

#### 4.4.6 Impactos producidos por la limpieza y entrega de obra



*Imagen 4.4.6 Impactos ambientales por la limpieza y entrega de obra (Boza y D'Steffano, 2023)*

#### 4.4.7 Valoración de impactos ambientales

Para realizar la respectiva valoración de los impactos ambientales, el método por utilizar es conocido como la matriz de Leopold, siendo esta una matriz de doble entrada en donde las filas son los factores ambientales o "línea de base ambiental"; y las columnas representan a todas las actividades que se producirán en el proyecto (Coria, 2008).

La matriz establece dos criterios: la magnitud y la importancia. En la parte superior se coloca el valor de magnitud en una escala del 1 al 10, precedido por el signo, donde el signo "+" indicará si el impacto es positivo y caso contrario el signo "-" si es negativo.

Por otra parte, en la parte inferior la importancia tendrá un valor similar al de la magnitud en una escala del 1 al 10. Para que la calificación sea lo más objetiva posible, se han definido tres criterios para una valoración del nivel de importancia:

- **Extensión (E):** sector donde se estudia la acción.
- **Duración (D):** Tiempo de impacto dentro del proyecto.
- **Reversibilidad (R):** Criterio de carácter propio que indica si el daño generado se mantiene o puede ser reparado.

Criterio	Valoración		
	1-4"	5	6-10"
<b>Extensión</b>	Puntual-Particular	Local	General-Regional
<b>Duración</b>	Esporádica-Temporal	Periódica	Recurrente-Permanente
<b>Reversibilidad</b>	Reversible	Debatible	Irreversible

**Tabla 4.2** Tabla de escala de valoración de Importancia y Magnitud (Tito, 2020)

Criterio	Ponderación
<b>Extensión</b>	0,3
<b>Duración</b>	0,35
<b>Reversibilidad</b>	0,35

**Tabla 4.3** Tabla de ponderación de importancia (Boza y D'Steffano, 2023)

Los valores previamente estipulados en las tablas anteriormente presentadas (Tablas 4.2 y 4.3), se utilizan en la expresión designada para determinar el valor de importancia.

$$Imp = WE * E + WD * D + WR * R$$

*Ecuación 4.1*

Donde:

- WE: Peso de extensión
- E: Valor de extensión
- WD: Peso de duración
- D: Valor de duración
- WR: Peso de reversibilidad
- R: Valor de reversibilidad

MATRIZ DE LEOPOLD				ACTIVIDADES DE PROYECTO							SUBTOTAL POSITIVOS	SUBTOTAL NEGATIVOS	TOTAL	
				TRANSPORTE DE MATERIALES	EXCAVACIÓN Y RELLENOS PARA EST. MENORES	DESALOJO A MANO	ESTRUCTURAS METÁLICAS	INSTALACIONES	LIMPIEZA Y ENTREGA DE OBRA					
LÍNEA DE BASE AMBIENTAL	MEDIO FÍSICO	Tierra	Tipo de suelo	-3/3	-1/1	-3/3		-2/2		0	4	4		
		Agua	Superficial y distribuida	-3/3	-2/2	-5/5	-4/4	-4/4	-2/2	0	6	6		
		Aire	Temperatura y calidad del aire	-4/4	-3/3	-3/3	-6/6	-3/3	-1/1	0	6	6		
	MEDIO BIOLÓGICO	Flora	Árboles	-3/3		-3/3			-3/3	0	3	3		
			Arbustos	-2/2	-3/3	-3/3			-2/2	0	4	4		
		Fauna	Terrestre	-5/5	-2/2	-3/3				0	3	3		
			Acuáticos		-1/1	-5/5				0	2	2		
			Aéreos		-2/2	-2/2				0	2	2		
	MEDIO SOCIOECONÓMICO Y HUMANO	Uso de tierra	Comercio	5/5	4/4				3/3	3	0	3		
			Bosques	-5/5	-3/3				-2/2	0	3	3		
			Agricultura	3/3	-4/4				-2/2	1	2	3		
		Aspectos culturales	Estilo de vida	5/5	-3/3	3/3	-4/4	-3/3	3/3	3	3	6		
			Empleo	6/6	7/7	2/2	3/3	2/2	-1/1	5	1	6		
			Salud y seguridad	-4/4	-6/6	1/1	-2/2	-2/2	-2/2	1	5	6		
		Actividades humanas	Transporte	6/6	-0/0	1/1				2	1	3		
			Manejo de residuos	3/3	-4/4	2/2	-4/4	-3/3	-2/2	2	4	6		
		SUBTOTAL POSITIVOS				6	2	5	1	1	2	17		
		SUBTOTAL NEGATIVOS				8	13	8	5	6	9		49	
	TOTAL				14	15	13	6	7	11			66	

Tabla.4.4 Matriz de matriz de Leopold para identificación de impactos ambientales (Boza y D'Steffano, 2023)

#### 4.5 Valoración de impactos ambientales

La valoración de los impactos ambientales se ve influenciada directamente por medio de la expresión enunciada a continuación, en dónde se relaciona el valor de la importancia y magnitud.

$$IA = \pm \sqrt{Importancia * |Magnitud|}$$

Ecuación 4.2

Por consiguiente, se definen los rangos entre los cuales se establezcan las actividades que tengan un mayor impacto ambiental dentro de la línea base previamente establecida.

Clasificación	Rango
Altamente significativo	$ IA  \geq 6,5$
Significativo	$6,5 >  IA  > 4,5$
Despreciable	$ IA  < 4,5$
Benéfico	$ IA  > 0$

Tabla 4.5.- Escala de valoración cualitativa (Tito, 2020)

MATRIZ DE IMPACTO AMBIENTAL				ACTIVIDADES DE PROYECTO							SUBTOTAL POSITIVOS	SUBTOTAL NEGATIVOS	TOTAL	
				TRANSPORTE DE MATERIALES	EXCAVACION Y RELLENOS PARA EST.	DESALOJO A MANO	ESTRUCTURAS METÁLICAS	INSTALACIONES	LIMPIEZA Y ENTREGA DE OBRA					
LÍNEA DE BASE AMBIENTAL	MEDIO FÍSICO	Tierra	Tipo de suelo	-3	-1,342	-2,658	0,00	-2,342	0,00	0	9,3416	9,3416		
		Agua	Superficial y distribuida	-2,633	-1,658	-5,292	-4,025	-4,189	-2	0	19,797	19,797		
		Aire	Temperatura y calidad del aire	-4,291	-3,025	-3,025	-5,975	-4,453	-1,025	0	21,794	21,794		
	MEDIO BIOLÓGICO	Flora	Árboles	-2,975	0,00	-2,633	0,00	0,00	-2,683	0	8,2913	8,2913		
			Arbustos	-2	-2,633	-3,342	0,00	0,00	-2	0	9,9748	9,9748		
		Fauna	Terrestre	-4,658	-1,683	-3,025	0,00	0,00	0,00	0	9,3665	9,3665		
			Acuáticos	0,00	-1,342	-4,658	0,00	0,00	0,00	0	6	6		
			Aéreos	0,00	-1,658	-2,342	0,00	0,00	0,00	0	4	4		
		MEDIO SOCIOECONÓMICO Y HUMANO	Uso de tierra	Comercio	4,6583	4,0249	0,00	0,00	0,00	3,2914	11,975	0	11,975	
	Bosques			-4,633	-2,975	0,00	0,00	0,00	-2,342	0	9,9498	9,9498		
	Agricultura			2,9749	-3,95	0,00	0,00	0,00	-2,025	2,9749	5,9745	8,9494		
	Aspectos culturales		Estilo de vida	4,9497	-2,633	3,3665	-4	-3,651	2,9749	11,291	10,285	21,576		
			Empleo	5,6583	6,6583	1,6833	2,9749	2,6236	-1,342	19,598	1,3416	20,94		
			Salud y seguridad	-3,633	-6	1,3416	-2	-2,16	-2,025	1,3416	15,818	17,16		
	Actividades humanas		Transporte	6,2915	-0,742	1,3416	0,00	0,00	0,00	7,6332	0,7416	8,3748		
			Manejo de residuos	3,3166	-3,975	2	-3,658	-3,309	-1,658	5,3166	12,601	17,917		
	SUBTOTAL POSITIVOS				27,849	10,683	9,733	2,9749	2,6236	6,2663	60,131			
	SUBTOTAL NEGATIVOS				-27,82	-33,62	-26,97	-19,66	-20,11	-17,1		145,28		
TOTAL				55,674	44,299	36,707	22,633	22,729	23,366			205,41		

Tabla 4.6.- Matriz de impacto ambiental (Boza y D'Steffano, 2023)

Los valores presentados de color verde, constan en el rango entre despreciable y benéfico, los que están de color amarillo están en el rango de significativo y por último los de color rojo son altamente significativos.

Por último, se define el impacto ambiental del proyecto mediante la división del valor total de la matriz IA con el número total de impactos identificados.

$$\text{Impacto} = \frac{205.41}{66} = 3.11$$

El nivel de impacto ambiental del proyecto es de 3.11, lo que indica que se encuentra dentro del rango benéfico y despreciable. Sin embargo, cabe resaltar que, este nivel bajo de IA (impacto ambiental) se debe a que el tamaño de la obra es reducido en comparación con otras obras durante la fase de construcción, puesto que se debe solo a una ampliación.

## **4.6 Medidas de prevención/mitigación**

### **4.6.1 Plan de manejo de control de residuos sólidos**

Los desechos sólidos que se producen en la fase de la construcción, pueden originar impactos tanto en el ambiente como en el la salud de operadores y habitantes, es por esto que la gestión adecuada de estos residuos es esencial para minimizar el impacto ambiental y garantizar la seguridad en el lugar y la salud de los moradores. Por lo cual se busca implementar las siguientes medidas de prevención y mitigación:

#### 4.6.2 Planificación y diseño

- Antes de iniciar la obra, se debe realizar un análisis de los tipos y cantidades de residuos que se generarán en la fase constructiva.
- Incorporar en el diseño la minimización de residuos, utilizando materiales eficientes y duraderos.

#### 4.6.3 Educación y capacitación

- Capacitar al personal sobre la importancia de la gestión de los residuos y las prácticas adecuadas para llevarlas a cabo posteriormente.
- Establecer protocolos para la clasificación y disposición de residuos.

#### 4.6.4 Separación en la fuente

- Colocar contenedores específicos en el lugar de trabajo para la segregación de residuos por tipo.

	RESIDUO	
	PELIGROSO	NO PELIGROSO
ETAPA CONSTRUCTIVA	Restos de tubo	Mortero
	Restos de combustibles	
	Aceites usados	Bolsas plásticas
	Envases de pintura	
	Escombros de soldadura	Madera para encofrados
	Restos de aceites	

Tabla 4.7 Clasificación de residuos (Boza y D'Steffano, 2023)



Cabe resaltar que el encargado del control de los residuos es el contratista, el cual deberá almacenar en recipientes de material resistente estos desechos sólidos. En adición a esto, si se llegara a producir el derramamiento de fluidos contaminantes, se debe utilizar aserrín para la respectiva limpieza. También se deben diseñar trampas de grasa para la limpieza de las maquinarias en obra, de forma que ayuden a separar los aceites utilizados en estas.

#### **4.6.5. Reciclaje**

- Establecer acuerdos con empresas locales de reciclaje para la recolección de materiales reciclables.
- Utilizar materiales de carácter reciclables en la medida de lo posible en la obra.

#### **4.6.6 Reutilización**

- Identificar y almacenar materiales que puedan ser reutilizados en la misma obra o en futuros proyectos para evitar su desperdicio.

#### **4.6.7 Control de Inventarios**

- Gestionar eficientemente los inventarios para evitar la sobrecompra de materiales y que se conviertan en residuos.

#### **4.6.8 Disposición adecuada**

- Evitar la disposición ilegal de residuos, ya que puede contraer consecuencias legales y ambientales.

#### **4.6.9 Monitores y auditoría**

- Realizar auditorías periódicas para evaluar la eficacia de las prácticas de gestión de residuos aplicadas en la obra y en caso de ser necesario, implementar medidas correctivas según sea necesario.

#### **4.6.10 Control de contaminación atmosférica**

La contaminación atmosférica generada en obras de construcción puede ser perjudicial para la salud humana y el medio ambiente, ya que en obra existen actividades que, por ejemplo, generan ruido y polvo, lo que afecta directamente al ecosistema. Las opciones de control para la producción de este tipo de contaminación son las siguientes:

- Humedecer las áreas de trabajo para reducir la generación de polvo durante la fase de construcción.
- Utilizar cortinas de agua, mantillos u otros métodos para contener el polvo en áreas específicas.
- Mantener y calibrar regularmente los equipos para garantizar un rendimiento óptimo y así reducir las emisiones nocivas que contamine el aire.
- Programar actividades que generan la mayor parte de las emisiones en momentos o condiciones climáticas que minimicen el impacto de estas.
- Realizar monitoreo regular de la calidad del aire in situ y en los alrededores del lugar de trabajo.

#### **4.7 Control de seguridad y salud ocupacional**

Todas las actividades llevadas a cabo en obra, son evaluadas como de carácter peligroso, es por esto que, se debe de establecer medidas preventivas pertinentes, ya que, en caso contrario, se incrementará el potencial de riesgo y peligro a la salud e integridad de los trabajadores y operarios dentro del equipo constructivo. Es por esto que, la implementación de estas medidas contribuye a la creación de un entorno seguro para obreros, reduciendo riesgos y enfermedades ocupacionales.

#### **4.8 Planificación de seguridad**

- Desarrollar un plan de seguridad antes de iniciar la obra, que incluya tanto la evaluación de los riesgos como los procedimientos a seguir en caso de situaciones de emergencia.

#### **4.9 Formación y capacitación**

- Proporcionar formación exhaustiva en seguridad y salud ocupacional a todo el personal antes de comenzar la obra y en forma continua.

#### **4.10 Equipo de protección personal (EPP)**

- Proporcionar y exigir el uso adecuado de EPP como los son gafas, cascos, guantes, calzado de seguridad, entre otros.

#### **4.11 Herramientas y equipos seguros**

- Garantizar que todas las herramientas y equipos a utilizar cumplan con las normativas de seguridad y se encuentren en óptimas condiciones.

#### **4.12 Protección contra caídas**

- Proporcionar arneses y otros equipos necesarios de protección personal para aquellos trabajadores expuestos a riesgos de caída.
- Instalar barandillas, redes de seguridad u otros sistemas de protección en lugares elevados.

#### **4.13 Control de sustancias peligrosas**

- Implementar medidas para el manejo seguro de sustancias químicas y materiales peligrosos.

#### **4.14 Primeros auxilios**

- Disponer de equipos de primeros auxilios en lugares estratégicos y sobre todo garantizar de que el equipo de trabajo se encuentre capacitado en su uso.

#### **4.15 Supervisión y seguimiento**

- Realizar inspecciones regulares del lugar de trabajo para identificar posibles riesgos y asegurar el cumplimiento de las normas de seguridad.

# CAPÍTULO 5

## 5. PRESUPUESTO

### 5.1. Estructura desglosada de Trabajo (EDT)

A continuación, se detalla de manera gráfica todas las actividades a realizarse durante el proceso de ejecución de la obra. A esta tabla se le conoce como "Estructura Desglosada de Trabajo EDT", en la cual se visualiza gráficamente como se organizará la construcción.

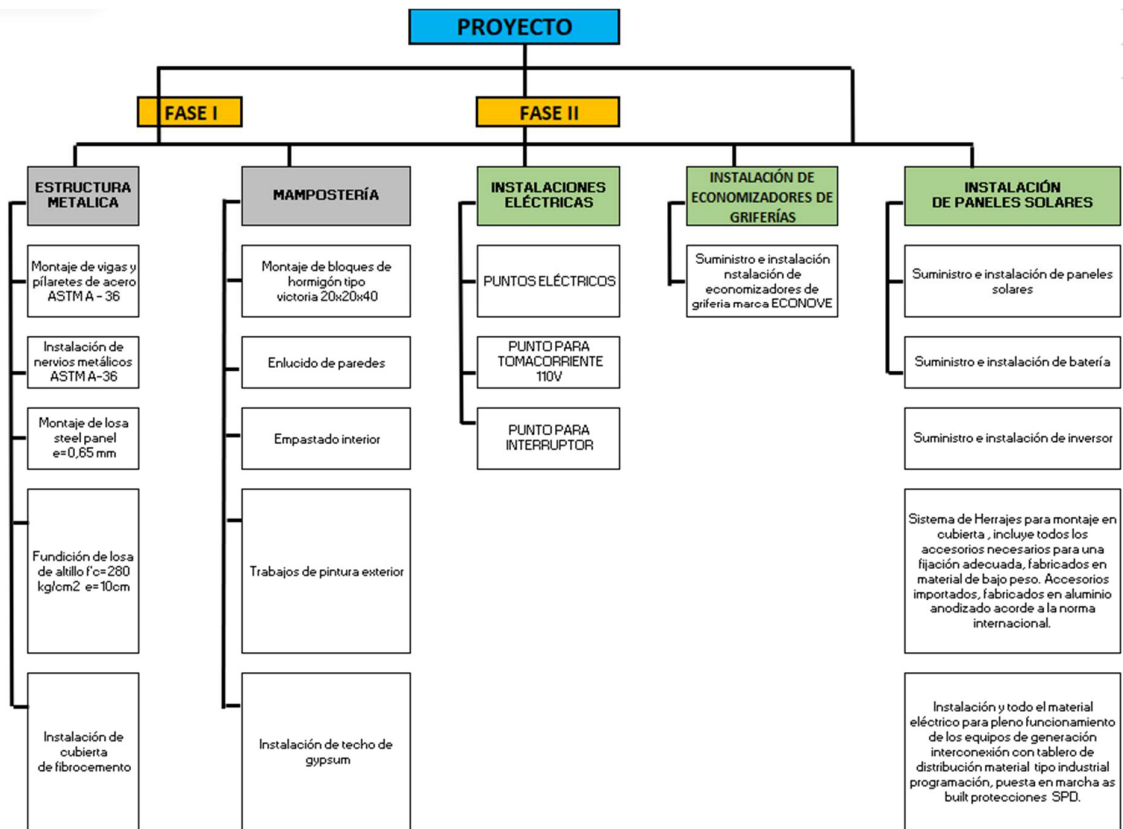


Figura 5.1 Estructura de Desglose de Trabajo del proyecto (Boza y D'Steffano, 2023)

## **5.2. Rubros y análisis de precios unitarios**

El proyecto se divide en los siguientes rubros:

### **a) Estructura metálica**

Los elementos estructurales serán montados al momento que sean traídos del taller, serán soldados y empernadas in situ y posteriormente cubiertos con una capa de pintura epóxica de secado rápido para la protección de los elementos estructurales.

### **b) Mampostería**

Consiste en el levantamiento de muros con espesor de 25 cm, enlucidos, resanes, instalación de porcelanato y pintura.

### **c) Instalaciones eléctricas**

Este rubro se ejecutará en el momento del levantamiento de muros para luego no tener que picar y resanar paredes que ya han sido enlucidas y pintadas. Además, se busca la unión entre el sistema antiguo y actual.

### **d) Instalación de paneles Solares**

En este rubro se tomará en cuenta la instalación de paneles solares, incluyendo la instalación de tuberías, pasado de cables y conexiones a las instalaciones eléctricas de la toda casa.

### **e) Instalación de economizadores de grifería**

Se tomarán en cuenta la cantidad de economizadores necesarios para las griferías de toda la casa.

El análisis de precios unitarios se podrá apreciar en la sección ANEXO A.

### 5.3. Descripción de cantidades de obra

La cuantificación de materiales se presenta en la siguiente tabla:

**Tabla 5.1 Tabla de rubros (Boza y D'Steffano, 2023)**

<b>CODIGO</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD DE OBRA</b>
<b>1</b>	<b>ESTRUCTURA METÁLICA</b>		
1.1	Montaje de vigas y pilaretes de acero ASTM A - 36	KG	2376,03
1.2	Instalación de nervios metálicos ASTM A-36	M2	100,34
1.3	Montaje de losa steel panel e=0,65 mm	M2	13,78
1.4	Fundición de losa de altillo f'c=280 kg/cm2 e=10cm	M3	1,37
1.5	Instalación de cubierta de fibrocemento	M2	105,65
<b>2</b>	<b>MAMPOSTERÍA</b>		
2.1	Montaje de bloques de hormigón tipo victoria 20x20x40	M2	46,18
2.2	Enlucido de paredes	M2	46,18
2.3	Empastado interior	M2	46,18
2.4	Trabajos de pintura interior	M2	46,18
2.5	Trabajos de pintura exterior	M2	46,18
2.6	Instalación de techo de gypsum	M2	40,30
<b>3</b>	<b>INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>		
3.1	PUNTOS ELÉCTRICOS	UND	6,00
3.2	PUNTO PARA TOMACORRIENTE 110V	UND	1,00
3.3	PUNTO PARA INTERRUPTOR	UND	1,00
<b>4</b>	<b>INSTALACIÓN DE ECONOMIZADORES DE GRIFERÍAS</b>		
4.1	Suministro e instalación de economizadores de grifería marca ECONOVE	UND	15,00
<b>5</b>	<b>INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES</b>		
5.1	Suministro e instalación de paneles solares	UND	36,00
5.2	Suministro e instalación de batería	UND	4,00
5.3	Suministro e instalación de inversor	UND	2,00

5.4	Sistema de Herrajes para montaje en cubierta, incluye todos los accesorios necesarios para una fijación adecuada, fabricados en material de bajo peso. Accesorios importados, fabricados en aluminio anodizado acorde a la norma internacional.	UND	36,00
5.5	Instalación y todo el material eléctrico para pleno funcionamiento de los equipos de generación interconexión con tablero de distribución material tipo industrial programación, puesta en marcha as built protecciones SPD	UND	1,00

**Tabla 5.2 Tabla de materiales necesarios para la ejecución de la obra (Boza y D’Steffano, 2023)**

<b>ESTRUCTURA METÁLICA</b>		
DESCRIPCIÓN	UND	COSTO
Viga metálica (cercha Tipo1) h:40cm, largo 12.10m.	kg	\$ 2,87
Viga metálica (cercha Tipo1) h:40cm, largo 12.10m.		
Placas de anclaje para unión de vigas metalicas de celosía h:40cm a vigas de hormigón		
Nervios TR 150x100x3mm de 3,54 cm de long		
Nervios TR 150x100x3mm de 2,74 cm de long		
Nervios TR 150x100x3mm de 0,40 cm de long		
Viga doble G 300x60x30x15x4mm de 2,75m		
Placa de anclaje para union de viga doble G a columna de hormigón		
Perfil de borde doble G 300x60x30x15x4mm		
Nervios TR 150X100X3mm de 4,41 m de long.		
Nervios TR 150x100x3mm de 1,5m de long		
Nervios TR 150x100x3mm de 0,4m de long		
Placas de anclaje para unión de vigas y nervios	m2	\$ 76,50
Nervios TR 150x100x3mm de 1,7m de long		
Placas de anclaje para unión de vigas y nervios		
Columnas TC 150x150x4mm	m2	\$ 91,00
Vigas de amarre TR 200x100x4mm de 4,51m de long		
Vigas de amarre TR 200x100x3mm de 4,16m de long		
Nervios TR 150x100x3mm de 4,03m de long		
Placas de anclaje		



Columna metálica tipo cajón de 4m de altura			
Placas de anclaje para unión nervios y vigas HA	m2	\$	86,50
Nervios TR 150x100x3mm de 2,93 m de long			
Viga metálica tipo celosía (cercha tipo 2) de h:40cm, 7,76m long	m2	\$	86,50
Nervios TR 200x100x5mm de 1,71 de long			
Placas anclajes para unión vigas columnas HA			
Losa steel deck e=0,65mm	m2	\$	12,36
Correas G	m2	\$	47,43
Losa de fibrocell	m2	\$	27,23
Nervios TR 150x100x3mm	m2	\$	76,50
<b>MAMPOSTERÍA</b>			
Cemento Holcim FUERTE 8 kg	kg	\$	8,00
Arena	m3	\$	18,36
Piedra 3/4	saco	\$	2,50
Agua	m3	\$	4,10
Bloques de hormigón 20x20x40cm tipo Victoria	UND	\$	0,32
Pintura elastomérica para exteriores UNIDAS	caneca	\$	99,78
Pintura satinada blanca para interiores UNIDAS	caneca	\$	100,26
Empaste supremo para interiores UNIDAS	kg	\$	9,78
Gypsum	plancha	\$	10,00
Techofielt 2000 Chova	rollo	\$	75,04
Sellador	galón	\$	19,00
Cinta adhesiva azul	UND	\$	2,42
Gravilla para exteriores	m3	\$	11,52
Sellador para acabados exteriores blockfiller	galón	\$	20,04
Cemento asfaltico chova	galón	\$	4,70
Pintura caucho blanco unidas	caneca	\$	77,19
<b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>			
Tomacorriente 110V VETO SMART	UND	\$	50,00
Ojo de buey empotrable para gypsum	UND	\$	8,47
Interruptor VETO SMART	UND	\$	50,00
Alambre Cu #12	metro	\$	0,50
Alambre Cu #12	metro	\$	0,40
Caja rectangular profunda nacional	UND	\$	0,69
Tubería PVC plastigama	metro	\$	13,93
<b>PANELES SOLARES</b>			
SOLAR INVERTER 3KWP ORION CON RESPALDO WARRANTY 2 YEARS	UND	\$	937,50
SOLAR INVERTER GW5000D-NS GOODWE WARRANTY 5 YEARS	UND	\$	952,00
BATERIAS 100AH	UND	\$	320,00
Panel Solar Monocristalino 380W TPS-M6U(72) 1956X990X40mm	UND	\$	180,00
Tuberías PVC para pasante de cables	metro	\$	15,00

<b>ECONOMIZADORES DE GRIFERÍA</b>		
Economizadores de grifería ECONOVE	UND	\$15,00

**Tabla 5.3 Tabla de costos de mano de obra (Boza y D'Steffano, 2023)**

<b>COSTO DE MANO DE OBRA</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO (USD)</b>
101	Maestro soldador	hora	5,12
102	Ayudante de soldador	hora	5
103	Maestro Pintor	hora	4,1
104	Ayudante de pintor	hora	4,05
105	Maestro Albañil	hora	4,1
106	Ayudante de albañil	hora	4,05
107	Peón	hora	4,78
108	Maestro Gasfitero	hora	5
109	Ayudante de gasfitero	hora	4,05
110	Maestro eléctrico	hora	5
111	Ayudante de maestro eléctrico	hora	4,05
112	Maestro Ceramiquero	hora	5,12
113	Ayudante Maestro ceramiquero	hora	4,05
114	Transportista de materiales	hora	6,43

**Tabla 5.4 Tabla de equipos y costos (Boza y D'Steffano, 2023)**

<b>COSTO DE EQUIPOS</b>			
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>COSTO (US\$)</b>
301	Herramienta menor (5%MO)		Incluye la empresa
302	Maquina soldadora	hora	25,00
303	Concretetera	hora	Incluye la empresa
304	Volqueta, (8m3)	hora	25,00
306	Vibrador para hormigón	hora	Incluye la empresa
307	Camión	hora	Incluye la empresa
308	Generador de energía	hora	Incluye la empresa

#### 5.4. Valoración integral del costo del proyecto

CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA	P.U	TOTAL
<b>1 ESTRUCTURA METALICA</b>					
1.1	Montaje de vigas de acero ASTM A - 36	KG	2376,03	\$ 5,81	\$ 13.815,52
1.2	Instalación de nervios metálicos ASTM A-36	M2	100,34	\$ 69,81	\$ 7.004,65
1.3	Montaje de losa steel panel e=0,65 mm	M2	13,78	\$ 20,77	\$ 286,24
1.4	Fundición de losa de altillo f'c=280 kg/cm2 e=10cm	M3	1,37	\$ 103,87	\$ 142,30
1.5	Instalación de cubierta de fibrocemento	M2	105,65	\$ 46,01	\$ 4.860,53
<b>2 MAMPOSTERÍA</b>					
2.1	Montaje de bloques de hormigón tipo victoria 20x20x40	M2	46,18	\$14,94	\$689,90
2.2	Enlucido de paredes	M2	46,18	\$5,98	\$276,01
2.3	Empastado interior	M2	46,18	\$3,47	\$160,41
2.4	Trabajos de pintura interior	M2	46,18	\$4,80	\$221,60
2.5	Trabajos de pintura exterior	M2	46,18	\$18,00	\$831,24
2.6	Instalación de techo de gypsum	M2	40,30	\$18,00	\$725,40
<b>3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>					
3.1	PUNTOS ELÉCTRICOS	UND	6,00	\$ 43,18	\$ 259,08
3.2	PUNTO PARA TOMACORRIENTE 110V	UND	1,00	\$ 37,49	\$ 37,49
3.3	PUNTO PARA INTERRUPTOR	UND	1,00	\$ 37,49	\$ 37,49
<b>4 INSTALACIÓN DE ECONOMIZADORES DE GRIFERIAS</b>					
4.1	Suministro e instalación de economizadores de griferia marca ECONOVE	UND	15,00	\$ 15,00	\$ 225,00
<b>5 INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES</b>					
5.1	Suministro e instalación de inversor	UND	36,00	\$937,50	\$33.750,00
5.2	Paneles solares monocristalinos 380W TPS M6U(72) 1956X990X40mm	UND	4,00	\$180,00	\$719,98
5.3	Suministro e instalación de batería	UND	2,00	\$320,00	\$639,99
5.4	Sistema de Herrajes para montaje en cubierta , incluye todos los accesorios necesarios para una fijación adecuada, fabricados en material de bajo peso. Accesorios importados, fabricados en aluminio anodizado acorde a la norma internacional.	UND	36,00	\$34,00	\$1.224,00
5.5	Instalación y todo el material eléctrico para pleno funcionamiento de los equipos de generación interconexión con tablero de distribución material tipo industrial programación, puesta en marcha as built protecciones SPD	UND	1,00	\$5.500,00	\$5.500,00
				<b>TOTAL</b>	<b>\$ 71.406,83</b>

### 5.5. Cronograma de obra

Los rubros explicados en la sección 5.2 y presentados en el presupuesto de la sección 5.4 dieron como resultado a 60 días de duración para la obra. Sin embargo, el cambio de la duración de la obra está sujeto a factores tanto externos como internos. El cronograma de obra está detallado en el ANEXO C.

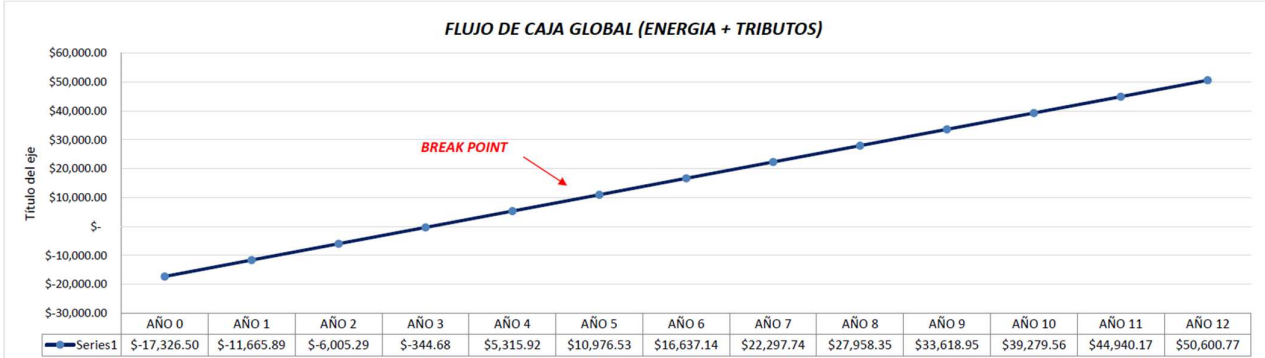
### 5.6. Retorno de inversión

La planta fotovoltaica a implementar tiene una capacidad para receptor, almacenar y generar energía de 13 KWP, con una potencia de 13000 Watts, con 4 horas de sol pico o STC, es decir "Standard Test Conditions" las cuales se refieren a las condiciones bases de temperatura y radiación solar y masa de aire sobre las cuales se evalúa el desempeño de los paneles solares. En donde se toma como condiciones ideales una temperatura de 25°C, una intensidad solar de 1000 W/m<sup>2</sup>, un ángulo de incidencia de 45° y la capacidad de generar mensualmente 1560 KWh.

ENERGÍA GENERADA SISTEMA FOTO VOLTAICO								
TIPO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	POTENCIA (W)	HORAS STC	KWh mensual	GENERACIÓN DIARIA	GENERACIÓN MENSUAL	GENERACIÓN ANUAL
1	SISTEMA FOTO VOLTAICO 13KWP	1	13000	4	1560	\$ 12,48	\$ 374,40	\$ 4.492,80

**Tabla 5.5 Cálculo de producción monetaria de paneles solares (Empresa CHINT, 2023)**

La tabla 5.5 indica que, los paneles solares producen energía tal que, en términos monetarios se traducen a un valor de \$4492.80 anuales, con una obtención de 18720 KWh anuales. Lo que expresándolo en un flujo de caja nos queda la siguiente gráfica:



*Figura 5.2 Flujo de caja global de los paneles solares (Boza y D'Steffano, 2023)*

Como se puede observar, el break point se produce aproximadamente en el año número 4, indicando que a partir de ese lapso de tiempo se ve recuperado el valor de la inversión realizada en el sistema fotovoltaico, donde los años posteriores representan ganancias netas para el cliente.

**5.7. Ahorro económico en consumo de energía**

Volviendo a tomar en consideración las 4 horas de sol pico que se producen a lo largo del día en la zona de estudio, teniendo en cuenta que los paneles solares trabajarán y serán de utilidad para todas las instalaciones eléctricas de la vivienda, y con los recibos de luz otorgados por parte del cliente, se tiene la siguiente tabla y el siguiente gráfico:

MES	CONSUMO ACTUAL	ENERGÍA GENERADA PANELES SOLARES	PLANILLA ACTUAL	NUEVA PLANILLA CON PANELES SOLARES	AHORRO
ENERO	2160	1736	\$ 500,43	\$ 59,29	\$ 441,14
FEBRERO	2160	1602	\$ 500,43	\$ 78,14	\$ 422,29
MARZO	2160	1890	\$ 500,43	\$ 37,93	\$ 462,50
ABRIL	2160	1873	\$ 500,43	\$ 40,23	\$ 460,20
MAYO	2160	1768	\$ 500,43	\$ 54,79	\$ 445,64
JUNIO	2160	1454	\$ 500,43	\$ 99,00	\$ 401,43
JULIO	2160	1550	\$ 500,43	\$ 85,45	\$ 414,98
AGOSTO	2160	1588	\$ 500,43	\$ 80,11	\$ 420,32
SEPTIEMBRE	2160	1610	\$ 500,43	\$ 77,02	\$ 423,41
OCTUBRE	2160	1267	\$ 500,43	\$ 126,78	\$ 373,65
NOVIEMBRE	2160	1215	\$ 500,43	\$ 134,51	\$ 365,92
DICIEMBRE	2160	1738	\$ 500,43	\$ 59,01	\$ 441,42
TOTAL	25920	19291	\$ 6.005,16	\$ 932,26	\$ 5.072,90
PROMEDIO	2160	1608	\$ 500,43	\$ 77,69	\$ 422,74

**Tabla 5.6 Ahorro monetario en consumo eléctrico (Boza y D'Steffano, 2023)**

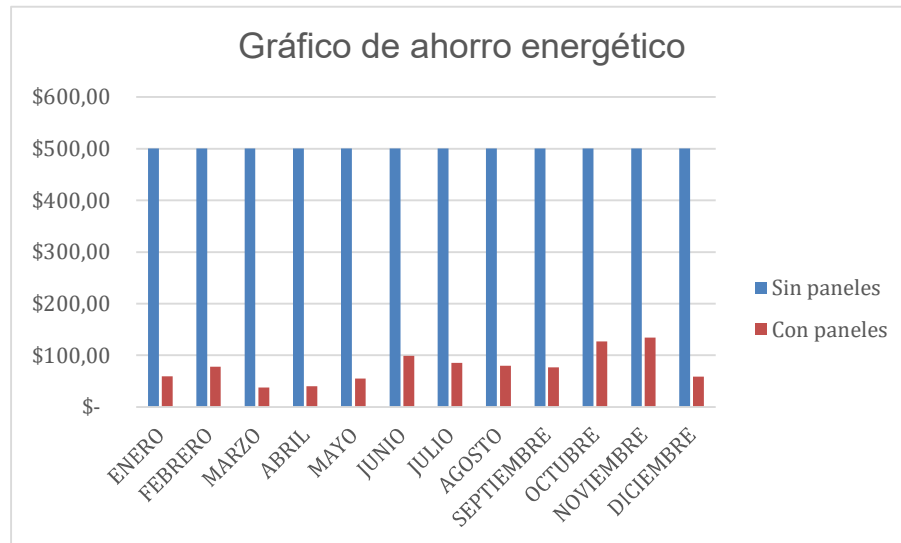


Figura 5.3 Gráfico de ahorro monetario en consumo eléctrico (Boza y D'Steffano, 2023)

Como se observa en la tabla y en el gráfico, el ahorro económico es muy significativo con respecto a la situación en la que la vivienda no posee los paneles solares, en donde se refleja un valor máximo de consumo de \$500.43, los cuales se ven reducidos a \$37.93 en las condiciones climáticas favorables para el cliente. Es decir que, con la presencia de los paneles solares, se tiene un porcentaje de ahorro del 84% en el consumo de los recibos de luz.

## 5.8. Ahorro económico en consumo de agua

En contexto con el tema hidrosanitario, al utilizar economizadores de grifería en las diferentes instalaciones de uso doméstico, sumado con la planilla de agua facilitada por parte del cliente, se pueden establecer los siguientes cálculos:

MES	CAUDAL CONSUMO ACTUAL	PLANILLA ACTUAL	CAUDAL CONSUMO ECON.	NUEVA PLANILLA CON ECONOMIZADORES	AHORRO
ENERO	13	\$ 137,58	7	\$ 55,03	\$ 82,55
FEBRERO	13	\$ 137,58	7	\$ 55,03	\$ 82,55
MARZO	13	\$ 137,58	7	\$ 55,03	\$ 82,55
ABRIL	13	\$ 137,58	7	\$ 55,03	\$ 82,55
MAYO	13	\$ 137,58	7	\$ 55,03	\$ 82,55
JUNIO	13	\$ 137,58	7	\$ 55,03	\$ 82,55
JULIO	13	\$ 137,58	7	\$ 55,03	\$ 82,55
AGOSTO	13	\$ 137,58	7	\$ 55,03	\$ 82,55
SEPTIEMBRE	13	\$ 137,58	7	\$ 55,03	\$ 82,55
OCTUBRE	13	\$ 137,58	7	\$ 55,03	\$ 82,55
NOVIEMBRE	13	\$ 137,58	7	\$ 55,03	\$ 82,55
DICIEMBRE	13	\$ 137,58	7	\$ 55,03	\$ 82,55
TOTAL	156	\$ 1.650,96	84	\$ 660,38	\$ 990,58
PROMEDIO	13	\$ 137,58	7	\$ 55,03	\$ 82,55

Tabla 5.7 Ahorro monetario en consumo de agua (Boza y D'Steffano, 2023)

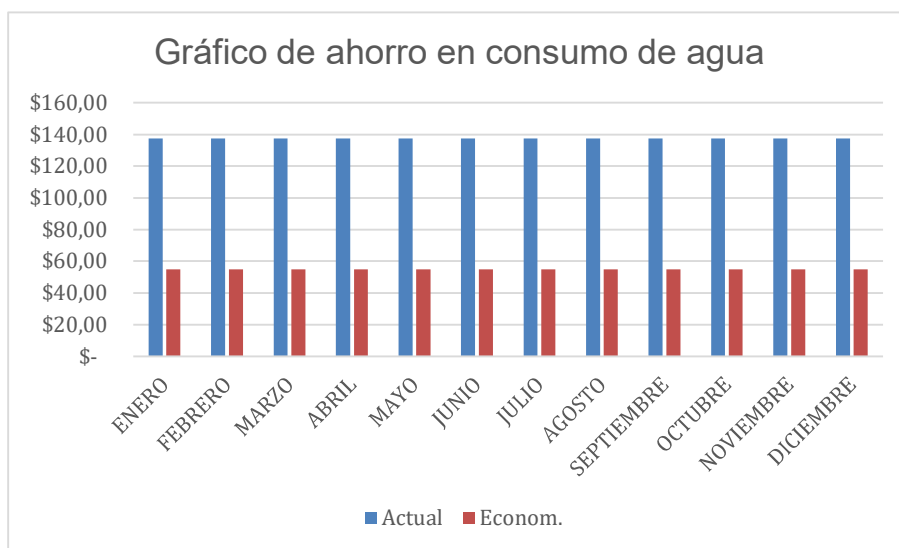


Figura 5.4 Ahorro monetario en consumo de agua (Boza y D'Steffano, 2023)

El ahorro en consumo de agua se traduce a un 60% del valor monetario que se encontraba pagando el cliente, dicho valor correspondía a \$137.58, el cual se ve disminuido a un valor de \$55.03, en adición a esto, otra ventaja acerca del uso de los economizadores de grifería es que no afectarán a la comodidad del usuario, puesto que si bien se ve disminuido el caudal de consumo casi a la mitad, el cliente no tendrá ningún problema de comodidad al hacer uso de las instalaciones para satisfacer sus necesidades, dado que el economizador aumenta el volumen de las gotas de agua, haciendo que el caudal reducido que se vaya a utilizar no tenga ningún impacto visual ni físico al cliente.

#### **5.9. Comparativa de presupuestos antes y después de la ampliación**

El costo inicial de la residencia K8 con un total de 561,42  $m^2$  de construcción fue de \$655.708,59 según lo estipula el contrato de construcción firmado por el constructor y propietario de la casa. Esto indica que cada  $m^2$  de la casa estaría aproximadamente en \$1167,86. Sin embargo debido a la ampliación e inversión, los  $m^2$  de construcción aumentaron y su costo también. Actualmente la casa consta con 604,42  $m^2$  de construcción (incluida la ampliación) por un total de \$762.095,68 lo cual nos indica que el costo por  $m^2$  es de \$1260,87.

Lo cual en términos de rentabilidad y de inversión lo hace un proyecto de alto retorno económico, puesto que la diferencia con las nuevas instalaciones y sobre todo con los elementos empleados en la ampliación es de \$93.01 el  $m^2$ .



COSTO DE LA VIVIENDA SIN AMPLIACIÓN, PANELES SOLARES, NI ECONOMIZADORES DE GRIFERÍA.	COSTO DE LA VIVIENDA CON AMPLIACIÓN, PANELES SOLARES Y ECONOMIZADORES DE GRIFERÍA.
\$655.708,59	\$762.095,68
M2 SIN AMPLIACIÓN	M2 CON AMPLIACIÓN
561,42	604,42
<b>COSTO POR M2</b>	
\$1.167,95	\$1.260,87
<b>DIFERENCIA EN DÓLARES</b>	
\$92,92	

**Tabla 5.8 Contraste de precio por m2 (Boza y D'Steffano, 2023)**

### 5.10. Comparación de eficiencias entre las distintas configuraciones de paneles solares

A continuación, se realizará una comparación de las eficiencias de las diferentes configuraciones de paneles solares, teniendo en consideración que un panel solar tiene una potencia de 550 W, lo cual quedaría de la siguiente forma:

DESCRIPCIÓN	Cantidad de paneles solares	Potencia (W)	HORAS STC	KWh mensual	GENERACIÓN DIRARIA	GENERACIÓN MENSUAL	CONSUMO FACTURA MENSUAL	APORTACIÓN DE 1 PANEL SOLAR EN PROYECTO	APORTACIÓN DEL CONJUNTO DEL PANEL
Panel solar	1	550	4	124	\$ 0,41	\$ 12,40	\$ 500,43	2%	2%
Planta fotovoltaica diseño	28	13000	4	1560	\$ 12,48	\$ 374,40	\$ 500,43	3%	75%
Máxima cantidad de paneles conectados en serie	11	5000	4	598	\$ 2,59	\$ 77,74	\$ 500,43	1%	16%

**Tabla 5.9 Cálculo de aportación de paneles solares (Boza y D'Steffano, 2023)**

Para realizar el cálculo de la comparación de aportes, se establecieron 3 casos, los cuales comprenden: el uso de un único panel solar, la planta fotovoltaica diseñada y la máxima cantidad de paneles solares que se puede conectar en serie, la cual comprende la cantidad de 11 paneles, que, en caso de querer conectar algún panel adicional, el voltaje de cada panel individual aumentará, ocasionando que el inversor no soporte la demanda.

Para estimar las cantidades se realizó la investigación del precio del KWh residencial en el país que, de acuerdo a la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL) se encuentra establecido con un precio de \$0.10.

Dando como resultado que un solo panel solar pueda generar \$12.40, mientras que por otra parte los 11 paneles generan \$77.74 y, finalmente, la planta diseñada genera un valor de \$374.40.

Mediante la división entre el consumo de la factura del cliente con el dato de generación mensual de cada configuración, queda evidenciado que, la situación menos óptima para el caso de estudio es utilizar la máxima cantidad permitida en conexión en serie, ya que representa tan solo un 1% de aporte individual lo que se traduce a un 16% en el contexto grupal.

Sin embargo, se puede observar que, el uso de tan solo un panel solar en contraste con el aporte individual de la planta de diseño es parecido. Esto se debe a que, en las conexiones en serie, la intensidad de la corriente es la misma en todos los componentes, es decir que, a medida que se agrega más componentes al circuito, la intensidad de la corriente será menor, sin embargo, se suma el voltaje, caso contrario con lo que sucede con la conexión en paralelo, ya que se mantiene el voltaje y se suman las intensidades.

Es por esto que, un solo panel solar puede igualar en aporte individual a toda la planta diseñada, sin embargo, al generar una menor cantidad de energía que, traducida en dinero significa que, al cliente le tomará mucho más tiempo retomar su inversión dado su consumo energético.

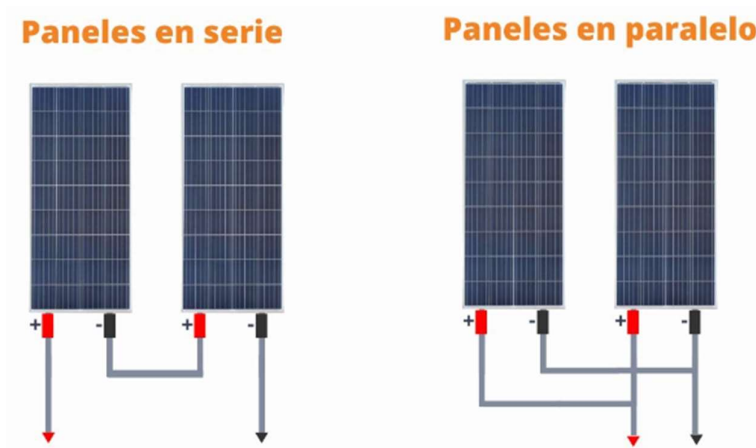


Figura 5.5 Conexión de paneles solares en serie y en paralelo

# CAPÍTULO 6

## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

- Por medio del software SAP2000, se logró verificar que la cimentación actual tiene suficiente capacidad portante para resistir el peso y las cargas de los nuevos elementos diseñados en la ampliación.
- Al contar con la obra en estado de “obra gris”, todas las instalaciones fueron diseñadas bajo las especificaciones de los mismos materiales actuales de la vivienda, con el objetivo de facilitar la perfecta armonía y desempeño de los sistemas.
- Cumpliendo con los parámetros de certificación EDGE, se estimó un ahorro en consumo de energía eléctrica de 35.85%, con respecto al consumo de agua un 22.34% y en el ahorro de materiales del 40%, ya que, al emplear encofrados metálicos en lugar de madera, se redujo el desperdicio de materiales en obra, reduciendo así la generación de carbón incorporado.
- Pese a que los resultados obtenidos en tiempo de recuperación de inversión no son atractivos, se debe considerar los beneficios indirectos que conlleva certificar un proyecto, ya que se proyecta que las construcciones sostenibles tengan un mayor impacto en el mercado nacional, debido a la tendencia mundial de innovar y aportar con las construcciones sostenibles.
- Se modeló la estructura bajo metodología BIM por medio del software REVIT, permitiendo así prevenir las interferencias entre el sistema estructural y, en este caso, el sistema de instalación eléctrica, así mismo, para la cuantificación de las cantidades de los elementos. Dicha cuantificación concluyó que el proyecto de la ampliación de la vivienda tiene un costo aproximado de \$71.406,83. Cabe recalcar que el costo mencionado no contempla rubros como aparatos sanitarios, puertas y ventanas.

- La diferencia de inversión por  $m^2$  del diseño de la vivienda anterior en comparación con la ampliación y las nuevas instalaciones, no presenta un aumento significativo de gasto, ya que solo se estima un aumento del 7.34% de la inversión inicial.
- Si bien la aportación del conjunto de 28 paneles solares representa el 75% de generación en el caso de estudio, el aporte individual de cada uno de ellos es de tan solo el 3%, en comparación con la implementación de un solo panel solar con un valor del 2%.
- El uso de la conexión de paneles en paralelo es más eficiente que la de en serie, dado que, aumenta la cantidad de electricidad o energía que se mueve entre paneles y, no sobrecarga al inversor debido a que el voltaje se mantiene.
- El precio de certificar en EDGE un proyecto tiene un valor de alrededor \$2900, el cual se ve incrementado con la suma de \$999 por cada entrega adicional, lo cual en términos de presupuesto incrementa el valor de la obra, esta inversión se traduce en aumento de valor de la propiedad, mayor control de costos y consistencia entre propiedades, eficiencia en construcción y mano de obra y, sobre todo produce menores costos de servicios públicos.

### **Recomendaciones**

- Es recomendable que el cliente verifique la capacidad actual del breaker principal y la compare posteriormente con la corriente de la demanda eléctrica de la vivienda, ya que en caso de que este sea menor, se tiene que sustituir el breaker por uno de mayor capacidad.
- Se recomienda la implementación de una cubierta en el área de la piscina, dado que, si bien el uso de los economizadores simboliza un gran porcentaje de ahorro económico, no representan una solución de ponderación significativa para la certificación EDGE, es por esto que, la cubierta contribuirá para el ahorro de agua y la mantendrá libre del polvo, hojas, tierra, etc.
- Se aconseja realizar la limpieza de los paneles solares de 3 a 4 veces al año, dado que factores como el polvo, excremento de pájaros, entre otros, afectan al rendimiento de estos.

# BIBLIOGRAFÍA

- BUN-CA (2002), Manuales sobre energía renovable: Solar Fotovoltaica. Costa Rica
- Jonathan Cevallos (2022), Planta de generación solar fotovoltaica. Ecuador
- Jack C. McCormac (2012) Diseño de estructuras en acero 5ta edición. Estados Unidos
- ASCE. (2017). Minimum design loads and associated criterio for buildings and other structures. In Minimum Design Loads and Associated Criteria for Buildings and Other Structures (Vol. 7). American Society of Civil Engineers (ASCE).  
<http://doi.org/10.1061/9780784414248>
- Software EDGE, 2023
- Wiercigorch, M. (2017). International Journal of Mechanical Sciences. ELSEVIER
- Consultoría Ambiental realizada por la Ing. Sandra Villao Quinto en abril del 2011, denominado “Construcción de Urbanización Isla Mocolí LOTE 3B1-2 y LOTE 5”
- Tito, B. (2020). Cómo hacer una Matriz de Leopold modificada en Excel. [Ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/](http://ingenieriaambiental.net/matriz-de-leopold/). Ecuador
- Chang Gómez, J. V. (2007). Calidad de Agua Caso. Ecuador
- INAMHI. (2022). Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología. Ecuador.
- Servicio Ecuatoriano de la Normalización (INEN).
- Coria, I. D. (2008). EL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL: CARACTERÍSTICAS Y METODOLOGÍAS. In 125 INVENIO (Vol. 11, Issue 20)
- Dynamics of content propagation in BitTorrent like P2P file exchange systems. Artículo presentado en 50th IEEE Conference on Decision and Control and European Control Conference (IEEE CDC – ECC 2011), Orlando, Estados Unidos.
- El Comercio. (14 de noviembre de 2015). Ecuador consume más agua en la región. Recuperado el 10 de abril de 2018, de El Planeta: <http://especiales.elcomercio.com/planeta-ideas/planeta/noviembre-14-del-2015/ecuador-consume-mas-agua-en-la-region>
- El Telégrafo. (07 de Agosto de 2014). El 72% de los hogares en el país no ahorra agua. Recuperado el 10 de Marzo de 2018, de El Telégrafo: <https://www.eltelegrafo.com.ec/noticias/sociedad/4/el-72-de-los-hogares-en-el-país-no-ahorra-agua-infografía>

- OMS. (12 de Julio de 2017). La situación del agua en el mundo. Recuperado el 23 de febrero de 2018, de Excelsior: <https://www.excelsior.com.mx/global/2017/03/22/115340#view-3>
- ryant, P. (1999). Biodiversity and Conservation. Accedido el 21 de agosto, 2012 desde <http://darwin.bio.uci.edu/~sustain/bio65/Titlpage.htm>
- Ecodes. (2016). Catálogo de tecnologías ahorradoras. Recuperado el 04 de noviembre de 2017, de Ecología y Desarrollo: [ecodes.org/component/opinión.com\\_phocadownload/itemid,2/.../id.../view,category/](http://ecodes.org/component/opinión.com_phocadownload/itemid,2/.../id.../view,category/)
- Koo, D. J., Chitwoode, D. D., & Sanchez, J. (2008). Violent victimization and the routine activities/lifestyle of active drug users. *Journal of Drug Issues*, 38, 1105-1137. Accedido el 4 de abril, 2012, desde <http://www2.criminology.fsu.edu/~jdi/>
- Keller, T. E., Cusick, G. R., & Courtney, M. E. (2007). Approaching the transition to adulthood: Distinctive profiles of adolescents aging out of the child welfare system. *Social Services Review*, 81, 453-484.

**PLANOS Y ANEXOS**

**ANEXO A**  
**ANÁLISIS DE**  
**PRECIOS**  
**UNITARIOS**

Rubro	1
Detalle	Montaje de vigas y pilares de acero ASTM A - 36

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)					
Soldadora	2,00	25,00	50	0,04	2,000
<b>SUBTOTAL</b>					<b>2,000</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Soldador certificado AWS	2,00	4,78	9,55	0,04	0,33
Peon	3,00	4,45	13,34	0,04	0,47
<b>SUBTOTAL</b>					<b>0,80</b>
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B	
Acero estructural ASTM A36 Fy=36 Ksi u Fy=2530 kg/cm2	KG	1,05	\$ 2,87	3,0135	
<b>SUBTOTAL</b>					<b>3,0135</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B	
<b>SUBTOTAL</b>					
TOTAL COSTOS DIRECTOS					5,815
INDIRECTOS					
OTROS INDIRECTOS					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,815
VALOR OFERTADO					5,815



Rubro	2
Detalle	Instalación de nervios metálicos ASTM A-36

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)					
Soldadora	2,00	2,78	5,56	0,052	0,289
<b>SUBTOTAL</b>					<b>0,289</b>
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Soldador certificado AWS	5,00	4,50	22,50	0,05	1,17
<b>SUBTOTAL</b>					<b>1,17</b>
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B	
Nervios metálicos ASTM A36	KG	1	68,35	68,35	
<b>SUBTOTAL</b>					<b>68,35</b>
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B	
<b>SUBTOTAL</b>					<b>0</b>

TOTAL COSTOS DIRECTOS	69,809
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	69,809
VALOR OFERTADO	69,809

Rubro	3
Detalle	Montaje de losa steel panel e=0,65 mm

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)	1	3,76	3,76	0,88	3,3088
Concretera					
<b>SUBTOTAL</b>					3,309
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Maestro albañil	1,00	4,78	4,78	0,29	1,38
Ayudante de albañil	1,00	4,45	4,45	0,29	1,29
Peon	1,00	4,45	4,45	0,29	1,29
<b>SUBTOTAL</b>					3,96
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B	
Losa steel deck e=0,65	M2	1	11,5	11,5	
Malla electrosoldada 15x15cm	M2	1	2	2	
<b>SUBTOTAL</b>					13,5
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B	
<b>SUBTOTAL</b>					0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	20,772
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	20,772
VALOR OFERTADO	20,772

Rubro	4
Detalle	Fundición de losa de altillo $f_c=280 \text{ kg/cm}^2$ $e=10\text{cm}$

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA $C=A*B$	RENDIMIENTO R	PRECIO. U $D=C*R$
Herramientas menores (5% M.O)	1	3,76	3,76	0,88	3,3088
Concretera					
<b>SUBTOTAL</b>					3,309

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA $C=A*B$	RENDIMIENTO R	PRECIO. U $D=C*R$
Maestro albañil	1,00	0,00	0,00	0,29	0,00
Ayudante de albañil	1,00	0,00	0,00	0,29	0,00
Peon	1,00	0,00	0,00	0,29	0,00
<b>SUBTOTAL</b>					0,00

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B	
Cemento	saco	12	8,38	100,56	
Arena	M3	0,91	18,38	16,7258	
Piedra 3/4	M3	0,91	2,5	2,275	
Agua	M3	0,26	2,5	0,65	
Losa steel deck $e=0,65$	M2	1	11,5	11,5	
Malla electrosoldada 15x15cm	M2	1	2	2	
<b>SUBTOTAL</b>					100,56

TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B	
<b>SUBTOTAL</b>					0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	103,869
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	103,869
VALOR OFERTADO	103,869

Rubro	5					
Detalle	Instalación de cubierta de fibrocemento					
<b>EQUIPOS</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R	
Herramientas menores (5% M.O)						0,244
Andamios	2	0,05	0,1	0,44		0,044
<b>SUBTOTAL</b>						0,244
<b>MANO DE OBRA</b>						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R	
Peon	3,00	3,18	9,54	0,88		8,40
Albanil	2,00	4,37	8,74	0,88		7,69
Tecnico de obras civiles	1,00	4,37	4,37	0,88		3,85
<b>SUBTOTAL</b>						19,93
<b>MATERIALES</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B		
Planchas de fibrocemento	M2	1,00	25,83	25,83		
<b>SUBTOTAL</b>						25,83
<b>TRANSPORTE</b>						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B		
<b>SUBTOTAL</b>						0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	46,006
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	46,006
VALOR OFERTADO	46,006

Rubro	6
Detalle	Montaje de bloques de hormigón tipovictoria 20x20x40

EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R	
Herramientas menores (5% M.O)					0,244	
Andamios	2	0,05	0,1	0,44	0,044	
<b>SUBTOTAL</b>						0,244
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R	
Peon	2,00	4,45	8,89	0,88	7,82	
Albanil	1,00	4,78	4,78	0,88	4,20	
<b>SUBTOTAL</b>						12,03
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B		
bloques de hormigon 20x20x40 cm	UND	15	0,3	4,5		
Cemento	KG	10	0,16	1,6		
Arena	M3	0,03	10,64	0,3192		
Agua	M3	0,02	8	0,16		
<b>SUBTOTAL</b>						2,0792
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B		
Cemento	KG	10	0,005	0,05		
Arena	M3	0,04	13,5	0,54		
<b>SUBTOTAL</b>						0,59

TOTAL COSTOS DIRECTOS	14,939
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	14,939
VALOR OFERTADO	14,939

Rubro	7
Detalle	Enlucido de paredes

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)					0,244
Andamios	2	0,05	0,1	0,16	0,016
<b>SUBTOTAL</b>					0,244
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Maestro albañil	1,00	4,78	4,78	0,16	0,76
Ayudante de maestro albañil	1,00	4,45	4,45	0,16	0,71
<b>SUBTOTAL</b>					1,48
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B	
Cemento	KG	10	0,16	1,6	
Arena	M3	0,04	10,64	0,4256	
Agua	M3	0,01	8	0,08	
<b>SUBTOTAL</b>					2,1056
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B	
Cemento	KG	10	0,16	1,6	
Arena	M3	0,04	13,8	0,552	
<b>SUBTOTAL</b>					2,152

TOTAL COSTOS DIRECTOS	5,977
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5,977
VALOR OFERTADO	5,977

Rubro	8
Detalle	Empastado interior

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)					0,244
Andamios	2	0,05	0,1	0,16	0,016
<b>SUBTOTAL</b>					0,244
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Pintores	2,00	4,78	9,55	0,16	1,53
Tecnico de obras civiles	1,00	4,45	4,45	0,16	0,71
<b>SUBTOTAL</b>					2,24
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B	
Empaste supremo	KG	1	0,58	0,58	
Sellador	KG	0,14	2,93	0,4102	
<b>SUBTOTAL</b>					0,9902
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B	
<b>SUBTOTAL</b>					0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	3,474
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,474
VALOR OFERTADO	3,474

Rubro	9
Detalle	Trabajos de pintura interior

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)					0,244
Andamios	2	0,05	0,1	0,44	0,044
<b>SUBTOTAL</b>					0,244

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Maestro pintor	1,00	4,78	4,78	0,03	0,12
Ayudantes de pintor	1,00	4,45	4,45	0,03	0,11
<b>SUBTOTAL</b>					0,23

MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B	
Pintura satinada blanca UNIDAS	GLN	0,05	\$ 90,00	4,5	
Empaste supremo UNIDAS	GLN	0,02	\$ 9,78	0,1956	
Cinta adhesiva azul	ML	0,01	10,3	0,103	
<b>SUBTOTAL</b>					4,7986

TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B	
<b>SUBTOTAL</b>					0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	4,799
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4,799
VALOR OFERTADO	4,799



Rubro	10
Detalle	Trabajos de pintura exterior

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)					0,244
Andamios	2	0,05	0,1	0,44	0,044
<b>SUBTOTAL</b>					0,244
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Maestro de gypsum	1,00	0,00	4,45	0,03	0,11
Ayudante de gypsum	1,00	0,00	4,45	0,03	0,11
<b>SUBTOTAL</b>					0,22
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B	
Planchas de Gypsum	UND	1	\$ 10,00	10	
Empaste supremo UNIDAS	GLN	1	\$ 9,78	9,78	
Pintura satinada blanca UNIDAS	GLN	1	\$ 15,00	15	
Cinta adhesiva azul	ML	0,01	2,42	0,0242	
<b>SUBTOTAL</b>					18
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B	
<b>SUBTOTAL</b>					0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	18,000
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	18,000
VALOR OFERTADO	18,000

Rubro	11
Detalle	Puntos electricos

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)					0,244
<b>SUBTOTAL</b>					0,244
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Maestro electrico	1,00	4,78	4,78	1,65	7,88
Ayudande de maestro electrico	1,00	4,45	4,45	1,65	7,33
<b>SUBTOTAL</b>					15,21
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B	
Tomacorriente 110V VETO SMART	UND	1	\$ 6,00	\$ 6,00	
Ojo de buey empotrable para gypsum	UND	1	\$ 8,00	\$ 8,00	
Interruptor VETO SMART	UND	1	\$ 6,00	\$ 6,00	
Alambre Cu #12	M	16	\$ 0,80	\$ 12,80	
Caja rectangular profunda nacional	UND	1	\$ 0,42	\$ 0,42	
Tuberia PVC plastigama	UND	2	\$ 4,98	\$ 9,96	
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 43,18
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B	
<b>SUBTOTAL</b>					0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	43,180
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	43,180
VALOR OFERTADO	43,180

Rubro	12
Detalle	PUNTO PARA TOMACORRIENTE 110V

<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)					0,244
<b>SUBTOTAL</b>					0,244
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Maestro electrico	1,00	4,78	4,78	1,65	7,88
Ayudande de maestro electrico	1,00	4,45	4,45	1,65	7,33
<b>SUBTOTAL</b>					15,21
<b>MATERIALES</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B	
Tomacorriente 110V VETO SMART	UND	1	\$ 35,00	\$ 35,00	
Tuberia PVC plastigama	UND	0,5	\$ 4,98	\$ 2,49	
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 37,49
<b>TRANSPORTE</b>					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B	
<b>SUBTOTAL</b>					0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	37,490
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	37,490
VALOR OFERTADO	37,490

Rubro	13
Detalle	PUNTO PARA INTERRUPTOR

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)					0,244
<b>SUBTOTAL</b>					0,244
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Maestro electrico	1,00	4,78	4,78	1,65	7,88
Ayudande de maestro electrico	1,00	4,45	4,45	1,65	7,33
<b>SUBTOTAL</b>					15,21
MATERIALLES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B	
Interruptor VETO SMART	UND	1	\$ 35,00	\$ 35,00	
Tuberia PVC plastigama	UND	0,5	\$ 4,98	\$ 2,49	
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 37,49
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B	
<b>SUBTOTAL</b>					0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	37,490
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	37,490
VALOR OFERTADO	37,490

Rubro	14
Detalle	Suministro e instalación nstalación de economizadores de griferia marca ECONOVE

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)					0,244
<b>SUBTOTAL</b>					0,244
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Maestro gasfitero	1,00	4,78	4,78	1,10	5,25
Ayudande de maestro gasfitero	1,00	4,45	4,45	1,10	4,89
<b>SUBTOTAL</b>					10,14
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B	
Economizadores ECONOVE	UND	1,00	\$ 15,00	\$ 15,00	
<b>SUBTOTAL</b>					\$ 15,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B	
<b>SUBTOTAL</b>					0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	15,000
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	15,000
VALOR OFERTADO	15,000

Rubro	15
Detalle	Suministro e instalación de inversor

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)					0,244
<b>SUBTOTAL</b>					0,244
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Personal de paneles solares	3,00	4,75	14,25	1,10	15,68
<b>SUBTOTAL</b>					15,68
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B	
Suministro e instalación de inversor	UND	1,00	\$ 921,00	\$ 921,00	
<b>SUBTOTAL</b>				\$ 921,00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B	
<b>SUBTOTAL</b>					0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	937,000
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	937,000
VALOR OFERTADO	937,000

Rubro	16
Detalle	Suministro e instalación de paneles solares

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)					0,244
<b>SUBTOTAL</b>					0,244
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Personal de paneles solares	3,00	4,75	14,25	1,10	15,68
<b>SUBTOTAL</b>					15,68
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B	
Suministro e instalación de paneles solares	UND	1,00	\$ 164,08	\$ 164,08	
<b>SUBTOTAL</b>				\$ 164,08	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B	
<b>SUBTOTAL</b>					0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	179,995
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	179,995
VALOR OFERTADO	179,995

Rubro	17
Detalle	Suministro e instalación de batería

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)					0,244
<b>SUBTOTAL</b>					0,244
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Personal de paneles solares	3,00	4,75	14,25	1,10	15,68
<b>SUBTOTAL</b>					15,68
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	UNITARIO B	COSTO A*B	
SOLAR INVERTER GW5000D-NS GOODWE WARRANTY 5 YEARS	UND	1,00	\$ 304,08	\$ 304,08	
<b>SUBTOTAL</b>				\$ 304,08	
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO A*B	
<b>SUBTOTAL</b>					0

TOTAL COSTOS DIRECTOS	319,995
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	319,995
VALOR OFERTADO	319,995



Rubro	18				
Detalle	Sistema de Herrajes para montaje en cubierta , incluye todos los accesorios necesarios para una fijación adecuada, fabricados en material de bajo peso. Accesorios importados, fabricados en aluminio anodizado acorde a la norma internacional.				
<b>EQUIPOS</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)					0,244
Andamios	2	0,05	0,1	0,44	0,044
<b>SUBTOTAL</b>					0,244
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	UND	TOTAL		
Sistema de Herrajes para montaje en cubierta , incluye todos los accesorios necesarios para una fijación adecuada, fabricados en material de bajo peso. Accesorios importados, fabricados en aluminio anodizado acorde a la norma internacional.	1	GBL	\$ 34,00		

TOTAL COSTOS DIRECTOS	34,000
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	34,000
VALOR OFERTADO	34,000

Rubro	19
Detalle	Instalación y todo el material eléctrico para pleno funcionamiento de los equipos de generación interconexión con tablero de distribución material tipo industrial programación, puesta en marcha as built protecciones SPD

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	PRECIO. U D=C*R
Herramientas menores (5% M.O)					0,244
Andamios	2	0,05	0,1	0,44	0,044
<b>SUBTOTAL</b>					0,244
<b>MANO DE OBRA</b>					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	UND	TOTAL		
Instalación y todo el material eléctrico para pleno funcionamiento de los equipos de generación interconexión con tablero de distribución material tipo industrial programación, puesta en marcha as built protecciones SPD	1	GBL	\$ 5.500,00		

TOTAL COSTOS DIRECTOS	\$ 5.500,00
INDIRECTOS	
OTROS INDIRECTOS	
COSTO TOTAL DEL RUBRO	\$ 5.500,00
VALOR OFERTADO	\$ 5.500,00

**ANEXO B**

**TABLAS DE**

**CANTIDADES DE**

**OBRA**

CODIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD DE OBRA
<b>1 ESTRUCTURA METÁLICA</b>			
1.1	Montaje de vigas y pilaretes de acero ASTM A - 36	KG	2376,03
1.2	Instalación de nervios metálicos ASTM A-36	M2	100,34
1.3	Montaje de losa steel panel e=0,65 mm	M2	13,78
1.4	Fundición de losa de altillo f'c=280 kg/cm2 e=10cm	M3	1,37
1.5	Instalación de cubierta de fibrocemento	M2	105,65
<b>2 MAMPOSTERÍA</b>			
2.1	Montaje de bloques de hormigón tipo victoria 20x20x40	M2	46,18
2.2	Enlucido de paredes	M2	46,18
2.3	Empastado interior	M2	46,18
2.4	Trabajos de pintura interior	M2	46,18
2.5	Trabajos de pintura exterior	M2	46,18
2.6	Instalación de techo de gypsum	M2	40,30
<b>3 INSTALACIONES ELÉCTRICAS</b>			
3.1	PUNTOS ELÉCTRICOS	UND	6,00
3.2	PUNTO PARA TOMACORRIENTE 110V	UND	1,00
3.3	PUNTO PARA INTERRUPTOR	UND	1,00
<b>4 INSTALACIÓN DE ECONOMIZADORES DE GRIFERÍAS</b>			
4.1	Suministro e instalación de economizadores de grifería marca ECONOVE	UND	15,00
<b>5 INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES</b>			
5.1	Suministro e instalación de paneles solares	UND	36,00
5.2	Suministro e instalación de batería	UND	4,00
5.3	Suministro e instalación de inversor	UND	2,00
5.4	Sistema de Herrajes para montaje en cubierta, incluye todos los accesorios necesarios para una fijación adecuada, fabricados en material de bajo peso. Accesorios importados, fabricados en aluminio anodizado acorde a la norma internacional.	UND	36,00
5.5	Instalación y todo el material eléctrico para pleno funcionamiento de los equipos de generación interconexión con tablero de distribución material tipo industrial programación, puesta en marcha as built protecciones SPD	UND	1,00

**ANEXO C**

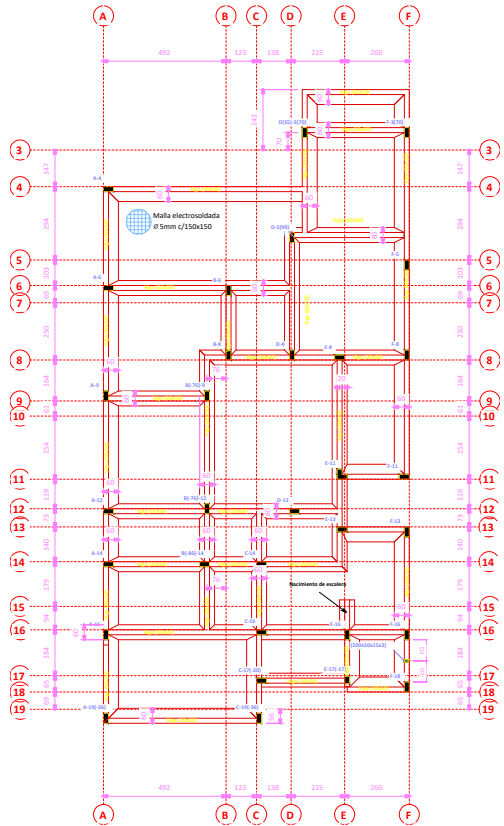
**CRONOGRAMA DE**

**OBRA**

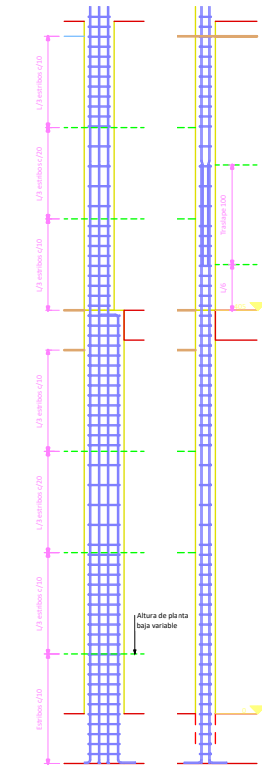


**ANEXO D**

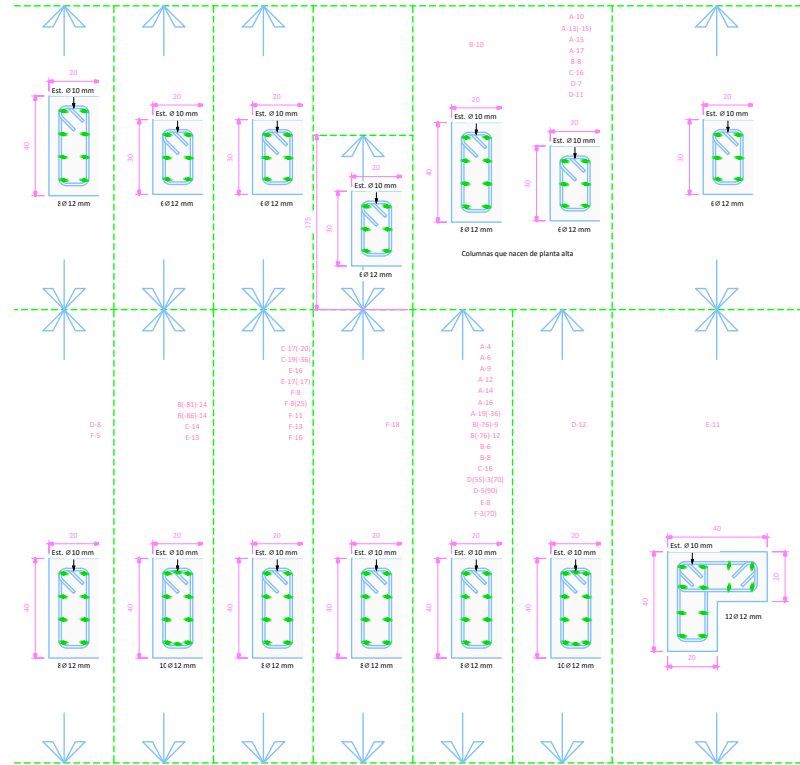
**PLANOS DE OBRA**



1:100 Planta de cimentación



1:25 Alzado de columna

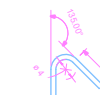


Las siguientes columnas de planta alta tienen un desfase superior de 40 cm para acomodar el diseño arquitectónico. Los estribos en esta zona deben ir cada 10 cm

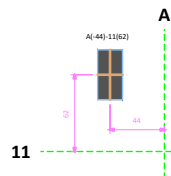
Tipo	Marca de ubicación de pilar	Desfase superior
200x400	F-5	40
200x400	F-8	40
200x300	F-8(25)	40
200x300	F-11	40
200x400	F-17(17)	40
200x300	F-7	40

Ø	l	d
Ø10mm	l=120mm	d=40mm
Ø12mm	l=145mm	d=48mm
Ø14mm	l=170mm	d=56mm
Ø16mm	l=190mm	d=64mm
Ø18mm	l=215mm	d=72mm
Ø22mm	l=265mm	d=132mm

1:5 Longitud de anclaje



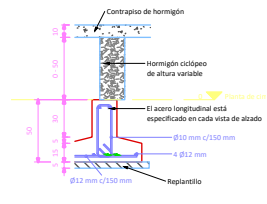
1:5 Gancho de estribos



1:20 Etiqueta de columnas

Usar materiales de las siguientes características:  
 Hormigón:  $f_c = 28$  MPa  
 Acero: INEN 3167  $f_y = 420$  MPa  
 Recubrimiento libre:  
 En cimentaciones: 4 cm  
 En columnas y vigas: 4 cm  
 En contrapisos y losas: 2 cm  
 Estribos:  
 - Los estribos empiezan como máximo a 5 cm de la cara de los nudos.  
 - Vigas: Ø 10 mm cada 10/20/10 cm  
 - Columnas:  
 - Ø 10 mm cada 10 cm en zonas hasta 1/3 de la altura de las columnas.  
 - Ø 10 mm cada 20 cm en el centro de la columna.

Las medidas expuestas están en centímetros a no ser que indiquen con símbolo la unidad. Bajo ningún concepto se permite atravesar los elementos estructurales con cables o tuberías.



1:20 Sección de zapata



1:20 Sección de zapata excéntrica

**espol** Escuela Superior Politécnica del Litoral

---

**Casa Javier Quintana**

Responsabilidad técnica:  
Ing. Rubén Velasco

Elaborado por:  
Ing. Rubén Velasco

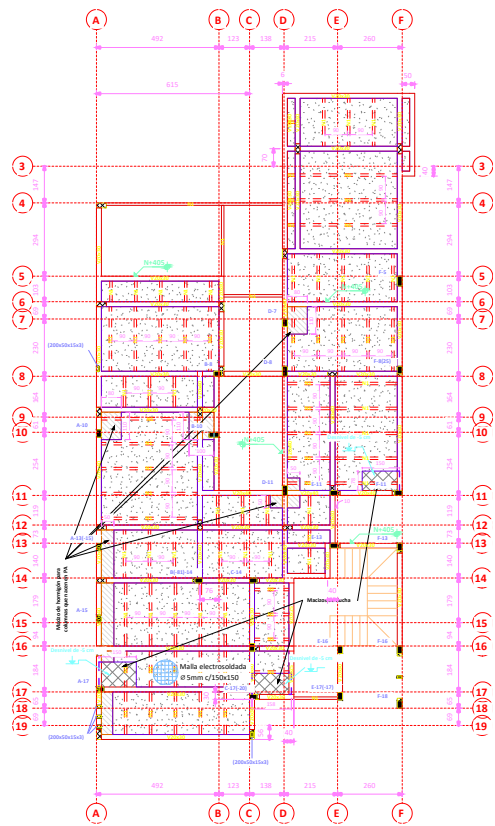
Comprobado:  
Cimentación

Fecha de emisión:  
28 DIC 2023

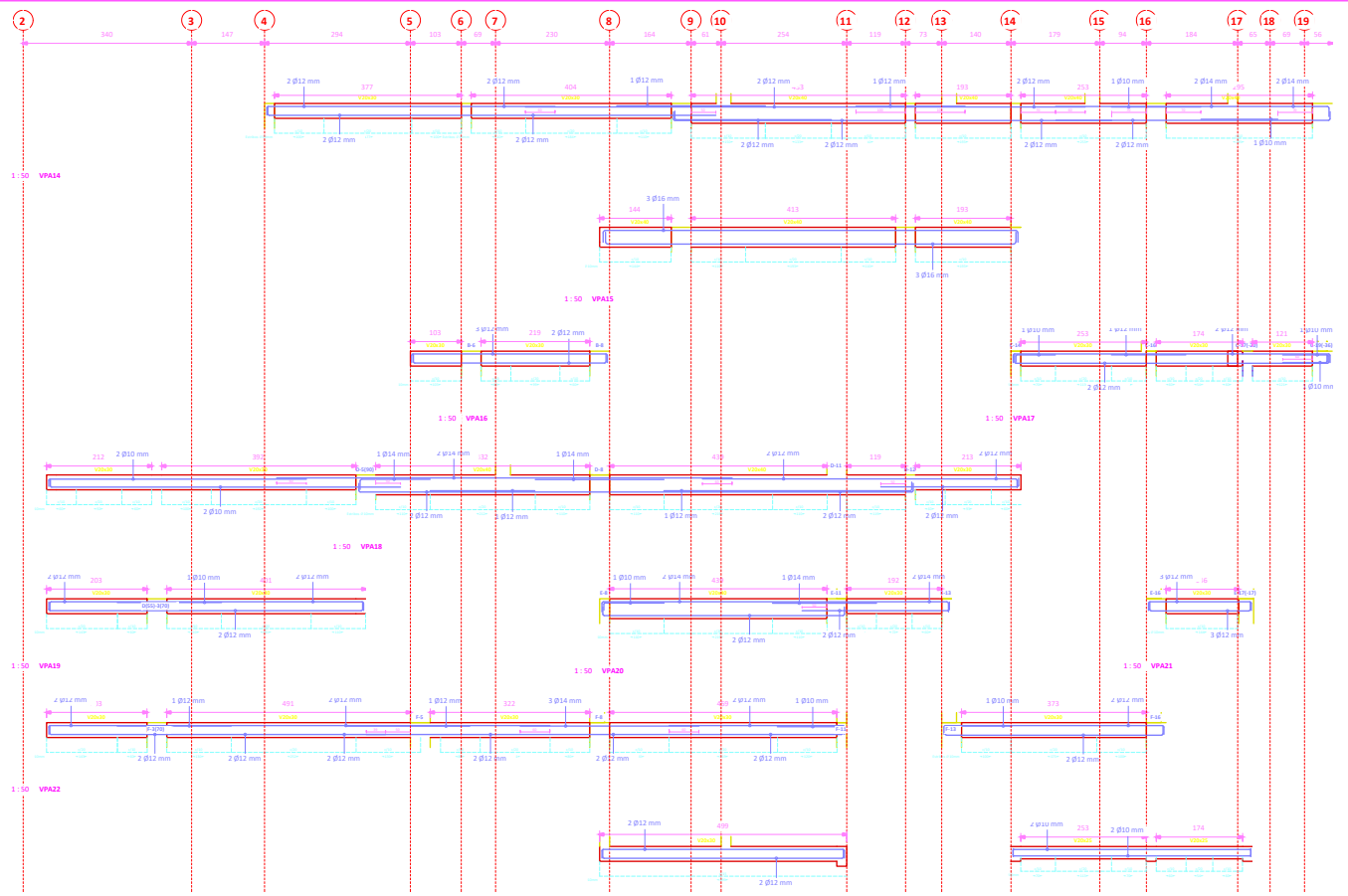
**ES 1**

Como se indica



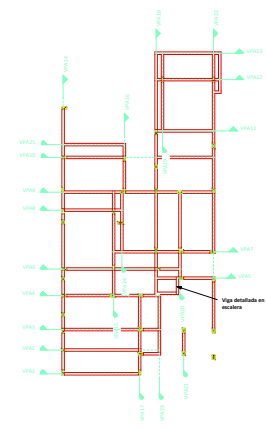


1:100 Planta alta

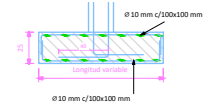


1:50 VPA24

1:50 VPA23



1:200 Vigas de planta alta

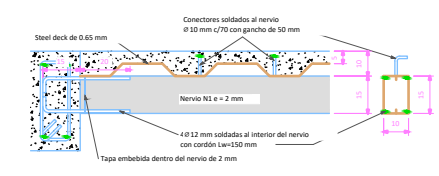
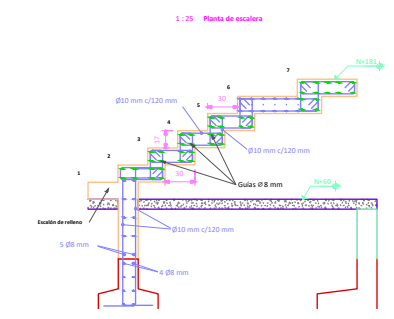
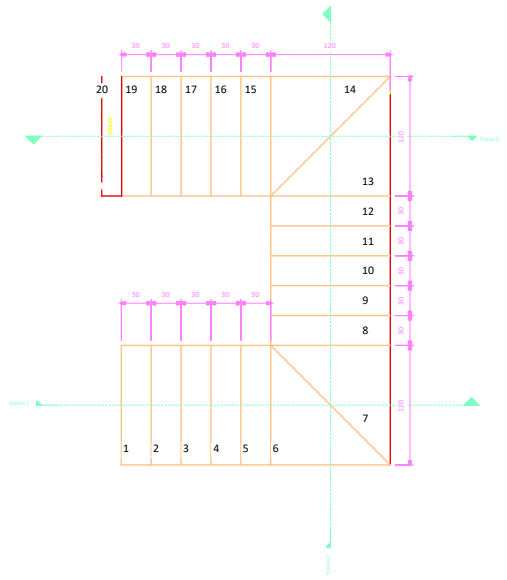
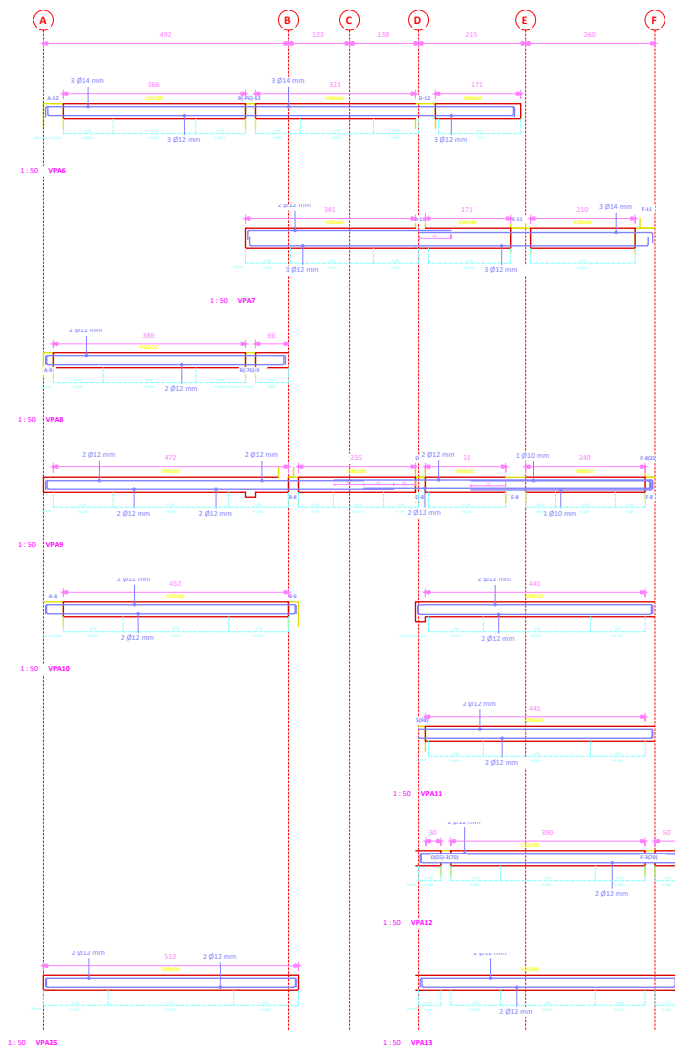


1:20 Losas macizas para nacimiento de columna

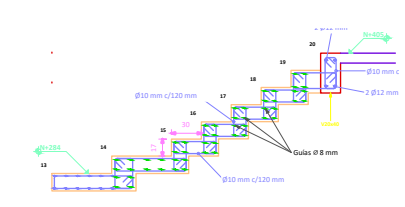
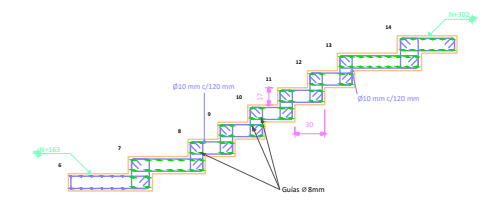
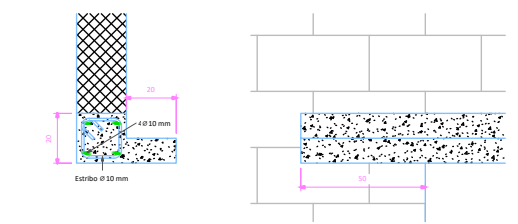


1:10 C

Escuela Superior Politécnica del Litoral	
<b>Casa Javier Quintana</b>	
Responsable técnico: Ing. Rubén Velasco	
Diseñador jefe: GIANNELLA D'STEFANO	Línea: <b>ES 2</b>
Construcción: Planta alta	
Fecha de emisión: 28 DIC 2023	Estado: Como se indica

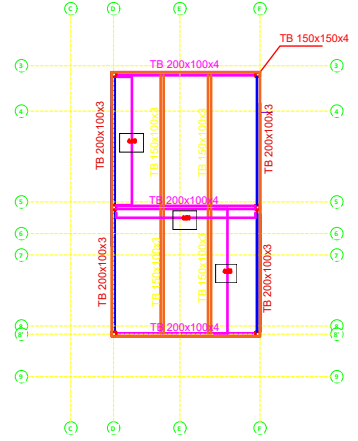


Las ventanas que no lleguen a una viga superior deben llevar un dintel como se especifica

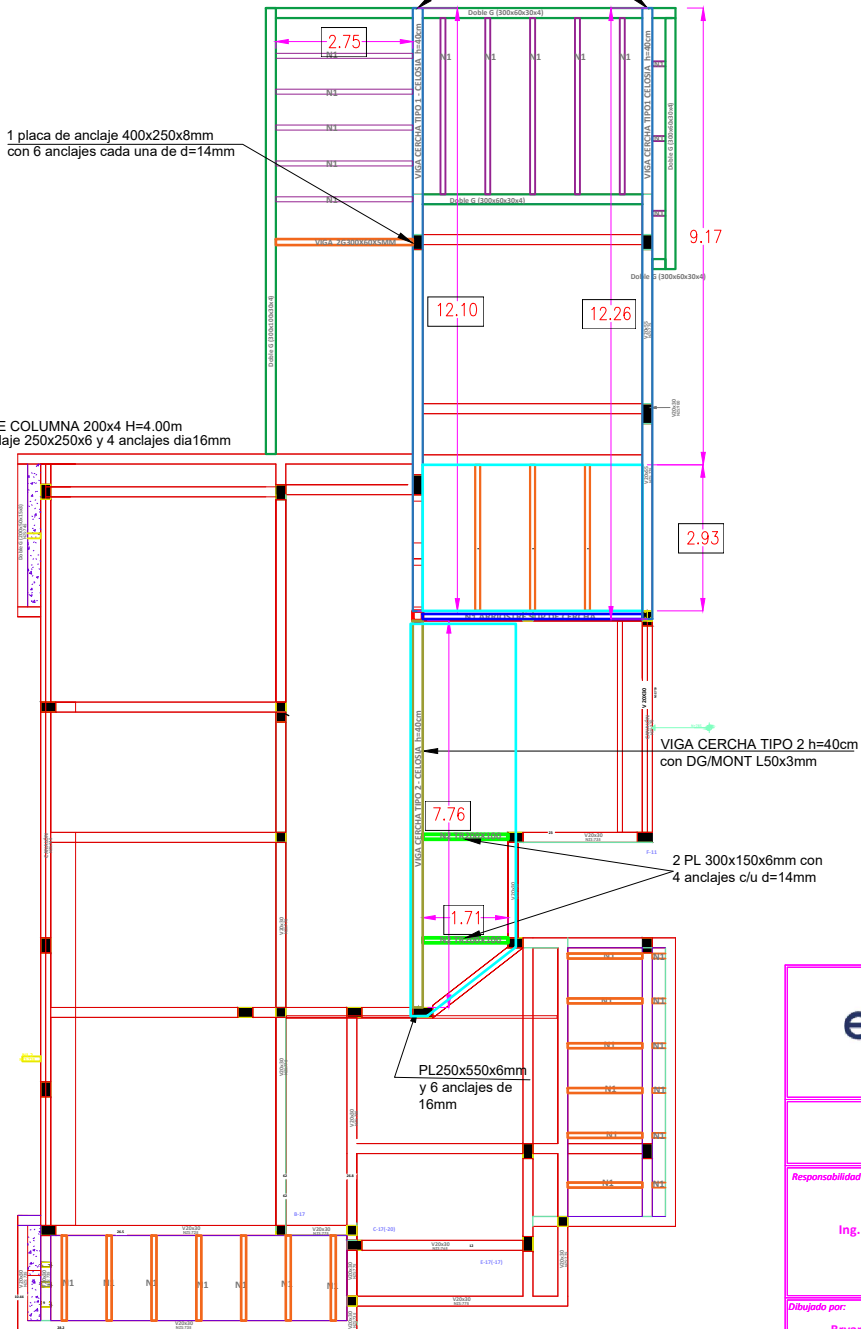


Escuela Superior Politécnica del Litoral	
<b>Casa Javier Quintana</b>	
Responsabilidad técnica: Ing. Rubén Velasco	
Diseñado por: BRYAN BOZA	Escala: <b>ES 3</b>
Construcción: VIGAS PLANTA ALTA Y ESCALERA	Fecha de emisión: 28 DIC 2023
Fecha de revisión: 28 DIC 2023	Estado: Como se indica

ESTRUCTURA DEL NIVEL N+9.10



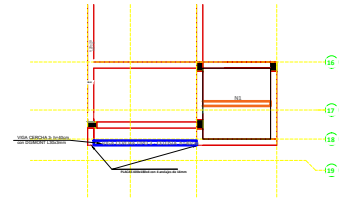
Debajo de las vigas se ubicarán 5 placas de anclaje 200x200x4 con 4 anclajes cada d=12mm



1 placa de anclaje 400x250x8mm con 6 anclajes cada una de d=14mm

1 UNID DE COLUMNA 200x4 H=4.00m placa de anclaje 250x250x6 y 4 anclajes dia16mm

ESTRUCTURA DEL NIVEL N+6.05



**espol** Escuela Superior Politécnica del Litoral

**Casa Javier Quintana**

Responsabilidad técnica:

Ing. Rubén Velasco



Dibujado por:

Bryan Boza

Lámina:

**ES 4**

Contenido:

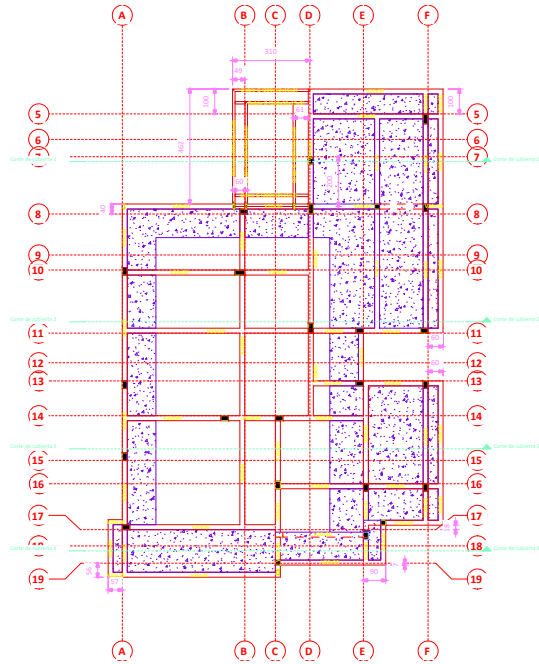
Altílo

Fecha de emisión:

28 DEC 2023

Escala:

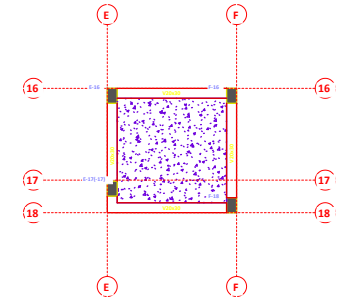
Como se indica



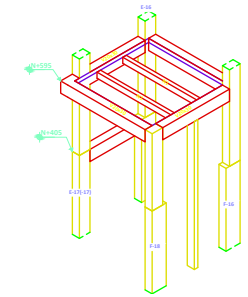
1 : 100 Estructura de cubierta



1 : 100 Muros y pendientes de cubierta



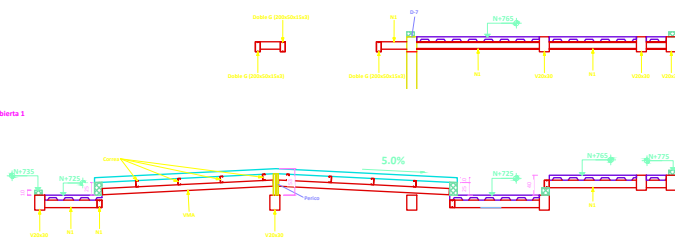
1 : 50 Detalle de losa de porch



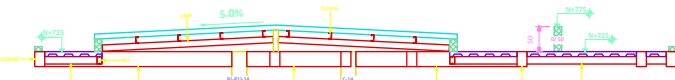
Detalle de losa de porch

1 : 300 Cubierta

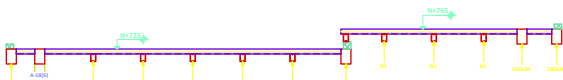
1 : 50 Corte de cubierta 1



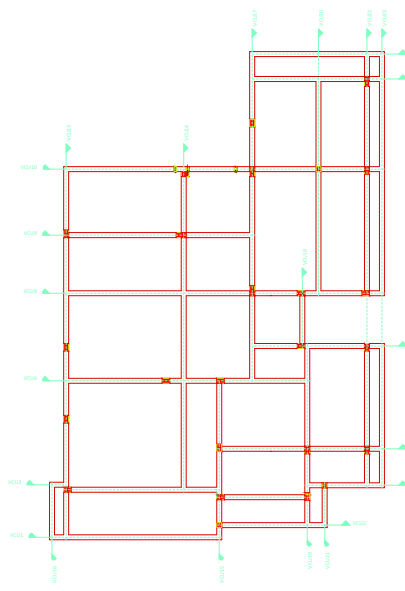
1 : 50 Corte de cubierta 2



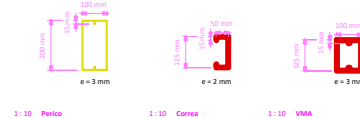
1 : 50 Corte de cubierta 3



1 : 50 Corte de cubierta 4



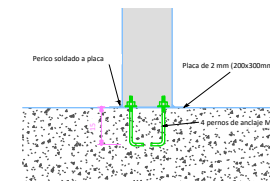
1 : 300 Vigas de cubierta



1 : 10 Perico

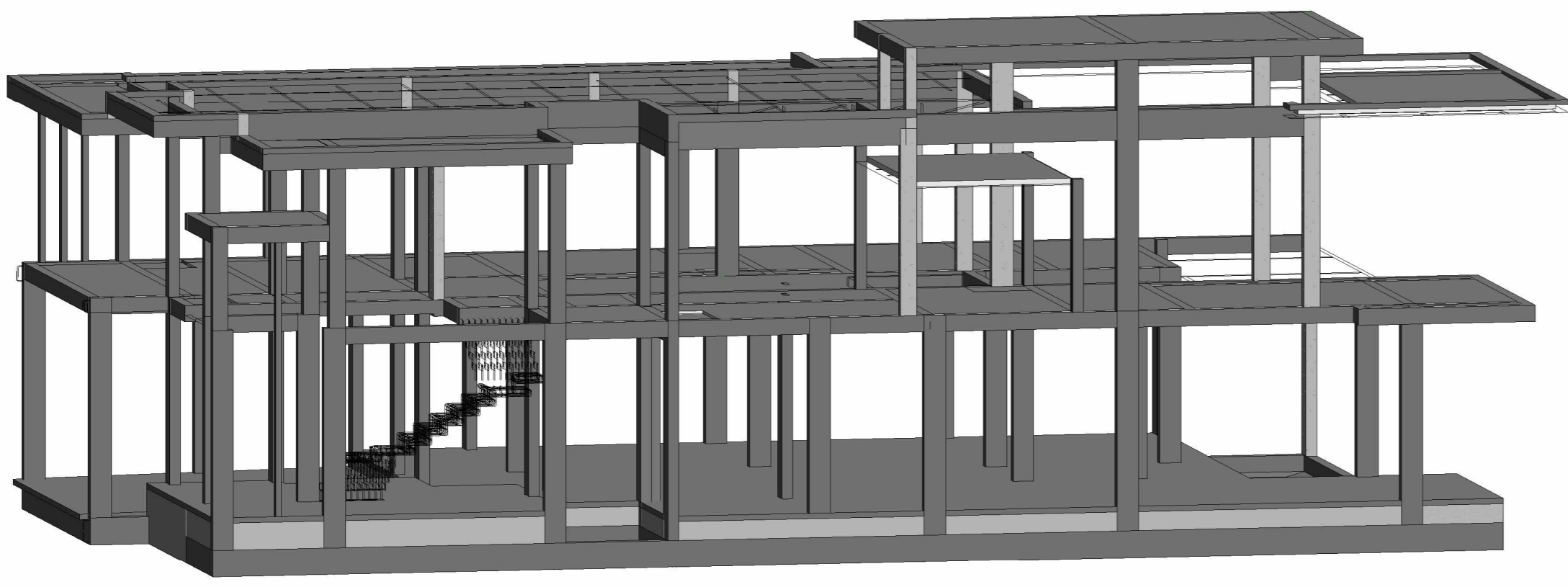
1 : 10 Correa

1 : 10 VMA

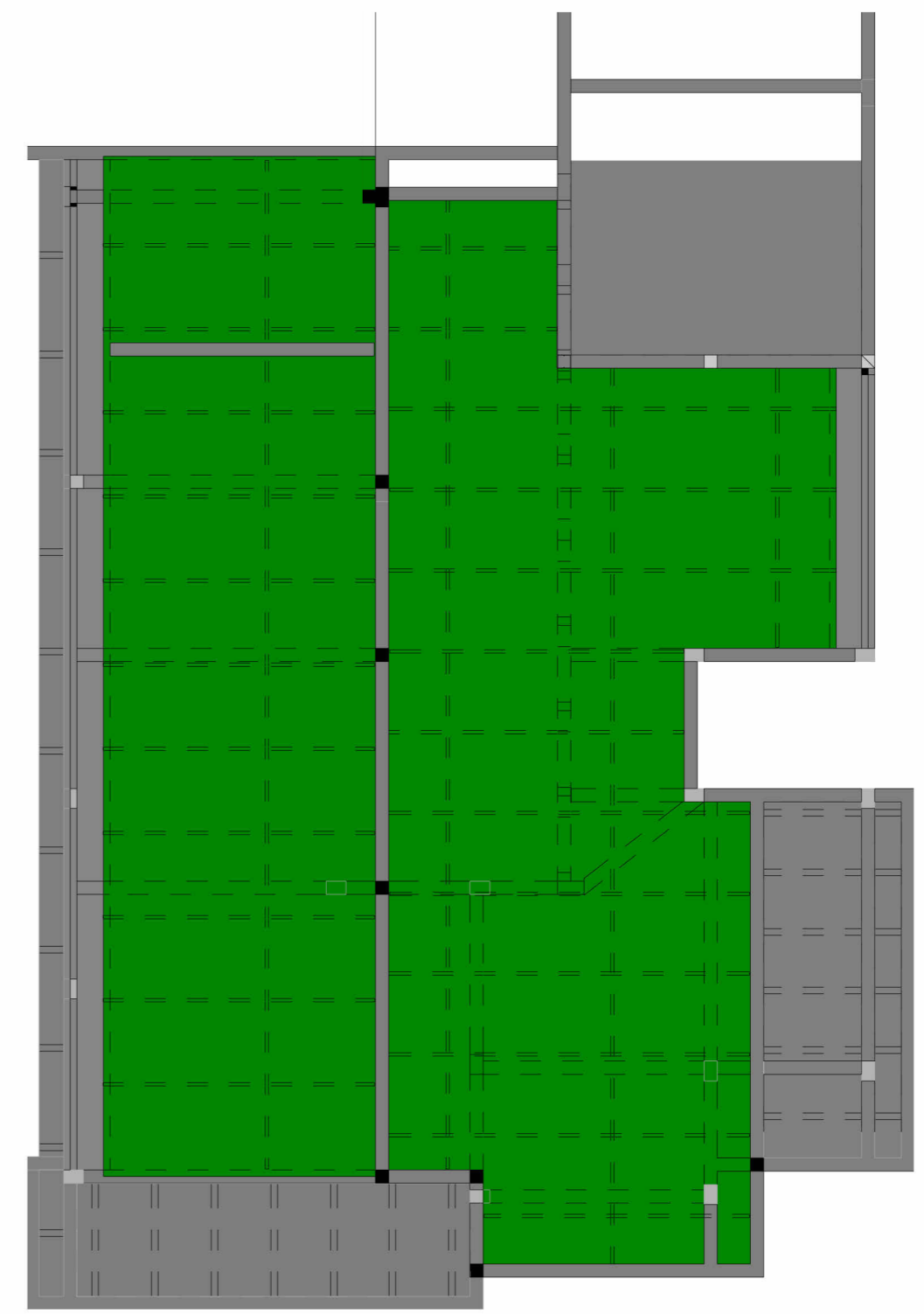


1 : 30 Anclaje de perico

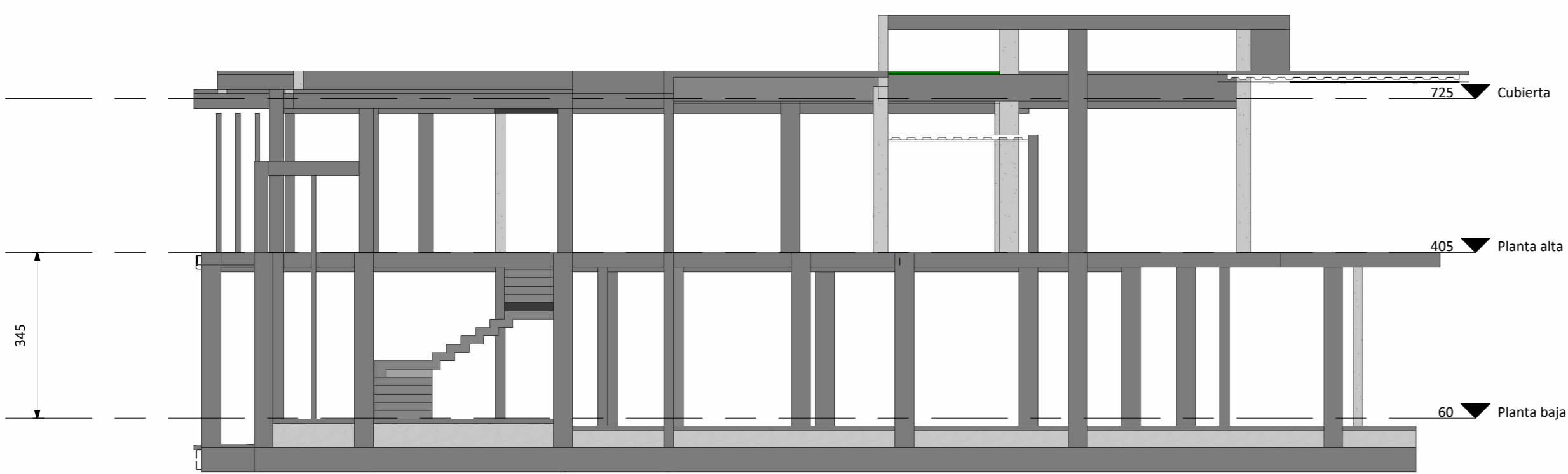
<b>espol</b> Escola Superior Politécnica del Litoral	
<b>Casa Javier Quintana</b>	
Responsable Materia:	
Ing. Rubén Velasco	
Elaboró por:	<b>ES 5</b>
Bryan Boza	
Comenzó:	Cubierta
Fecha de emisión:	Como se indica
28 DIC 2023	



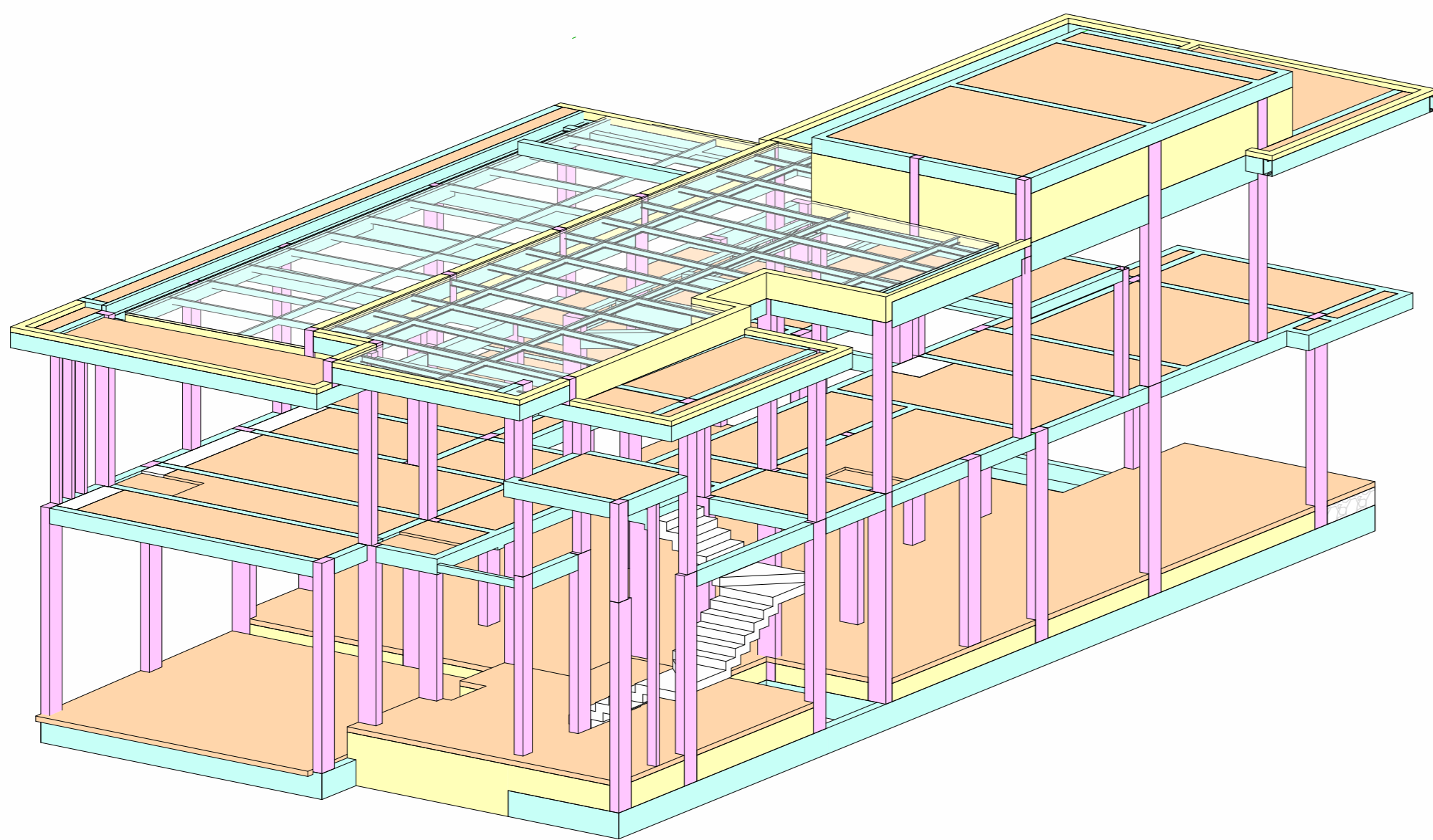
VISTA 3D (OBRA GRIS)



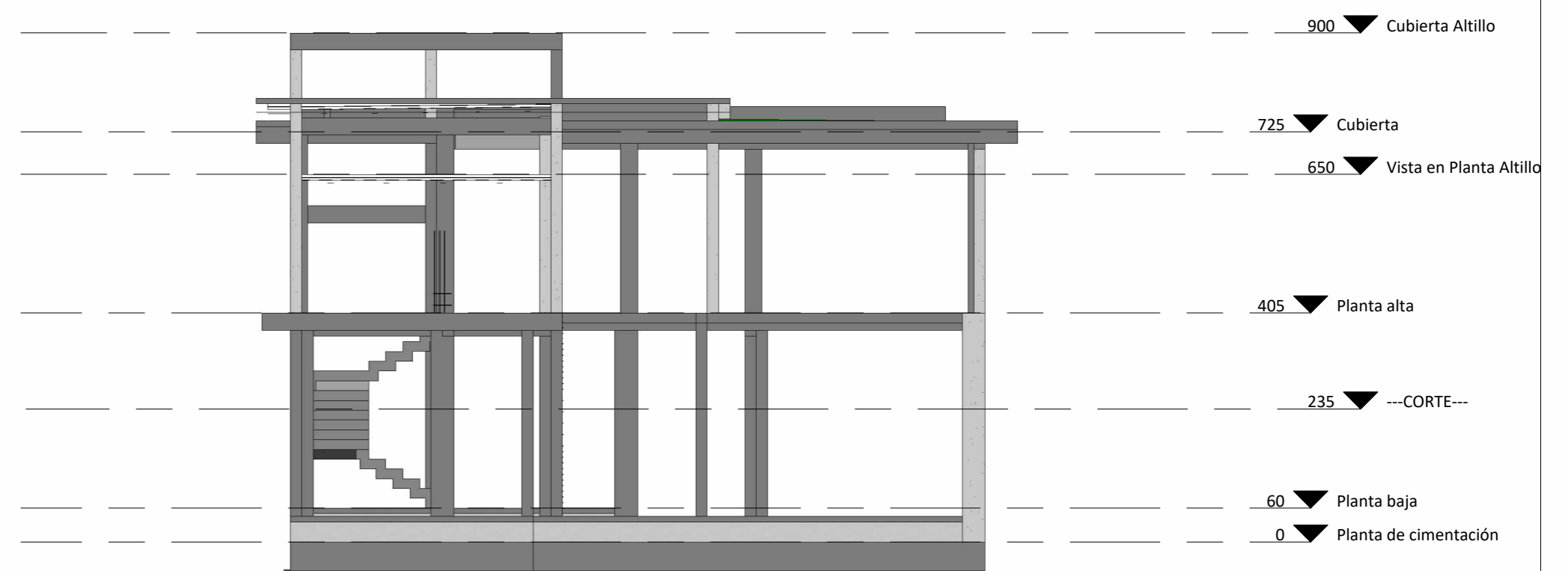
1 : 100 Estructura de cubierta



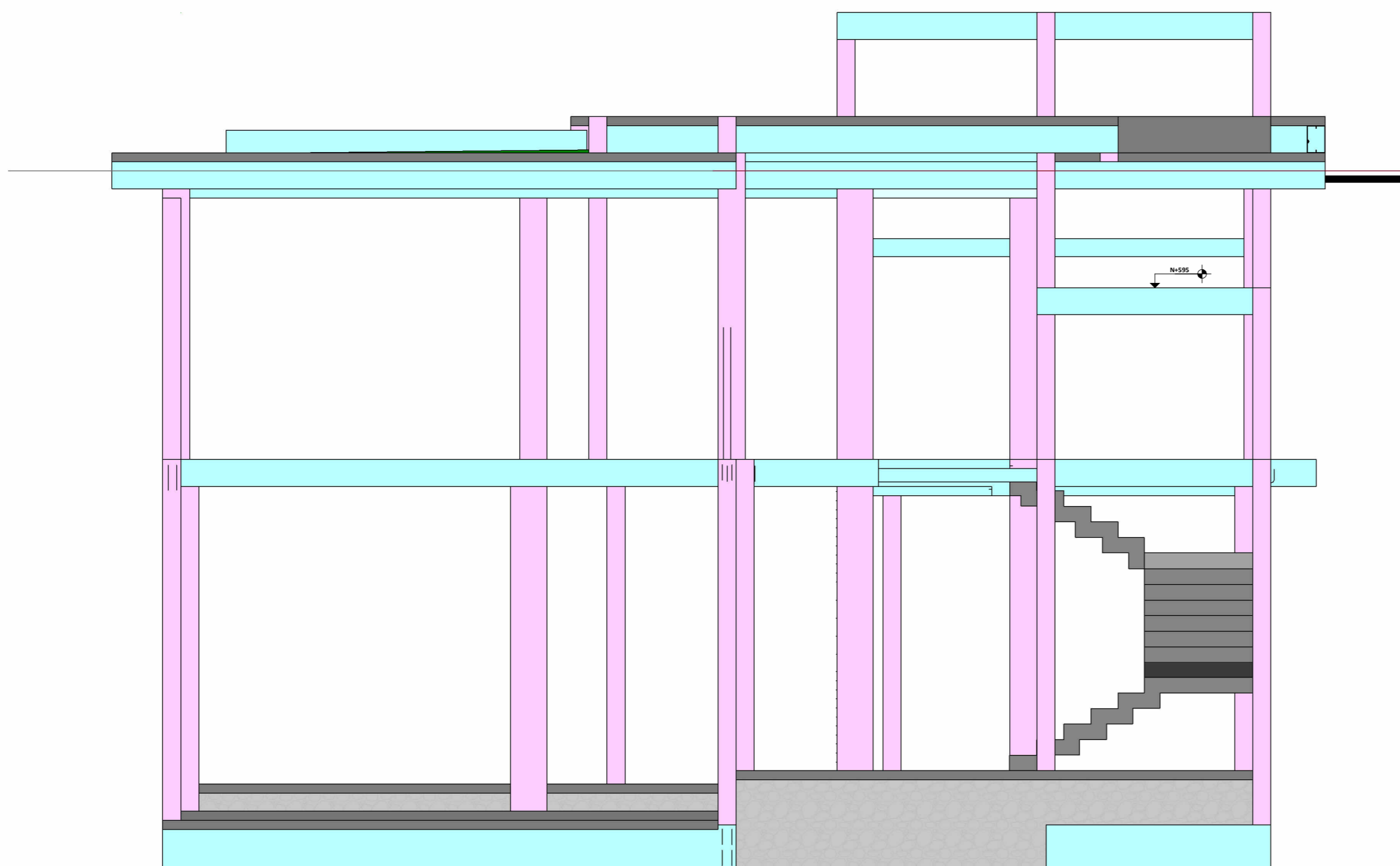
1 : 100 Derecha



VISTA 3D



1 : 100 VISTA TRASERA



1 : 50 Frontal

**espol** Escuela Superior Politécnica del Litoral

**Casa Javier Quintana**

Responsabilidad técnica:

ARQ. GIANCARLO D'STEFFANO



DINOVA  
CONSULTORIA

Dibujado por:

BRYAN ALEXIS BOZA CARRIEL

Lámina:

ES 6

Contenido:

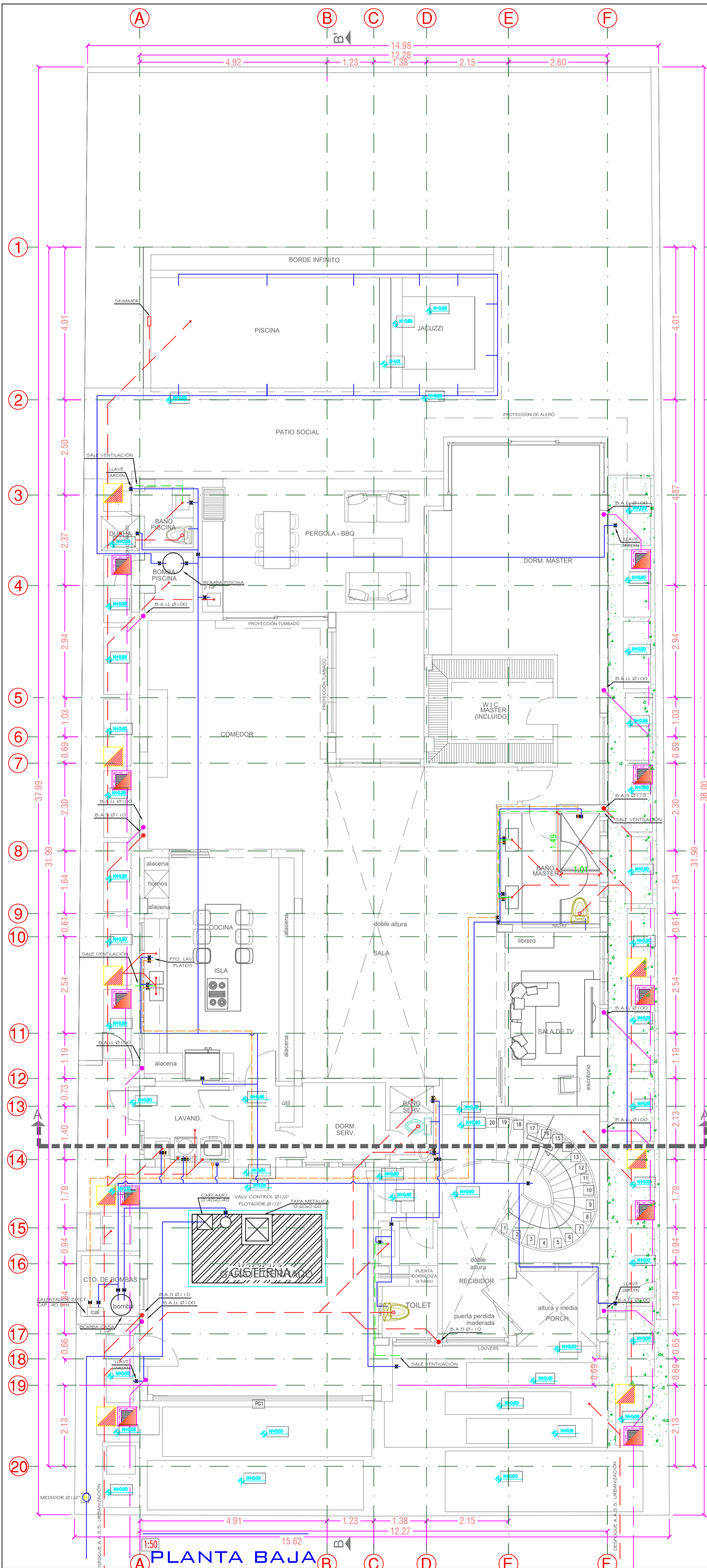
FACHADAS Y CORTES

Fecha de emisión:

28 DEC 2023

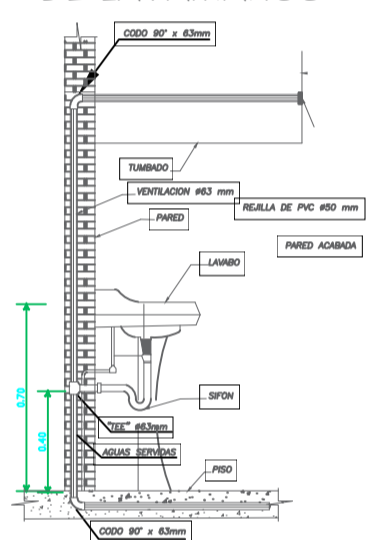
Escala:

INDICADAS

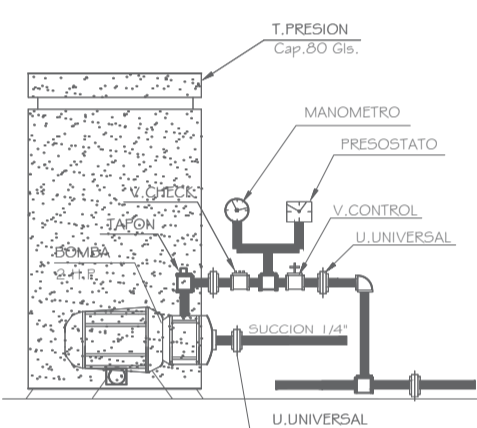


AGUA POTABLE	
	TUBERIA AGUA FRIA
	COLUMNA DE AGUA FRIA
	VALVULA DE CONTROL
	MEDIDOR
	LLAVE DE MANGUERA
AGUA CALIENTE	
	TUBERIA DE AGUA
	COLUMNA AGUA CALIENTE
	VALVULA DE CONTROL
	CALENTADOR
AGUAS LLUVIAS	
	TUBERIA SENTIDO DE FLUJO
	BAIANTE DE AGUAS LLUVIAS
	SUMIDERO DE CUBIERTA
	SUMIDERO DE POZO
	CAJA DE AGUAS LLUVIAS
AGUAS SERVIDAS	
	TUBERIA
	BAIANTE DE AGUAS SERVIDAS
	CAJA DE REGISTRO

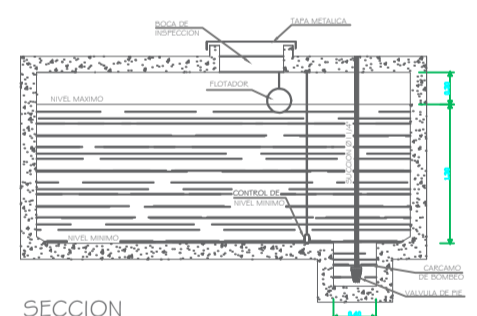
DETALLE DE VENTILACION DE LAVAMANOS



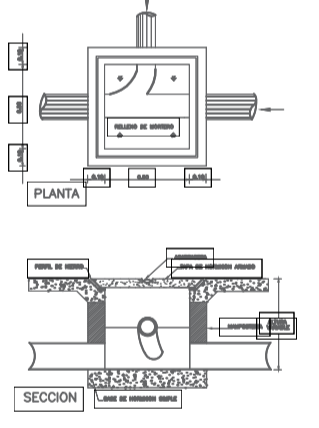
DETALLE INSTALACION DE BOMBA



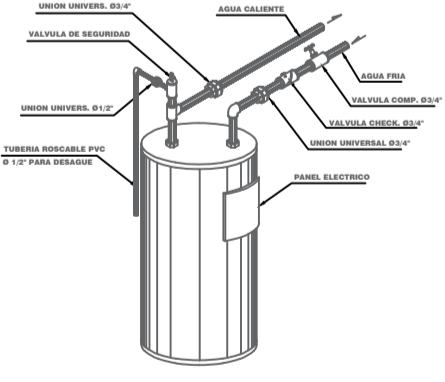
DETALLE CISTERNA



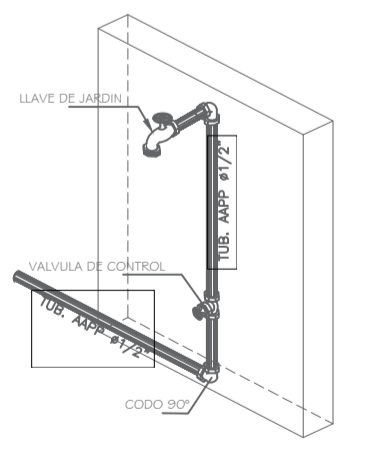
CAJA DE REGISTRO AASS



CALENTADOR DE AGUA



LLAVE DE JARDIN



**O B R A**

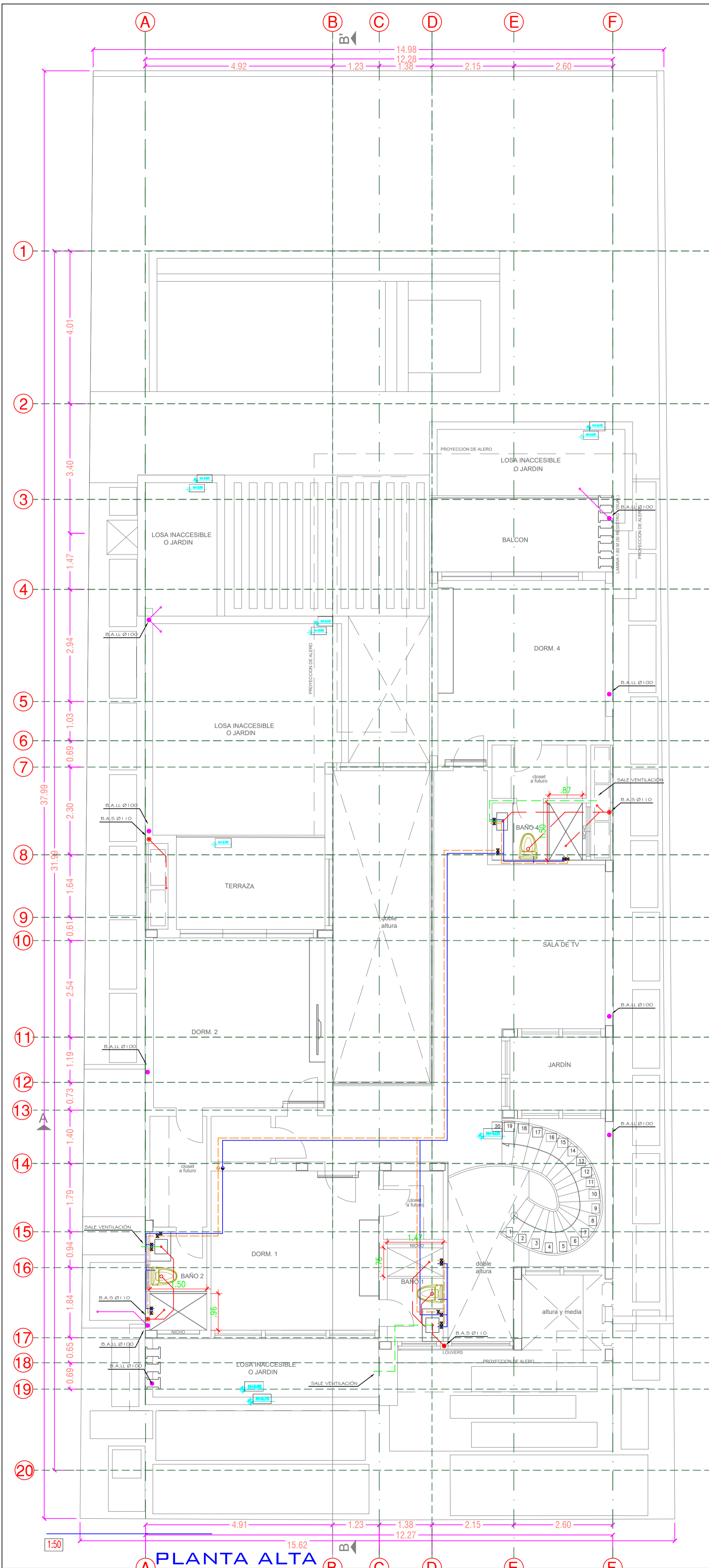
**CASA JAVIER QUINTANA**

**SANT - PLANTA BAJA**

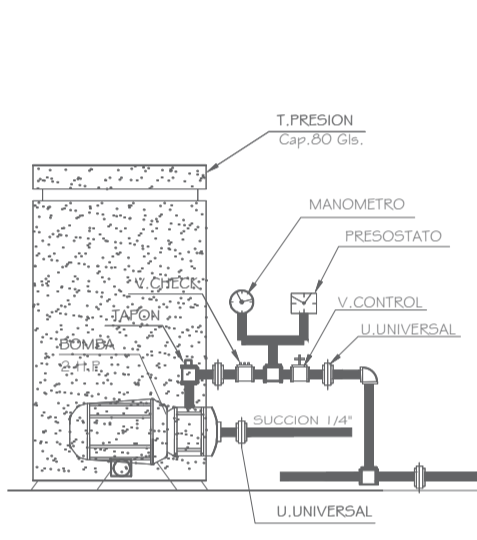
RESP. TECNICA	DIBUJO	LAMINA
ARQ. GIANCARLO D'STEFFANO	GIANNELLA D'STEFFANO	
ARCHIVO	FECHA	ESCALA
	28 DIC 2023	INDICADAS

IS-1

NOTA IMPORTANTE: El presente proyecto arquitectónico y sus respectivos planos están protegidos bajo la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador. Quedan por tanto prohibidos el uso, copia, distribución, total o parcial del proyecto y construcción sin la autorización del Arq. Giancarlo D'Steffano J.

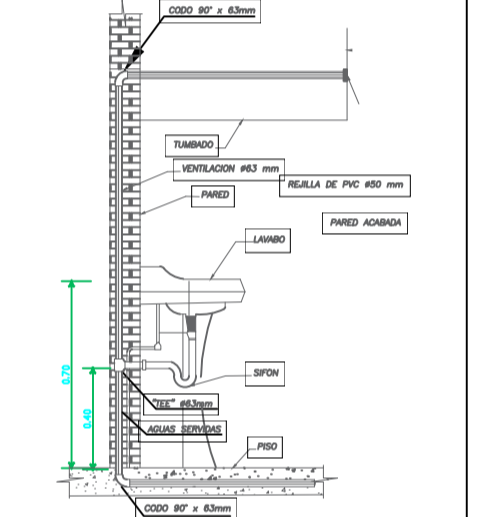


AGUA POTABLE	
	TUBERIA AGUA FRIA
	COLUMNA DE AGUA FRIA
	VALVULA DE CONTROL
	MEDIDOR
	Llave de MANGUERA
AGUA CALIENTE	
	TUBERIA DE AGUA
	COLUMNA AGUA CALIENTE
	VALVULA DE CONTROL
	CALENTADOR
AGUAS LUVIAS	
	TUBERIA
	SENTIDO DE FLUJO
	BAIANTE DE AGUAS LUVIAS
	SUMIDERO DE CUBIERTA
	SUMIDERO DE POSO
	CAJA DE AGUAS LUVIAS
AGUAS SERVIDAS	
	TUBERIA
	BAIANTE DE AGUAS SERVIDAS
	CAJA DE REGISTRO

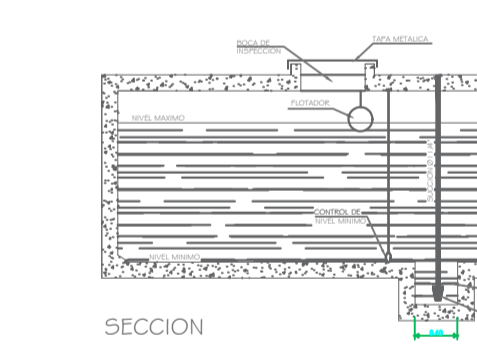


DETALLE INSTALACION DE BOMBA

DETALLE DE VENTILACION DE LAVAMANOS

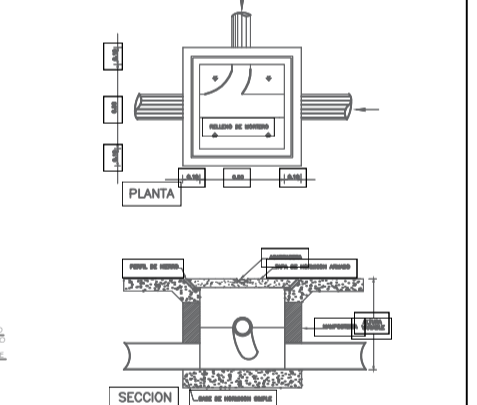


DETALLE CISTERNA

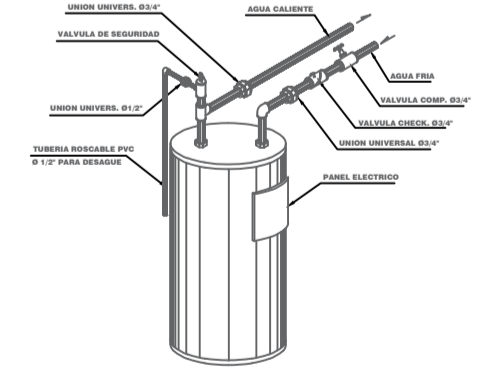


SECCION

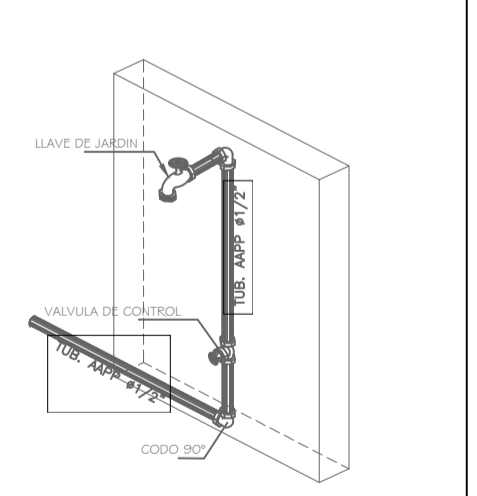
CAJA DE REGISTRO AASS



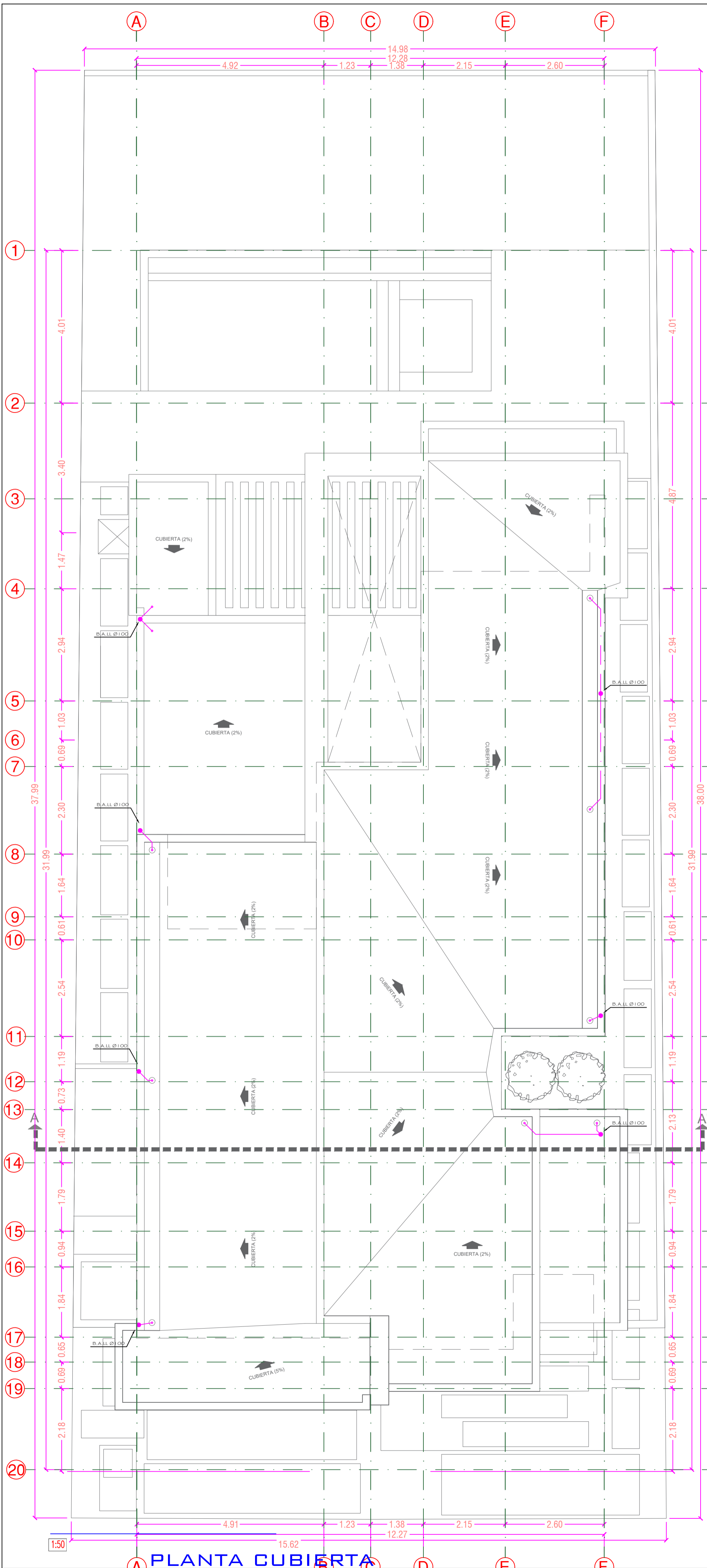
CALENTADOR DE AGUA SIN ESCALA



LLAVE DE JARDIN

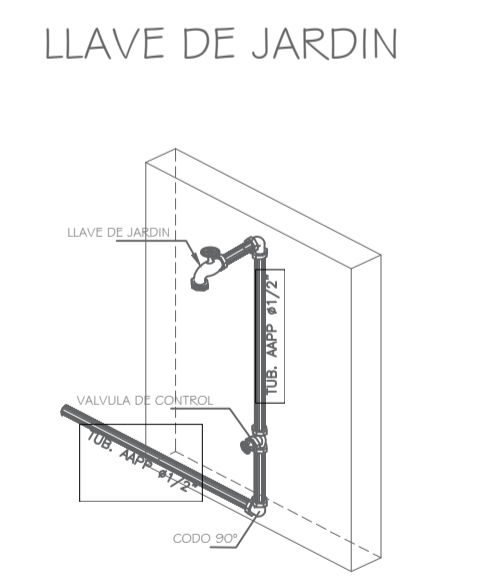
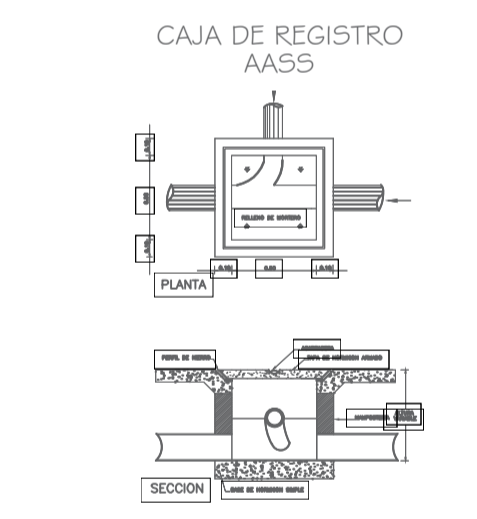
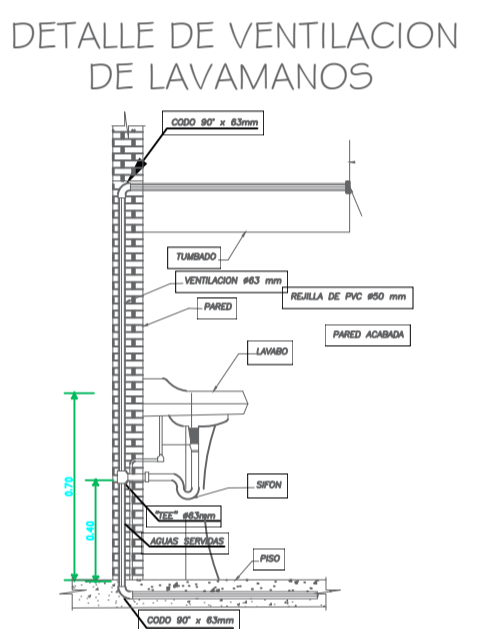
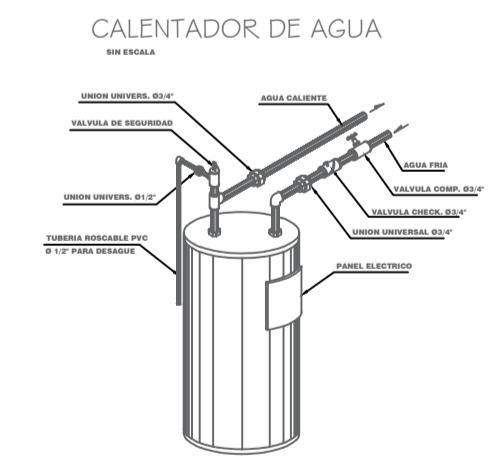
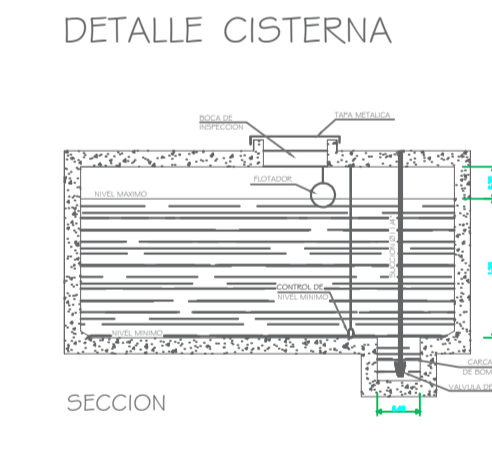
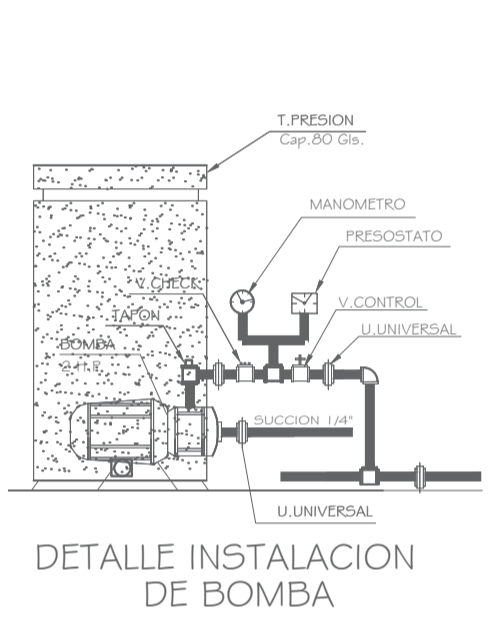


O B R A			
CASA JAVIER QUINTANA			
CONTIENE			SANT - PLANTA ALTA
RESP. TECNICA	DIBUJO	LAMINA	IS-2
ARQ. GIANCARLO D'STEFFANO	GIANNELLA D'STEFFANO		
ARCHIVO	FECHA	ESCALA	INDICADAS
	28 DIC 2023		
<small>NOTA IMPORTANTE: El presente proyecto arquitectónico y sus respectivos planos están protegidos bajo la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador. Quedan por tanto prohibidos el uso, copia, distribución, total o parcial del proyecto y construcción sin la autorización del Arq. Giancarlo D'Steffano J.</small>			



**PLANTA CUBIERTA**

AGUA POTABLE	
	TUBERIA AGUA FRIA
	COLUMNA DE AGUA FRIA
	VALVULA DE CONTROL
	MEDIDOR
	Llave de MANGUERA
AGUA CALIENTE	
	TUBERIA DE AGUA
	COLUMNA AGUA CALIENTE
	VALVULA DE CONTROL
	CALENTADOR
AGUAS LLUVIAS	
	TUBERIA SENTIDO DE FLUJO
	BAIANTE DE AGUAS LLUVIAS
	SUMIDERO DE CUBIERTA
	SUMIDERO DE POZO
	CAJA DE AGUAS LLUVIAS
AGUAS SERVIDAS	
	TUBERIA
	BAIANTE DE AGUAS SERVIDAS
	CAJA DE REGISTRO

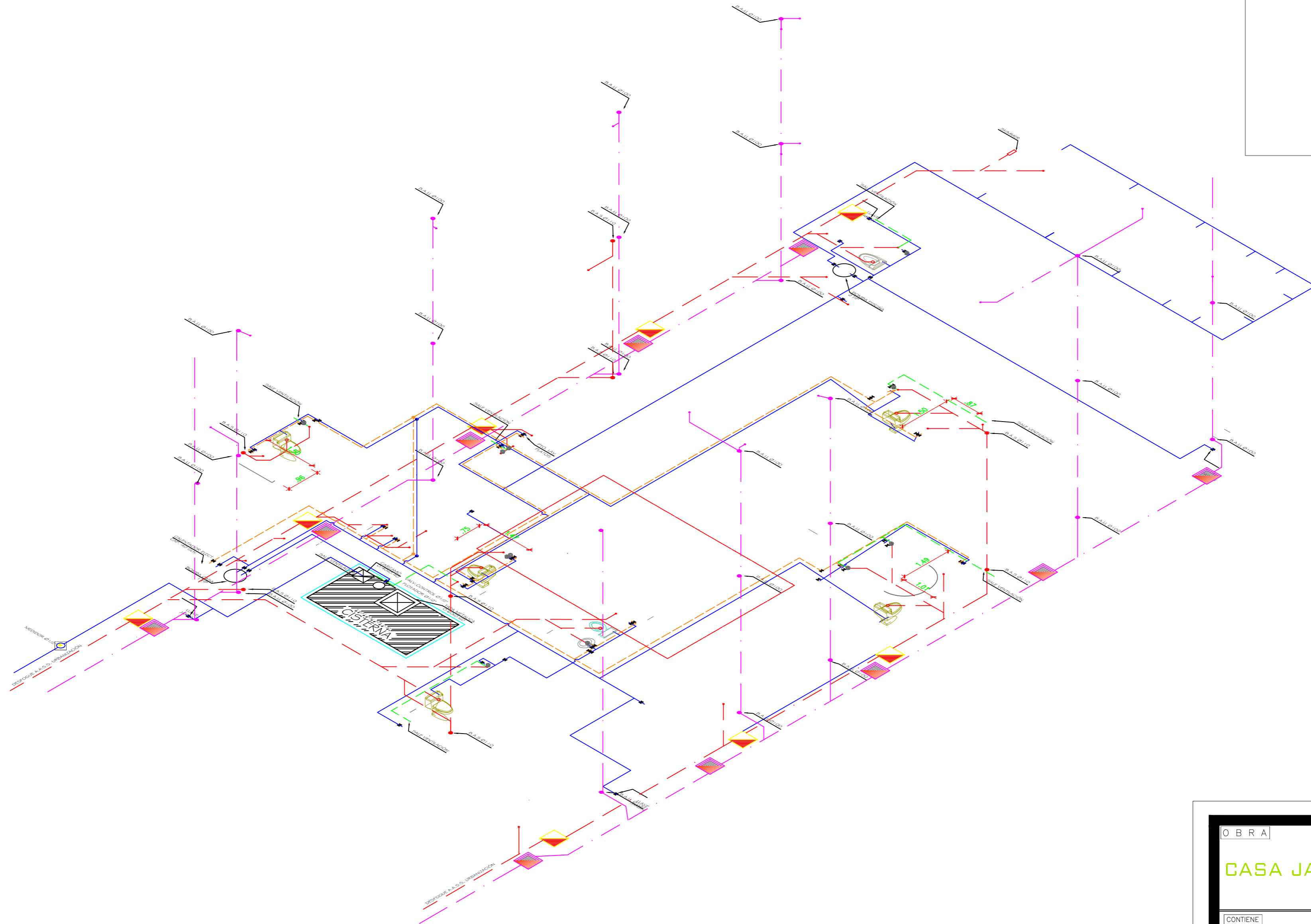
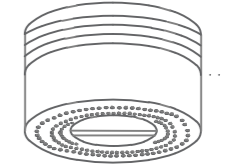


O B R A			
CASA JAVIER QUINTANA			
CONTIENE <b>SANT - PLANTA CUBIERTA</b>			
RESP. TECNICA	DIBUJO	LAMINA	IS-3
ARQ. GIANCARLO D'STEFFANO	GIANNELLA D'STEFFANO		
ARCHIVO	FECHA	ESCALA	
	28 DIC 2023	INDICADAS	

NOTA IMPORTANTE: El presente proyecto arquitectónico y sus respectivos planos están protegidos bajo la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador. Quedan por tanto prohibidos el uso, copia, distribución, total o parcial del proyecto y construcción sin la autorización del Arq. Giancarlo D'Steffano J.



ECONOMIZADOR DE AGUA  
MARCA ECONOVE

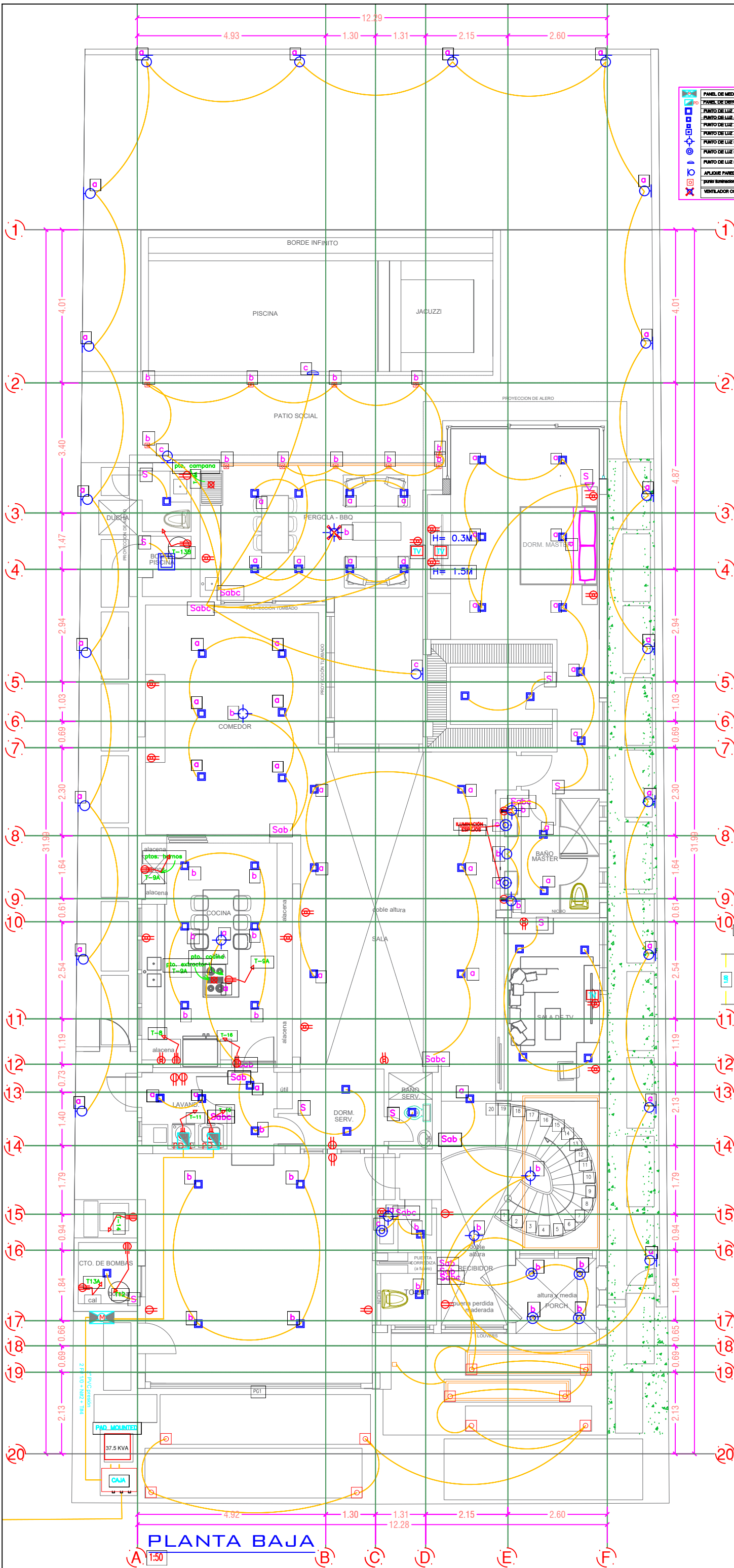


1:50

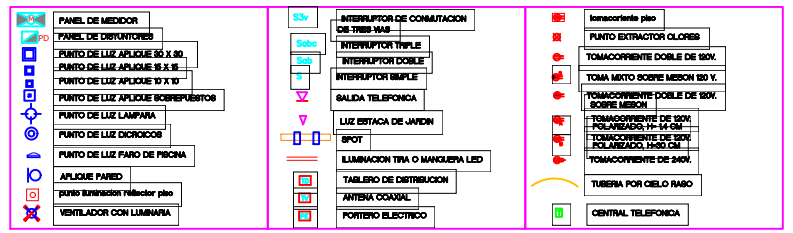
VISTA ISOMÉTRICA

O B R A				
CASA JAVIER QUINTANA				
CONTIENE		VISTA ISOMÉTRICA		
RESP. TÉCNICA	DIBUJO	LAMINA		
ARQ. GIANCARLO D'STEFFANO	GIANNELLA D'STEFFANO			
ARCHIVO	FECHA	ESCALA		IS-4
	28 DIC 2023	INDICADAS		

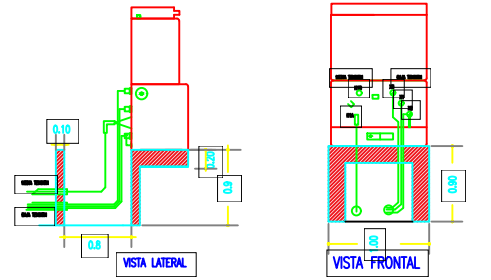
NOTA IMPORTANTE: El presente proyecto arquitectónico y sus respectivos planos están protegidos bajo la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador. Quedan por tanto prohibidos el uso, copia, distribución, total o parcial del proyecto y construcción sin la autorización del Arq. Giancarlo D'Steffano J.



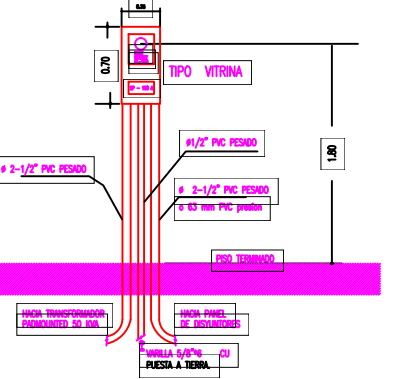
**SIMBOLOGIA**



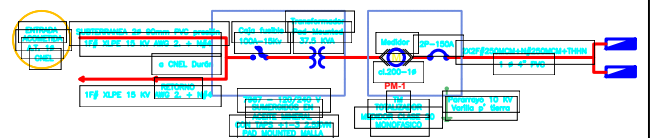
**DETALLE DE CONEXION TRANSFORMADOR PADMOUNTED**



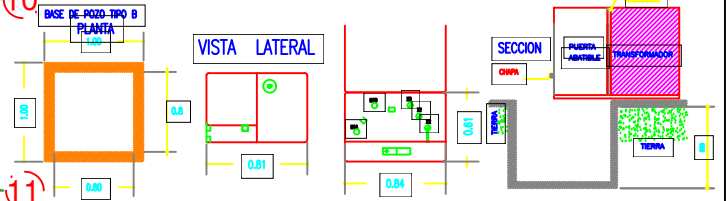
**MONTAJE DE PANEL DE MEDIDOR**



**DIAGRAMA UNIFILAR**



**DIMENSIONES TRANSFORMADOR Y POZO. PADMOUNTED 37.5 KVA**



**PLANILLA DE CIRCUITOS**

PANEL	No.	IMP.	POLAR.	TENS.	PROT.	COND.	SECCION	SERVICIO
A-1	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. PISO-BAL. COMEDOR-BAL. SALA TV - COMEDOR-BALCON.
A-2	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-3	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-4	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-5	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-6	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-7	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-8	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-9	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-10	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-11	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-12	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-13	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-14	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-15	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-16	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-17	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-18	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-19	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.
A-20	10	1	100	A	10	1/2"	20	ALUM. COCINA-BALCON-BAL. BANO SERV.

**OBRA**

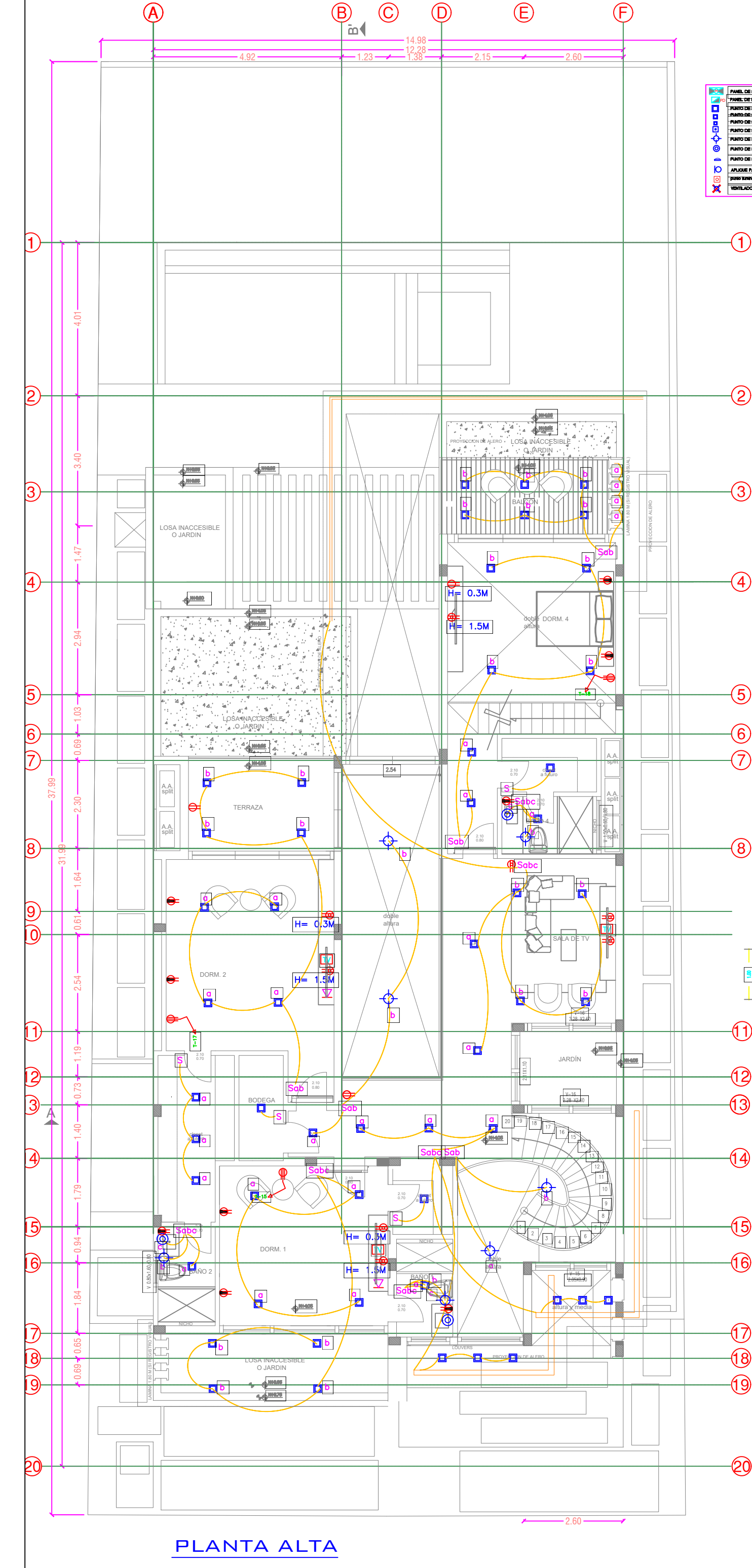
**CASA JAVIER QUINTANA**

CONTIENE: **ELECT - PLATA BAJA**

RESP. TECNICA: **ARG. GIANCARLO D'STEFFANO**    DIBUJO: **BRYAN BOZA**    LAMINA: **IE-1**

ARCHIVO: **28 DEC 2023**    ESCALA: **INDICADAS**

NOTA IMPORTANTE: El presente proyecto arquitectónico y sus respectivos planos están protegidos bajo la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador. Quedan por tanto prohibidos el uso, copia, distribución, total o parcial del proyecto y construcción sin la autorización del Arg. Giancarlo D'Steffano J.

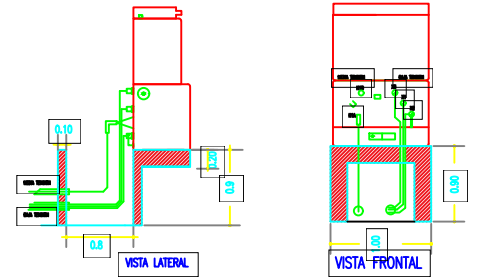


**PLANTA ALTA**

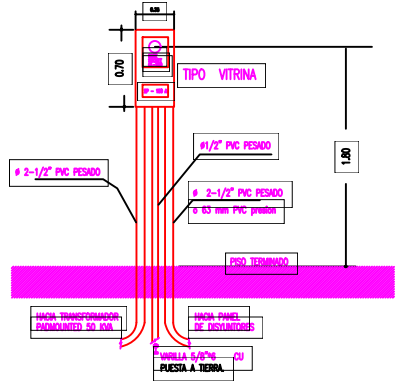
**SIMBOLOGIA**

	PANEL DE MEDIDOR		INTERRUPTOR DE CONMUTACION DE TRES MAS		TOMACORRIENTE DOBLE DE 50V AC
	PANEL DE DERIVACIONES		INTERRUPTOR TRIPLE		TOMACORRIENTE SIMPLE DE 50V AC
	PUNTO DE LUZ APLICABLE 30 X 30		INTERRUPTOR SIMPLE		TOMACORRIENTE TRIPLE DE 50V AC
	PUNTO DE LUZ APLICABLE 45 X 45		SALIDA TELEFONICA		TOMACORRIENTE DE 50V AC POLARIZADO 1400 CM
	PUNTO DE LUZ APLICABLE 10 X 10		LUZ ESTATICA DE AVION		TOMACORRIENTE DE 50V AC POLARIZADO 1400 CM
	PUNTO DE LUZ APLICABLE CON INTERRUPTOR		SPOT		TOMACORRIENTE DE 50V AC POLARIZADO 1400 CM
	PUNTO DE LUZ DE LAMPARA		ILUMINACION TIRA O MANILLERA LED		TOMACORRIENTE DE 50V AC POLARIZADO 1400 CM
	PUNTO DE LUZ DE DIODOS		TABLERO DE DISTRIBUCION		TOMACORRIENTE DE 50V AC POLARIZADO 1400 CM
	PUNTO DE LUZ PARED DE FIBRA		ANTENA COAXIAL		TUBERIA POR CIELO RASO
	APLICADOR PARED		PORTERO ELECTRICO		TUBERIA POR CIELO RASO
	PUNTO DE LUZ PARED DE FIBRA				CENTRAL TELEFONICA
	PUNTO DE LUZ PARED DE FIBRA				
	VENTILADOR CON LAMPARA				

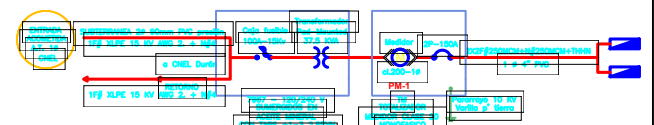
**DETALLE DE CONEXION TRANSFORMADOR PADMOUNTED**



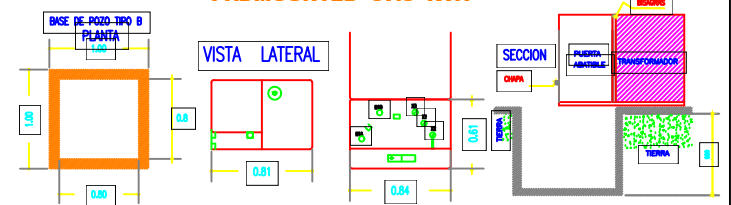
**MONTAJE DE PANEL DE MEDIDOR**



**DIAGRAMA UNIFILAR**



**DIMENSIONES TRANSFORMADOR Y POZO. PADMOUNTED 37.5 KVA**



**PLANILLA DE CIRCUITOS**

PANEL	Nº	AMP	SECC	SECC	SECC	SECC	SECC	SERVICIO
A-1	20	1	100	A	10	1/2"	10	ALUM. PUNTO DE LUZ - COCINA - SALA DE TV - BODEGA - BODEGA
A-2	20	1	100	B	10	1/2"	10	ALUM. PUNTO DE LUZ - COCINA - SALA DE TV - BODEGA - BODEGA
A-3	20	1	100	A	10	1/2"	10	ALUM. PUNTO DE LUZ - COCINA - SALA DE TV - BODEGA - BODEGA
A-4	20	1	100	B	10	1/2"	10	ALUM. PUNTO DE LUZ - COCINA - SALA DE TV - BODEGA - BODEGA
T-1	20	1	100	A	10	1/2"	10	1/2" SALA COCINA - PASADIZO - BODEGA
T-2	20	1	100	B	10	1/2"	10	1/2" PASADIZO Y BODEGA
T-3	20	1	100	A	10	1/2"	10	1/2" BODEGA COCINA - PASADIZO Y BODEGA
T-4	20	1	100	B	10	1/2"	10	1/2" BODEGA COCINA - PASADIZO Y BODEGA
T-5	20	1	100	A	10	1/2"	10	1/2" COCINA - PASADIZO Y BODEGA
T-6	20	1	100	B	10	1/2"	10	1/2" COCINA - PASADIZO Y BODEGA
T-7	20	1	100	A	10	1/2"	10	1/2" COCINA - PASADIZO Y BODEGA
T-8	20	1	100	B	10	1/2"	10	1/2" COCINA - PASADIZO Y BODEGA
T-9	20	1	100	A	10	1/2"	10	1/2" COCINA - PASADIZO Y BODEGA
T-10	20	1	100	B	10	1/2"	10	1/2" COCINA - PASADIZO Y BODEGA
T-11	20	1	100	A	10	1/2"	10	1/2" COCINA - PASADIZO Y BODEGA
T-12	20	1	100	B	10	1/2"	10	1/2" COCINA - PASADIZO Y BODEGA
T-13	20	1	100	A	10	1/2"	10	1/2" COCINA - PASADIZO Y BODEGA
T-14	20	1	100	B	10	1/2"	10	1/2" COCINA - PASADIZO Y BODEGA
T-15	20	1	100	A	10	1/2"	10	1/2" COCINA - PASADIZO Y BODEGA
T-16	20	1	100	B	10	1/2"	10	1/2" COCINA - PASADIZO Y BODEGA
T-17	20	1	100	A	10	1/2"	10	1/2" COCINA - PASADIZO Y BODEGA
T-18	20	1	100	B	10	1/2"	10	1/2" COCINA - PASADIZO Y BODEGA

**O B R A**

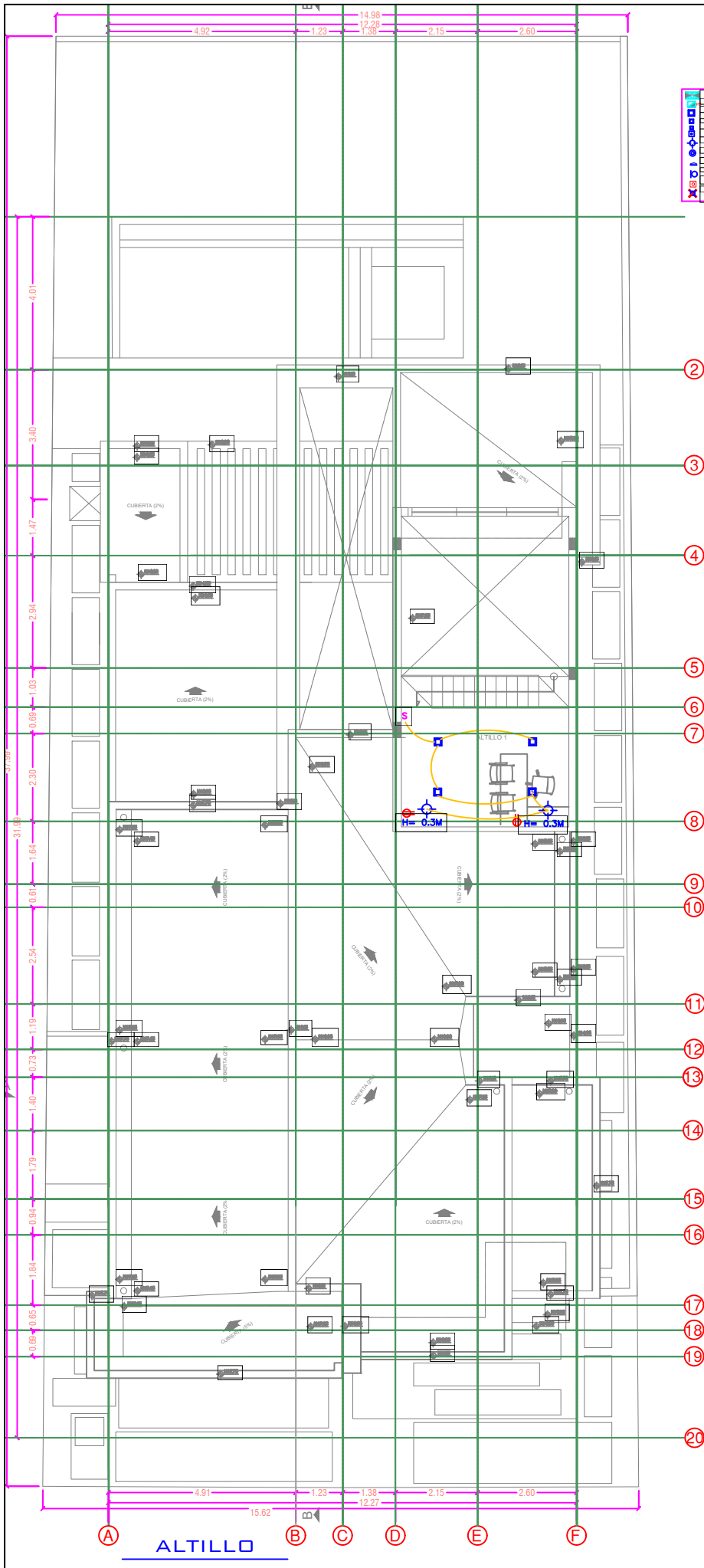
**CASA JAVIER QUINTANA**

CONTIENE **ELECT - PLATA ALTA**

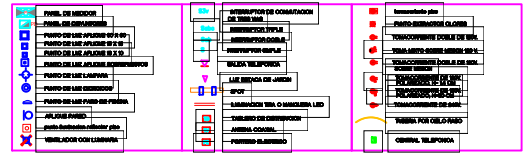
RESP. TECNICA: **ARQ. GIANCARLO D'STEFFANO**      DIBUJO: **BRYAN BOZA**      LAMINA: **IE-2**

ARCHIVO: **28 DEC 2023**      ESCALA: **INDICADAS**

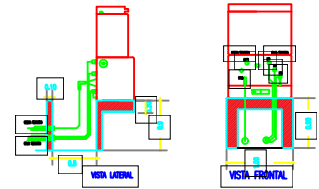
NOTA IMPORTANTE: El presente proyecto arquitectónico y sus respectivos planos están protegidos bajo la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador. Quedan por tanto prohibidos el uso, copia, distribución, total o parcial del proyecto y construcción sin la autorización del Arq. Giancarlo D'Steffano J.



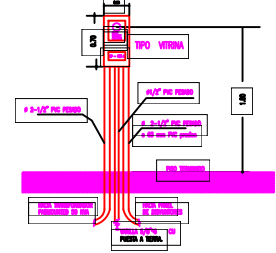
**SIMBOLOGIA**



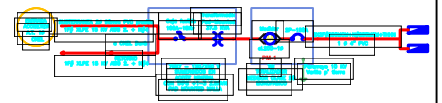
**DETALLE DE CONEXION TRANSFORMADOR PADMOUNTED**



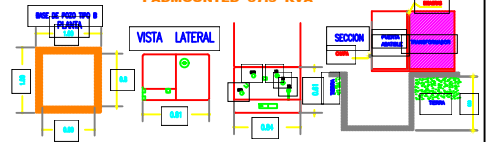
**MONTAJE DE PANEL DE MEDIDOR**



**DIAGRAMA UNIFILAR**



**DIMENSIONES TRANSFORMADOR Y POZO. PADMOUNTED 37.5 KVA**



**PLANILLA DE CIRCUITOS**

PUNTOS	SERVICIO
1	PUNTOS DE LUZ
1	PUNTO DE TOMACORRIENTE DE 120 V
1	PUNTO DE TOMACORRIENTE DE 220 V

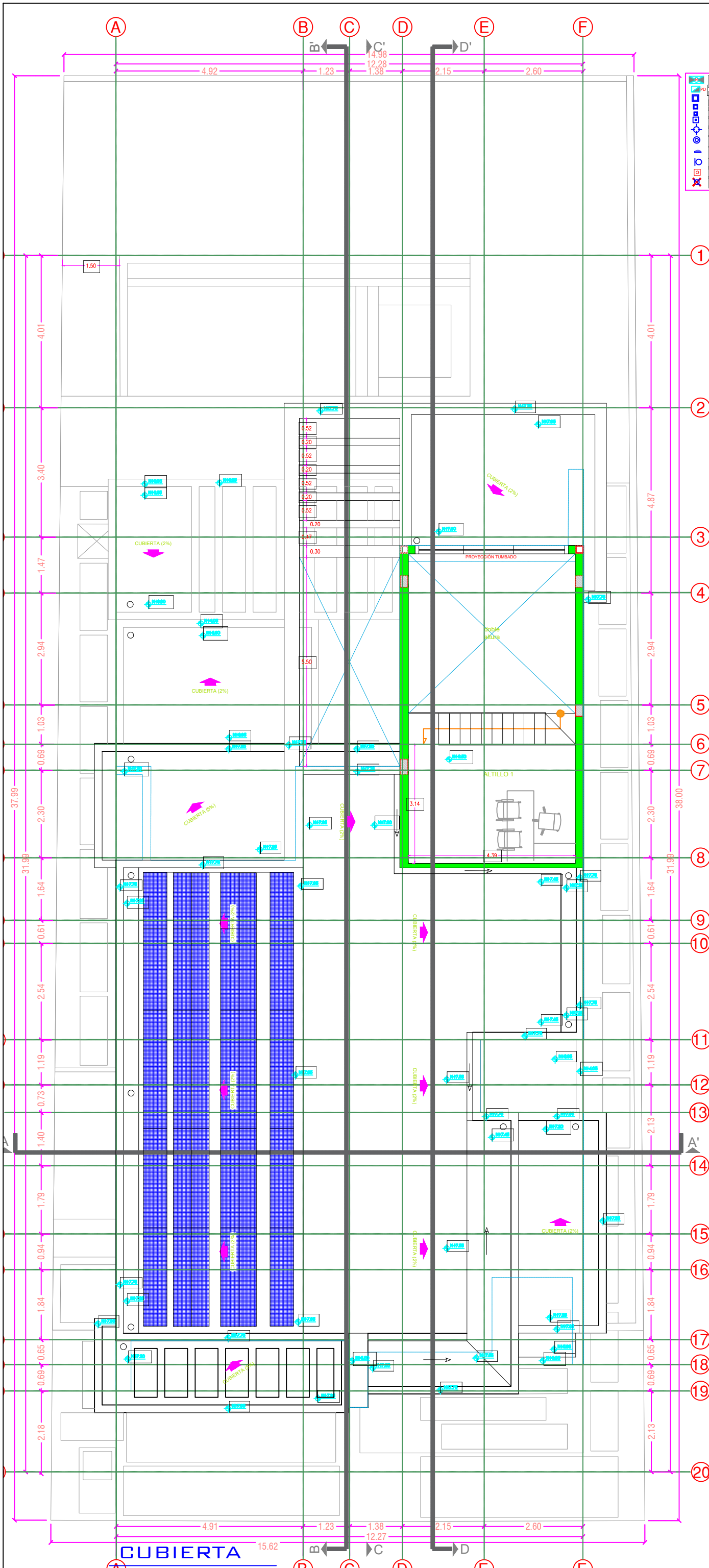
**O B R A**

**CASA JAVIER QUINTANA**

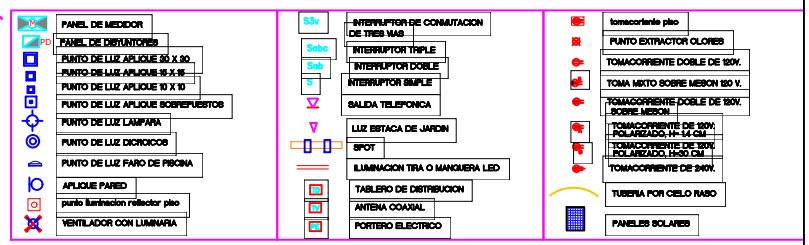
**CONTIENE ELECT -- ALTILLO**

RESP. TECNICA <b>ARC. GIANCARLO D'STEFFANO</b>	DISEÑO <b>BRYAN BOZA</b>	LÁMINA <b>IE-3</b>
ARCHIVO	FECHA <b>28 DEC 2023</b>	ESCALA <b>INDICADAS</b>

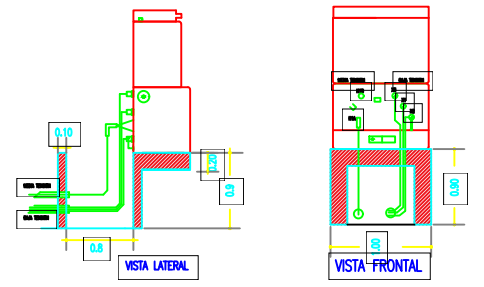
NOTA: RESPONSABILIDAD: El presente proyecto arquitectónico y/o ingenieril, se elabora con base en el contrato suscrito con el Cliente. El Cliente es responsable de la veracidad de los datos suministrados y de la información que se le proporciona en el curso del desarrollo del proyecto y/o obra. El presente documento es propiedad de la firma que lo elabora y no puede ser reproducido ni utilizado sin el consentimiento expreso de la misma.



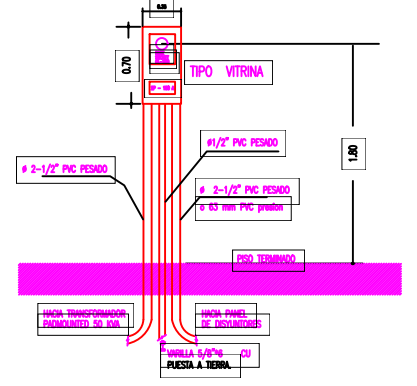
**SIMBOLOGIA**



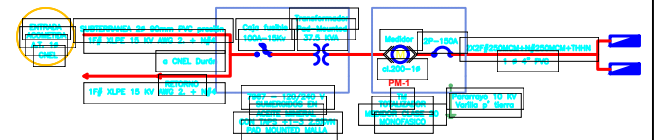
**DETALLE DE CONEXION TRANSFORMADOR PADMOUNT**



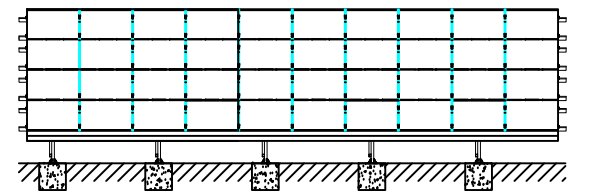
**MONTAJE DE PANEL DE MEDIDOR**



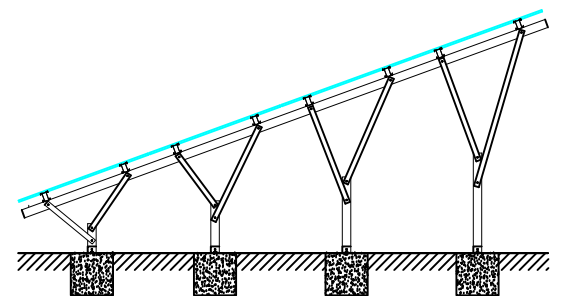
**DIAGRAMA UNIFILAR**



**VISTA FRONTAL PANELES SOLARES**



**VISTA LATERAL PANELES SOLARES**



O B R A				
<b>CASA JAVIER QUINTANA</b>				
CONTIENE		<b>ELECT - CUBIERTA</b>		
RESP. TECNICA	DIBUJO	LAMINA		
ARQ. GIANCARLO D'STEFFANO	BRYAN BOZA			
ARCHIVO	FECHA	ESCALA		<b>IE-4</b>
	28 DEC 2023	INDICADAS		
<small>NOTA IMPORTANTE: El presente proyecto arquitectónico y sus respectivos planos están protegidos bajo la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador. Quedan por tanto prohibidos el uso, copia, distribución, total o parcial del proyecto y construcción sin la autorización del Arq. Giancarlo D'Steffano J.</small>				

# DISEÑO DE LA AMPLIACIÓN DE VIVIENDA UTILIZANDO METODOLOGÍA BIM EMPLEANDO SOLUCIONES SOSTENIBLES PARA ALCANZAR LA CERTIFICACIÓN EDGE

## PROBLEMA

La Isla Mocoli, presenta viviendas con una construcción tradicional y arquitectura moderna que generalmente no satisface de forma completa las medidas ambientales para cuidar el ecosistema, puesto que los residuos generados en el sector de la construcción representan el 23% de contaminantes atmosféricos. Este proyecto trata de solventar las necesidades del cliente para ahorrar energía, agua, dinero y al mismo tiempo ampliar su casa.

## OBJETIVO GENERAL

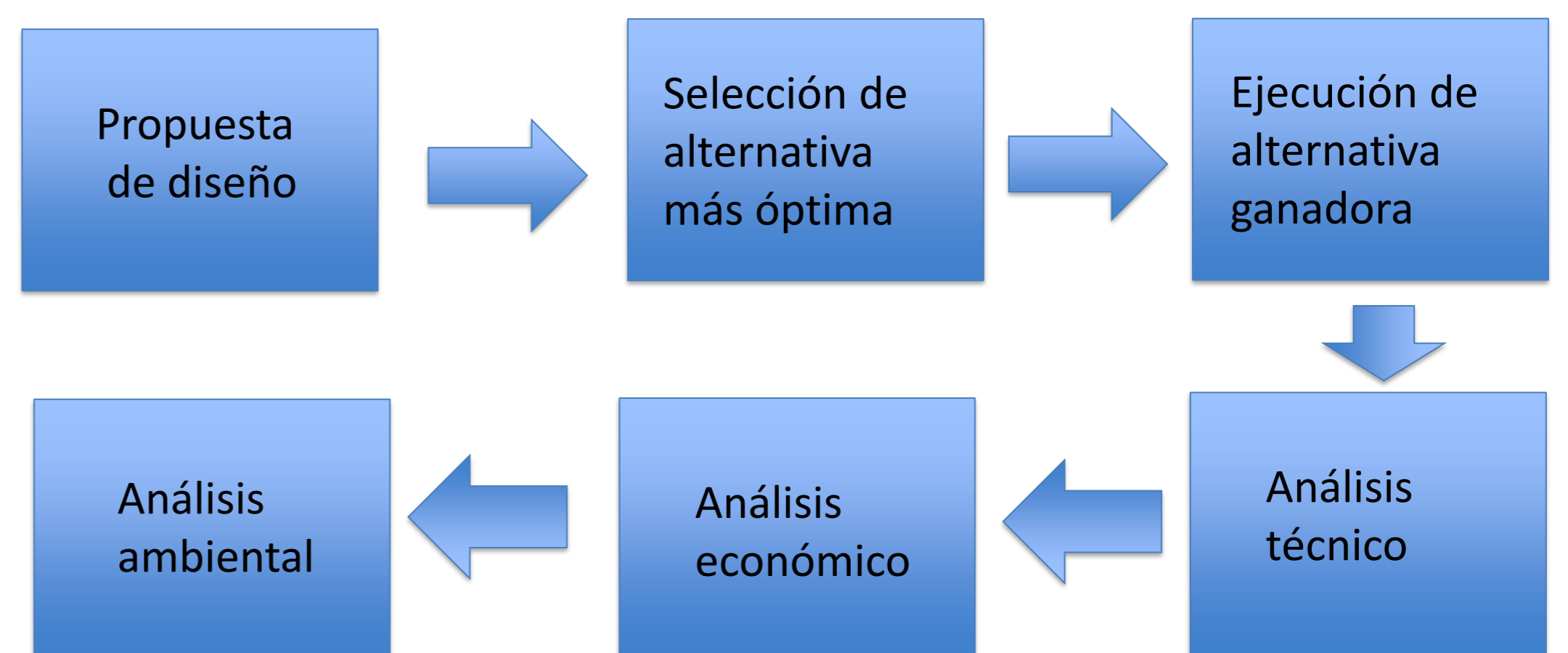
Desarrollar los estudios estructurales, hidrosanitarios, eléctricos para la ampliación de una vivienda ubicada en Isla Mocolí implementando prácticas y recursos de construcción sostenible para encaminarse a la certificación EDGE.

## PROPUESTA

Se proponen 3 alternativas para llevar a cabo la ampliación, el desarrollo de los sistemas eléctricos y potables a los cuales se les harán análisis técnico, económico y de impacto ambiental con el fin encaminarse a la certificación EDGE.

Cada alternativa se describe como: (a) Estructura metálica, paneles solares y economizadores de grifería, (b) Hormigón Armado, tubos al vacío y limitador de caudal, (c) Estructura mixta, paneles solares y economizadores de grifería.

## METODOLOGÍA



Alternativa A



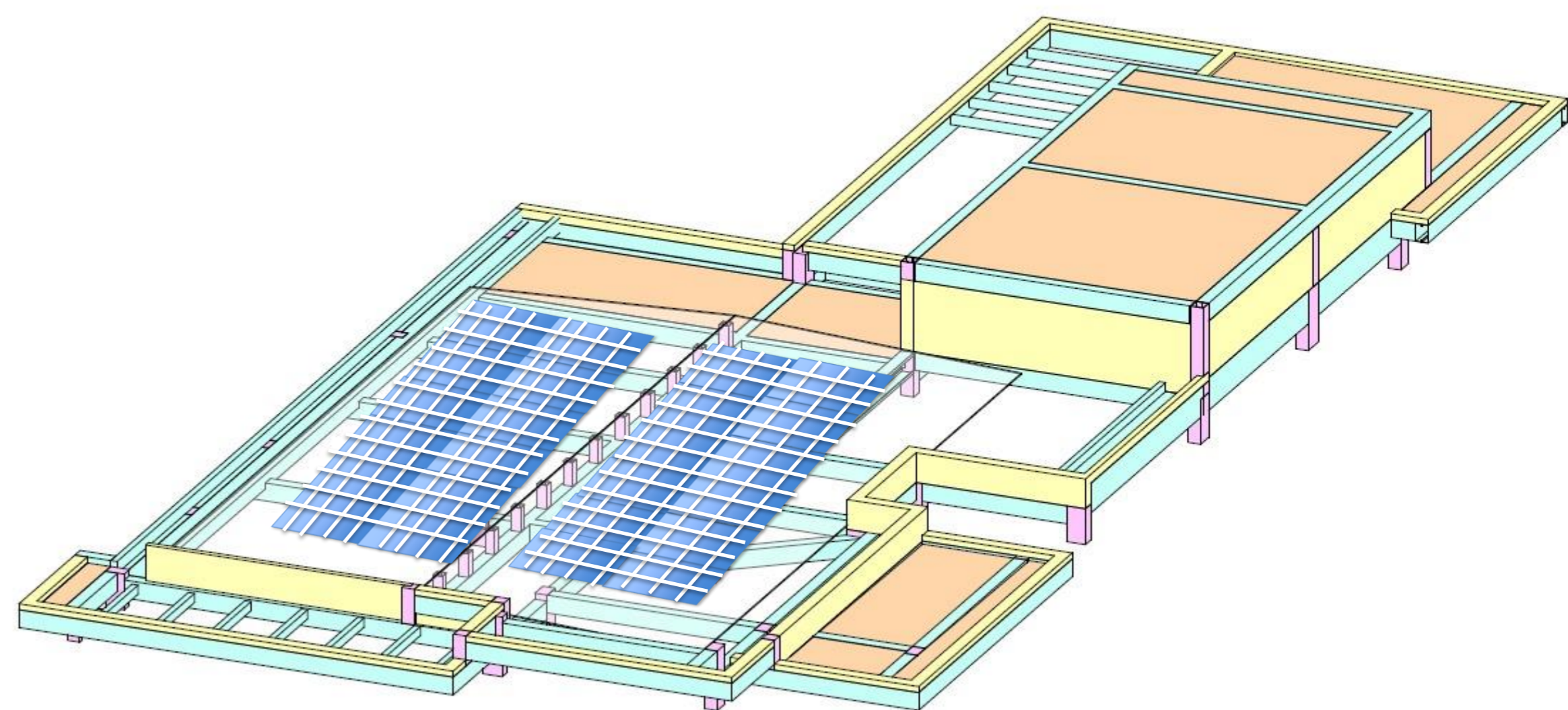
Alternativa B



Alternativa C

## RESULTADOS

- El presupuesto final de la casa con la ampliación y soluciones sostenibles es de \$762.095,68, obteniendo así \$1260,87 por m<sup>2</sup> de construcción.
- El ahorro energético es del 84% en el consumo de los recibos de luz.
- El ahorro de agua es del 60% del valor monetario anterior.
- La casa cumple con los parámetros para la obtención de la certificación EDGE.
- El retorno de la inversión de paneles solares se produce a partir del cuarto año después de la instalación y funcionamiento de los mismos.



## CONCLUSIONES

- La diferencia de inversión por m<sup>2</sup> del diseño de la vivienda anterior en comparación con la ampliación y las nuevas instalaciones, representa un aumento del 7,34%.
- Por medio del software SAP2000, se logró verificar que la cimentación actual tiene suficiente capacidad portante para resistir el peso y las cargas de los nuevos elementos diseñados en la ampliación.

- Cumpliendo con los parámetros de certificación EDGE, se estimó un ahorro en consumo de energía eléctrica de 35.85%, con respecto al consumo de agua un 22.34% y en el ahorro de materiales del 40%, ya que, al emplear encofrados metálicos en lugar de madera, se redujo el desperdicio de materiales en obra, reduciendo así la generación de carbón incorporado.