

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**Evaluación del impacto sobre el ambiente y la sostenibilidad mediante la huella ecológica entre dos edificaciones rurales construidas con ladrillos artesanales y adobe respectivamente en Mochumí, 2021**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**Maria Consuelo Vilchez Diaz**

**ASESOR**

**Joaquin Hernan Rojas Oblitas**

**<https://orcid.org/0000-0002-6521-0215>**

**Chiclayo, 2023**

**Evaluación del impacto sobre el ambiente y la sostenibilidad  
mediante la huella ecológica entre dos edificaciones rurales  
construidas con ladrillos artesanales y adobe respectivamente en  
Mochumí, 2021**

PRESENTADA POR:

**MARIA CONSUELO VILCHEZ DIAZ**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR:

Wilson Martin Garcia Vera

PRESIDENTE

Luis Quiroz Quiñones  
SECRETARIO

Joaquin Hernan Rojas Oblitas  
VOCAL

## **Dedicatoria**

A mi padre, a quien extraño mucho y espero siempre enorgullecer.

## **Agradecimientos**

Mi eterno agradecimiento es con Dios y con todas las personas que de alguna manera me apoyaron en este camino universitario.

A mi madre, a mi hermano, a Lía, al ingeniero Oscar, a Juanita y a TKCZKL, quienes nunca dudaron de mí, me entendieron y me dieron su comprensión y amor siempre que lo necesité.

Al ingeniero Justo Pedraza Franco, quien encaminó y guio mi tesis, excelente investigador, docente y persona.

Al ingeniero Joaquín Rojas Oblitas, quien apoyó mis últimos pasos para poder culminar este proyecto.

Al ingeniero Diego Ruiz Sánchez, mi apoyo en esta investigación y en la vida.

---

INFORME DE ORIGINALIDAD

---

18%

INDICE DE SIMILITUD

18%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

---

FUENTES PRIMARIAS

---

|   |   |     |
|---|---|-----|
| 1 | <b>hdl.handle.net</b><br>Fuente de Internet                             | 6%  |
| 2 | <b>tesis.usat.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                          | 2%  |
| 3 | <b>idus.us.es</b><br>Fuente de Internet                                 | 1%  |
| 4 | <b>vbook.pub</b><br>Fuente de Internet                                  | 1%  |
| 5 | <b>repositorio.ucv.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                     | 1%  |
| 6 | <b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b><br>Trabajo del estudiante | <1% |
| 7 | <b>es.scribd.com</b><br>Fuente de Internet                              | <1% |
| 8 | <b>repositorio.upao.edu.pe</b><br>Fuente de Internet                    | <1% |

---

## Índice

|  |    |
|--|----|
| Resumen .....  | 17 |
| Abstract .....                                       | 18 |
| Introducción .....                                   | 19 |
| Revisión de literatura .....                         | 23 |
| Antecedentes del problema .....                      | 23 |
| Bases teórico-científicas.....                       | 25 |
| Materiales y métodos .....                           | 30 |
| Tipo y nivel de investigación .....                  | 30 |
| Población, muestra, muestreo .....                   | 30 |
| Criterios de selección .....                         | 30 |
| Mención de instrumentos aplicados .....              | 31 |
| Fuente: Propia .....                                 | 31 |
| Procedimientos .....                                 | 31 |
| Estrategia de análisis de datos .....                | 56 |
| Aspectos éticos .....                                | 57 |
| Resultados y discusión .....                         | 57 |
| Vivienda unifamiliar – Ladrillos artesanales .....   | 57 |
| Predimensionamiento de elementos estructurales ..... | 57 |
| Metrado de cargas .....                              | 60 |
| Análisis Sísmico .....                               | 61 |
| Diseño de muros de albañilería .....                 | 65 |
| Diseño de vigas dinteles y chatas .....              | 66 |
| Diseño de losa aligerada .....                       | 66 |
| Diseño de cimentación .....                          | 66 |

|   |     |
|---|-----|
| Diseño de torre para tanque elevado.....  | 67  |
| Diseño de instalaciones eléctricas .....  | 68  |
| Diseño de instalaciones sanitarias .....  | 75  |
| Diseño de biodigestor.....  | 79  |
| Diseño de trampa de grasas.....   | 81  |
| Presupuesto de obra, relación de insumos y calendario de ejecución de obra .....                      | 82  |
| Análisis y cálculo de huella relacionada al consumo de combustible.....                               | 83  |
| Análisis y cálculo de huella relacionada al consumo de agua .....                                     | 85  |
| Análisis y cálculo de huella relacionada a la mano de obra respecto al consumo de alimentos.<br>..... | 85  |
| Análisis y cálculo de huella relacionada a la mano de obra respecto a la movilidad. ....              | 86  |
| Análisis y cálculo de huella relacionada al consumo de materiales.....                                | 86  |
| Análisis y cálculo de huella relacionada a los residuos. ....   | 87  |
| Análisis y cálculo de huella relacionada a la superficie construida .....                             | 88  |
| Vivienda unifamiliar – Sistema de adobe .....   | 88  |
| Metrado de cargas .....   | 88  |
| Análisis Sísmico .....  | 89  |
| Diseño de muros de adobe .....  | 92  |
| Diseño de cimentación.....  | 101 |
| Diseño de elementos de arriostramiento.....   | 102 |
| Diseño de instalaciones eléctricas .....  | 104 |
| Diseño de instalaciones sanitarias .....  | 116 |
| Diseño de tanque séptico.....   | 121 |
| Diseño de trampa de grasas.....   | 122 |
| Presupuesto de obra, relación de insumos y calendario de ejecución de obra .....                      | 123 |
| Análisis y cálculo de huella relacionada al consumo de combustible.....                               | 124 |
| Análisis y cálculo de huella relacionada al consumo de agua .....                                     | 126 |
| Análisis y cálculo de huella relacionada a la mano de obra respecto al consumo de alimentos.<br>..... | 126 |
| Análisis y cálculo de huella relacionada a la mano de obra respecto a la movilidad. ....              | 127 |
| Análisis y cálculo de huella relacionada al consumo de materiales.....                                | 127 |
| Análisis y cálculo de huella relacionada a los residuos .....   | 128 |
| Análisis y cálculo de huella relacionada a la superficie construida .....                             | 128 |
| Discusión.....  | 128 |
| Conclusiones .....  | 130 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| Recomendaciones..... | 132 |
| Referencias .....    | 133 |
| Anexos.....          | 136 |

## Lista de anexos

|   |            |
|---|------------|
| Anexo 1: Panel fotográfico .....  | 136        |
| Anexo 2: Guía de observación .....  | 140        |
| Anexo 3: Ficha de registro y análisis documental.....   | 141        |
| Anexo 4: Cuestionario - Aspectos generales de las viviendas .....                               | 141        |
| Anexo 5: Cuestionario - Vivienda en fase de construcción .....                                  | 142        |
| Anexo 6: Memoria de cálculo de muro de albañilería en la dirección X-X.....                     | 143        |
| Anexo 7: Memoria de cálculo de muro de albañilería en la dirección Y-Y.....                     | 147        |
| Anexo 8: Diseño de vigas dinteles y chatas .....  | 151        |
| Anexo 9: Diseño de losa aligerada.....  | 153        |
| Anexo 10: Diseño de cimiento corrido .....  | 155        |
| Anexo 11: Diseño de sobrecimiento .....   | 158        |
| Anexo 12: Diseño de torre de madera.....  | 159        |
| Anexo 13: Cálculo del índice local .....  | 167        |
| Anexo 14: Cálculo del coeficiente de utilización.....   | 167        |
| Anexo 15: Análisis de máxima demanda simultánea.....  | 167        |
| Anexo 16: Análisis de unidades Hunter .....   | 168        |
| Anexo 17: Análisis de unidades de ventilación .....   | 168        |
| Anexo 18: Memoria de cálculo de tanque séptico .....  | 169        |
| <i>Anexo 19: Relación de insumos de la vivienda de albañilería con el programa S10 .....</i>    | <i>171</i> |
| Anexo 20: Presupuesto de la vivienda de albañilería.....  | 175        |
| Anexo 21: Memoria de cálculo HE Energía en vivienda de albañilería .....                        | 179        |
| Anexo 22: Memoria de cálculo HE Agua en la vivienda de albañilería .....                        | 181        |
| Anexo 23: Memoria de cálculo HE Mano de obra - Alimentos en la vivienda de albañilería<br>..... | 182        |
| Anexo 24: Memoria de cálculo HE Mano de obra - Movilidad en la vivienda de albañilería<br>..... | 185        |

|  |     |
|--|-----|
| Anexo 25: Memoria de cálculo HE Materiales de construcción en la vivienda de albañilería ..... | 186 |
| Anexo 26: Memoria de cálculo HE Residuos en la vivienda de albañilería .....                   | 189 |
| Anexo 27: Memoria de cálculo HE Superficie construida en la vivienda de albañilería.....       | 190 |
| Anexo 28: Relación de insumos vivienda de adobe .....  | 191 |
| Anexo 29: Presupuesto vivienda de adobe.....   | 195 |
| Anexo 30: Memoria de cálculo HE Energía en la vivienda de adobe.....                           | 198 |
| Anexo 31: Memoria de cálculo HE Agua en la vivienda de adobe .....                             | 200 |
| Anexo 32: Memoria de cálculo HE Mano de obra - Alimento en la vivienda de adobe .....          | 201 |
| Anexo 33: Memoria de cálculo HE Mano de obra - Movilidad en la vivienda de adobe.....          | 204 |
| Anexo 34: Memoria de cálculo HE Materiales de construcción en la vivienda de adobe .....       | 205 |
| Anexo 35: Memoria de cálculo HE Residuos en la vivienda de adobe .....                         | 208 |
| Anexo 36: Memoria de cálculo HE Superficie construida en la vivienda de adobe .....            | 209 |
| Anexo 37: Estudio de mecánica de suelos .....  | 210 |
| Anexo 38: Estudio de capacidad portante del suelo.....   | 211 |
| Anexo 39: Cálculo de la capacidad portante del suelo.....                                      | 212 |
| Anexo 40: Planos de la propuesta de albañilería.....   | 213 |
| Anexo 41: Planos de la propuesta de adobe .....  | 217 |

## Lista de figuras

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Metodología de la investigación .....  | 29 |
| Figura 2: Propuesta arquitectónica de la vivienda de albañilería .....                         | 36 |
| Figura 3: Cortes arquitectónicos-albañilería .....   | 36 |
| Figura 4: Tabla de zonificación sísmica.....   | 38 |
| Figura 5: Tabla de Limitaciones en el uso de unidad de albañilería para muros confinados... 39 |    |
| Figura 6: Tabla de esfuerzos admisibles de la madera.....                                      | 40 |
| Figura 7: Tabla de densidad básica. ....   | 40 |
| Figura 8: Tabla de Módulo de Elasticidad. ....   | 40 |
| Figura 9: Ficha técnica de madera tornillo.....  | 41 |
| Figura 10: Tabla de requisitos mínimos de iluminación.....                                     | 43 |
| Figura 11: Ficha técnica Lumicenter.....   | 43 |
| Figura 12: Detalle de instalación de puntos de agua.....                                       | 44 |
| Figura 13:Detalle de lavadero de cocina.....   | 44 |
| Figura 14: Tabla de dotación de agua.....  | 45 |
| Figura 15: Propuesta de instalaciones sanitarias, sistema agua fría.....                       | 45 |
| Figura 16: Unidades de descarga.....   | 46 |
| Figura 17: Dimensiones de cajas de registro.....   | 46 |
| Figura 18: Propuesta arquitectónica-adobe.....   | 47 |
| Figura 19: Cortes arquitectónicos-adobe.....   | 48 |
| Figura 20: Recomendaciones de distribución de vanos y muros libres en adobe.....               | 48 |
| Figura 21: Tabla de zonificación sísmica.....  | 49 |
| Figura 22: Representación de sistema fotovoltaico.....   | 52 |
| Figura 23: Kit de paneles solares de AutoSolar Perú.....                                       | 52 |
| Figura 24: Tabla de requisitos mínimos de iluminación.....                                     | 53 |
| Figura 25: Ficha técnica Lumicenter.....   | 53 |
| Figura 26: Detalle de instalación de salida de agua fría y desagüe.....                        | 54 |

|   |           |
|---|-----------|
| Figura 27:Detalle de lavadero de cocina. ....                                     | 54        |
| Figura 28: Tabla de dotación de agua. ....  | 55        |
| Figura 29: Unidades de descarga. ....   | 55        |
| Figura 30: Dimensiones de cajas de registro.....                                  | 56        |
| Figura 31: Modelado de vivienda de albañilería mediante Etabs. ....               | 60        |
| Figura 32: Análisis de peso sísmico de la edificación de albañilería. ....        | 62        |
| <i>Figura 33: Peso sísmico de la edificación mediante el programa Etabs. ....</i> | <i>62</i> |
| Figura 34: Diafragmas rígidos en edificación de albañilería. ....                 | 63        |
| Figura 35: Centro de masa y rigidez de la estructura de albañilería. ....         | 63        |
| Figura 36: Parámetros de análisis sísmicos.....                                   | 63        |
| Figura 37: Distribución de fuerzas sísmicas. ....                                 | 64        |
| Figura 38: Análisis de derivas de edificación de albañilería.....                 | 64        |
| Figura 39: Análisis de regularidad torsional de edificación de albañilería. ....  | 65        |
| Figura 40: Detalle de cimentación. ....   | 67        |
| Figura 41: Detalle de propuesta de torre de madera para tanque elevado.....       | 67        |
| Figura 42: Cuadro de reflexión de techo, suelo y pared.....                       | 68        |
| Figura 43: Cuadro de factor de utilización.....                                   | 68        |
| Figura 44: Tabla de factor de mantenimiento. ....                                 | 69        |
| Figura 45: Cálculo de potencia total en edificación.....                          | 71        |
| Figura 46: Tabla de Amperajes. ....   | 72        |
| Figura 47: Cálculo de la potencia del circuito 1.....                             | 72        |
| Figura 48: Cálculo de la potencia del circuito 2.....                             | 74        |
| Figura 49: Cuadro de Unidades de gasto. ....                                      | 76        |
| Figura 50: Tabla de gastos probables para aplicación de método de Hunter. ....    | 76        |
| Figura 51: Cálculo del diámetro de tuberías para instalación sanitaria.....       | 77        |
| Figura 52: Propuesta de sistema de desagüe. ....                                  | 78        |
| Figura 53: Anexo N°9 de la norma IS.010. ....                                     | 78        |

|   |           |
|---|-----------|
| Figura 54: Cuadro de dimensiones de los tubos de ventilación principal.....       | 79        |
| Figura 55: Componentes de tanque séptico.....                                     | 79        |
| Figura 56: Dimensiones de biodigestor Rotoplas. ....                              | 80        |
| Figura 57: Capacidades mínimas biodigestor Rotoplas. ....                         | 80        |
| Figura 58: Detalle en planta de biodigestor. ....                                 | 80        |
| Figura 59: Unidades de gasto para aparatos sanitarios. ....                       | 81        |
| Figura 60: Detalle de trampa de grasa.....  | 82        |
| Figura 61: Cantidad de horas maquinas requeridas en obra.....                     | 83        |
| Figura 62: Conversión de horas máquina a litros de combustible. ....              | 84        |
| Figura 63: Conversión de horas máquina a KWH .....                                | 84        |
| Figura 64: Clasificación de alimentos de menú diario en Mochumí.....              | 85        |
| Figura 65: Resumen de huellas parciales. ....                                     | 86        |
| Figura 66: Resumen de horas totales trabajadas por mano de obra. ....             | 86        |
| Figura 67: Porcentajes de energía incorporada en los materiales. ....             | 87        |
| Figura 68: Modelado de vivienda de adobe mediante Etabs.....                      | 88        |
| Figura 69: Análisis de peso sísmico de la edificación de adobe .....              | 89        |
| <i>Figura 70: Peso sísmico de la edificación mediante el programa Etabs. ....</i> | <i>90</i> |
| Figura 71: Diafragmas rígidos en edificación de albañilería. ....                 | 90        |
| Figura 72: Centro de masa y rigidez de la estructura de albañilería. ....         | 90        |
| Figura 73: Análisis de derivas de edificación de adobe. ....                      | 91        |
| Figura 74: Análisis de regularidad torsional de edificación de adobe. ....        | 92        |
| Figura 75: Tabla de módulo de elasticidad y esfuerzo admisible. ....              | 94        |
| Figura 76: Curva de determinación de esfuerzos admisibles. ....                   | 94        |
| Figura 77: Refuerzos con caña en muro de adobe vista de planta. ....              | 98        |
| Figura 78: Refuerzo para el muro de adobe con caña vista isométrica.....          | 99        |
| Figura 79: Detalle de vigas collarín. ....  | 102       |
| Figura 80: Diagrama de momento y corte de viga collarín de adobe .....            | 103       |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 81: Diagrama de cortante y momento de viga en adobe.....                   | 104 |
| Figura 82: Cuadro de reflexión de techo, suelo y pared.....                       | 105 |
| Figura 83: Cuadro de factor de utilización.....                                   | 106 |
| Figura 84: Tabla de factor de mantenimiento. ....                                 | 106 |
| Figura 85: Cálculo de potencia total en edificación.....                          | 108 |
| Figura 86: Tabla de Amperajes. ....   | 110 |
| Figura 87: Cálculo de la potencia del circuito 1.....                             | 110 |
| Figura 88: Cuadro de potencia total para vivienda de adobe, circuito cocina. .... | 113 |
| Figura 89: Tabla de Amperajes. ....   | 114 |
| Figura 90: Cálculo de la potencia del circuito 3.....                             | 114 |
| Figura 91: Detalle de almacenamiento de agua fría.....                            | 116 |
| Figura 92: Cuadro de Unidades de gasto. ....                                      | 117 |
| Figura 93: Tabla de gastos probables para aplicación de método de Hunter. ....    | 117 |
| Figura 94: Propuesta de sistema de desagüe.....                                   | 119 |
| Figura 95: Anexo N°9 de la norma IS.010. ....                                     | 120 |
| Figura 96: Cuadro de dimensiones de los tubos de ventilación principal.....       | 120 |
| Figura 97: Gráfica general de tanque séptico.....                                 | 121 |
| Figura 98: Detalle de tanque séptico.....   | 122 |
| Figura 99: Unidades de gasto para aparatos sanitarios. ....                       | 122 |
| Figura 100: Detalle de trampa de grasa.....                                       | 123 |
| Figura 101: Cantidad de horas maquinas requeridas en obra.....                    | 124 |
| Figura 102: Conversión de horas máquina a litros de combustible. ....             | 125 |
| Figura 103: Clasificación de alimentos de menú diario en Mochumí.....             | 126 |
| Figura 104: Resumen de huellas parciales. ....                                    | 127 |
| Figura 105: Resumen de horas totales trabajadas por mano de obra. ....            | 127 |
| Figura 106: Diagrama de momentos de losa aligerada .....                          | 153 |
| Figura 107: Diagrama de esfuerzo axial de muro de albañilería.....                | 155 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 108: Especificaciones técnicas tanque Rotoplas 600 Lt. ....        | 159 |
| Figura 109: Idealización de la estructura mediante el programa Etabs..... | 160 |
| Figura 110: Idealización de la estructura mediante el programa Etabs..... | 162 |
| Figura 111: Análisis de viga mediante el programa Etabs.....              | 163 |
| Figura 112: Idealización de la estructura mediante el programa Etabs..... | 164 |

## **Lista de fotografías**

|  |     |
|--|-----|
| <i>Fotografía 1. Vivienda rural hecha de adobe en Mochumí .....</i>                                    | 136 |
| <i>Fotografía 2. Viviendas colindantes rurales en Mochumí – hechas de adobe y ladrillo .....</i>       | 136 |
| <i>Fotografía 3. Vivienda rural hecha de adobe en Mochumí .....</i>                                    | 137 |
| <i>Fotografía 4. Viviendas colindantes rurales en Mochumí – hechas de ladrillo y adobe .....</i>       | 137 |
| <i>Fotografía 5. Vivienda rural en Mochumí .....</i>   | 138 |
| <i>Fotografía 6. Ladrillo que se usará como material de construcción para una vivienda rural .....</i> | 138 |
| <i>Fotografía 7. Vivienda rural hecha de adobe en Mochumí .....</i>                                    | 139 |
| <i>Fotografía 8 Vivienda rural de ladrillo artesanal en Mochumí .....</i>                              | 139 |

## Lista de tablas

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1: Factores de equivalencia .....                                    | 27  |
| Tabla 2: Instrumentos aplicados.....                                       | 31  |
| Tabla 3: Cuadro de medidas de ambientes .....                              | 42  |
| Tabla 4: Consumo diario de corriente eléctrica .....                       | 51  |
| Tabla 5: Leyenda de diseño de albañilería .....                            | 65  |
| Tabla 6: Cálculo del flujo luminoso total.....                             | 69  |
| Tabla 7: Análisis del nivel de intensidad .....                            | 70  |
| Tabla 8:Resumen de presupuesto por especialidad.....                       | 83  |
| Tabla 9: Esfuerzos axiales al muro de adobe .....                          | 95  |
| Tabla 10: Esfuerzo por corte en muros .....                                | 96  |
| Tabla 11: Esfuerzos a tracción en muros de adobe .....                     | 97  |
| Tabla 12: Esfuerzo para refuerzo vertical en muro .....                    | 98  |
| Tabla 13: Esfuerzos para refuerzo horizontal en muro .....                 | 99  |
| Tabla 14: Cantidad de refuerzo con caña en los extremos del muro.....      | 100 |
| Tabla 15: Cantidad de refuerzo con caña vertical en muro de adobe .....    | 100 |
| Tabla 16: Cantidad de refuerzo con caña horizontal en muro de adobe .....  | 101 |
| Tabla 17: Resumen de presupuesto por especialidades en adobe .....         | 124 |
| Tabla 18: Huella ecológica total de la vivienda de adobe.....              | 130 |
| Tabla 19: Huella ecológica total de la vivienda de ladrillo artesanal..... | 130 |

## Resumen

La industria de la construcción está muy comprometida respecto al uso de los recursos naturales y, por tanto, con la contaminación ambiental. En Perú, no se dispone de una normativa eficiente que regularice la evaluación y control del impacto ambiental de este sector, por lo que el presente proyecto pretende dar un primer paso en la investigación para la reducción de la HE frente a la realidad problemática de las viviendas rurales de Mochumí, Lambayeque-Perú evaluando el impacto sobre el ambiente y la sostenibilidad; tal objetivo fue propuesto para dos viviendas rurales construidas con ladrillo artesanal y adobe respectivamente, se identificó el tipo de vivienda más construido en la zona para luego diseñar un prototipo que vaya acorde y beneficie la calidad de vida del residente como del entorno social. Se obtuvo un valor de 96.37 hag para la vivienda de ladrillo artesanal y 81.20 hag para la de adobe, concluyendo que es más beneficioso construir una vivienda de adobe por 18.67% en la zona de estudio.

**Palabras clave:** Huella ecológica, sostenibilidad, adobe, ladrillo artesanal

### **Abstract**

The construction industry is highly committed to the use of natural resources and, therefore, to environmental pollution. In Peru, there is no efficient regulation that regularizes the evaluation and control of the environmental impact of this sector, so this project aims to take a first step in research for the reduction of EF to this problematic reality of the rural homes in Mochumí, Lambayeque-Peru evaluating the impact on the environment and sustainability; Such an objective was proposed for two rural houses built with artisanal brick and adobe respectively, the type of house most built in the area was identified to then design a prototype that is consistent and benefits the quality of life of the resident as well as the social environment. A value of 96.37 gha was obtained for the artisanal brick house and 81.20 gha for the adobe one, concluding that it is more beneficial to build an adobe house by 18.67% in the study area.

**Keywords:** Ecological footprint, sustainability, adobe, artisan brick

## Introducción

Tanto la construcción como todos los aspectos que influyen ya sea de manera directa o indirecta, tienen importantes y significativas repercusiones en el medio ambiente en términos de consumo de recursos naturales y energía, por lo que es necesario que se considere elemental y vital una vertiente ambiental para obtener una construcción sostenible [1]. Este sector es el consumidor más significativo a nivel mundial de materiales, y los edificios, los mayores consumidores de energía.

Esta idea es apoyada por Jorge Czajkowski, Salvador Gil y Damián Strier [2], quienes, en su investigación, concluyen que la construcción es uno de los ámbitos más demandantes de energía, y los edificios y viviendas exponen una parte trascendental del dispendio total de recursos y de las emisiones de gases de efecto invernadero.

*Doce da a conocer la siguiente frase: “Vamos hacia una sociedad donde la temática ambiental es una de las grandes preocupaciones de la humanidad, su conocimiento juega un papel de competitividad de primer orden.”* [3] es por ello por lo que se debe dar impulso al conocimiento del impacto de cualquier acción que el hombre genere por su innegable relación con el ambiente.

Existen investigaciones en las cuales se afirma que, los procesos de construcción y operación de edificios fueron responsables del 39% de emisiones de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) en 2017 [4], asimismo que en la mayoría de los países desarrollados la construcción aporta entre el 20% y el 30% de los residuos sólidos que terminan en vertederos [5]. La cuestión de cómo maximizar el papel positivo de la construcción y minimizar sus impactos negativos ha recibido una atención considerable, y muchas instituciones relacionadas con la construcción ahora dan prioridad a la construcción sostenible o ecológica.

En efecto, el presente siglo nos anima a desarrollar un nuevo aspecto de la construcción, un aspecto de sostenibilidad, el cual tendrá como misión reducir la huella ecológica, manteniendo y mejorando la comodidad, y viendo siempre la accesibilidad de la mano de la seguridad constructiva para beneficio de todas las sociedades.

Se entiende entonces que es necesario el correcto uso de los recursos naturales en primer lugar, entrando en la necesidad de realizar construcciones sostenibles. En base al artículo

científico de Juan Bautista y Nelson Loaiza [6], ellos sustentan que edificaciones sostenibles conllevan a que se aminore el desperdicio de materiales durante su fabricación, sean competentes en términos de gasto energético y agua, pues dependiendo del diseño y materiales empleados en la construcción, se puede lograr o no una mayor eficiencia de energía, la cual representa uno de los principales pilares de la construcción sostenible.

Esta actividad económica, es a nivel mundial el sector que tiene más viabilidad para disminuir sus efectos nocivos hacia el ecosistema, ya que mediante pequeños cambios que no afectarían significativamente en el valor total, sería lo justo como para reducir en promedio un 30% el consumo de energía, 35% las emisiones de carbono (CO<sub>2</sub>), hasta un 50% el consumo de agua, además de generar ahorros del 50% al 90% en el costo de disposición de desechos sólidos”. [7]

En el caso de Perú, existe una deficiente implementación de políticas de construcción sostenible y un alza de crecimiento en cuanto a obras de ingeniería civil, por lo que se busca integrar indicadores que cuantifiquen el impacto que se va a generar. Uno de los indicadores más relevantes empleados a nivel mundial es el indicador de la Huella Ecológica, el cual vendría a ser en términos simples, el índice que mide la cantidad de tierra cultivable, urbana y necesaria para contrapesar la emanación de contaminantes.

Poniéndonos en contexto con la zona de estudio, el distrito de Mochumí tiene una superficie territorial de 103.70 kilómetros cuadrados, 1.11% del territorio de la Provincia de Lambayeque. Tiene una población total de 19,169 habitantes, con una densidad poblacional de 185 habitantes por kilómetro cuadrado, de los cuales el 38.6% pertenece a la zona urbana y el 61.4% a la zona rural. [8]

Algunas de las viviendas de la extensión rural, al pasar los años han ido dejando de emplear su forma tradicional de construcción a base de adobe por la construcción con ladrillo artesanal y concreto, creyendo que esta última es más eficiente y confortable. Independientemente del material empleado para su construcción, han sido mayormente realizadas de manera empírica, lo que ocasiona alteración en la calidad de vida y aumenta el riesgo de accidentes en sus habitantes.

Con la presente tesis se demostrará que una vivienda hecha con adobe resultará óptima, tanto por su diseño, confort y economía como por su respeto al medio ambiente. Ya que, si bien es cierto, el usar este material ha fallado en el proceso constructivo, se puede mejorar y potenciar el mismo, añadiéndole el plus de demostrar mediante el indicador huella ecológica cuánto más ecoamigable resulta y así evitar también una perturbación ambiental y desentono paisajístico. (Ver anexo 01)

Es por todo lo anteriormente expuesto que, en aras de la necesidad ambiental y social de esta localidad rural, se presenta este proyecto como opción de evaluar el impacto y sostenibilidad mediante la huella ecológica entre dos edificaciones rurales construidas con ladrillo artesanal y adobe respectivamente ya que son los materiales de construcción más usados por su disponibilidad en cuanto a economía y a materia prima. Así, mediante el estudio de huella ecológica que cada uno genere, se logrará cuantificar datos referentes al consumo de recursos naturales y energía, permitiendo conocer de manera concreta el nivel de sostenibilidad y posibilitando una comparación.

Al haber analizado la situación problemática, se puede justificar la investigación bajo distintos frentes, tal como el técnico, pues el proyecto se sustenta en la revisión y percepción de la necesidad de construir teniendo en cuenta el impacto que esta actividad genera al medio ambiente, así como también medir la sostenibilidad en la zona de estudio mediante el indicador huella ecológica.

Otro frente para tener en cuenta es el ambiental, ya que debe darse la relevancia suficiente al reconocimiento del impacto que genera la construcción y el compromiso para con nuestro planeta y futuras generaciones, el dejar de pensar que los recursos naturales son infinitos, o que las acciones no tienen consecuencias, es clave.

En el frente social, el proyecto generará un valor no solo para el ambiente, sino también para la calidad de vida de los pobladores del sector rural de Mochumí, puesto que se diseñará una vivienda teniendo en cuenta tanto la normativa de construcción para su seguridad, sus funciones diarias para el diseño de esta y la disponibilidad de materiales empleados de materia prima para su beneficio económico. Por último, el aspecto económico tiene justificación en la misma sostenibilidad de la vivienda, ya que esta dará paso a un consiguiente ahorro en la construcción, sin dejar de lado la seguridad.

Por todo lo expuesto, es que la presente tesis tiene como objetivo principal evaluar el impacto sobre el ambiente y la sostenibilidad mediante la huella ecológica entre dos edificaciones rurales construidas con ladrillos artesanales y adobe respectivamente, en Mochumí, para el año 2021. Para la consumación de este, es que se establecieron los siguientes objetivos específicos:

- Identificar el tipo de vivienda más construido en la zona rural de Mochumí.
- Elegir un modelo típico de vivienda de la zona rural de Mochumí.
- Diseñar una estructura en base al modelo típico seleccionado con ladrillo artesanal y adobe.
- Elaborar el metrado y presupuesto correspondiente a los modelos planteados.
- Estimar los consumos de materiales y energía que se generan durante la construcción de la casa rural aplicando el indicador huella ecológica.
- Determinar y comparar la sostenibilidad de ambas viviendas construidas de ladrillos artesanales y una de adobe respectivamente, en la zona rural de Mochumí.

Como antecedentes más destacados a la problemática de este estudio, podemos mencionar a N. Chettri, D. Gautam, S. Chikermane, V. Prakash, quienes en su artículo “Sustainability assessment of Bhutanese vernacular wattle and daub houses” [9] destacan el grave desafío del medio ambiente contra las modernas tecnologías de construcción que dependen en su mayor parte de recursos no renovables. Es por ello que realizan un análisis de sostenibilidad de las casas tradicionales de adobe en Bután, comparándolas a su vez con la sostenibilidad de las construcciones de mampostería de ladrillo y piedra, teniendo como resultado que, aunque los parámetros individuales tienen puntajes diversos, el sistema de puntaje general concluye que el adobe tiene el puntaje de sustentabilidad más alto y a su vez, es la solución de vivienda más apropiada en comparación con las construcciones de mampostería de ladrillos de piedra y arcilla quemada. El estudio se refiere a los aspectos de sostenibilidad de los materiales, centrándose en la resistencia y durabilidad.

Por otro lado, tenemos el estudio de M. Liu, B. Zhang, J. Ren, H. Gu, J. Yuan, titulado “Sustainability Evaluation of the Ecological Footprint of Rural Residential Houses with Difference Materials” [10] el cual se enfoca en la comparación de sostenibilidad de las casas con diferentes materiales de construcción entre la zona urbana y la zona rural de China mediante el indicador huella ecológica. Se realizaron 4 modelos de vivienda y, a pesar de que la técnica de

la elaboración de adobe no es exactamente igual a la técnica peruana, resultó ser ésta la más sostenible.

En base a estos estudios previos se esperó que la vivienda con menor huella ecológica sea la vivienda elaborada con adobe.

## **Revisión de literatura**

### *Antecedentes del problema*

**Antonio Freire Guerrero. 2017. Presupuesto ambiental. Evaluación de la huella ecológica del proyecto a través de la clasificación de la base de costes de la construcción de Andalucía, Sevilla. Tesis doctoral, Universidad de Sevilla. [1]**

Freire tuvo el propósito de minimizar el impacto que ocasionan las acciones realizadas durante el ciclo de vida de las edificaciones realizando la medición o cuantificación de impactos negativos, por lo que busca vincular un coste ambiental con uno económico, el cual ya se encuentra ampliamente ejercido y entendido por la sociedad. En este proyecto, se hizo uso del indicador huella ecológica (HE) para la elaboración del modelo propuesto.

Se desarrolló una metodología que posibilite tener la HE de algún factor que se use a lo largo del ciclo de vida de un edificio siguiendo el sistema de clasificación en los bancos de costes de construcción para luego ser aplicado a un proyecto concreto para sustentar su validación. Por último, se demuestra la versatilidad del indicador HE al sector construcción, siguiendo con los modelos tradicionales de los presupuestos de obras.

**A. Freire Guerrero, J. Muñoz Martín y M. Marrero. 2016. Incorporación de huella de carbono y huella ecológica en las bases de costes de construcción: Estudio de caso de un proyecto de urbanización de Écija, España. Hábitat Sustentable. [11]**

Propusieron la incorporación tanto del indicador huella ecológica como de huella de carbono en las bases de costes de construcción (BCC), con la justificación de que éstas constituyen herramientas sencillas y factibles de emplear de tal modo que sea posible añadir el factor ambiental en los presupuestos de proyectos de construcción.

Para su desarrollo, propusieron calcular un presupuesto ambiental validándolo con el modelo de urbanización industrial de Écija, en España, dando como resultado la demostración de ésta, que dicha incorporación es viable y que de ese modo se posibilita y simplifica la toma de

decisiones en la realización de un proyecto tal que dé como resultado una mejora en la calificación ambiental.

**H. Yang, Z. Gong, C. Chen y T. Zhao. 2020. Ecological Footprint of Residential Building in Xining. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. [12]**

Calcularon mediante el indicador huella ecológica el edificio residencial Xining en todo su ciclo de vida; el objetivo fue comprender el impacto de los edificios en el medio ambiente. Los resultados mostraron un déficit ecológico, el cual propusieron reducir mediante el mejoramiento del uso sostenible de materiales de construcción para así promover el desarrollo sostenible de esta industria.

**A. Gisbert Nieto. 2020. El adobe, una oportunidad de desarrollo sostenible para la región ixil: Proyecto para la recuperación de construcción en las comunidades de Nebaj, Guatemala, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. [13]**

Es importante señalar la importancia de las prácticas tradicionales que hacen mantener la esencia de un lugar, por ello, Gisbert, rescató que en Nebaj, Guatemala, se encontraba la problemática de la progresiva pérdida del tradicional adobe como material de construcción en tal territorio y dado que éste es un insumo más económico y sostenible que el cada vez más usado block de hormigón, y a su vez, más amigable y acorde con las tradiciones locales y el medio paisajístico, es que se propone la recuperación de la práctica constructiva con el mismo.

Aquí, se analizaron los posibles causales de la pérdida del adobe como material constructivo, la apreciación de la población local en cuanto a este material o las diversas técnicas sismorresistentes existentes, entre otros aspectos. Se concluye con la planificación de talleres para capacitar respecto a la construcción de hogares sismorresistentes en adobe, dando lugar al desarrollo sostenible de la región.

**M. Díaz Torres, H. P. Parada Carrillo y M. J. Alvarado Arias. 2019. Usos del adobe en diferentes países de América Latina. Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo. [14]**

Para estos investigadores fue importante investigar el empleo del adobe en distintos países como Perú, México y Colombia; mediante tal estudio se observaron los usos en cada país para su posterior comparación, haciendo hincapié a la implementación de estos procesos constructivos en Colombia, ventajas y aprovechamientos que otorga el construir con este material. Como conclusión se pudo determinar que la integración del uso del adobe en obras

tradicionales actuales otorga un desempeño positivo tanto ambiental como económico, ayudando así a diversos sectores de población.

**Ming Liu, Baogang Zhang, Jingwei Ren, Honglei Gu, Jie Yuan. 2018. Sustainability Evaluation of the Ecological Footprint of Rural Residential Houses with Difference Materials. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. [10]**

Empleando el indicador Huella Ecológica, se logró evaluar y comparar la sostenibilidad de cuatro modelos de vivienda en la zona urbana y rural del norte de China, siendo estas diferenciadas por el material de construcción. Los resultados obtenidos mostraron que se puede reducir la HE en las viviendas rurales empleando el adobe, y en general, que se puede reducir la huella ecológica total al reducirla en la etapa de construcción, observando que lo más importante recae en elegir los materiales.

**L. L. Jaimes Gutierrez. 2019. Estimación de la Huella Ecológica de la Universidad Peruana Unión, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú. [15]**

En investigaciones respecto a huella ecológica nacionales, encontramos la investigación de Jaimes, quien analizó el impacto sobre el ambiente en la fase de uso de la Universidad Peruana Unión centrándose en la evaluación de 05 variables: agua, energía eléctrica, superficie construida, papel y movilidad. Este trabajo termina dándole importancia absoluta al indicador HE, pues al mismo tiempo de informar el impacto que se origina y con esto, abogar por la mejora en la toma de decisiones, también relaciona a las personas con la naturaleza.

### ***Bases teórico-científicas***

*Indicadores de sostenibilidad:* el desarrollo sostenible comienza utilizando indicadores que demuestren cuánta sostenibilidad hay debido a que no se puede empezar a actuar en pro de ésta si ni siquiera se conoce su estado actual.

*Indicador Huella Ecológica (HE):* es considerado como el indicador de la nueva globalización, al cual también se le conoce como equivalente a deuda ecológica, el cual es un indicador integral pues convierte el consumo de recursos naturales de la población de un territorio a superficie de naturaleza, para luego compararla con la capacidad de carga real del mismo, este deja claras y delimitadas las responsabilidades de cada cual en el desequilibrio ambiental [16] y pretende indicar cómo es nuestra situación consumista para ponerle remedio.

Se puede definir la HE de una población como el total de espacios de tierra y mar, ecológicamente productivos, necesarios para producir todos los recursos consumidos por esa población y para asimilar todos sus desechos. Se expresa en hectárea de superficie o hectáreas globales, donde una hectárea son 10 000 metros cuadrados.

Los consumos son transformados convenientemente a hectáreas, se comparan con la capacidad de carga, o terreno real equivalente del que disponemos, para obtener el balance final que podrá ser positivo (superávit) o negativo (déficit). Estas superficies de hectáreas se pueden convertir a CO<sub>2</sub>, que refleja, por tanto, cómo se pueden compensar las emisiones directas o indirectas de CO<sub>2</sub> (la huella de carbono). Es aplicable a todo tipo de escala, tanto a países como a empresas, como a personas.

*Capacidad de carga:* es la máxima población de una especie que puede mantenerse de forma sostenible en un territorio determinado, conservando los recursos.

*Consumos e intensidad energética:* la base fundamental para el cálculo de la huella ecológica es la división del consumo por la productividad, lo cual se obtiene de forma prácticamente directa en el caso de los recursos bióticos.

*Productividad natural:* viene a ser la que permite conocer la huella, es decir, la división del consumo entre la productividad, y se puede aplicar a todo tipo de consumos de recursos renovables.

*Productividad energética:* es utilizada para conocer el consumo de materiales como maquinaria, productos químicos, material de construcción, etc. Se deben transformar todos los elementos en energía (utilizada en su producción o fabricación) y dividirla entre la productividad energética de la tierra).

*Factor de equivalencia:* ya que se deben homogeneizar los diferentes tipos de suelo, esto se obtiene con la multiplicación de la huella hallada por un factor de equivalencia, el cual representa la productividad potencial media global de todas las áreas bioproductivas. (que tantas veces más productiva es, que la tierra bioproductiva media mundial). Se obtiene así la HE final [16].

*Tabla 1: Factores de equivalencia*

| TIPO DE ÁREA                  | FACTOR DE EQUIVALENCIA<br>(hectáreas globales por hectárea) |
|-------------------------------|---|
| Tierras de cultivo            | 2.51  |
| Tierras de bosque             | 1.26  |
| Tierras de pastoreo           | 0.46  |
| Aguas marinas y continentales | 0.37  |
| Área construida               | 2.51  |

Fuente: Extraído de [17]

### ***Determinación de la HE:***

En cuanto a la metodología, es necesario determinar los orígenes del impacto de la huella ecológica, los cuales vienen a ser:

- Los consumos directos, son los que generan un gasto tanto de energía como de agua.
- Los consumos indirectos, estos provienen de un gasto previo, aquí se analizan los consumos por parte de la mano de obra empleada, aquello que derive de su alimento y de su movilidad empleada durante el proceso de construcción, por otra parte, también se analizan los consumos de los materiales empleados en la construcción.
- Los residuos, que se generarían a lo largo del proceso de construcción.
- La superficie construida, que es el consumo del mismo territorio.

Cabe resaltar que cada una de las fuentes de impacto emplea recursos (energía, agua, mano de obra, materiales) o genera residuos.

A través de los elementos intermedios, se transforman dichos consumos en elementos que nos permiten definir las distintas huellas que conforman la huella global del sistema de estudio, y que se verán detenidamente en los próximos apartados.

Son elementos intermedios:

- Los combustibles
- La electricidad
- La movilidad
- El transporte de materiales a la obra

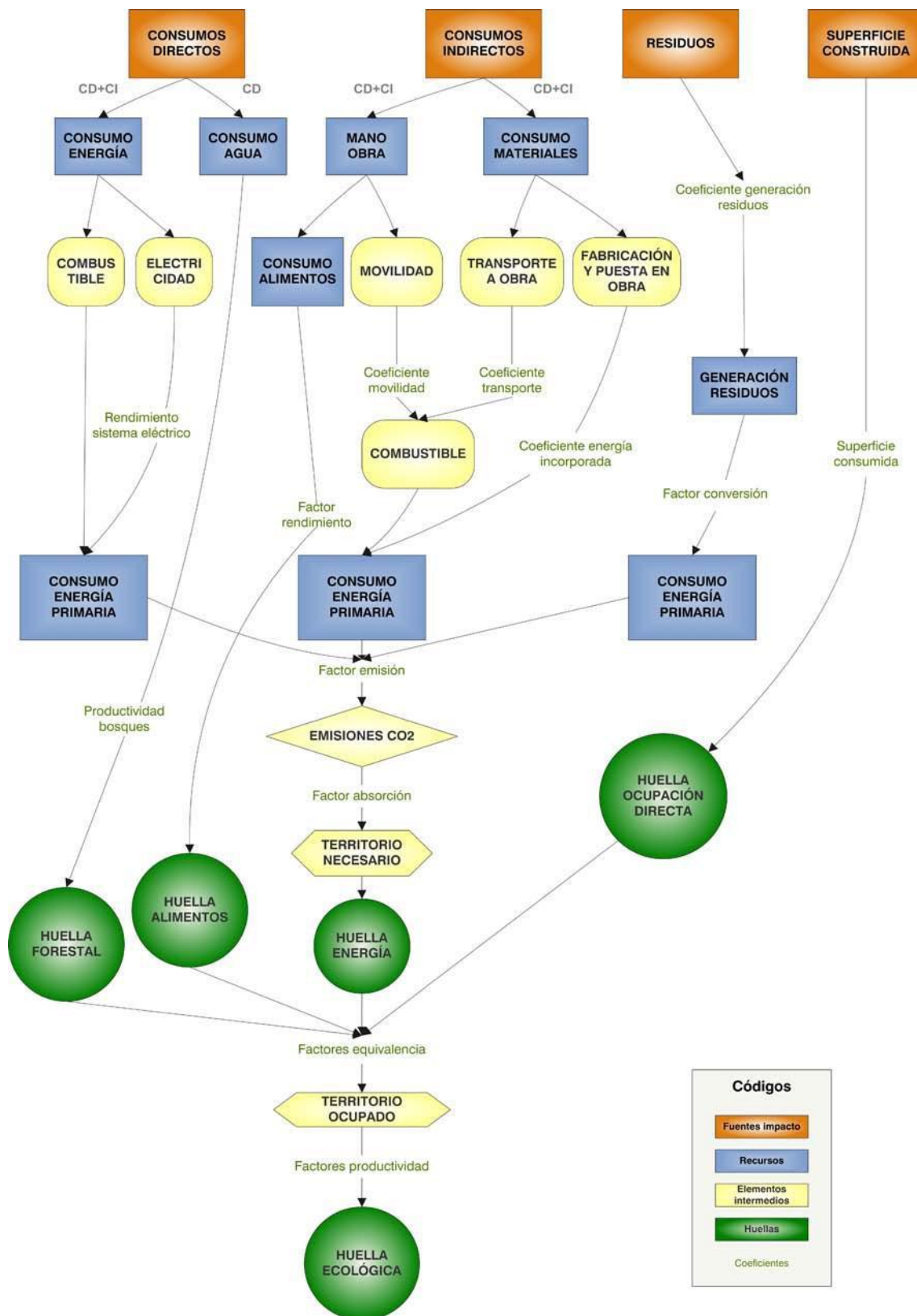
- La fabricación de los materiales de construcción
- Las emisiones de CO<sub>2</sub>
- El territorio necesario para absorber las emisiones de CO<sub>2</sub>
- El territorio ocupado por las distintas fuentes de impacto

Y los distintos coeficientes que nos permiten transformar los consumos y elementos intermedios en huellas parciales son los siguientes:

- El rendimiento del sistema eléctrico
- La productividad de los bosques
- El factor de rendimiento de los alimentos
- El coeficiente de movilidad
- El coeficiente de transporte
- El coeficiente de energía incorporada
- El coeficiente de generación de residuos
- El factor de conversión de residuos
- La superficie consumida
- El factor de emisiones
- El factor de absorción
- Los factores de equivalencia
- Los factores de productividad

Mediante los elementos intermedios y los coeficientes obtenemos las distintas huellas parciales y totales que se generan.

Figura 1: Metodología de la investigación



Fuente: Extraído de [18]

## **Materiales y métodos**

### ***Tipo y nivel de investigación***

De acuerdo con el fin que se persigue la investigación es de tipo aplicada ya que los resultados que se obtendrán podrán servir como base para cualquier tipo de investigación que se elabore posteriormente a esta. [19]

La investigación desarrollada es de tipo descriptiva, pues se observará, analizará y detallará la situación problemática de la muestra de estudio, así como de tipo aplicada ya que mediante el indicador huella ecológica evaluaremos el impacto sobre el ambiente y la sostenibilidad de dicha muestra. [19]

### ***Población, muestra, muestreo***

**Población:** Debido a que esta investigación es de tipo descriptiva, la población abarcará tanto las viviendas construidas en la zona rural de Mochumí como el conjunto de fuentes utilizadas (libros, tesis, artículos científicos). [19]

**Muestra de estudio:** Viviendas construidas de adobe y ladrillo artesanal en la zona rural de Mochumí.

**Muestreo:** No probabilístico por conveniencia.

### ***Criterios de selección***

El presente informe se llevó a cabo por ser un tema de gran importancia para la sociedad, así como por la ausencia de investigación relacionado al mismo. Los resultados dan posibilidad a futuras investigaciones y, sobre todo, aplicaciones para mejorar la calidad de vida de la población estudiada y otras comunidades.

Para llevarlo a cabo, se determinó el área de estudio por conveniencia.

### *Mención de instrumentos aplicados*

*Tabla 2: Instrumentos aplicados*

| <b>TÉCNICA</b>             | <b>INSTRUMENTO</b>  | <b>ELEMENTOS DE LA POBLACIÓN</b>  |
|----------------------------|---|---|
| <b>Observación</b>         | Fotos y ficha de observación: Descripción y comentario de fotos tomadas en visitas presenciales a la zona rural de Mochumí. (Ver anexo 01 y 02) | Materiales de construcción, estado de viviendas, características generales. |
| <b>Análisis documental</b> | Fichas de registro y análisis documental. (Ver anexo 03)  | Libros, tesis y artículos científicos.                                      |
| <b>Entrevista</b>          | Cuestionario: Listado de preguntas. (Ver anexo 04, 05, 06)  | Pobladores dueños de viviendas de la zona rural de Mochumí.                 |

*Fuente: Propia*

### *Procedimientos*

#### **Determinación de la huella ecológica**

Los cálculos que se realizaron se obtuvieron mediante el uso de las fórmulas de Wackernagel [18] las cuales se muestran a continuación.

#### **Huella relacionada al consumo de energía (combustible y electricidad)**

En el presente proyecto se realizó un análisis de la cantidad de combustible consumido en obra en base a la cantidad de maquinaria empleada. Para ello se tomó en cuenta las horas máquinas de cada equipo obtenido del análisis de la relación de insumos por cada especialidad, mediante el programa S10.

Para ello, se recomienda adicionar un porcentaje de desperdicio de combustible, en función de la fabricación y mantenimiento de maquinarias. [20]

Para el presente análisis se emplearon las siguientes formulas:

Huella relacionada al combustible

$$HE_{cc} = \frac{C}{PE_i} \times FE_f$$

Donde:

**HEcc:** Huella ecológica ponderada del consumo de combustible en obra

**PEi:** Productividad energética (GJ/ha)

**C:** Consumo de energía combustible (GJ)

**FEi:** Factor de equivalencia

Huella relacionada al consumo de energía eléctrica

$$HE_{ce} = \frac{C}{PE_i} \times FE_f$$

Donde:

**HEce:** Huella ecológica ponderada del consumo de energía en obra

**PEi:** Productividad energética (GJ/ha)

**C:** Consumo de energía combustible (GJ)

Se consideró el consumo energético de electricidad a nivel nacional.

***Determinación de la huella ecológica relacionada al consumo del agua***

El agua es uno de los elementos más preciados y al mismo tiempo escasos en el planeta.

Para ello se realizaron los siguientes procedimientos:

- Se determinó la cantidad de agua empleada en obra.
- Se aumenta un porcentaje del 10% considerando que sea para usos adicionales o desperdicio en cuanto a la limpieza y aseo de los trabajadores.
- Se procedió a calcular la huella ecológica del consumo de agua mediante la siguiente fórmula:

$$HE_{pa} = \frac{C}{P_b} * FE_B$$

Donde:

HE<sub>pa</sub>: Huella ecológica obtenida para el consumo de agua, su unidad es hag.

C<sub>i</sub>: Consumo de agua, su unidad es metros cúbicos (m<sup>3</sup>).

PE<sub>i</sub>: Productividad en base al factor de equivalencia. Para ello se empleará un factor equivalente al 10% de la productividad de bosques, la cual equivaldría a 150 m<sup>3</sup>/ha/año según lo que indica Domenech. [16]

$FE_B$ : Factor de equivalencia para análisis, estos son obtenidos de la tabla 01 y su unidad es hag/ha.

### ***Determinación de la huella ecológica relacionada a la mano de obra respecto del consumo de alimento***

Para realizar este análisis se tomó en cuenta las recomendaciones de Domenech [16]; el indica lo siguiente:

- Se debe conocer el número total de horas trabajadas por la mano de obra durante la ejecución total de obra.
- Analizar y clasificar los alimentos del menú de trabajadores, el cual fue asumido, para poder determinar la huella fósil, huella de pastos, huella de cultivos y huella de mar de los alimentos.
- Emplear las siguientes fórmulas dadas por Solís para obtener la huella ecológica total para el consumo de alimento.

$$HE_{pal} = \frac{HE_c}{h_c} * N_H$$

Donde:

$HE_{pal}$ : Huella ecológica obtenida para el consumo de alimentos, su unidad es hag.

$HE_c$ : Huella ecológica, su unidad es hag/comida.

$h_c$ : 8 horas/comida.

$N_h$ : Número total de horas trabajadas.

$$HE_c = \frac{C * IE}{P_E} * F_{EB}$$

Donde:

$HE_c$ : Huella ecológica, su unidad es hag/comida.

$C$ : Consumo de alimento, su unidad es tonelada (t).

$IE$ : Intensidad Energética, su unidad es GJ/t.

$P_e$ : Productividad, su unidad es GJ/ha

$$C * IE = \frac{C_s}{1000} \left[ \sum_i \%alim_i / 100 * C_i * IE_i \right]$$

Donde:

$C_s$ : Costo de menú, se asumió 7 nuevos soles.

$\%alimento$ : Porcentaje del menú que representa cada alimento.

$C_i$ : Consumo en toneladas por cada 1000 nuevos soles

IE: Intensidad energética del alimento.

### ***Determinación de la huella ecológica relacionada a la mano de obra respecto del consumo de la movilidad***

Para poder realizar el siguiente análisis se procedió a realizar los siguientes pasos:

- Se asumió 4 diferentes medios de transporte, siendo estos: moto lineal, moto taxi, servicio público o colectivos y bicicleta.
- Se determinó una distancia media desde diferentes puntos del poblado de Mochumí hacia el área de trabajo.
- Se realizó el análisis de ocupación media por vehículo de los trabajadores, la cual se observa en el siguiente cuadro.
- Se analizó el combustible empleado para cada tipo de medio de transporte.
- Se aplicó la fórmula de huella de energía para determinar su impacto en la huella ecológica.

### ***Determinación de la huella ecológica relacionada al consumo de los materiales***

En los ítems anteriores se han hecho diferentes análisis en base a la mano de obra empleada durante la ejecución de la obra. En el presente ítem se iniciará el análisis de los materiales empleados en la misma.

Cabe resaltar que este análisis se hace en base a la energía incorporada para la fabricación, transporte y su puesta en obra de los materiales de construcción para las diferentes partidas y/o actividades que se realicen en la vivienda [18].

Para ello la fórmula a emplearse es la que recomienda Solis [18], la cual es la siguiente:

$$HE_{pm} = \frac{\sum_i C m_i * E_i m_i}{PE} * FE_B$$

Donde:

HE<sub>pm</sub>: Huella ecológica ponderada de los materiales de construcción, su unidad es ha

C: Consumo del material, su unidad es kilogramo (kg).

IE: Energía incorporada específica del material, su unidad es MJ/kg.

Pe: Productividad energética del petróleo, su unidad es MJ/ha

### ***Determinación de la huella ecológica relacionada a los residuos***

En el siguiente punto se analizó lo referente al impacto que generan los residuos de construcción y las excavaciones realizadas en los diferentes proyectos. Para ello se empleará la metodología de Solis [20], el indica que para este análisis se debe realizar el mismo procedimiento que para el análisis de materiales, empleando la misma intensidad energética y restando el porcentaje de energía que se podría recuperar del reciclaje.

### ***Determinación de la huella ecológica relacionada a la superficie construida***

Para este análisis se consideró la transformación sufrida por el suelo al momento de realizar alguna edificación. Para ello Solis [20] recomienda la siguiente fórmula:

$$HE_{ps} = S * FE_{sc}$$

Donde:

HE<sub>ps</sub>: Huella ecológica ponderada de ocupación directa, su unidad es hag

S: Superficie consumida, su unidad es hectáreas (ha).

FE: Factor de equivalencia de la superficie construida.

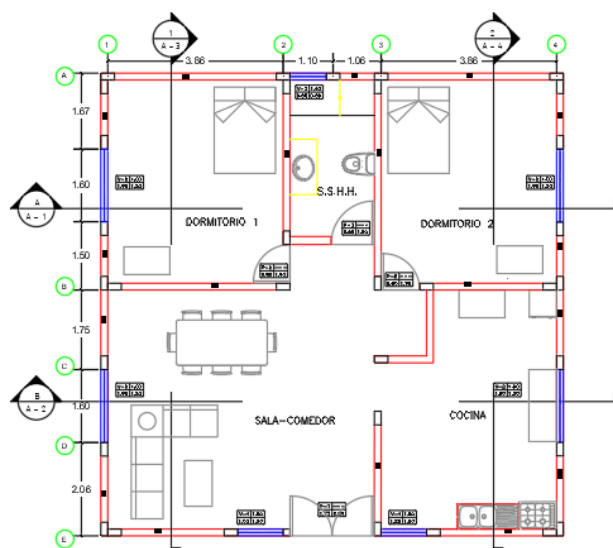
### ***Propuesta de vivienda de ladrillo artesanal***

Los planos completos de la siguiente propuesta se ubican en el anexo N°40.

### **Propuesta arquitectónica**

En el presente capítulo se realizó la propuesta arquitectónica de la vivienda unifamiliar localizada en el distrito de Mochumí. En base a las encuestas realizadas a la población, ubicadas en los anexos 04, 05 y 06, es que se pudo realizar una propuesta en base a las áreas comunes de las diferentes viviendas, esta distribución se puede apreciar en la figura N°2.

*Figura 2: Propuesta arquitectónica de la vivienda de albañilería*

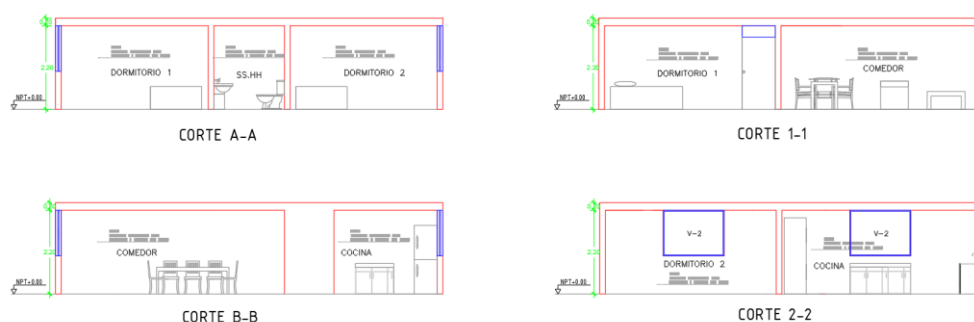


*Fuente: Propia*

El presente proyecto cuenta con un área de 103.76 m<sup>2</sup>, teniendo un solo piso, ubicado en el departamento de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Distrito de Mochumí. La vivienda cuenta con 5 ambientes: cocina, sala-comedor, dos dormitorios y un baño completo.

En base al predimensionamiento estructural se optó por emplear muros de albañilería King-Kong 18 huecos para los muros portantes. Así mismo la edificación cuenta con una altura de 2.40 m, teniendo una losa de espesor de 0.20 m. En base a la figura N° 3 se pueden apreciar los detalles que presenta la edificación mediante los cortes realizados a la planta arquitectónica.

*Figura 3: Cortes arquitectónicos-albañilería*



*Fuente: Propia*

### ***Propuesta estructural***

### ***Normativa empleada***

Para el presente capítulo se tomaron en cuenta las siguientes normativas:

- Diseño de madera: Norma E-010 de Madera
- Metrado de cargas: Norma E-020 de cargas
- Análisis Sísmico: Norma E-030 de Diseño Sismorresistente
- Diseño de cimentaciones: Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones
- Diseño de concreto: Norma E-060 de Concreto Armado
- Diseño de albañilería: Norma E-070 de Albañilería

### *Cargas de diseño*

#### **Concreto Armado:**

En base a la normativa E-060 [21] se realizó el diseño de los elementos de concreto armado en base a esfuerzos últimos, el cual indica que la resistencia de diseño de las secciones ( $\phi R_n$ ) debe ser menor o igual a las resistencias últimas requeridas ( $R_u$ ), en base al análisis de cargas y fuerzas amplificadas por las combinaciones de diseño otorgadas por la norma E-060, las cuales son:

- ✓ R1:  $1.4CM + 1.7CV$
- ✓ R2:  $1.25(CM+CV) \pm S$
- ✓ R3:  $0.9CM \pm S$
- ✓ R4:  $1.4CM + 1.7CV + 1.7CE$

Donde CM es la carga muerta, la cual se obtiene por el peso propio, tabiques u otros elementos fijos en la estructura. La carga viva (CV) será aquella carga obtenida por la norma E-020 la cual analiza la carga variable por presencia de personas en una determinada zona, así como cargas para efectos de mantenimiento en la misma. La carga sísmica (S) será la obtenida por la Norma E-030 en base al análisis estático o dinámico de la estructura y la carga de empuje del Suelo (CE) obtenida en base a las propiedades del suelo.

Además, la norma E-060 [21] indica que, para los diferentes estados últimos del concreto, se deberá multiplicar su resistencia de la sección por su respectivo factor de reducción ( $\phi$ ), en base al análisis realizado.

#### **Flexión**

Flexión sin carga axial 0.90

#### **Carga axial y carga axial con flexión**

Para carga axial de tracción con o sin flexión 0.90

### Para carga axial de compresión con o sin flexión

Para elementos con refuerzo en espiral: 0.75

Para otros elementos: 0.70

### Corte y torsión

Corte y torsión: 0.85

Aplastamiento del concreto: 0.70

Concreto simple: 0.65

### Albañilería confinada:

El sistema estructural empleado fue de muros portantes, para ello se tomó en cuenta lo estipulado en la Norma E-070 del reglamento nacional de edificaciones.

La zona de estudio es el distrito de Mochumí, la cual en base a la tabla del anexo 2 de la norma E-030 se encuentra ubicada en la zona 4, esta se puede apreciar en la figura 4; teniendo en cuenta la clasificación por zona, se revisó las limitaciones de pisos y el tipo de ladrillo a emplearse según la tabla 2 de la norma E-070, presente en la figura 5, la cual indica que para la zona 4 se podrá emplear ladrillo artesanal hasta un máximo de dos pisos, el presente proyecto fue diseñado para un solo nivel con lo que se cumplió con este requisito.

Figura 4: Tabla de zonificación sísmica.

| REGIÓN (DPTO.) | PROVINCIA    | DISTRITO        | ZONA SÍSMICA        | ÁMBITO           |                     |
|----------------|--------------|-----------------|---------------------|------------------|---------------------|
| LAMBAYEQUE     | FERREÑAFE    | CAÑARIS         | 3                   | DOS DISTRITOS    |                     |
|                |              | INCAHUASI       |                     |                  |                     |
|                |              | FERREÑAFE       | 4                   | CUATRO DISTRITOS |                     |
|                |              | MANUELA MESONES |                     |                  |                     |
|                |              | MURO            |                     |                  |                     |
|                | PITIPO       |                 |                     |                  |                     |
|                | PUEBLO NUEVO |                 |                     |                  |                     |
|                | LAMBAYEQUE   | LAMBAYEQUE      | SALAS               | 3                | UN DISTRITO         |
|                |              |                 | CHOCHOPE            | 4                | ONCE DISTRITOS      |
|                |              |                 | ILLIMO              |                  |                     |
|                |              |                 | JAYANCA             |                  |                     |
|                |              |                 | LAMBAYEQUE          |                  |                     |
|                |              |                 | MOCHUMI             |                  |                     |
|                |              |                 | MORROPE             |                  |                     |
|                |              |                 | MOTUPE              |                  |                     |
|                |              |                 | OLMOS               |                  |                     |
|                |              |                 | PACORA              |                  |                     |
|                |              |                 | SAN JOSÉ            |                  |                     |
|                | TUCUME       |                 |                     |                  |                     |
|                | CHICLAYO     | CHICLAYO        | CAVALTI             | 4                | TODOS LOS DISTRITOS |
|                |              |                 | CHICLAYO            |                  |                     |
|                |              |                 | CHONGOYAPE          |                  |                     |
|                |              |                 | ETEN                |                  |                     |
|                |              |                 | ETEN PUERTO         |                  |                     |
|                |              |                 | JOSÉ LEONARDO ORTIZ |                  |                     |
|                |              |                 | LA VICTORIA         |                  |                     |
|                |              |                 | LAGUNAS             |                  |                     |
| MONSEFÚ        |              |                 |                     |                  |                     |
| NUEVA ARICA    |              |                 |                     |                  |                     |
| OYOTÚN         |              |                 |                     |                  |                     |
| PATAPO         |              |                 |                     |                  |                     |
| PICSI          |              |                 |                     |                  |                     |
| PIMENTEL       |              |                 |                     |                  |                     |
| POMALCA        |              |                 |                     |                  |                     |
| PUCALÁ         |              |                 |                     |                  |                     |
| REQUE          |              |                 |                     |                  |                     |
| SANTA ROSA     |              |                 |                     |                  |                     |
| SANJA          |              |                 |                     |                  |                     |
| TUMAN          |              |                 |                     |                  |                     |

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones [21]

Figura 5: Tabla de Limitaciones en el uso de unidad de albañilería para muros confinados.

| TABLA 2<br>LIMITACIONES EN EL USO DE LA UNIDAD DE ALBAÑILERÍA PARA MUROS<br>CONFINADOS |   |   |                                |
|--|---|---|--------------------------------|
| TIPO   | ZONA SÍSMICA 2, 3 Y 4                       |   | ZONA SÍSMICA<br>1              |
|  | Muro portante en edificios de 4 pisos a más | Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos | Muro portante en todo edificio |
| Sólido Artesanal *   | No  | Sí, hasta dos pisos                       | Sí                             |
| Sólido Industrial  | Sí  | Sí  | Sí                             |
| Hueca  | No  | No  | Sí                             |
| Tubular  | No  | No  | Sí, hasta 2 pisos              |

\* Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil.

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones [21]*

Para las propiedades mecánicas se recurrió a la tabla 7 de la norma E-070, siendo para una materia prima de arcilla, ladrillo King Kong artesanal clase I.

Así mismo en base a las recomendaciones de la Norma E-070 se consideró como muro portante, todo aquel cuya longitud total, incluyendo elementos de confinamiento, sea mayor o igual 1.20 m; este criterio se empleó para así garantizar una correcta rigidez y desempeño estructural.

Además, en base al artículo 23.2 de la norma E-070 [21], la carga de diseño a emplearse fue la de sismo moderado empleando el método de resistencias últimas; el objetivo de este análisis es que la estructura al momento de recibir un sismo severo logre limitar sus daños y pueda presentar una reparación de bajos costos.

Cabe resaltar que la falla que se buscó con el diseño fue que, para los elementos de confinamiento ocurra una falla dúctil antes que los muros portantes, ya que los últimos mencionados deberá fallar por corte en la presencia de un sismo severo, es por ello por lo que la resistencia al corte de estos es mayor o igual a la carga producida por el sismo severo.

### **Madera**

Para este proyecto se ha diseñado una torre, la cual será empleada como base para la futura colocación del tanque de agua. Para ello se realizó las recomendaciones dadas por la norma E-010, [21], la cual indica que todos los elementos de madera serán diseñados en base a esfuerzos admisibles, es decir, que la resistencia de la sección ( $R_n$ ) deberá ser menor que el esfuerzo en servicio del elemento. En base al artículo 5.2.3. de la norma E-010, se optó por emplear los esfuerzos admisibles en base al tipo de madera empleada, esta tabla se adjunta en la figura nº6. En la zona de Mochumí la madera que se emplea es la madera tornillo, la cual es clasificada como tipo III, el criterio de clasificación de la madera es en base a la densidad básica, la cual se encuentra estipulada en el artículo 5.2.1. de la Norma E-010 [21], siendo para la madera tornillo, de acuerdo con la ficha técnica de la cámara nacional forestal mostrada en la figura

n°7, una densidad de 0.45 gr/cm<sup>3</sup> clasificándose como tipo III; así mismo el artículo 5.2.2. indica los módulos de elasticidad según el tipo de madera.

*Figura 6: Tabla de esfuerzos admisibles de la madera.*

#### 5.2.3 Esfuerzos Admisibles \*\*

| Grupo | Esfuerzos Admisibles<br>MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) |                               |                                     |   |                            |
|-------|---|-------------------------------|-------------------------------------|---|----------------------------|
|       | Flexión<br>$f_m$                                  | Tracción<br>Paralela<br>$f_t$ | Compresión<br>Paralela<br>$f_{c//}$ | Compresión<br>Perpendicular<br>$f_{c\perp}$ | Corte<br>Paralelo<br>$f_v$ |
| A     | 20,6 (210)  | 14,2 (145)                    | 14,2 (145)                          | 3,9 (40)                                    | 1,5 (15)                   |
| B     | 14,7 (150)  | 10,3 (105)                    | 10,8 (110)                          | 2,7 (28)                                    | 1,2 (12)                   |
| C     | 9,8 (100)   | 7,3 (75)                      | 7,8 (80)                            | 1,5 (15)                                    | 0,8 (8)                    |

Nota: Para los esfuerzos admisibles en compresión deberán considerarse adicionalmente los efectos de pandeo

(\*\*) Estos valores son para madera húmeda, y pueden ser usados para madera seca.

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones. [21]*

*Figura 7: Tabla de densidad básica.*

#### 5.2.1 Densidad Básica

| Grupo | Densidad Básica g/cm <sup>3</sup> |
|-------|-----------------------------------|
| A     | ≥ 0,71                            |
| B     | 0,56 a 0,70                       |
| C     | 0,40 a 0,55                       |

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones [21]*

*Figura 8: Tabla de Módulo de Elasticidad.*

#### 5.2.2 Módulo de Elasticidad\*

| Grupo | Módulo de Elasticidad (E)<br>MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) |                       |
|-------|--|-----------------------|
|       | $E_{\text{mínimo}}$                                    | $E_{\text{promedio}}$ |
| A     | 9 316 (95 000)   | 12 748 (130 000)      |
| B     | 7 355 (75 000)   | 9 806 (100 000)       |
| C     | 5 394 (55 000)   | 8 826 (90 000)        |

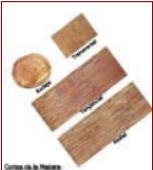
Nota: el módulo de elasticidad (E) es aplicable para elementos en flexión, tracción o compresión en la dirección paralela a las fibras.

(\*) Estos valores son para madera húmeda, y pueden ser usados para madera seca.

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones. [21]*

Figura 9: Ficha técnica de madera tornillo.

| Propiedades Tecnológicas de las Maderas Estudiadas |                                 |      |
|--|---------------------------------|------|
| ESPECIE  | TORNILLO.                       |      |
| DENSIDAD BASICA (gr/cm 3)                          | 0.45                            |      |
| CONTRACCIONES (%)                                  | TANGENCIAL                      | 3.00 |
|  | RADIAL                          | 1.00 |
|  | VOLUM.                          | 3.90 |
| RELACIÓN T/R                                       | 2.2                             |      |
| DUREZA   | MEDIA.                          |      |
| COLOR  | ALBURA ROSADA Y DURAMEN ROJIZO. |      |
| GRANO  | ENTRECRUZADO.                   |      |
| TEXTURA  | GRUESA.                         |      |



Cortes de la Madera

| Características de Procesamiento, Secado, Trabajabilidad y Durabilidad Natural de las Maderas Estudiadas |  |
|--|--|
| DURABILIDAD NATURAL  | ALBURA SUSCEPTIBLE AL ATAQUE BIOLÓGICO.                                    |
| SECADO   | RAPIDO.  |
| TRABAJABILIDAD   | BUENA.   |
| USOS   | PISOS, ESTRUCTURAS, ARMADURAS, VIGAS, COLUMNAS, CARPINTERIA DE INTERIORES. |
| COMERCIO INTERNACIONAL   | NO TIENE.  |

Fuente: Cámara Nacional Forestal.

URL: [http://www.cnf.org.pe/tecnica/tec\\_tornillo.htm](http://www.cnf.org.pe/tecnica/tec_tornillo.htm)

### Propiedades de los materiales

En el presente capítulo se indican las propiedades mecánicas de los materiales a emplearse para el diseño estructural.

#### Concreto

- Resistencia a la compresión ( $f'_c$ ) = 210 kg/cm<sup>2</sup>
- Deformación unitaria máxima ( $\epsilon_u$ ) = 0.003
- Módulo de elasticidad ( $E_c$ ) =  $15000\sqrt{f'_c}$  = 217000 kg/cm<sup>2</sup> (art. 8.5.2. E-060 [21])
- Módulo de Poisson = 0.15
- Módulo de corte ( $G$ ) =  $\frac{E_c}{2.3}$  = 94500 kg/cm<sup>2</sup>

#### Acero de refuerzo

- Resistencia a la fluencia ( $f_y$ ) = 4200 kg/cm<sup>2</sup>
- Deformación unitaria máxima ( $\epsilon_u$ ) = 0.0021
- Módulo de elasticidad ( $E_s$ ) = 2000000 kg/cm<sup>2</sup>

#### Albañilería: King Kong artesanal

- Resistencia a Compresión Axial de las Unidades ( $f'_b$ ) = 50 kg/cm<sup>2</sup>
- Resistencia a Compresión Axial en Pilas ( $f'_m$ ) = 35 kg/cm<sup>2</sup>
- Resistencia al Corte en Murete ( $v'_m$ ) = 5.1 kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de Elasticidad ( $E_m$ ) =  $500f'_m$  = 17,500 kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de Corte ( $G_m$ ) =  $0.4E_m$  = 7000 kg/cm<sup>2</sup>

Madera:

- Resistencia a flexión( $f_m$ )= 100 kg/cm<sup>2</sup>
- Tracción paralela( $f_t$ )= 75 kg/cm<sup>2</sup>
- Compresión paralela( $f_c$ )= 80 kg/cm<sup>2</sup>
- Compresión perpendicular ( $f_c \perp$ )= 15 kg/cm<sup>2</sup>
- Corte paralelo( $f_v$ )= 8 kg/cm<sup>2</sup>

El diseño se hizo en base al plano en planta ubicado en la figura N°2.

### ***Propuesta instalaciones eléctricas***

Para el presente proyecto, en lo que se basa a la propuesta de vivienda de albañilería confinada, se ha considerado como compañía suministradora del servicio a ENSA. Para el análisis se determinó primero la potencia a emplearse en la vivienda en base a cada dispositivo eléctrico que se tendrá en la vivienda. Una vez determinada la potencia total en la edificación se calcularon las secciones de los conductores y las protecciones necesarias para una correcta instalación. Para ello se emplearán las recomendaciones dadas por la norma EM.010. [21], la cual indica que como primer paso se definirán las áreas de la vivienda.

*Tabla 3: Cuadro de medidas de ambientes*

| Ambiente     | Ancho | Largo | Alto | Color |       |       |
|--------------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
|              | (m)   | (m)   | (m)  | Techo | Pared | Suelo |
| Sala-Comedor | 4.01  | 5.42  | 2.20 | Claro | Claro | Claro |
| Cocina       | 3.86  | 5.42  | 2.20 | Claro | Claro | Claro |
| S.S.H.H.     | 1.86  | 3.63  | 2.20 | Claro | Claro | Claro |
| Dormitorio 1 | 3.86  | 4.47  | 2.20 | Claro | Claro | Claro |
| Dormitorio 2 | 3.86  | 4.47  | 2.20 | Claro | Claro | Claro |
| Pasadizo     | 1.86  | 6.41  | 2.20 | Claro | Claro | Claro |

*Fuente: Propia*

En base a los ambientes en análisis, se determinó empleando las tablas de la norma EM.010 el índice de iluminación media. Siendo para la sala-comedor de 100 lux, la cocina 300 lux, los servicios higiénicos de 100 lux, cada dormitorio de 50 lux y el pasadizo de 20 lux.

Figura 10: Tabla de requisitos mínimos de iluminación.

| REQUISITOS MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN |  |        |                  |      |                |  |
|-----------------------------------|--|--------|------------------|------|----------------|--|
| 1. VIVIENDA                       |  |        |                  |      |                |  |
| Nº ref.                           | Tipo de interior, tarea o actividad  | Em lux | UGR <sub>l</sub> | Uo   | R <sub>l</sub> | Requisitos específicos   |
| 1.1                               | <b>Zona privada</b>  |        |                  |      |                |  |
|                                   | Dormitorio   | 50     |                  |      |                |  |
|                                   | Baño   | 100    |                  |      |                |  |
|                                   | Baño (zona de espejo)  | 500    |                  |      |                |  |
|                                   | Cocina   | 300    |                  |      |                |  |
|                                   | Sala, Sala de estar  | 100    |                  |      |                |  |
|                                   | Comedor  | 100    |                  |      |                |  |
|                                   | Estudios, almacenes, depósitos, walking closet, cuartos de trabajo doméstico (planchado, lavandería y similares) | 500    |                  |      |                |  |
|                                   | Patios, zonas abiertas   | 20     |                  |      |                |  |
|                                   | Estacionamientos bajo techo  | 50     |                  |      |                |  |
| 1.2                               | <b>Zonas comunes (aplicable a zonas comunes de cualquier tipo de edificación)</b>                                |        |                  |      |                |  |
|                                   | Vestíbulos de entrada  | 100    | 22               |      | 60             |  |
|                                   | Salas de estar (pública)   | 200    | 22               |      | 80             |  |
|                                   | Áreas de circulación y pasillos  | 100    | 28               | 0,40 | 40             | 1 Iluminancia al nivel del suelo<br>2 Ra y UGR similares a áreas adyacentes<br>3 150 lux si hay vehículos en el recorrido<br>4 El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre interior y exterior de día o de noche<br>5 Debe evitarse el deslumbramiento de conductor y peatones |
|                                   | Escaleras, escaleras mecánicas y transportadores (de personas)   | 150    | 25               | 0,40 | 40             | Requiere contraste mejorado sobre los escalones  |
|                                   | Ascensores, montacargas  | 100    | 25               | 0,40 | 40             | El nivel de iluminación en frente del montacargas debe ser al menos Em = 200 lx  |
|                                   | Rampas/andenes/patios de carga   | 150    | 25               | 0,40 | 40             |  |

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones. [21]

Para el presente proyecto se eligió la luminaria LED Frameless 17W LB, encontrada en la tienda Sodimac. Siendo su ficha técnica la siguiente:

Figura 11: Ficha técnica Lumicenter.

| Ficha técnica                  |   |
|--------------------------------|---|
| Marca                          | Lumicenter  |
| Ancho                          | 12 cm   |
| Alto                           | 3,16 cm   |
| Diámetro                       | 12 cm   |
| Garantía                       | 1 año   |
| Incluye                        | Manual de instrucción y accesorios para la instalación.   |
| Incluye ampollita              | Si  |
| Características                | Luminaria LED circular de 17W con opción de adosar. Funciones avanzadas de alta potencia de la tecnología LED, lo que maximiza la salida de luz y la eficiencia, eliminando la necesidad de cambiar lámparas. |
| Tipo de lámpara fija           | Plafón  |
| Rosca lámpara                  | Led integrado   |
| Voltaje                        | 100 V, 240 V  |
| Cantidad de ampollitas - tubos | 0 unidad(es)  |
| Vida útil                      | 15000 h   |
| Potencia máxima                | 17 W  |

Fuente: Sodimac.

### Propuesta instalaciones sanitarias

Para el presente proyecto, en base a la visita realizada en la zona y el análisis de encuestas a la población, se observa que el mayor porcentaje de viviendas cuenta solamente con tanque

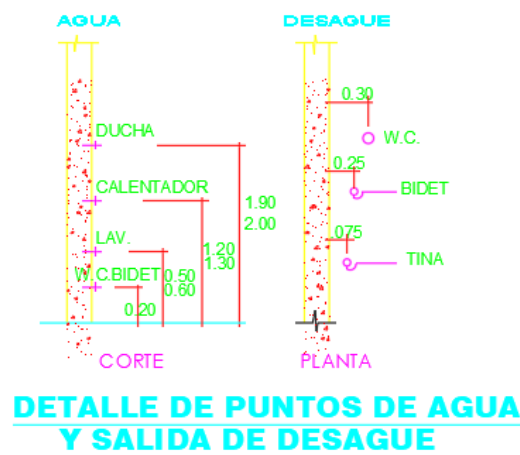
elevado como zona de almacenamiento de agua, es decir no presentan cisterna o algún otro medio. La justificación que da la población es que ellos emplean el agua que fluye sea en drenes o canales cercanos a sus hogares para que de esta manera lo almacenen en su tanque.

El presente proyecto estará constituido por:

- Sistema de agua potable
- Sistema de desagüe y ventilación, empleando un biodigestor.

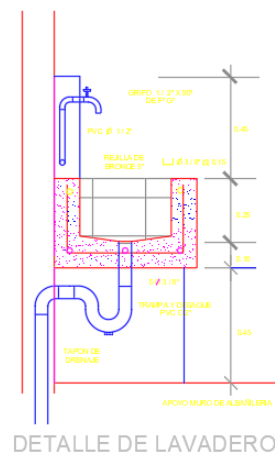
La propuesta en el presente proyecto consta de un baño completo para la vivienda de albañilería, la cual consiste en una ducha, lavatorio e inodoro; además se contará con puntos de salida de agua para el lavatorio de la cocina.

*Figura 12: Detalle de instalación de puntos de agua.*



*Fuente: Propia*

*Figura 13:Detalle de lavadero de cocina.*



*Fuente: Propia.*

### *Sistema de agua potable*

El sistema de agua fría propuesto para el presente proyecto consta del almacenamiento de agua en el tanque elevado para su futuro uso. La norma I.S.010 indica los criterios y recomendaciones para realizar un correcto diseño del sistema de agua fría para diferentes tipos de estructuras. Los criterios para el diseño fue el sistema de almacenamiento, para lo cual en base al análisis de viviendas en la localidad de Mochumí es de un tanque elevado.

Para la dotación se tomó en cuenta las recomendaciones de la norma I.S.010 [21], la cual indica que para viviendas unifamiliares la dotación de acuerdo con la siguiente gráfica.

*Figura 14: Tabla de dotación de agua.*

a) Las dotaciones de agua para viviendas unifamiliares estarán de acuerdo con el área total del lote según la siguiente Tabla.

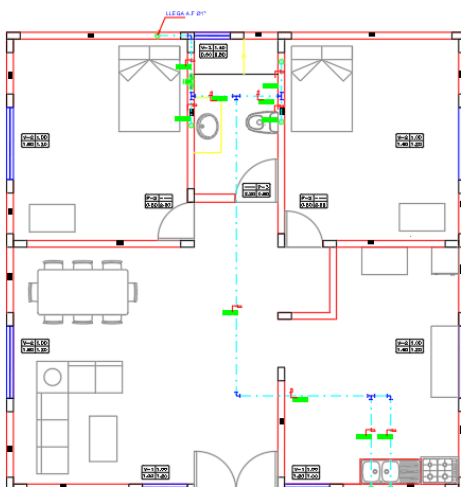
| Área total del lote en m <sup>2</sup> | Dotación L/d  |
|---------------------------------------|---|
| Hasta 200                             | 1500  |
| 201 a 300                             | 1700  |
| 301 a 400                             | 1900  |
| 401 a 500                             | 2100  |
| 501 a 600                             | 2200  |
| 601 a 700                             | 2300  |
| 701 a 800                             | 2400  |
| 801 a 900                             | 2500  |
| 901 a 1000                            | 2600  |
| 1001 a 1200                           | 2800  |
| 1201 a 1400                           | 3000  |
| 1401 a 1700                           | 3400  |
| 1701 a 2000                           | 3800  |
| 2001 a 2500                           | 4500  |
| 2501 a 3000                           | 5000  |
| Mayores de 3000                       | 5000 más 100 L/d por cada 100 m <sup>2</sup> de superficie adicional. |

Estas cifras incluyen dotación doméstica y riego de jardines.

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones [21]*

Así mismo en base al diseño realizado para la presente vivienda se optó por realizar el siguiente plano que se observa en la figura 35.

*Figura 15: Propuesta de instalaciones sanitarias, sistema agua fría.*



*Fuente: Propia*

### *Sistema de desague y ventilación*

Para el presente proyecto se han considerado tuberías de PVC-SAP para el área de servicio higiénico y cocina. Las aguas residuales serán derivadas a la caja de registro más cercana para posteriormente ser almacenada en un biodigestor de 600 Lt.

Las unidades de descarga fueron determinadas en base a la norma IS.010 [21], la cual nos permite calcular el diámetro adecuado de tubería.

Se consideró que la unión o empalme entre ramales y derivaciones se hará en función de un ángulo de 45°.

*Figura 16: Unidades de descarga.*

| ANEXO N° 6 - UNIDADES DE DESCARGA                                      |                                   |                      |
|--|-----------------------------------|----------------------|
| Tipos de aparato   | Diámetro mínimo de la trampa (mm) | Unidades de descarga |
| Inodoro (con tanque)   | 75 (3")                           | 4                    |
| Inodoro (con tanque de descarga reducida)                              | 75 (3")                           | 2                    |
| Inodoro (con válvula automática y semiautomática)                      | 75 (3")                           | 8                    |
| Inodoro (con válvula automática y semiautomática de descarga reducida) | 75 (3")                           | 4                    |
| Bidé   | 40 (1 1/2")                       | 3                    |
| Lavatorio  | 32 - 40 (1 1/4" - 1 1/2")         | 1 - 2                |
| Lavadero de cocina   | 50 (2")                           | 2                    |
| Lavadero con trituradora de desperdicios                               | 50 (2")                           | 3                    |
| Lavadero de ropa   | 40 (1 1/2")                       | 2                    |
| Ducha privada  | 50 (2")                           | 2                    |
| Ducha pública  | 50 (2")                           | 3                    |
| Tina   | 40 - 50 (1 1/2" - 2")             | 2 - 3                |
| Urinario de pared  | 40 (1 1/2")                       | 4                    |
| Urinario de válvula automática y semiautomática                        | 75 (3")                           | 8                    |
| Urinario de válvula automática y semiautomática de descarga reducida   | 75 (3")                           | 4                    |
| Urinario corrido   | 75 (3")                           | 4                    |
| Bebedero   | 25 (1")                           | 1 - 2                |
| Sumidero   | 50 (2")                           | 2                    |

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones. [21]*

Cabe resaltar que la norma IS.010 [21], indica que todos los sistemas de desague deberán estar dotados de cajas de registro, registros y/o buzones. En base a la normativa vigente se indica que las cajas de registro se instalarán en todo cambio de dirección, material, pendiente o diámetro y tendrá una longitud máxima de 15m, las dimensiones de la misma se determinarán en función de la siguiente gráfica.

*Figura 17: Dimensiones de cajas de registro.*

| DIMENSIONES DE LAS CAJAS DE REGISTRO |                      |                        |
|--------------------------------------|----------------------|------------------------|
| Dimensiones interiores (mm)          | Diámetro máximo (mm) | Profundidad máxima (m) |
| 0.25 x 0.50 (10" x 20")              | 100 (4")             | 0.60                   |
| 0.30 x 0.60 (12" x 24")              | 150 (6")             | 0.80                   |
| 0.45 x 0.60 (18" x 24")              | 150 (6")             | 1.00                   |
| 0.60 x 0.60 (24" x 24")              | 200 (8")             | 1.20                   |

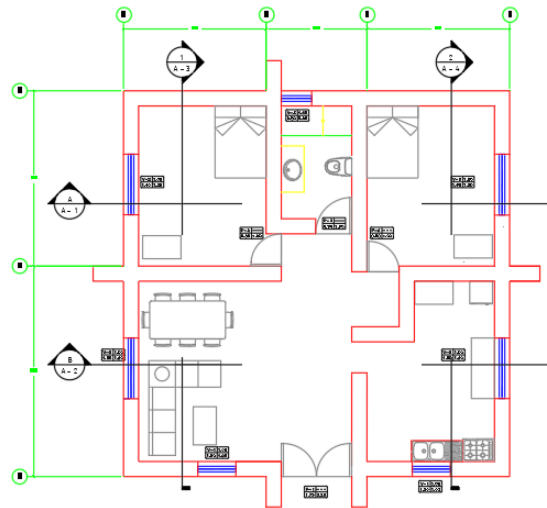
*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones [21]*

## Propuesta de vivienda de adobe

En el presente capítulo se realizó la propuesta arquitectónica, estructural, instalaciones eléctricas e instalaciones sanitarias de la vivienda unifamiliar localizada en el distrito de Mochumí teniendo como material principal el adobe. En base a las encuestas realizadas a la población, ubicadas en los anexos 02, 04, 05 y 06, se pudo realizar una propuesta en base a las áreas comunes de las diferentes viviendas de la población de Mochumí, esta distribución se puede apreciar en la figura N°18.

Los planos completos de la siguiente propuesta se ubican en el anexo N°41.

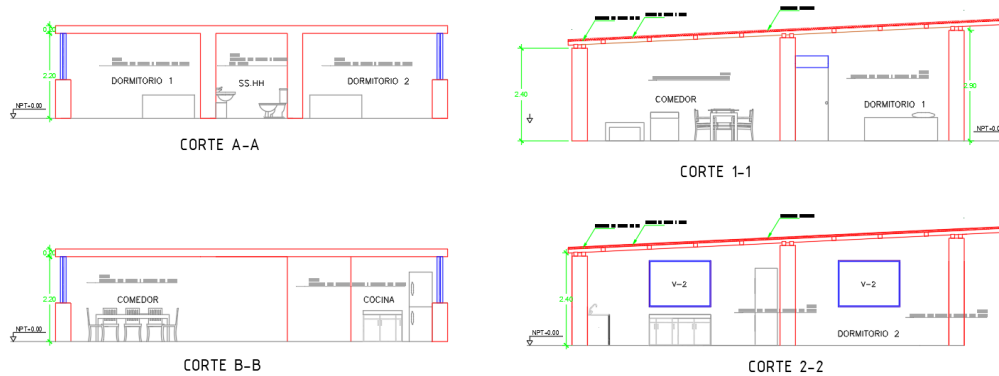
*Figura 18: Propuesta arquitectónica-adobe.*



*Fuente: Propia*

El presente proyecto cuenta con un área de 105.33 m<sup>2</sup>, teniendo un solo piso, ubicado en el departamento de Lambayeque, Provincia de Lambayeque, Distrito de Mochumí. La vivienda cuenta con 5 ambientes, estos son la cocina, sala-comedor, dos dormitorios y un baño completo. En base al predimensionamiento estructural se optó por emplear muros adobe los cuales actúan como elementos de resistencia sísmica y cargas de gravedad. Así mismo la edificación cuenta con una altura de 2.40 m, teniendo un techo de madera cubierto con tortas de barro y paja, el techo se encuentra en la dirección de un agua para evitar empozamientos por lluvias. En base a la figura N° 19 se pueden apreciar los detalles que presenta la edificación mediante los cortes realizados a la planta arquitectónica.

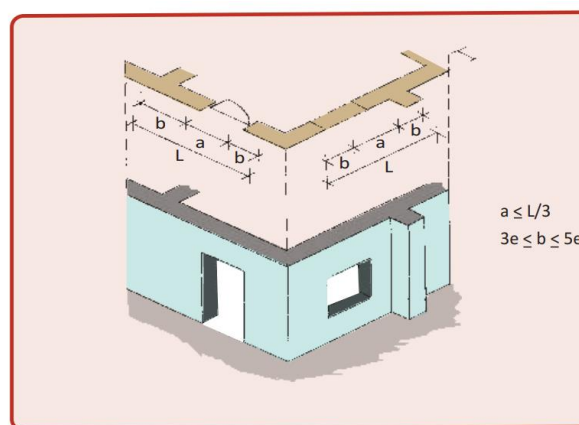
*Figura 19: Cortes arquitectónicos-adobe*



*Fuente: Propia*

Así mismo se observa, que la planta cumple con los requisitos dados por el manual de construcción de edificaciones antisísmicas de adobe [22], el cual se aprecia en la siguiente figura.

*Figura 20: Recomendaciones de distribución de vanos y muros libres en adobe.*



*Fuente: Manual de construcción de edificaciones antisísmicas de adobe. [22]*

### ***Propuesta estructural***

### ***Normativa empleada***

Para el presente capítulo se tomaron en cuenta las siguientes normativas:

- Diseño de madera: Norma E-010 de Madera
- Metrado de cargas: Norma E-020 de cargas
- Análisis Sísmico: Norma E-030 de Diseño Sismorresistente
- Diseño de cimentaciones: Norma E-050 de Suelos y Cimentaciones

- Diseño de concreto: Norma E-060 de Concreto Armado
- Diseño de albañilería: Norma E-080 de Tierra Reforzada

### *Cargas de diseño*

La zona de estudio es el distrito de Mochumí, la cual en base a la tabla del anexo 2 de la norma E-030 se encuentra ubicada en la zona 4, esta se puede apreciar en la figura 21; teniendo en cuenta la clasificación por zona, se revisó las limitaciones de pisos y el tipo de adobe a emplearse según el artículo 6.1 de la norma E-080 [21], se emplearán adobes con espesor mínimo de 0.40; el presente proyecto fue diseñado para un solo nivel.

*Figura 21: Tabla de zonificación sísmica.*

| REGIÓN (DPTO.) | PROVINCIA  | DISTRITO               | ZONA SÍSMICA        | ÁMBITO           |                     |
|----------------|------------|------------------------|---------------------|------------------|---------------------|
| LAMBAYEQUE     | FERREÑAFE  | CAÑARIS                | 3                   | DOS DISTRITOS    |                     |
|                |            | INCAHUASI              |                     |                  |                     |
|                |            | FERREÑAFE              | 4                   | CUATRO DISTRITOS |                     |
|                |            | MANUEL A. MESONES MURO |                     |                  |                     |
|                |            | PITIPO                 |                     |                  |                     |
|                |            | PUEBLO NUEVO           |                     |                  |                     |
|                | SALAS      |                        |                     |                  |                     |
|                | LAMBAYEQUE | LAMBAYEQUE             | SALAS               | 3                | UN DISTRITO         |
|                |            |                        | CHOCHOPE            | 4                | ONCE DISTRITOS      |
|                |            |                        | ILLIMO              |                  |                     |
|                |            |                        | JAYANCA             |                  |                     |
|                |            |                        | LAMBAYEQUE          |                  |                     |
|                |            |                        | MOCHUMÍ             |                  |                     |
|                |            |                        | MORROPE             |                  |                     |
|                |            |                        | MOTUPE              |                  |                     |
|                |            |                        | OLMOS               |                  |                     |
|                |            |                        | PACORA              |                  |                     |
|                |            |                        | SAN JOSÉ            |                  |                     |
|                | TUCUME     |                        |                     |                  |                     |
|                | CHICLAYO   | CHICLAYO               | CAVALTI             | 4                | TODOS LOS DISTRITOS |
|                |            |                        | CHICLAYO            |                  |                     |
|                |            |                        | CHONGOYAPE          |                  |                     |
|                |            |                        | ETEN                |                  |                     |
|                |            |                        | ETEN PUERTO         |                  |                     |
|                |            |                        | JOSÉ LEONARDO ORTIZ |                  |                     |
|                |            |                        | LA VICTORIA         |                  |                     |
|                |            |                        | LAGUNAS             |                  |                     |
| MONSEFÚ        |            |                        |                     |                  |                     |
| NUEVA ARICA    |            |                        |                     |                  |                     |
| OYOTÚN         |            |                        |                     |                  |                     |
| PATAPO         |            |                        |                     |                  |                     |
| PICSI          |            |                        |                     |                  |                     |
| PIMENTEL       |            |                        |                     |                  |                     |
| POMALCA        |            |                        |                     |                  |                     |
| PUCALÁ         |            |                        |                     |                  |                     |
| REQUE          |            |                        |                     |                  |                     |
| SANTA ROSA     |            |                        |                     |                  |                     |
| SANA           |            |                        |                     |                  |                     |
| TUMAN          |            |                        |                     |                  |                     |

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones [21]*

Para las propiedades mecánicas se recurrió al artículo 8 de la norma E-080 [21], la cual indica lo siguiente:

- Resistencia a la compresión: 10.2 kg/cm<sup>2</sup>
- Resistencia a la tracción: 0.81 kg/cm<sup>2</sup>
- Resistencia del mortero a la tracción: 0.12 kg/cm<sup>2</sup>
- Resistencia de murete a la compresión: 6.12 kg/cm<sup>2</sup>
- Resistencia admisible a la compresión del murete: 0.40(6.12) kg/cm<sup>2</sup>=2.45 kg/cm<sup>2</sup>
- Resistencia de muros a flexión: 1.42 kg/cm<sup>2</sup>

- Módulo de elasticidad del adobe:  $2040 \text{ kg/cm}^2$

### **Madera**

Se ha propuesto la presencia de vigas collarín para arriostrar los muros, así como elementos de transmisión de cargas de gravedad mediante viguetas de madera, además se consideró un techo a un agua el cual recepcionará las cargas provenientes, sea su peso propio y carga viva.

Para este proyecto se ha diseñado una torreta de madera, la cual será empleada como base para la futura colocación de tres bidones de agua de 200 Lt cada uno. Para ello se realizó las recomendaciones dadas por la norma E-010, [21], la cual indica que todos los elementos de madera serán diseñados en base a esfuerzos admisibles, es decir, que la resistencia de la sección ( $R_n$ ) deberá ser menor que el esfuerzo en servicio del elemento. En base al artículo 5.2.3. de la norma E-010, se optó por emplear los esfuerzos admisibles en base al tipo de madera empleada, esta tabla se adjunta en la figura N°6. En la zona de Mochumí la madera que se emplea es la madera tornillo, la cual es clasificada como tipo III, el criterio de clasificación de la madera es en base a la densidad básica, la cual se encuentra estipulada en el artículo 5.2.1. de la Norma E-010 [21], siendo para la madera tornillo, de acuerdo con la ficha técnica de la cámara nacional forestal mostrada en la figura N°7, una densidad de  $0.45 \text{ gr/cm}^3$  clasificándose como tipo III; así mismo el artículo 5.2.2. indica los módulos de elasticidad según el tipo de madera.

### ***Propiedades de los materiales***

En el presente capítulo se indican las propiedades mecánicas de los materiales a emplearse para el diseño estructural.

Madera:

- Resistencia a flexión( $f_m$ )=  $100 \text{ kg/cm}^2$
- Tracción paralela( $f_t$ )=  $75 \text{ kg/cm}^2$
- Compresión paralela( $f_c$ )=  $80 \text{ kg/cm}^2$
- Compresión perpendicular ( $f_c \perp$ )=  $15 \text{ kg/cm}^2$
- Corte paralelo( $f_v$ )=  $8 \text{ kg/cm}^2$

Adobe

- Resistencia a compresión( $f_m$ )=  $10.2 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia a la tracción( $f_t$ )=  $0.81 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia mortero a tracción( $f_{m-t}$ )=  $0.12 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia del murete a compresión ( $f_c$ )=  $6.12 \text{ kg/cm}^2$
- Resistencia del murete a tracción ( $f_t$ )=  $0.25 \text{ kg/cm}^2$

- Resistencia del murete a flexión ( $f_r$ )= 1.42 kg/cm<sup>2</sup>
- Módulo de Elasticidad=2040 kg/cm<sup>2</sup>

El diseño se hizo en base al plano en planta ubicado en la figura N°48.

### 3.5.3.2. Propuesta instalaciones eléctricas

Para el presente proyecto, en lo que se basa a la propuesta de vivienda de adobe, se ha considerado como compañía suministradora del servicio a ENSA y una fuente de energía alternativa por medio de paneles solares. Para el análisis se determinó primero la potencia a emplearse en la vivienda en base a cada dispositivo eléctrico que se tendrá en la vivienda, para ello en el sistema fotovoltaico se consideraron todas las áreas excepto el baño. Una vez determinada la potencia total en la edificación se realizó el análisis de costo vs beneficio para elegir el mejor sistema fotovoltaico para la demanda solicitada. Para ello se emplearon las recomendaciones dadas por el Organismo Supervisor de Energía y Minería [23], el cual recomienda para viviendas rurales los siguientes valores:

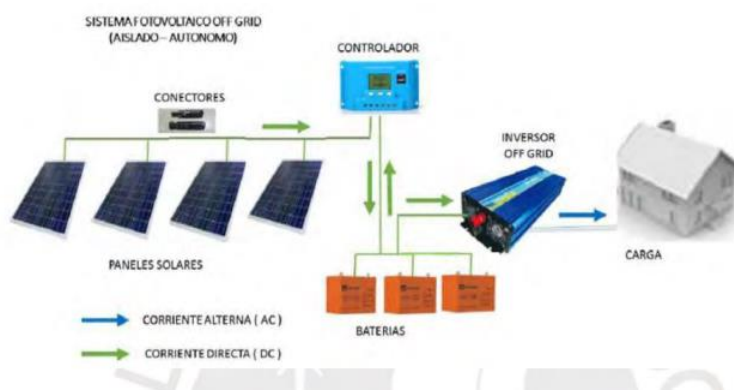
*Tabla 4: Consumo diario de corriente eléctrica*

| <b>Ambiente</b>       | <b>Equipo</b>          | <b>Unidades</b> | <b>Potencia Unitaria</b> | <b>Horas de funcionamiento</b> | <b>Consumo Diario</b> |
|-----------------------|------------------------|-----------------|--------------------------|--------------------------------|-----------------------|
|                       |                        |                 | <b>(Watts)</b>           | <b>(Horas/día)</b>             | <b>(KWh/día)</b>      |
| <b>Iluminación</b>    | Lámparas fluorescentes | 9               | 10                       | 3.5                            | 0.315                 |
| <b>Tomacorrientes</b> | Cargadores de celular  | 4               | 5                        | 10                             | 0.20                  |
| <b>Televisor</b>      | Televisor              | 1               | 80                       | 2                              | 0.160                 |
| <b>Radio</b>          | Radio                  | 1               | 10                       | 3                              | 0.03                  |

*Fuente: Propia*

La potencia total es de 0.705 Kwh/día. Para la selección del sistema fotovoltaico me base en la determinación de sus componentes, potencia brindada y el precio de los servicios. Los elementos que componen el sistema son las celdas fotovoltaicas, el regulador de carga, la batería, el inversor y sus respectivos cables.

Figura 22: Representación de sistema fotovoltaico.



Fuente: Príncipe [24]

En base a esto se analizaron los productos que ofrece la empresa AutoSolar Peru, los cuales se van a basar en la potencia promedio diaria solicitada.

Figura 23: Kit de paneles solares de AutoSolar Perú.

| AutoSolar Perú                                      |                                   |             |              |             |
|---|-----------------------------------|-------------|--------------|-------------|
| Producto  | Potencia promedio diaria (Wh/día) | Voltaje (V) | Precio (S/.) | Componentes |
| Kit Panel Solar 12V 500 Wh/día                      | 500                               | 12          | 1289.76      |             |
| Kit Panel 300W Solar 12V 500 Wh/día con batería AGM | 500                               | 12          | 1923.80      |             |
| Kit Panel 300W Solar 12V 500 Wh/día                 | 500                               | 12          | 2089.44      |             |
| Kit Solar Gel 300W 12V 750Wh/día                    | 750                               | 12          | 2216.08      |             |
| Kit Panel Solar 600W 12V 750Wh/día                  | 750                               | 12          | 3065.12      |             |
| Kit Panel Solar 12V 750Wh/día                       | 750                               | 12          | 1384.16      |             |

Fuente: AutoSolar Perú [24]

Para este proyecto el kit elegido fue el de Kit Solar Gel 300w con 12 voltios con una potencia diaria de 750 Kw/día correspondiente a la empresa AutoSolar Perú.

En base a los ambientes en análisis, se determinó, empleando las tablas de la norma EM.010 el índice de iluminación media. Siendo para la sala-comedor de 100 lux, la cocina 300 lux, los servicios higiénicos de 100 lux, cada dormitorio de 50 lux y el pasadizo de 20 lux.

Figura 24: Tabla de requisitos mínimos de iluminación.

| REQUISITOS MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN   |  |        |                  |                |                |  |
|---|--|--------|------------------|----------------|----------------|--|
| 1. VIVIENDA   |  |        |                  |                |                |  |
| Nº ref.   | Tipo de interior, tarea o actividad  | Em lux | UGR <sub>L</sub> | U <sub>o</sub> | R <sub>s</sub> | Requisitos específicos   |
| <b>1.1 Zona privada</b>   |  |        |                  |                |                |  |
|   | Dormitorio   | 50     |                  |                |                |  |
|   | Baño   | 100    |                  |                |                |  |
|   | Baño (zona de espejo)  | 500    |                  |                |                |  |
|   | Cocina   | 300    |                  |                |                |  |
|   | Sala, Sala de estar  | 100    |                  |                |                |  |
|   | Comedor  | 100    |                  |                |                |  |
|   | Estudios, almacenes, depósitos, walking closet, cuartos de trabajo doméstico (planchado, lavandería y similares) | 500    |                  |                |                |  |
|   | Patios, zonas abiertas   | 20     |                  |                |                |  |
|   | Estacionamientos bajo techo  | 50     |                  |                |                |  |
| <b>1.2 Zonas comunes (aplicable a zonas comunes de cualquier tipo de edificación)</b> |  |        |                  |                |                |  |
|   | Vestibulos de entrada  | 100    | 22               |                | 60             |  |
|   | Salas de estar (pública)   | 200    | 22               |                | 80             |  |
|   | Áreas de circulación y pasillos  | 100    | 28               | 0,40           | 40             | 1 Iluminancia al nivel del suelo<br>2 Ra y UGR similares a áreas adyacentes<br>3 150 lux si hay vehículos en el recorrido<br>4 El alumbrado de salidas y entradas debe proporcionar una zona de transición para evitar cambios repentinos en iluminancia entre interior y exterior de día o de noche<br>5 Debe evitarse el deslumbramiento de conductor y peatones |
|   | Escaleras, escaleras mecánicas y transportadores (de personas)   | 150    | 25               | 0,40           | 40             | Requiere contraste mejorado sobre los escalones  |
|   | Ascensores, montacargas  | 100    | 25               | 0,40           | 40             | El nivel de iluminación en frente del montacargas debe ser al menos Em = 200 lx  |
|   | Rampas/andenes/patios de carga   | 150    | 25               | 0,40           | 40             |  |

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones. [21]

Para el presente proyecto se eligió la luminaria LED Frameless 17W LB, encontrada en la tienda Sodimac. Siendo su ficha técnica la siguiente:

Figura 25: Ficha técnica Lumicenter.

| Ficha técnica                  |  |
|--------------------------------|--|
| Marca                          | Lumicenter   |
| Ancho                          | 12 cm  |
| Alto                           | 3.16 cm  |
| Diámetro                       | 12 cm  |
| Garantía                       | 1 año  |
| Incluye                        | Manual de instrucción y accesorios para la instalación.  |
| Incluye ampolleta              | Si   |
| Características                | Luminaria LED circular de 17W con opción de adosar . Funciones avanzadas de alta potencia de la tecnología LED, lo que maximiza la salida de luz y la eficiencia, eliminando la necesidad de cambiar lámparas. |
| Tipo de lámpara fija           | Plafón   |
| Rosca lámpara                  | Led integrado  |
| Voltaje                        | 100 V, 240 V   |
| Cantidad de ampolletas - tubos | 0 unidad(es)   |
| Vida útil                      | 15000 h  |
| Potencia máxima                | 17 W   |

Fuente: Sodimac.

### Propuesta instalaciones sanitarias

Para el presente proyecto, en base a la visita realizada en la zona y el análisis de encuestas a la población, se observa que el mayor porcentaje de viviendas cuenta solamente con tanque elevado como zona de almacenamiento de agua, es decir no presentan cisterna o algún otro

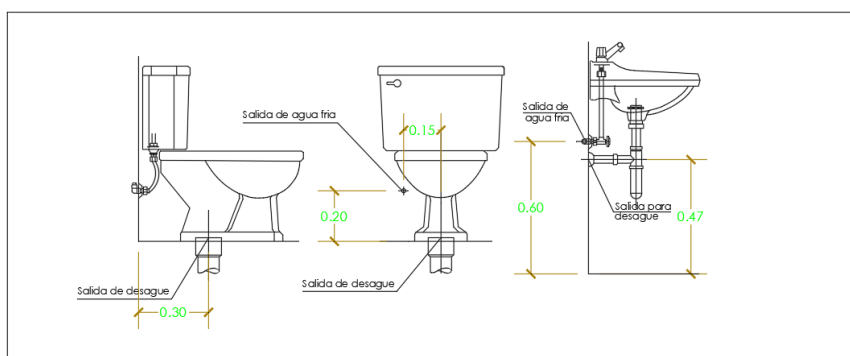
medio. La justificación que da la población es que ellos emplean el agua que fluye sea en drenes o canales cercanos a sus hogares para que de esta manera lo almacenen en su tanque.

El presente proyecto estará constituido por:

- Sistema de agua potable
- Sistema de desagüe y ventilación, empleando un tanque séptico.

La propuesta en el presente proyecto consta de un baño completo para la vivienda de adobe, la cual consiste en una ducha, lavatorio e inodoro; además se contará con puntos de salida de agua para el lavatorio de la cocina.

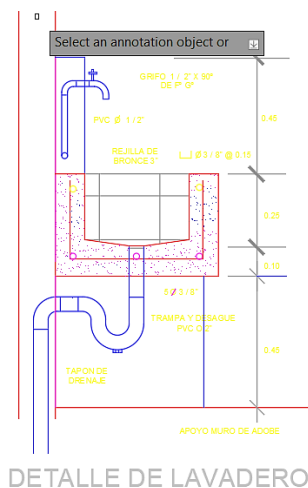
*Figura 26: Detalle de instalación de salida de agua fría y desagüe*



**DETALLES DE SALIDA DE AGUA FRÍA Y DESAGUE**  
ESCALA: SIN ESCALA

*Fuente: Propia*

*Figura 27: Detalle de lavadero de cocina.*



*Fuente: Propia.*

### ***Sistema de agua potable***

El sistema de agua fría propuesto para el presente proyecto consta del almacenamiento de agua en el tanque elevado para su futuro uso. La norma I.S. 010 indica los criterios y recomendaciones para realizar un correcto diseño del sistema de agua fría para diferentes tipos

de estructuras. Los criterios para el diseño fue el sistema de almacenamiento, para lo cual en base al análisis de viviendas en la localidad de Mochumí es de un tanque elevado.

Para la dotación se tomó en cuenta las recomendaciones de la norma I.S.010 [21], la cual indica que para viviendas unifamiliares la dotación de acuerdo con la siguiente gráfica.

Figura 28: Tabla de dotación de agua.

a) Las dotaciones de agua para viviendas unifamiliares estarán de acuerdo con el área total del lote según la siguiente Tabla.

| Área total del lote en m <sup>2</sup> | Dotación L/d  |
|---------------------------------------|---|
| Hasta 200                             | 1500  |
| 201 a 300                             | 1700  |
| 301 a 400                             | 1900  |
| 401 a 500                             | 2100  |
| 501 a 600                             | 2200  |
| 601 a 700                             | 2300  |
| 701 a 800                             | 2400  |
| 801 a 900                             | 2500  |
| 901 a 1000                            | 2600  |
| 1001 a 1200                           | 2800  |
| 1201 a 1400                           | 3000  |
| 1401 a 1700                           | 3400  |
| 1701 a 2000                           | 3800  |
| 2001 a 2500                           | 4500  |
| 2501 a 3000                           | 5000  |
| Mayores de 3000                       | 5000 más 100 L/d por cada 100 m <sup>2</sup> de superficie adicional. |

Estas cifras incluyen dotación doméstica y riego de jardines.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones [21]

### Sistema de desagüe y ventilación

Para el presente proyecto se han considerado tuberías de PVC-SAP para el área de servicio higiénico y cocina. Las aguas residuales serán derivadas a la caja de registro más cercana para posteriormente ser almacenada en un biodigestor de 600 Lt.

Las unidades de descarga fueron determinadas en base a la norma IS.010 [21], la cual nos permite calcular el diámetro adecuado de tubería.

Se consideró que la unión o empalme entre ramales y derivaciones se hará en función de un ángulo de 45°.

Figura 29: Unidades de descarga.

| ANEXO N° 6 - UNIDADES DE DESCARGA                                      |                                   |                      |
|--|-----------------------------------|----------------------|
| Tipos de aparato   | Diámetro mínimo de la trampa (mm) | Unidades de descarga |
| Inodoro (con tanque)   | 75 (3")                           | 4                    |
| Inodoro (con tanque de descarga reducida)                              | 75 (3")                           | 2                    |
| Inodoro (con válvula automática y semiautomática)                      | 75 (3")                           | 8                    |
| Inodoro (con válvula automática y semiautomática de descarga reducida) | 75 (3")                           | 4                    |
| Bidé   | 40 (1 1/2")                       | 3                    |
| Lavatorio  | 32 - 40 (1 1/4" - 1 1/2")         | 1 - 2                |
| Lavadero de cocina   | 50 (2")                           | 2                    |
| Lavadero con trituradora de desperdicios                               | 50 (2")                           | 3                    |
| Lavadero de ropa   | 40 (1 1/2")                       | 2                    |
| Ducha privada  | 50 (2")                           | 2                    |
| Ducha pública  | 50 (2")                           | 3                    |
| Tina   | 40 - 50 (1 1/2" - 2")             | 2 - 3                |
| Urinario de pared  | 40 (1 1/2")                       | 4                    |
| Urinario de válvula automática y semiautomática                        | 75 (3")                           | 8                    |
| Urinario de válvula automática y semiautomática de descarga reducida   | 75 (3")                           | 4                    |
| Urinario corrido   | 75 (3")                           | 4                    |
| Bebedero   | 25 (1")                           | 1 - 2                |
| Sumidero   | 50 (2")                           | 2                    |

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones. [21]

Cabe resaltar que la norma IS.010 [21], indica que todos los sistemas de desagüe deberán estar dotados de cajas de registro, registros y/o buzones. En base a la normativa vigente se indica que las cajas de registro se instalarán en todo cambio de dirección, material, pendiente o diámetro y tendrá una longitud máxima de 15m, las dimensiones de esta se determinarán en función de la siguiente gráfica.

*Figura 30: Dimensiones de cajas de registro.*

| <b>DIMENSIONES DE LAS CAJAS DE REGISTRO</b> |                      |                        |
|---|----------------------|------------------------|
| Dimensiones interiores (mm)                 | Diámetro máximo (mm) | Profundidad máxima (m) |
| 0.25 x 0.50 (10" x 20")                     | 100 (4")             | 0.60                   |
| 0.30 x 0.60 (12" x 24")                     | 150 (6")             | 0.80                   |
| 0.45 x 0.60 (18" x 24")                     | 150 (6")             | 1.00                   |
| 0.60 x 0.60 (24" x 24")                     | 200 (8")             | 1.20                   |

*Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones [21]*

### ***Estrategia de análisis de datos***

El presente proyecto se ejecutó en varias etapas, teniendo:

Etapas 1:

1. Visitas a la zona de estudio para la recolección de información en campo mediante fichas de observación.
2. Recopilación y selección de información de estudios similares mediante fichas de registro.

Etapas 2:

1. Propuestas y diseños de viviendas de ladrillo artesanal y adobe.
2. Elaboración de metrados, costos y presupuestos de ambas viviendas propuestas.

Etapas 3:

1. Cálculo de la huella ecológica: consumos directos de ambas viviendas.
2. Cálculo de la huella ecológica: consumos indirectos de ambas viviendas.
3. Cálculo de la huella ecológica: generación de residuos de ambas viviendas.
4. Cálculo de la huella ecológica: superficie construida de ambas viviendas.
5. Cálculo de la huella ecológica total.

Etapas 4:

1. Obtención de resultados.
2. Comparación de resultados entre las dos viviendas propuestas.
3. Análisis de resultados.

Etapas 5:

1. Elaboración de los resultados y discusión.

## 2. Elaboración de las conclusiones y recomendaciones.

### *Aspectos éticos*

La presente investigación tuvo como fin dar un paso en pro de la ingeniería civil como de nuestro medio ambiente, con el que cualquier investigador pueda enriquecer sus conocimientos y comenzar su propio estudio en cualquier lugar.

Por ello, se empezó con la lectura de todas las tesis y artículos expresamente citados y referenciados a lo largo del presente, para consecuentemente poder extraer y analizar datos propios y fidedignos de la muestra seleccionada.

### **Resultados y discusión**

#### *Vivienda unifamiliar – Ladrillos artesanales*

##### *Predimensionamiento de elementos estructurales*

En este capítulo se indican los criterios y las recomendaciones empleadas para el predimensionamiento de elementos estructurales, sean estos de concreto armado, albañilería y madera, siguiendo como criterio la Norma E-010, E-060 y E-070.

##### *Losas aligeradas*

De acuerdo con [25], recomienda que para el predimensionamiento de losas aligeradas emplear la siguiente fórmula.

$$h = \frac{L}{25}$$

Debido a que la mayor luz es de 4.16, al aplicarlo en la fórmula se tienda un espesor recomendado de 0.1664 m, para ello se optó por emplear un espesor de 0.20 m.

##### *Vigas dinteles*

Estos elementos se encuentran ubicados en los vanos correspondientes a puertas y/o ventanas, para ello se decidió emplear el mismo peralte de la losa y un ancho mínimo correspondiente para obtener el acero mínimo el cual estará en función del espesor del muro (0.15x0.20 m). Estos elementos fueron diseñados para resistir su peso propio.

##### *Vigas chatas*

Estos elementos se encuentran ubicados en la losa aligerada, cumplen la función de unir vanos. El peralte para estos elementos será el mismo que la losa aligerada, además presentarán un ancho mínimo de 25 cm por criterio de diseño. Estos elementos fueron diseñados para resistir su peso propio.

### ***Muros de albañilería***

Para el diseño de muros de albañilería se tomaron las recomendaciones dadas por Abanto y la norma E-070, estas resaltan que el espesor efectivo de muro será estipulado por la siguiente fórmula [25].

$$t = \frac{h}{20}$$

Siendo h la altura de la edificación. La propuesta arquitectónica del presente proyecto da una altura de 2.40 m, reemplazando este valor en la fórmula se obtuvo un espesor efectivo de 0.12m, el ladrillo artesanal el cual presenta las medidas de 9x13x24 cm; ya que el espesor mínimo es 0.12 m se optó emplear el ladrillo en posición de sogá para cumplir de esta manera la solicitud teniendo un espesor efectivo de 0.13 m.

Así mismo se recomienda emplear el análisis por densidad de muros estipulado por la norma E-070 [21]. El cual indica lo siguiente:

$$\frac{\text{Área de corte de los muros reforzados}}{\text{Área de la planta típica}} = \frac{\sum L_t}{A_p} \geq \frac{ZUSN}{56}$$

Siendo:

Z= Factor de zonificación sísmica

U= Factor de uso

S= Factor de Suelo

N= Número de pisos

$\sum L_t$ = Sumatoria de muros

$A_p$ = Área en planta

En base a la propuesta arquitectónica se realizó el siguiente análisis.

Datos:

Z= 0.45

U= 1.00

S= 1.05

N= 1

$\sum L_t$ = Sumatoria de muros

$$A_p = 103.76 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud Total X-X} = 22.69 \text{ m}$$

$$t = 0.13 \text{ m}$$

DIRECCIÓN X-X

| Muro | Lxx (m) | t (cm) | Lxx*t  |
|------|---------|--------|--------|
| X1   | 4,16    | 13 cm  | 0,5408 |
| X2   | 5,22    | 13 cm  | 0,6786 |
| X3   | 4,16    | 13 cm  | 0,5408 |
| X4   | 3,15    | 13 cm  | 0,4095 |
| X5   | 3,00    | 13 cm  | 0,39   |
| X6   | 3,00    | 13 cm  | 0,39   |
| SUMA |         |        | 2,9497 |

$$\text{Densidad} = 0,0284281 \quad \text{OK}$$

$$\frac{2.9497}{103.76} \geq \frac{0.45 * 1.00 * 1.05 * 1.00}{56}$$

$$0.0284281 \geq 0.0084$$

Se puede observar que la relación entre la longitud de muros y el área en planta, equivalente a 0.0284281 es mayor a 0.0084, cumpliendo de esta manera la densidad de muros en la dirección X-X.

Datos:

$$Z = 0.45$$

$$U = 1.00$$

$$S = 1.05$$

$$N = 1$$

$\Sigma L_t$  = Sumatoria de muros

$$A_p = 103.76 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud Total Y-Y} = 24.96 \text{ m}$$

$$T = 0.13 \text{ m}$$

DIRECCIÓN Y-Y

| Muro | Lyy (m) | t (m) | Lyy*t  |
|------|---------|-------|--------|
| Y1   | 1,67    | 13 cm | 0,2171 |
| Y2   | 3,25    | 13 cm | 0,4225 |
| Y3   | 2,06    | 13 cm | 0,2678 |
| Y4   | 3,63    | 13 cm | 0,4719 |
| Y5   | 4,63    | 13 cm | 0,6019 |
| Y6   | 2,74    | 13 cm | 0,3562 |
| Y7   | 1,67    | 13 cm | 0,2171 |
| Y8   | 3,25    | 13 cm | 0,4225 |
| Y9   | 2,06    | 13 cm | 0,2678 |
| SUMA |         |       | 3,2448 |

$$\text{Densidad} = 0,03127217 \quad \text{OK}$$

$$\frac{3.2448}{103.76} \geq \frac{0.45 * 1.00 * 1.05 * 1.00}{56}$$

$$0.031272 \geq 0.0084$$

Se puede observar que la relación entre la longitud de muros y el área en planta, equivalente a 0.031272 es mayor a 0.0084, cumpliendo de esta manera la densidad de muros en la dirección Y-Y.

### ***Metrado de cargas***

#### ***Pesos unitarios y cargas directas***

En este capítulo se definieron los pesos unitarios empleados para las cargas muertas y cargas vivas en base a lo estipulado por la norma E-020.

#### **Carga muerta**

Peso del concreto armado=  $2.40 \text{ Tn/m}^3$

Peso de muros de albañilería=  $1.80 \text{ Tn/m}^3$

Peso del tarrejo=  $2.00 \text{ Tn/m}^3$

Peso de piso terminado=  $0.02 \text{ Tn/cm/m}^2$

Peso del agua=  $1.00 \text{ Tn/m}^3$

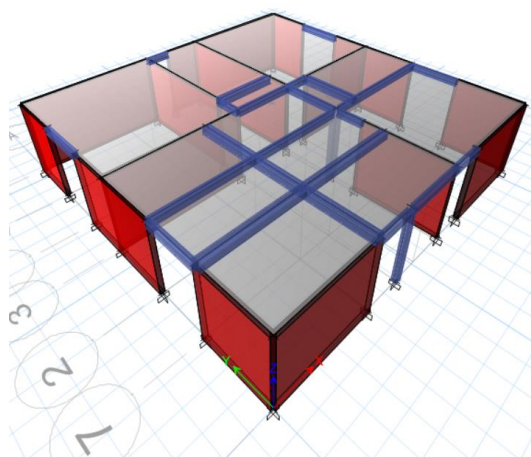
#### **Carga viva**

Sobrecarga de vivienda=  $0.200 \text{ Tn/m}^2$

Sobrecarga de azotea=  $0.100 \text{ Tn/m}^2$

En base a estos datos se realizó el modelado mediante el programa Etabs. En la figura se observa el modelado realizado.

*Figura 31: Modelado de vivienda de albañilería mediante Etabs.*



*Fuente: Propia.*

## *Análisis Sísmico*

### *Parámetros Sísmicos*

En base a la N.T.P. E0.30 de diseño sismorresistente, se definieron los siguientes parámetros [21].

#### **Factor de zona (Z)**

Debido a que la estructura se encuentra ubicada en el departamento de Lambayeque, provincia de Lambayeque y distrito de Mochumí, se recurrió al anexo 2 de la norma para determinar la zonificación del predio, teniendo como respuesta un  $Z=0.45$ .

#### **Factor de condiciones geotécnicas (S)**

El suelo donde se propone realizar este proyecto es un suelo blando, con presencia de arcillas y limos, que en base al artículo 6.2. será clasificado con un suelo Tipo S2, teniendo un  $S=1.05$  para Zona 4 y un  $T_p=0.6$  y  $T_L=2.0$ .

#### **Factor de amplificación sísmica (C)**

Este factor es la relación entre la respuesta de la estructura y la aceleración del suelo, fue definida mediante lo estipulado por el artículo 7 de la presente norma.

$$C = 2.5 \left( \frac{T_p}{T} \right); C \leq 2.5$$

La norma E-030 [21], define a T como la relación entre la altura del edificio y un parámetro  $C_t$ , siendo este último para muros portantes igual a 60. En base a esto se obtuvo que  $T=0.04$ .

$$T = \frac{2.4}{60} = 0.04$$

Reemplazando se obtiene C con la siguiente ecuación:

$$C = 2.5 \left( \frac{0.6}{0.04} \right)$$

$$C = 37.5$$

Debido a que aplicando la fórmula se obtuvo un  $C=37.5$ , fue reemplazado por  $C=2.5$ .

#### **Factor de uso (U)**

Este factor está determinado por el uso que presentara la edificación, la norma E-030 indica que, para viviendas, estas serán consideradas como edificaciones comunes teniendo un  $U=1.00$ . [21]

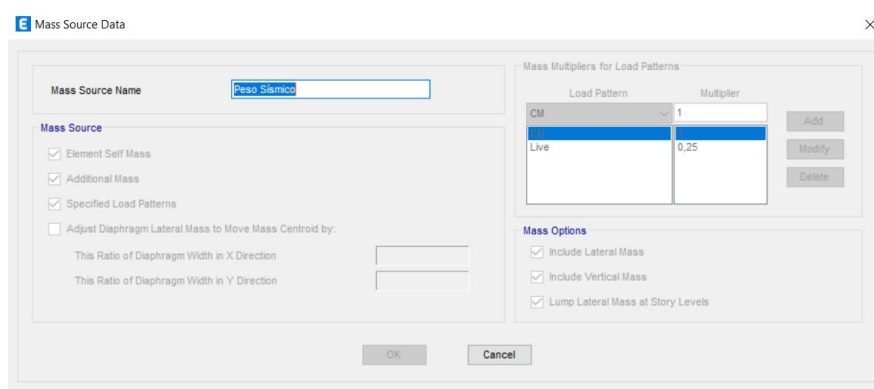
### Coeficiente de reducción sísmica (R)

Este factor se escoge en base al sistema estructural empleado según la Tabla N°6 de la norma E-030 [21]. Indica que para muros de albañilería en sismo severo se presentará un  $R=3$  y para sismo moderado será la mitad del severo, es decir un  $R=6$ .

### Peso de la edificación

Empleando el programa Etabs, se procedió a calcular el peso de la edificación. Se tomó en consideración el peso sísmico, el cual en base a la norma E-030 [21], será el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva.

Figura 32: Análisis de peso sísmico de la edificación de albañilería.



Fuente: Propia

Figura 33: Peso sísmico de la edificación mediante el programa Etabs.

| Output Case | Case Type   | Step Type | Step Number | FX tonf | FY tonf | FZ tonf | MX tonf-m | MY tonf-m | MZ tonf-m |
|-------------|-------------|-----------|-------------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| CM+0.25CV   | Combination |           |             | 0       | 0       | 85,5376 | 447,8811  | -436,39   | 0         |

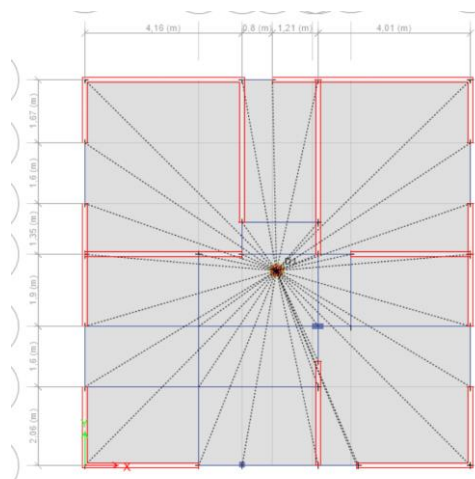
Fuente: Propia.

En base a estos resultados se obtuvo un peso de 85.54 Tn para la edificación, teniendo un peso de 0.82 Tn/m<sup>2</sup>.

### Centro de masa y rigidez

Empleando el programa Etabs, se procedió a asignar a la estructura los diafragmas correspondientes, se puede observar su aplicación la figura 12.

Figura 34: Diafragmas rígidos en edificación de albañilería.



Fuente: Propia

En base a estas asignaciones se procedió a obtener el centro de masa y rigidez de la estructura en estudio.

Figura 35: Centro de masa y rigidez de la estructura de albañilería.

|   | Story  | Diaphragm | Mass X<br>tonf-s <sup>2</sup> /m | Mass Y<br>tonf-s <sup>2</sup> /m | XCM<br>m | YCM<br>m | Cum Mass X<br>tonf-s <sup>2</sup> /m | Cum Mass Y<br>tonf-s <sup>2</sup> /m | XCCM<br>m | YCCM<br>m | XCR<br>m | YCR<br>m |
|---|--------|-----------|----------------------------------|----------------------------------|----------|----------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------|-----------|----------|----------|
| ▶ | Story1 | D1        | 7,33338                          | 7,33338                          | 5,0738   | 5,1359   | 7,33338                              | 7,33338                              | 5,0738    | 5,1359    | 5,2681   | 6,2456   |

Fuente: Propia

### Cálculo de las fuerzas de inercia de la estructura

La norma E-030 en el artículo 17.3 [21], indica que para obtener el cortante basal se empleará la siguiente fórmula:

$$V = \text{Peso sísmico} * \frac{ZUCS}{R}$$

Figura 36: Parámetros de análisis sísmicos.

| PARÁMETROS DE ANALISIS |       |   |
|------------------------|-------|---|
| Z                      | 0,45  | Factor de zonificación sísmica                        |
| U                      | 1     | Factor de uso   |
| C                      | 2,5   | Factor de amplificación sísmica                       |
| S                      | 1,05  | Factor de suelo                                       |
| R                      | 6     | Factor de reducción para sismo moderado               |
| T <sub>p</sub>         | 0,6   | Período final de la estructura                        |
| h <sub>m</sub>         | 2,4   | Altura del edificio                                   |
| T                      | 0,04  | Período de la estructura                              |
| P                      | 85,54 | Peso total del edificio más 25% de la carga viva (Tn) |
| V                      | 16,84 | Cortante Basal (Tn)                                   |

Fuente: Propia

Al ser una edificación de un solo piso el cortante basal total será aplicado en el mismo, pero por fines estudiantiles se hará el análisis de la distribución de cortante por piso, aplicando la expresión del artículo 28.3. de la norma E-030 [21].

$$F_i = \frac{P_i * h_i}{\sum_{i=1}^n P_i h_i}$$

Figura 37: Distribución de fuerzas sísmicas.

| Nivel | P <sub>i</sub> | h <sub>i</sub> | P <sub>i</sub> h <sub>i</sub> | F <sub>i</sub> |
|-------|----------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| 1     | 85,54          | 2,4            | 205,3                         | 16,840215      |
| Suma  | 85,54          |                | 205,3                         | 16,840215      |

Fuente: Propia

### Verificación de desplazamientos laterales, distorsión inelástica y regularidad torsional

En base a la tabla 11 del artículo 32 de la norma E-030 [21], indica que para edificaciones de albañilería la deriva máxima será igual a 0.005, mediante la siguiente ecuación.

$$Deriva = 0.75 * R * \frac{\delta}{h} \leq 0.005$$

El análisis fue obtenido mediante el programa ETABS, teniendo los siguientes resultados.

Figura 38: Análisis de derivas de edificación de albañilería.

| Story  | Output Case | Case Type | Step Type    | Step Number | Direction | Drift    |
|--------|-------------|-----------|--------------|-------------|-----------|----------|
| Story1 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 1           | X         | 0,00011  |
| Story1 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 2           | X         | 0,000101 |
| Story1 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 3           | X         | 0,000119 |
| Story1 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 1           | Y         | 9,7E-05  |
| Story1 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 2           | Y         | 9,9E-05  |
| Story1 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 3           | Y         | 0,000105 |

Fuente: Propia

Se observa que mediante el análisis ejecutado por el programa ETABS tanto para un análisis sin excentricidad, un análisis con excentricidad positiva y uno con excentricidad negativa, se obtuvieron derivas menores a 0.005 para ambas direcciones.

Además, se analizó la regularidad torsional de la estructural. La cual es estipulado por el artículo 20.3. de la norma E-030 [21], siendo la siguiente:

$$Regularidad\ Torsional = \frac{d_{m\acute{a}x}}{0.5(d_{m\acute{a}x} + d_{m\acute{i}n})} \leq 1.30$$

Figura 39: Análisis de regularidad torsional de edificación de albañilería.

| Story  | Output Case | Case Type | Step Type    | Step Number | Direction | Maximum m | Average m | Ratio |
|--------|-------------|-----------|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Story1 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 1           | X         | 0,000265  | 0,000226  | 1,169 |
| Story1 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 2           | X         | 0,000243  | 0,000222  | 1,093 |
| Story1 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 3           | X         | 0,000286  | 0,00023   | 1,242 |
| Story1 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 1           | Y         | 0,000233  | 0,000226  | 1,029 |
| Story1 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 2           | Y         | 0,000237  | 0,000226  | 1,048 |
| Story1 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 3           | Y         | 0,000251  | 0,000227  | 1,106 |

Fuente: Propia

Se concluye que las derivas en ambas direcciones no superan la máxima permisible que es de 0.005, lo cual es un indicador de rigidez en la estructura; así mismo se observa que no existe irregularidad torsional en la estructura de albañilería.

### Diseño de muros de albañilería

En el presente capítulo se realizó el cálculo de resistencia al corte global, fuerzas internas ante sismo severo y la verificación al agrietamiento del piso. Las variables por emplearse fueron las siguientes:

Tabla 5: Leyenda de diseño de albañilería

|                                   |  |
|-----------------------------------|--|
| L:                                | Longitud del muro (m)  |
| P <sub>g</sub> :                  | Carga axial de gravedad= CM+0.25CV   |
| V <sub>e</sub> , M <sub>e</sub> : | Fuerza cortante y momento flector por sismo moderado   |
| α:                                | Factor de reducción de resistencia al corte por esbeltez. $\alpha = V_e * L / M_e$ ; $\alpha = [0.333, 1]$ |
| V <sub>m</sub> :                  | Resistencia a la fuerza cortante. $V_m = 0.5 * v'_m * \alpha * L + 0.23 * P_g$                             |
| t:                                | Espesor efectivo de los muros  |
| v' <sub>m</sub> :                 | Resistencia al corte puro de muretes   |
| V <sub>m1</sub> /V <sub>e1</sub>  | Factor de amplificación para pasar a condición de sismo severo.  |
| V <sub>u</sub> :                  | Fuerza cortante última ante sismo severo, $V_u = V_e * (V_{m1} / V_{e1})$                                  |
| M <sub>u</sub> :                  | Momento flector último ante sismo severo, $M_u = M_e * (V_{m1} / V_{e1})$                                  |
| V <sub>E</sub> :                  | Cortante de entre piso ante sismo severo   |

En base a lo estipulado por la norma E-070, se deberá verificar los siguientes criterios [21]:

- Ningún muro debe agrietarse ante el sismo moderado, es decir  $V_e \leq 0.55V_m$ , teniendo solo una tolerancia del 5%.
- La resistencia global a la fuerza cortante deberá ser mayor o igual a la fuerza cortante producida por el sismo severo,  $\Sigma V_m \geq V_E$ . Además, si  $\Sigma V_m \geq 3V_E$  se puede dar por

concluido el análisis y diseñar con refuerzo mínimo pues esto daría a entender que todos los muros se comportarían en el rango elástico durante el sismo severo.

En base a esto se adjunta la hoja de cálculo de diseño del muro 1 en la dirección X-X ubicada en el anexo N° 6 y el muro 6 en la dirección Y-Y ubicada en el anexo N° 7.

### ***Diseño de vigas dinteles y chatas***

En este capítulo se explicará los criterios empleados durante el diseño de vigas dinteles y chatas. De acuerdo con las recomendaciones de Abanto [25], indica que estos elementos no soportaran la carga sísmica, es por ello por lo que se pueden idealizar como vigas simplemente apoyadas y que soportarán su peso propio. Es por ello por lo que se optó por emplear el  $A_s$  tanto para corte como flexión. Siendo varillas de 3/8" de manera longitudinal y empleando estribos de 3/8", 2@0.05m, 4@0.10m y rst @0.20 m. El diseño se encuentra ubicado en el anexo 8.

### ***Diseño de losa aligerada***

Para el diseño de losa aligerada, se empleó lo estipulado por la norma E-060 [21], en base a esto se idealiza la losa aligerada como una viga continua apoyada. Su idealización y diseño se ubica en el anexo 9. En base a este análisis se optó por emplear 1Ø3/8" + 1Ø1/2" tanto en el apoyo como el claro.

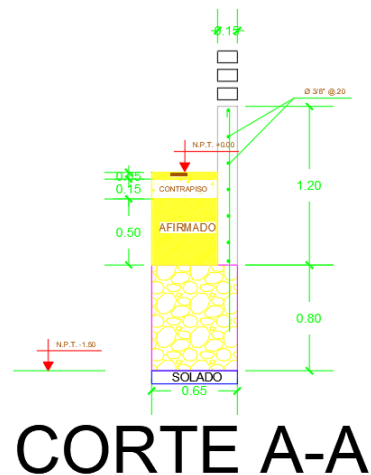
### ***Diseño de cimentación***

La cimentación optada para esta estructura es el cimiento corrido con sobrecimiento armado. Para ellos en base al estudio de mecánica de suelos, el cual indica que la capacidad portante del suelo es de 0.85 kg/cm<sup>2</sup>, el diseño se encuentra ubicado en el anexo 10, en base a ese análisis se optó por emplear una base de 0.65 m y un peralte de 0.80 m.

Posteriormente se diseñó el sobrecimiento, el diseño se encuentra en el anexo 11. En base al análisis se optó por emplear varillas de 3/8" cada 20 cm de manera longitudinal y transversal.

El detalle para la presente cimentación se observa en la figura 46.

Figura 40: Detalle de cimentación.

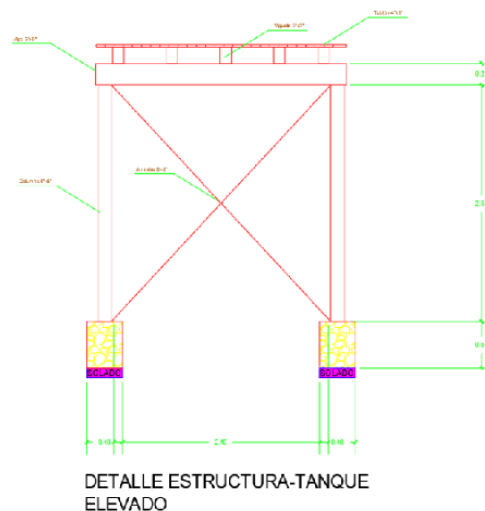


Fuente: Propia

### Diseño de torre para tanque elevado

El elemento estructural empleado para la colocación e instalación de tanque elevado fue una torre elaborada con madera tornillo, material predominante para la construcción en la zona de Mochumí. Para ello se emplearon los criterios establecidos por la Norma E-010 [21], la cual indica que los elementos estructurales elaborados con madera serán capaces de resistir en función de los esfuerzos admisibles o de servicio, es decir sin cargas amplificadas. El detalle de la estructura mencionada es el anexado en la figura 47. El diseño se encuentra ubicado en el anexo 12.

Figura 41: Detalle de propuesta de torre de madera para tanque elevado.



Fuente: Propia

### Diseño de instalaciones eléctricas

En base a los datos explicados anteriormente se procedió a realizar el cálculo de índice local, para lo cual se empleará la siguiente fórmula:

$$K = \frac{L \times A}{H_{LPT} \times (L + A)}$$

Siendo:

K= Índice de local

H<sub>LPT</sub>= Cavidad de piso

L= Largo del local (m)

A= Ancho del local (m)

Obteniendo los siguientes datos:

En el anexo 13 se calculó el coeficiente de utilización, para ello se tomaron los criterios en función de la superficie, el color y el factor de reflexión.

Figura 42: Cuadro de reflexión de techo, suelo y pared.

| Superficies | Color  | Fac. Refl. |
|-------------|--------|------------|
| Techo       | claro  | 0.7        |
|             | medio  | 0.5        |
|             | oscuro | 0.3        |
| Pared       | claro  | 0.5        |
|             | medio  | 0.3        |
|             | oscuro | 0.1        |
| Suelo       | claro  | 0.3        |
|             | oscuro | 0.1        |

Fuente: Guevara Gianmarco [26].

En base a esto se analizó el coeficiente de utilización, cuyos resultados se encuentran en el anexo 14.

Figura 43: Cuadro de factor de utilización

| Tipo de aparato de alumbrado       | Índice del local k | Factor de utilización (γ)     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------------------------------|--------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                                    |                    | Factor de reflexión del techo |     |     |     |     |     |     |     |     |
|                                    |                    | 0.7                           |     |     | 0.5 |     |     | 0.3 |     |     |
| Factor de reflexión de las paredes |                    |                               |     |     |     |     |     |     |     |     |
| 0.5                                |                    |                               | 0.3 |     |     | 0.1 |     |     |     |     |
|                                    | 1                  | .28                           | .22 | .16 | .25 | .22 | .15 | .26 | .22 | .16 |
|                                    | 1.2                | .31                           | .27 | .20 | .30 | .27 | .20 | .30 | .27 | .20 |
|                                    | 1.5                | .39                           | .33 | .26 | .36 | .33 | .26 | .36 | .33 | .26 |
|                                    | 2                  | .45                           | .40 | .35 | .44 | .40 | .35 | .44 | .40 | .35 |
|                                    | 2.5                | .52                           | .46 | .41 | .49 | .46 | .41 | .49 | .46 | .41 |
|                                    | 3                  | .54                           | .50 | .45 | .53 | .50 | .45 | .53 | .50 | .45 |
|                                    | 4                  | .61                           | .56 | .52 | .60 | .56 | .52 | .60 | .56 | .52 |
|                                    | 5                  | .63                           | .60 | .56 | .63 | .60 | .56 | .62 | .60 | .56 |
|                                    | 6                  | .68                           | .63 | .60 | .66 | .63 | .60 | .65 | .63 | .60 |
|                                    | 8                  | .71                           | .67 | .64 | .69 | .67 | .64 | .68 | .67 | .64 |
|                                    | 10                 | .72                           | .70 | .67 | .71 | .70 | .67 | .71 | .70 | .67 |

Fuente: Guevara Gianmarco [26].

Así mismo se determinó el factor de mantenimiento, para ello se siguió las recomendaciones de Guevara [26]. En base a esto se optó por un mantenimiento medio de 0.6.

*Figura 44: Tabla de factor de mantenimiento.*

| MALO | MEDIO | BUENO |
|------|-------|-------|
| 0.5  | 0.6   | 0.7   |

*Fuente: Guevara Gianmarco [26].*

Con estos datos se procedió a calcular la cantidad total de lúmenes para cada ambiente. Para ello se empleó la siguiente ecuación:

$$FLT = \frac{I.M.D \times L \times A}{C_u \times F_m}$$

Donde:

FLT= Flujo luminoso total (lum)

I.M. D= Intensidad media de diseño (lux)

L= Largo del local (m)

A= Ancho del local (m)

C.U.= Coeficiente de utilización

F.M.= Factor de mantenimiento

*Tabla 6: Cálculo del flujo luminoso total*

| Ambiente     | Ancho<br>(m) | Largo<br>(m) | I.M.D<br>(lux) | C <sub>u</sub> | F <sub>m</sub> | FLT<br>(lum) |
|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| Sala-Comedor | 4.01         | 5.42         | 100            | 0.293          | 0.6            | 12363.03     |
| Cocina       | 3.86         | 5.42         | 300            | 0.287          | 0.6            | 36313.59     |
| S.S.H.H.     | 1.86         | 3.63         | 100            | 0.156          | 0.6            | 7213.46      |
| Dormitorio 1 | 3.86         | 4.47         | 50             | 0.264          | 0.6            | 5446.40      |
| Dormitorio 2 | 3.86         | 4.47         | 50             | 0.264          | 0.6            | 5446.40      |
| Pasadizo     | 1.86         | 6.41         | 20             | 0.183          | 0.6            | 2171.69      |

Fuente: Propia

En base a estos datos se procedió a calcular el número de luminarias, para ello se empleó la siguiente fórmula:

$$N.L = \frac{FLT}{FLL}$$

Siendo:

N.L.= Número de luminarias

FLT= Flujo luminoso total

FLL= Flujo luminoso de lámpara

Tabla 7: Cálculo del FLL

| Ambiente     | FLT      | FLL   |
|--------------|----------|-------|
|              | (lum)    | (lum) |
| Sala-Comedor | 12363.03 | 17000 |
| Cocina       | 36313.59 | 17000 |
| S.S.H.H.     | 7213.46  | 17000 |
| Dormitorio 1 | 5446.40  | 17000 |
| Dormitorio 2 | 5446.40  | 17000 |
| Pasadizo     | 2171.69  | 17000 |

Fuente: Propia

Se procedió a verificar el nivel de iluminación en base a la luminaria seleccionada, para ello se empleó la siguiente fórmula:

$$N.I. = \frac{N^{\circ} \text{ luminarias} \times FLT \times C_u \times F_m}{L \times A}$$

Donde:

N.I.= Nivel de iluminación (lux)

FLL= Flujo luminoso de la lámpara (lum)

L= Largo del local (m)

A= Ancho del local (m)

C<sub>u</sub>= Coeficiente de utilización

F<sub>m</sub>= Factor de mantenimiento

Aplicando la fórmula se obtienen los siguientes datos:

Tabla 8: Análisis del nivel de intensidad

| Ambiente     | Nº de luminarias | FLT      | C <sub>u</sub> | F <sub>m</sub> | A     | Intensidad | Condición |
|--------------|------------------|----------|----------------|----------------|-------|------------|-----------|
|              |                  | (lum)    |                |                |       |            |           |
| Sala-Comedor | 1                | 12363.03 | 0.293          | 0.6            | 21.73 | 100.02     | Sí        |
| Cocina       | 3                | 36313.59 | 0.287          | 0.6            | 20.92 | 896.73     | Sí        |
| S.S.H.H.     | 1                | 7213.46  | 0.156          | 0.6            | 6.75  | 100.03     | Sí        |
| Dormitorio 1 | 1                | 5446.40  | 0.264          | 0.6            | 17.25 | 50.01      | Sí        |
| Dormitorio 2 | 1                | 5446.40  | 0.264          | 0.6            | 17.25 | 50.01      | Sí        |
| Pasadizo     | 1                | 2171.69  | 0.183          | 0.6            | 11.92 | 20.00      | Sí        |

Fuente: Propia

En base a estos datos se procedió a calcular la potencia total que se necesitará para la edificación.

Figura 45: Cálculo de potencia total en edificación.

| Circuito 1                    |              |                                |            |          |                |       | Circuito 2         |       |
|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|----------|----------------|-------|--------------------|-------|
| Código                        | Ambiente     | Tipo de lámpara                | Marca      | Potencia | Nº de lámparas | Total | Tomacorrientes (W) |       |
|                               |              |                                |            | (W)      |                | (W)   | Equipo             | Total |
| LF 17W                        | Sala-Comedor | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    | Televisor          | 500   |
| LF 17W                        | Cocina       | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 3              | 51    | Licadora           | 550   |
|                               |              |                                |            |          |                |       | Refrigeradora      | 300   |
|                               |              |                                |            |          |                |       | Microondas         | 400   |
| LF 17W                        | S.S.H.H.     | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    | Celular            | 100   |
| LF 17W                        | Dormitorio 1 | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    | Computadora        | 120   |
| LF 17W                        | Dormitorio 2 | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    | Computadora        | 120   |
| LF 17W                        | Pasadizo     | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    | Celular            | 100   |
| <b>Potencia instalada (W)</b> |              |                                |            |          |                | 136   |                    | 2190  |
| <b>Potencia Total (W)</b>     |              |                                |            |          |                |       |                    | 2326  |

Fuente: Propia

Con estos datos se procedió a calcular las intensidades necesarias para los alimentadores generales y sus circuitos derivados. Para la intensidad se procederá a emplear la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P.I.}{K \times E \times \cos\phi}$$

Siendo:

I= Intensidad (A)

P.I.= Potencia Instalada (w)

K= Carga eléctrica

E= Corriente

cos $\phi$ = Factor de potencia

El tipo de circuito a emplearse será monofásico, para estos casos Guevara [26] en su investigación que E será igual a 1 y el factor de potencia equivaldrá a 0.80. Aplicando la fórmula se obtuvieron los siguientes valores:

$$I = \frac{2326 \text{ watts}}{220v \times 1 \times 0.80} = 13.22 \text{ A}$$

Este valor será aumentado en un 25% por cuestiones de seguridad teniendo un valor final igual a 16.53 A. Con este dato se procederá a verificar la caída de tensión, Guevara indica [26] que la caída de tensión no será menor al 2.5% de 220V, es decir 5.5V. Para ello se empleará la siguiente fórmula:

$$\Delta E = K \times I_{\text{diseño}} \times \delta \times \frac{L}{S} \times \cos\phi$$

Siendo:

 $\Delta E$ = Caída de tensión

K= Carga eléctrica

I= Intensidad de diseño

 $\delta$ = Constante dieléctrica (0.017535 $\Omega$ \*mm<sup>2</sup> /m)

L= Longitud

S= Sección

cosØ= Factor de potencia

$$\Delta E = \frac{2 \times 16.53 \times 0.017535 \times 11.85 \times 0.8}{10}$$

$$\Delta E = 0.54 \text{ V}$$

En base al análisis se observa que la caída de tensión en la edificación es de 0.54 V, lo cual es menor al 2.5% de 220 V que es 5.5V; siguiendo lo recomendado por la figura se eligió el calibre y amperaje máximo permisible de dicho cable, siendo que por seguridad se empleó el calibre 10, con una intensidad de 30 A y una tubería de 3/4" de PVC.

Figura 46: Tabla de Amperajes.

| AMPERAJE - CABLE DE COBRE |                    |                |                      |
|---------------------------|--------------------|----------------|----------------------|
| Tipo de aislante          | TW                 | RHW, THW, THWN | THHN, XHHW-2, THWN-2 |
| Nivel de temperatura      | 60°C               | 75°C           | 90°C                 |
| Calibre de cable          | Amperaje soportado |                |                      |
| 14 AWG                    | 15 A               | 15 A           | 15 A                 |
| 12 AWG                    | 20 A               | 20 A           | 20 A                 |
| 10 AWG                    | 30 A               | 30 A           | 30 A                 |
| 8 AWG                     | 40 A               | 50 A           | 55 A                 |
| 6 AWG                     | 55 A               | 65 A           | 75 A                 |
| 4 AWG                     | 70 A               | 85 A           | 95 A                 |
| 3 AWG                     | 85 A               | 100 A          | 115 A                |
| 2 AWG                     | 95 A               | 115 A          | 130 A                |
| 1 AWG                     | 110 A              | 130 A          | 145 A                |
| 1/0 AWG                   | 125 A              | 150 A          | 170 A                |
| 2/0 AWG                   | 145 A              | 175 A          | 195 A                |
| 3/0 AWG                   | 165 A              | 200 A          | 225 A                |
| 4/0 AWG                   | 195 A              | 230 A          | 260 A                |

Fuente: Revista Construyendo.co [27]

Se procederá a calcular los circuitos derivados para la vivienda. Primero se calculará lo que corresponde a luminarias.

Figura 47: Cálculo de la potencia del circuito 1.

| Circuito 1                    |              |                                |            |          |                |       |
|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|----------|----------------|-------|
| Código                        | Ambiente     | Tipo de lámpara                | Marca      | Potencia | Nº de lámparas | Total |
|                               |              |                                |            | (W)      |                | (W)   |
| LF 17W                        | Sala-Comedor | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    |
| LF 17W                        | Cocina       | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 3              | 51    |
| LF 17W                        | S.S.H.H.     | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    |
| LF 17W                        | Dormitorio 1 | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    |
| LF 17W                        | Dormitorio 2 | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    |
| LF 17W                        | Pasadizo     | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    |
| <b>Potencia instalada (W)</b> |              |                                |            |          |                | 136   |
| <b>Potencia Total (W)</b>     |              |                                |            |          |                | 272   |

Fuente: Propia

Con estos datos se procedió a calcular las intensidades necesarias para los alimentadores generales y sus circuitos derivados. Para la intensidad se procederá a emplear la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P.I.}{K \times E \times \cos \phi}$$

Siendo:

I= Intensidad (A)

P.I.= Potencia Instalada (w)

K= Carga eléctrica

E= Corriente

cosØ= Factor de potencia

El tipo de circuito a emplearse será monofásico, para estos casos Guevara [26] en su investigación que E será igual a 1 y el factor de potencia equivaldrá a 0.80. Aplicando la fórmula se obtuvieron los siguientes valores:

$$I = \frac{272 \text{ watts}}{220v \times 1 \times 0.80} = 1.55 A$$

Este valor será aumentado en un 25% por cuestiones de seguridad teniendo un valor final igual a 1.93 A. Con este dato se procederá a verificar la caída de tensión, Guevara indica [26] que la caída de tensión no será menor al 2.5% de 220V, es decir 5.5V. Para ello se empleará la siguiente fórmula:

$$\Delta E = K \times I_{\text{diseño}} \times \delta \times \frac{L}{S} \times \cos \phi$$

Siendo:

ΔE= Caída de tensión

K= Carga eléctrica

I= Intensidad de diseño

δ= Constante dieléctrica (0.017535Ω\*mm<sup>2</sup> /m)

L= Longitud

S= Sección

cosØ= Factor de potencia

$$\Delta E = \frac{2 \times 1.93 \times 0.017535 \times 11.85 \times 0.8}{10}$$

$$\Delta E = 0.06 V$$

En base al análisis se observa que la caída de tensión en la edificación es de 0.06 V, lo cual es menor al 2.5% de 220 V que es 5.5V; siguiendo lo recomendado por la figura se eligió el calibre y amperaje máximo permisible de dicho cable, siendo que por seguridad se empleó el calibre 10, con una intensidad de 30 A y una tubería de 3/4" de PVC.

Posteriormente se realizó el mismo análisis para el circuito 2.

Figura 48: Cálculo de la potencia del circuito 2.

| Circuito 2                    |                    |       |
|-------------------------------|--------------------|-------|
| Código                        | Tomacorrientes (W) |       |
|                               | Equipo             | Total |
| LF 17W                        | Televisor          | 500   |
|                               | Licudadora         | 550   |
| LF 17W                        | Refrigeradora      | 300   |
|                               | Microondas         | 400   |
| LF 17W                        | Celular            | 100   |
| LF 17W                        | Computadora        | 120   |
| LF 17W                        | Computadora        | 120   |
| LF 17W                        | Celular            | 100   |
| <b>Potencia instalada (W)</b> |                    | 2190  |
| <b>Potencia Total (W)</b>     |                    | 2190  |

Fuente: Propia

Con estos datos se procedió a calcular las intensidades necesarias para los alimentadores generales y sus circuitos derivados. Para la intensidad se procederá a emplear la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P.I.}{K \times E \times \cos\phi}$$

Siendo:

I= Intensidad (A)

P.I.= Potencia Instalada (w)

K= Carga eléctrica

E= Corriente

cos $\phi$ = Factor de potencia

El tipo de circuito a emplearse será monofásico, para estos casos Guevara [26] en su investigación que E será igual a 1 y el factor de potencia equivaldrá a 0.80. Aplicando la fórmula se obtuvieron los siguientes valores:

$$I = \frac{2190 \text{ watts}}{220v \times 1 \times 0.80} = 12.44 \text{ A}$$

Este valor será aumentado en un 25% por cuestiones de seguridad teniendo un valor final igual a 15.55 A. Con este dato se procederá a verificar la caída de tensión, Guevara indica [26] que la caída de tensión no será menor al 2.5% de 220V, es decir 5.5V. Para ello se empleará la siguiente fórmula:

$$\Delta E = K \times I_{\text{diseño}} \times \delta \times \frac{L}{S} \times \cos\phi$$

Siendo:

$\Delta E$ = Caída de tensión

K= Carga eléctrica

I= Intensidad de diseño

$\delta$ = Constante dieléctrica (0.017535 $\Omega$ \*mm<sup>2</sup> /m)

L= Longitud

S= Sección

cosØ= Factor de potencia

$$\Delta E = \frac{2 \times 15.55 \times 0.017535 \times 11.85 \times 0.8}{10}$$

$$\Delta E = 0.51 \text{ V}$$

En base al análisis se observa que la caída de tensión en la edificación es de 0.51 V, lo cual es menor al 2.5% de 220 V que es 5.5V; siguiendo lo recomendado por la figura se eligió el calibre y amperaje máximo permisible de dicho cable, siendo que por seguridad se empleó el calibre 10, con una intensidad de 30 A y una tubería de 3/4" de PVC.

### *Diseño de instalaciones sanitarias*

#### *Diseño del sistema de agua fría*

En base a los datos mencionados con anterioridad, se realizó el diseño de sistema de agua fría de la vivienda, cuya área es de 103.76 m<sup>2</sup>. En base a esto la dotación para la vivienda es:

$$\text{Dotación} = 1500 \text{ Lt/d}$$

Después de analizar la dotación diaria para la vivienda, se realizó la determinación de la capacidad de volumen para el tanque elevado.

De acuerdo con la IS.010 [21], define que el volumen del tanque elevado será 1/3 de la dotación diaria. En base a esto se obtiene lo siguiente:

$$V_{\text{tanque}} = \frac{\text{Dotación diaria}}{3} = \frac{1500}{3} = 500 \text{ Lt}$$

Posteriormente se realizó el predimensionamiento de las tuberías. Para ello se empleó los métodos recomendados por la IS.010, el cual indica que se debe emplear el caudal por la máxima demanda simultánea y el análisis por unidad Hunter.

Figura 49: Cuadro de Unidades de gasto.

**ANEXO N° 1**  
**UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS**  
**TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS**  
**EDIFICIOS (APARATOS DE USO PRIVADO)**

| Aparato sanitario | Tipo  | Unidades de gasto |           |               |
|-------------------|---|-------------------|-----------|---------------|
|                   |   | Total             | Agua fría | Agua caliente |
| Inodoro           | Con tanque – descarga reducida.                               | 1,5               | 1,5       | -             |
| Inodoro           | Con tanque.   | 3                 | 3         | -             |
| Inodoro           | Con válvula semiautomática y automática.                      | 6                 | 6         | -             |
| Inodoro           | Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida. | 3                 | 3         | -             |
| Bidé              |   | 1                 | 0,75      | 0,75          |
| Lavatorio         |   | 1                 | 0,75      | 0,75          |
| Lavadero          |   | 3                 | 2         | 2             |
| Ducha             |   | 2                 | 1,5       | 1,5           |
| Tina              |   | 2                 | 1,5       | 1,5           |
| Urinario          | Con tanque  | 3                 | 3         | -             |
| Urinario          | Con válvula semiautomática y automática.                      | 5                 | 5         | -             |
| Urinario          | Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida. | 2,5               | 2,5       | -             |
| Urinario          | Múltiple (por m)  | 3                 | 3         | -             |

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones [21]

Figura 50: Tabla de gastos probables para aplicación de método de Hunter.

**GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL**  
**MÉTODO DE HUNTER**

| N° de unidades | Gasto Probable |         | N° de unidades | Gasto Probable |         | N° de unidades | Gasto Probable |
|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|
|                | Tanque         | Válvula |                | Tanque         | Válvula |                |                |
| 3              | 0,12           | -       | 120            | 1,83           | 2,72    | 1100           | 8,27           |
| 4              | 0,16           | -       | 130            | 1,91           | 2,80    | 1200           | 8,70           |
| 5              | 0,23           | 0,91    | 140            | 1,98           | 2,85    | 1300           | 9,15           |
| 6              | 0,25           | 0,94    | 150            | 2,06           | 2,95    | 1400           | 9,56           |
| 7              | 0,28           | 0,97    | 160            | 2,14           | 3,04    | 1500           | 9,90           |
| 8              | 0,29           | 1,00    | 170            | 2,22           | 3,12    | 1600           | 10,42          |
| 9              | 0,32           | 1,03    | 180            | 2,29           | 3,20    | 1700           | 10,85          |
| 10             | 0,43           | 1,06    | 190            | 2,37           | 3,25    | 1800           | 11,25          |
| 12             | 0,38           | 1,12    | 200            | 2,45           | 3,36    | 1900           | 11,71          |
| 14             | 0,42           | 1,17    | 210            | 2,53           | 3,44    | 2000           | 12,14          |
| 16             | 0,46           | 1,22    | 220            | 2,60           | 3,51    | 2100           | 12,57          |
| 18             | 0,50           | 1,27    | 230            | 2,65           | 3,58    | 2200           | 13,00          |
| 20             | 0,54           | 1,33    | 240            | 2,75           | 3,65    | 2300           | 13,42          |
| 22             | 0,58           | 1,37    | 250            | 2,84           | 3,71    | 2400           | 13,86          |
| 24             | 0,61           | 1,42    | 260            | 2,91           | 3,79    | 2500           | 14,29          |
| 26             | 0,67           | 1,45    | 270            | 2,99           | 3,87    | 2600           | 14,71          |
| 28             | 0,71           | 1,51    | 280            | 3,07           | 3,94    | 2700           | 15,12          |
| 30             | 0,75           | 1,55    | 290            | 3,15           | 4,04    | 2800           | 15,53          |
| 32             | 0,79           | 1,59    | 300            | 3,32           | 4,12    | 2900           | 15,97          |
| 34             | 0,82           | 1,63    | 320            | 3,37           | 4,24    | 3000           | 16,20          |
| 36             | 0,85           | 1,67    | 340            | 3,52           | 4,35    | 3100           | 16,51          |
| 38             | 0,88           | 1,70    | 380            | 3,67           | 4,46    | 3200           | 17,23          |
| 40             | 0,91           | 1,74    | 390            | 3,83           | 4,60    | 3300           | 17,85          |
| 42             | 0,95           | 1,78    | 400            | 3,97           | 4,72    | 3400           | 18,07          |
| 44             | 1,00           | 1,82    | 420            | 4,12           | 4,84    | 3500           | 18,40          |
| 46             | 1,03           | 1,84    | 440            | 4,27           | 4,96    | 3600           | 18,91          |

| N° de unidades | Gasto Probable |         | N° de unidades | Gasto Probable |         | N° de unidades | Gasto Probable |
|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|
|                | Tanque         | Válvula |                | Tanque         | Válvula |                |                |
| 48             | 1,09           | 1,92    | 460            | 4,42           | 5,08    | 3700           | 19,23          |
| 50             | 1,13           | 1,97    | 480            | 4,57           | 5,20    | 3800           | 19,75          |
| 55             | 1,19           | 2,04    | 500            | 4,71           | 5,31    | 3900           | 20,17          |
| 60             | 1,25           | 2,11    | 550            | 5,02           | 5,57    | 4000           | 20,50          |
| 65             | 1,31           | 2,17    | 600            | 5,34           | 5,83    |                |                |
| 70             | 1,36           | 2,23    | 650            | 5,85           | 6,09    |                |                |
| 75             | 1,41           | 2,29    | 700            | 5,95           | 6,35    |                |                |
| 80             | 1,45           | 2,35    | 750            | 6,20           | 6,61    |                |                |
| 85             | 1,50           | 2,40    | 800            | 6,60           | 6,84    |                |                |
| 90             | 1,56           | 2,45    | 850            | 6,91           | 7,11    |                |                |
| 95             | 1,62           | 2,50    | 900            | 7,22           | 7,36    |                |                |
| 100            | 1,67           | 2,55    | 950            | 7,53           | 7,61    |                |                |
| 110            | 1,75           | 2,60    | 1000           | 7,84           | 7,85    |                |                |

NOTA: Los gastos están dados en L/s y corresponden a un ajuste de la tabla original del Método de Hunter.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones. [21]

En base al análisis ubicado en el anexo 14 se obtuvo 0.25 Lt/s, este valor será empleado para determinar el diámetro de las tuberías de la vivienda. La fórmula para emplear fue la siguiente:

$$J = \frac{1.21957 * 8.9 * Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

Donde:

J: Pérdida de presión (m)

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C: Coeficiente de rugosidad (150)

D: Diámetro (m)

*Figura 51: Cálculo del diámetro de tuberías para instalación sanitaria*

| Cálculo del diámetro de tuberías |                 |                |                       |          |                 |                    |       |
|----------------------------------|-----------------|----------------|-----------------------|----------|-----------------|--------------------|-------|
| Tubería                          | Aparatos Sanita | U.H. por tramo | Gasto probable (Lt/s) | Ø (pulg) | Velocidad (m/s) | Pérdida de presión |       |
| Tramo                            | F               |                |                       |          |                 |                    |       |
| Tramo A-B                        | F               | Indoro         | 3                     | 0,275    | 3/4             | 0,96               | 0,062 |
|                                  |                 | Ducha          | 1,5                   |          |                 |                    |       |
|                                  |                 | Lavatorio      | 2,25                  |          |                 |                    |       |
|                                  |                 | Suma           | 6,75                  |          |                 |                    |       |
| Tramo B-C                        |                 | Lavatorio      | 0,75                  | 0,12     | 1/2             | 0,95               | 0,099 |
|                                  |                 | Suma           | 0,75                  |          |                 |                    |       |
| Tramo B-D                        | F               | Indoro         | 3                     | 0,25     | 3/4             | 0,88               | 0,052 |
|                                  |                 | Ducha          | 1,5                   |          |                 |                    |       |
|                                  |                 | Lavatorio      | 1,5                   |          |                 |                    |       |
|                                  |                 | Suma           | 6                     |          |                 |                    |       |
| Tramo D-E                        | F               | Indoro         | 3                     | 0,18     | 3/4             | 0,63               | 0,028 |
|                                  |                 | Ducha          | 1,5                   |          |                 |                    |       |
|                                  |                 | Suma           | 4,5                   |          |                 |                    |       |
| Tramo E-F                        | F               | Indoro         | 3                     | 0,12     | 1/2             | 0,95               | 0,096 |
|                                  |                 | Suma           | 3                     |          |                 |                    |       |
| Tramo E-G                        | F               | Ducha          | 1,5                   | 0,12     | 1/2             | 0,95               | 0,096 |
|                                  |                 | Suma           | 1,5                   |          |                 |                    |       |
| Tramo D-H                        | F               | Ducha          | 1,5                   | 0,12     | 1/2             | 0,95               | 0,096 |
|                                  |                 | Suma           | 1,5                   |          |                 |                    |       |
| Tramo H-I                        | F               | Ducha          | 0,75                  | 0,12     | 1/2             | 0,95               | 0,096 |
|                                  |                 | Suma           | 0,75                  |          |                 |                    |       |
| Tramo H-J                        | F               | Ducha          | 0,75                  | 0,12     | 1/2             | 0,95               | 0,096 |
|                                  |                 | Suma           | 0,75                  |          |                 |                    |       |

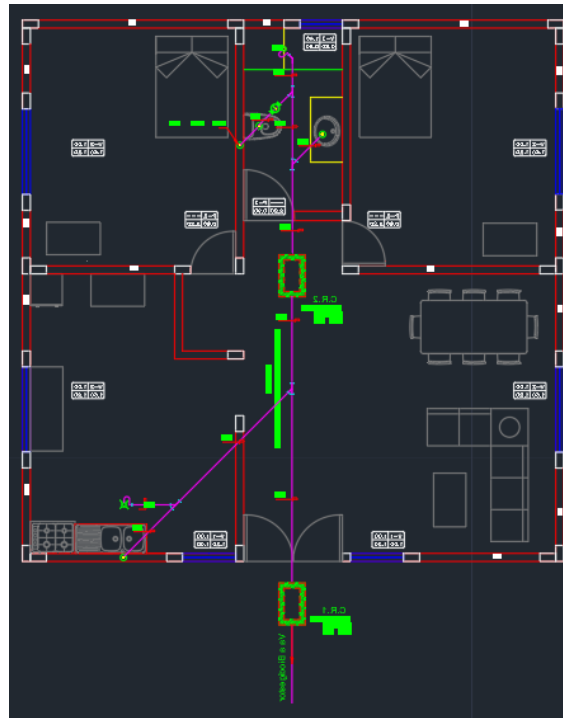
*Fuente: Propia*

En base a lo mencionado se realizó el diseño del sistema de distribución de agua fría. Para ello se empleó el método de Unidad Hunter, recomendado por la norma IS.010 [21], en base a la norma indica que la velocidad mínima será 0.60 m/s, con lo cual, en base al análisis cumple ese criterio. Al no contar con cisterna en la presente edificación, se da por concluido el diseño.

### ***Diseño de sistema de desagüe y ventilación***

En base a la teoría mencionada en párrafos anteriores, se procedió a realizar el diseño del sistema de desagüe de la edificación.

Figura 52: Propuesta de sistema de desagüe.



Fuente: Propia.

Para la edificación se cuenta con una descarga de 8 U.H, cuyo análisis se ubica en el anexo 15., en base a la norma IS.010 se tendrá el caudal de 0.29 Lt/s.

En base a esto se ha considera, siguiendo el anexo 6 de la norma IS.010 que para las trampas de inodoro se emplearán tuberías de 4", para sumideros y lavatorios, 2". Así mismo se hizo en análisis para las tuberías del ramal, concluyendo emplear tuberías de 6".

Figura 53: Anexo N°9 de la norma IS.010.

| Diámetro del tubo(mm) | Pendiente |       |       |
|-----------------------|-----------|-------|-------|
|                       | 1%        | 2%    | 4%    |
| 50 (2")               | -         | 21    | 26    |
| 65 (2 ½")             | -         | 24    | 31    |
| 75 (3")               | 20        | 27    | 36    |
| 100 (4")              | 180       | 216   | 250   |
| 125 (5")              | 390       | 480   | 575   |
| 150 (6")              | 700       | 840   | 1000  |
| 200 (8")              | 1600      | 1920  | 2300  |
| 250 (10")             | 2900      | 3500  | 4200  |
| 300 (12")             | 4600      | 5600  | 6700  |
| 375 (15")             | 8300      | 10000 | 12000 |

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones [21]

En base al anexo N°9 y teniendo una descarga de 8 U.H. se ha optado por darles una pendiente del 1% a las tuberías de los ramales siendo estas de 6" ya que no superan la máxima carga permisible.

Referente al cálculo de diámetros y longitudes máximas de tuberías auxiliares de ventilación de la propuesta del presente proyecto, se emplearon los cuadros de la norma IS.010.

Figura 54: Cuadro de dimensiones de los tubos de ventilación principal.

| DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN PRINCIPAL |                                 |  |        |         |         |
|---|---------------------------------|--|--------|---------|---------|
| Diámetro de la montante, (mm)                     | Unidades de descarga ventiladas | Diámetro requerido para el tubo de ventilación principal |        |         |         |
|   |                                 | 2"   | 3"     | 4"      | 6"      |
|   |                                 | 50(mm)   | 75(mm) | 100(mm) | 150(mm) |
| Longitud Máxima del Tubo en metros                |                                 |  |        |         |         |
| 50 (2")   | 12                              | 60,0   | -      | -       | -       |
| 50 (2")   | 20                              | 45,0   | -      | -       | -       |
| 65 (2½")  | 10                              | -  | -      | -       | -       |
| 75 (3")   | 10                              | 30,0   | 180,0  | -       | -       |
| 75 (3")   | 30                              | 18,0   | 150,0  | -       | -       |
| 75 (3")   | 60                              | 15,0   | 120,0  | -       | -       |
| 100 (4")  | 100                             | 11,0   | 78,0   | 300,0   | -       |
| 100 (4")  | 200                             | 9,0  | 75,0   | 270,0   | -       |
| 100 (4")  | 500                             | 6,0  | 54,0   | 210,0   | -       |
| 203 (8")  | 600                             | -  | -      | 15,0    | 150,0   |
| 203 (8")  | 1400                            | -  | -      | 12,0    | 120,0   |
| 203 (8")  | 2200                            | -  | -      | 9,0     | 105,0   |
| 203 (8")  | 3600                            | -  | -      | 8,0     | 75,0    |
| 203 (8")  | 3600                            | -  | -      | 8,0     | 75,0    |
| 254 (10")   | 1000                            | -  | -      | -       | 38,0    |
| 254 (10")   | 2500                            | -  | -      | -       | 30,0    |
| 254 (10")   | 3800                            | -  | -      | -       | 24,0    |
| 254 (10")   | 5600                            | -  | -      | -       | 18,0    |

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones [21].

Se empleó el cuadro Unidades de Descarga para obtener el total de estas, luego se han comparado los datos obtenidos del análisis empleando las tablas que indica el Reglamento, para garantizar que el diámetro de 2" puede ventilar como máximo 100 UDD ventiladas en una longitud de 11 m., al tener la edificación una altura de 2.40 metros, se considera adecuado el uso de ese diámetro para la tubería de ventilación auxiliar, el análisis se ubica en el anexo 17.

### Diseño de biodigestor

Para el diseño del biodigestor se han tomado las recomendaciones dadas por el manual de Rotoplas [28]. La guía señala que el sistema estará compuesto por un tanque séptico, cámara de contención de lodos estabilizados, sistema de extracción de lodos y filtro de aros PET.

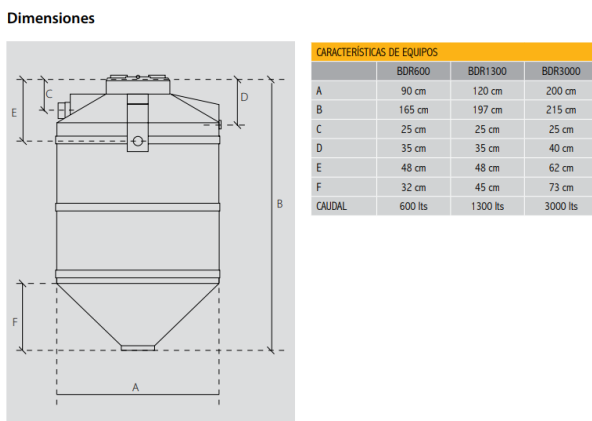
Figura 55: Componentes de tanque séptico.



Fuente: Manual de instalación de biodigestor [28].

El volumen empleado para esta edificación será de 600Lt, las dimensiones serán dadas por la guía Rotoplas. Estas son las siguiente:

Figura 56: Dimensiones de biodigestor Rotoplas.



Fuente: Manual de instalación de biodigestor. [28]

Así mismo las dimensiones para la cámara de lodos se obtuvieron de la misma fuente. El manual recomienda que este debe ser construido en obra de manera tradicional o empleando anillos premoldeados de hormigón pretensado plásticos, además resalta que el fondo de la cámara no deberá presentar ningún tipo de aislación.

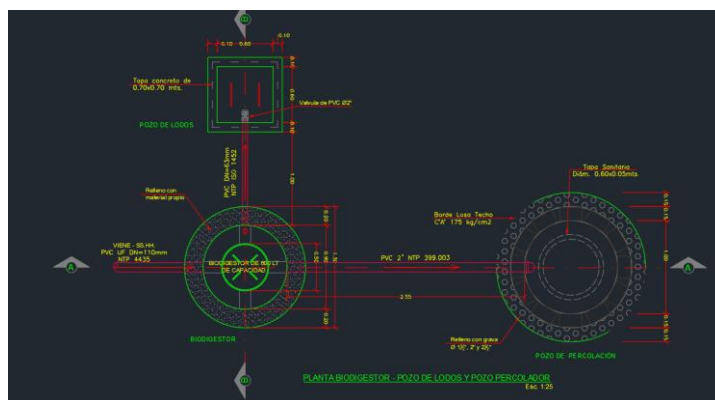
El manual recomienda que para el tratamiento de aguas negras se empleará como mínimo el biodigestor Rotoplas de 600 Lt, como se puede apreciar en la siguiente gráfica.

Figura 57: Capacidades mínimas biodigestor Rotoplas.

| CAPACIDADES              | 600 LITROS  | 1300 LITROS | 3000 LITROS  |
|--------------------------|-------------|-------------|--------------|
| Solo aguas negras        | 5 personas  | 10 personas | 25 personas  |
| Aguas negras y jabonosas | 2 personas  | 5 personas  | 12 personas  |
| Oficinas                 | 20 personas | 50 personas | 100 personas |

Fuente: Manual de instalación de biodigestor. [28]

Figura 58: Detalle en planta de biodigestor.



Fuente: Propia

### *Diseño de trampa de grasas*

Siguiendo las recomendaciones del Manual de instalación de biodigestor [28], se indica que para las aguas residuales que no contengan materia orgánica se deberá diseñar una trampa de grasas. Las especificaciones técnicas para diseño de trampas de grasa [29], recomiendan los siguientes criterios para un correcto diseño.

El caudal de diseño a emplearse estará en función de las unidades Hunter a la cual se diseñará, para ello se empleó la figura otorgada por las especificaciones [29].

*Figura 59: Unidades de gasto para aparatos sanitarios.*

**Cuadro 1: Unidades de gasto de los aparatos sanitarios que descargan a la trampa de grasa.**

| Aparato Sanitario      | Tipo              | Unidad de Gasto (*) |
|------------------------|-------------------|---------------------|
| Lavadero de cocina     | Múltiple          | 2                   |
| Lavadero de repostería | Hotel restaurante | 4                   |
| Lavadero de ropa       |                   | 3                   |

(\*) Debe asumirse este número de unidades de gasto por cada grifo instalado en el lavadero.

*Fuente: Especificaciones técnicas para diseño de trampas de grasa [29]*

En el proyecto se cuenta con dos grifos ubicados en la cocina, por ende, la cantidad total de UH fue de 4. Con este valor se procedió a calcular el caudal de diseño.

$$Q = 0.3 \sqrt{\sum p}$$

Donde:

Q= Caudal de diseño (Lt/s)

$\sum p$ = Sumatoria de todas las unidades de gasto

Reemplazando la fórmula se obtuvo que el caudal de diseño es de 0.60 Lt/s.

Así mismo las especificaciones recomiendan emplear un tiempo de retención entre 2.5'-3' [29].

Para el presente proyecto se optó emplear 3'. Reemplazando estos valores se obtuvo un volumen equivalente a 108 Lt, Sin embargo, de acuerdo con las especificaciones [29], indican que el volumen mínimo debe ser 300 Lt, por ello el diseño se basará en el mínimo solicitado.

También indica que la profundidad mínima deber ser 0.80m con un borde libre de 0.30m, que son los valores que tomaremos para el diseño, en base a esto se obtendrá el área necesaria.

$$V = Axh$$

Donde:

V= Volumen de trampa de grasas

A= Área de trampa de grasas

h= Altura de trampa de grasas

Reemplazando se obtiene:

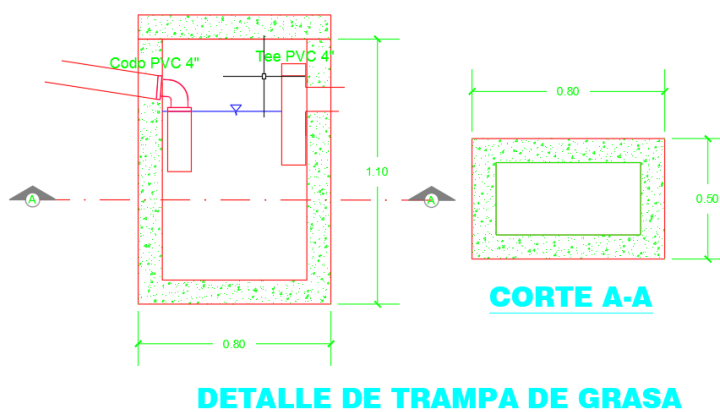
$$0.3 \text{ m}^3 = A \times 0.80 \text{ m}$$

$$A = 0.375 \text{ m}^2$$

Así mismo indica que la relación L:A debe estar entre 2:1 a 3:2 [29]. Se seleccionó un largo de 0.80 m y un ancho de 0.50 m con lo cual satisfacemos el criterio de la especificación.

Se concluye que la trampa de grasas tendrá las siguientes dimensiones, un alto total de 1.10m, un largo de 0.80m y un ancho de 0.50m con espesor de pared y losa de 0.10m.

*Figura 60: Detalle de trampa de grasa.*



*Fuente: Propia*

### ***Presupuesto de obra, relación de insumos y calendario de ejecución de obra***

Los siguientes valores fueron obtenidos en base al metrado realizado a los planos diseñados en la presente investigación, así mismo se empleó el programa S10 para la ejecución de la plantilla de presupuesto (ver anexo N°09) y relación de insumos (ver anexo N°8). Además, se empleó el programa MS-Project para realizar el calendario de ejecución de obra. (Ver anexo N°10)

Resultando como presupuesto final para la vivienda de albañilería s/.176,167.19 (ciento setenta y seis mil ciento sesenta y siete con diecinueve soles); teniendo un área de 103.76 m<sup>2</sup> se obtuvo un valor de S/. 1,697.83 soles por m<sup>2</sup>.

Con un calendario de 72 días para su ejecución.

Tabla 9: Resumen de presupuesto por especialidad

| ESPECIALIDAD             | MONTO (S/.)       |
|--------------------------|-------------------|
| Arquitectura             | 71,570.83         |
| Estructuras              | 77,908.25         |
| Instalaciones Eléctricas | 12,375.73         |
| Instalaciones Sanitarias | 14,312.38         |
| <b>Total</b>             | <b>176,167.19</b> |

Fuente: Propia

**Análisis y cálculo de huella relacionada al consumo de combustible**

Para realizar correctamente el análisis y cálculo se procedió a clasificar el equipo y maquinaria empleada para la ejecución de obra, en base a la relación de insumos de cada especialidad, en base a su fuente de energía. Esta podía ser combustible o electricidad.

Figura 61: Cantidad de horas maquinas requeridas en obra

| CANTIDADES DE RECURSOS REQUERIDOS         |        |          |              |
|---|--------|----------|--------------|
| RECURSO                                   | UNIDAD | CANTIDAD | CATEGORÍA    |
| <b>ESTRUCTURAS</b>                        |        |          |              |
| MOTOBOMBA 3" (7 HP)                       | hm     | 1,08     | COMBUSTIBLE  |
| COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP | hm     | 11,93    | COMBUSTIBLE  |
| CAMION VOLQUETE DE 10 m3                  | hm     | 21,78    | COMBUSTIBLE  |
| VIBRADOR A GASOLINA                       | hm     | 15,78    | COMBUSTIBLE  |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)      | hm     | 18,62    | COMBUSTIBLE  |
| ESTACION TOTAL                            | hm     | 4,15     | ELECTRICIDAD |
| <b>ARQUITECTURA</b>                       |        |          |              |
| ESTACION TOTAL                            | hm     | 8,30     | ELECTRICIDAD |
| CEPILLADORA ELECTRICA                     | hm     | 4,03     | ELECTRICIDAD |
| SIERRA CIRCULAR                           | hm     | 2,02     | ELECTRICIDAD |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)      | hm     | 22,55    | COMBUSTIBLE  |
| <b>SANITARIAS</b>                         |        |          |              |
| MOTOBOMBA 3" (7 HP)                       | hm     | 1,08     | COMBUSTIBLE  |
| COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP | hm     | 3,33     | COMBUSTIBLE  |
| ESTACION TOTAL                            | hm     | 4,15     | ELECTRICIDAD |
| Combustible                               |        | 96,15    |              |
| Electricidad                              |        | 22,65    |              |

Fuente: Propia

En base a esta clasificación se obtuvo que la cantidad de horas máquinas para equipos y/o maquinarias que empleen combustible fue de 96.15 hm, y en el caso de electricidad como fuente de energía fue de 22.65 hm.

En base a esta clasificación se procedió a convertir las horas maquinas trabajadas en litros de combustible y consumo de KW respectivamente, tanto para combustible como electricidad, en

base a los rendimientos propiciados por diferentes fichas técnicas. Para el primer caso se obtuvo los siguientes resultados.

Figura 62: Conversión de horas máquina a litros de combustible.

| H.E. por consumo de Combustible            |        |          |                   |                            |
|--|--------|----------|-------------------|----------------------------|
| RESUMEN DE HORAS MAQUINA POR ESPECIALIDAD  |        |          |                   |                            |
| ESPECIALIDAD                               | UND.   | CANTIDAD | PARCIAL           |                            |
| Estructuras                                | hm     | 69,19    | 96,15 HM          |                            |
| Arquitectura                               | hm     | 22,55    |                   |                            |
| Instalaciones Sanitarias                   | hm     | 4,41     |                   |                            |
| Instalaciones Eléctricas                   | hm     | 0,00     |                   |                            |
| Recurso                                    | Unidad | Cantidad | Consumo en litros | Consumo por recurso en lts |
| MOTOBOMBA 3" (7 HP)                        | hm     | 2,16     | 1,73              | 3,734032                   |
| COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP  | hm     | 15,27    | 1,8               | 27,47988                   |
| CAMION VOLQUETE DE 10 m3                   | hm     | 21,78    | 33,27             | 724,593984                 |
| VIBRADOR A GASOLINA                        | hm     | 15,78    | 1,30              | 20,514                     |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)       | hm     | 41,17    | 3,30              | 135,84714                  |
| <b>Consumo total de combustible en lts</b> |        |          |                   | <b>912,17 lts</b>          |

Fuente: Propia

Posteriormente se realizó su conversión de litros de combustible a Mega Joules y posteriormente Giga Joules, esto se realizó para poder tener las unidades necesarias para emplear la fórmula de huella fósil mencionada en párrafos anteriores.

Finalmente se procedió a realizar el cálculo de huella ecológica obteniendo un valor de 1.6 hag.

Para en análisis de electricidad se realizó un procedimiento similar. Se obtuvo la cantidad de KW empleados durante la ejecución de obra, obteniendo un valor de 22.32 KWH, al cual se le aumentó un porcentaje del 5% en base a los posibles tiempos muertos o algún inconveniente que pueda ocurrir en obra, dando un valor final de 23.43 KWH

Figura 63: Conversión de horas máquina a KWH

| H.E. por consumo de Electricidad                     |     |          |                  |                                 |
|--|-----|----------|------------------|---------------------------------|
| RESUMEN DE HORAS MAQUINA POR ESPECIALIDAD            |     |          |                  |                                 |
| ESPECIALIDAD   | Und | Cantidad | Parcial          |                                 |
| Estructuras  | HM  | 4,15     | 22,65 HM         |                                 |
| Arquitectura   | HM  | 14,35    |                  |                                 |
| Instalaciones Sanitarias                             | HM  | 4,15     |                  |                                 |
| Instalaciones Eléctricas                             | HM  | 0,00     |                  |                                 |
| Recursos   |     | Cantidad | Consumo KW       | Consumo total de energía en KWH |
| CEPILLADORA ELECTRICA                                | hm  | 2,02     | 0,70 KW          | 1,41                            |
| ESTACION TOTAL                                       | hm  | 16,60    | 0,04 KW          | 0,61                            |
| SIERRA CIRCULAR                                      | hm  | 22,55    | 0,90 KW          | 20,29                           |
| <b>Consumo total en KWH</b>                          |     |          |                  | <b>22,32 KWH</b>                |
| <b>Consumo total en kWh y otras consideraciones:</b> |     |          | <b>23,43 KWH</b> |                                 |

Fuente: Propia

Posteriormente se realizó su conversión de KWH a Giga Joules, esto se realizó para poder tener las unidades necesarias para emplear la fórmula de huella de energía eléctrica mencionada en párrafos anteriores.

Finalmente se procedió a realizar el cálculo de huella ecológica obteniendo un valor de 1.516 hag.

Ver memoria de cálculo en anexo N°11.

### ***Análisis y cálculo de huella relacionada al consumo de agua***

Para el correcto análisis y cálculo de la huella relacionada al consumo de agua se empleó los días para ejecución de obra. Para la vivienda de adobe se tuvo una duración de 72 días, equivalente a 2.4 meses. Con este dato se realizó el procedimiento mencionado en párrafos anteriores obteniendo una huella de 3.07 hag.

Ver memoria de cálculo en el anexo N°12

### ***Análisis y cálculo de huella relacionada a la mano de obra respecto al consumo de alimentos.***

Para el correcto análisis y cálculo de la huella relacionada se procedió a dar una hipótesis de los diferentes componentes que tiene un menú diario en la localidad de Mochumí, esto con el fin de obtener los porcentajes de alimentos para el análisis mencionado en párrafos anteriores.

*Figura 64: Clasificación de alimentos de menú diario en Mochumí.*

| Alimentos                     | % Alimentos |
|-------------------------------|-------------|
| Cereales                      | 20.00       |
| Carnes                        | 18.00       |
| Legumbres, raíces y tubérculo | 20.00       |
| Pescado                       | 15.00       |
| Bebidas                       | 8.00        |
| Aceites                       | 8.00        |
| Lácteos                       | 8.00        |
| Azúcar                        | 3.00        |
|                               | 100%        |

*Fuente: Propia*

Posteriormente se procedió a realizar los análisis de huella fósil de los alimentos, teniendo para cada alimento, obteniendo una huella de 0.0028 hag/comida.

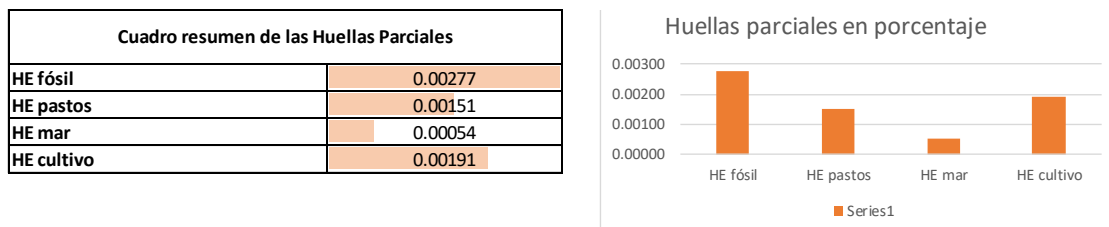
Se continuó el análisis con la huella ecológica de pastos, obteniendo un valor de 0.0015 hag/comida.

Se realizó el mismo procedimiento para la huella ecológica de mar, obteniendo un valor de 0.0005 hag/comida.

Finalmente se analizó la huella correspondiente a alimentos cultivados, obteniendo un valor de 0.00191 hag/comida.

En base a esto se puede observar en la figura N°76 el resumen de los análisis mencionados se observa que el análisis de mayor impacto es el fósil, seguido por cultivo, pastos y finalmente mar.

*Figura 65: Resumen de huellas parciales.*



*Fuente: Propia*

Para continuar el análisis se obtuvieron las horas totales trabajadas por la mano de obra, en base a la relación de insumo obtenida por el programa S10.

*Figura 66: Resumen de horas totales trabajadas por mano de obra.*

| Mano de Obra (hh)          |            |
|----------------------------|------------|
| Operario de equipo liviano | 32.06770   |
| Capataz                    | 25.04400   |
| Operario                   | 1024.54610 |
| Oficial                    | 308.01360  |
| Peón                       | 1406.93070 |
| Operario Topógrafo         | 16.59800   |

*Fuente: Propia*

Con estos valores se empleó la fórmula mencionada en párrafos anteriores, obteniendo una huella total de 2.36 hag.

Ver memoria de cálculo N°13.

#### ***Análisis y cálculo de huella relacionada a la mano de obra respecto a la movilidad.***

Empleando las recomendaciones dadas en párrafos anteriores se procedió a realizar el cálculo correspondiente al análisis de movilidad obteniendo un valor de 0.15 hag.

Ver memoria de cálculo en el anexo N°14.

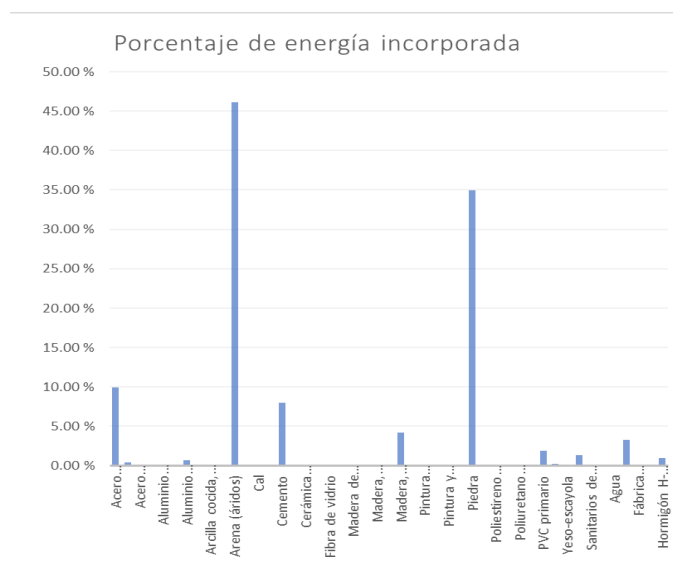
#### ***Análisis y cálculo de huella relacionada al consumo de materiales.***

Para el presente análisis se buscó en diferente bibliografía energía incorporada para los diferentes materiales empleados como materia prima para los productos que se emplearían en la construcción de la vivienda de albañilería en base a la propuesta dada.

En base a esto se procedió a realizar el análisis explicado en párrafos anteriores para cada insumo a emplearse en obra.

Se obtuvo un total de 1,197,482.76 MJ de energía incorporada en materiales para la ejecución. En la figura N°78 se observa el resumen en porcentajes de las materias primas empleadas para el análisis de la vivienda de adobe. Se observa que el porcentaje más alto de energía incorporada es de los áridos, seguido por el empleo de piedra, acero y cemento.

*Figura 67: Porcentajes de energía incorporada en los materiales.*



*Fuente: Propia*

En base a estos resultados se realizó el cálculo de la huella obteniendo un valor de 60.11 hag. Ver memoria de cálculo en el anexo N°15.

### ***Análisis y cálculo de huella relacionada a los residuos.***

Para el presente análisis se tomó en cuenta dos tipos de residuos, los obtenidos por los movimientos de tierras y los propios RCD que se dan durante la ejecución de la obra. En base a [30], se pudo obtener como dato la densidad media de los RCD, la cual según Quevedo es de 1.64 Tn/m<sup>3</sup>. Con este valor se pudo obtener el peso total de residuos a emplearse en la obra la cual es de 118.01 Tn, en base a los volúmenes de área construida y volumen de excavación.

Posteriormente se calculó el índice de conversión para RCD.

Se obtuvo un valor de 0.217 hag/ton. Posteriormente este valor se multiplicó por el consumo total de RCD dando un valor final de 25.62 hag como huella ecológica.

Ver memoria de cálculo en el anexo N°16.

### *Análisis y cálculo de huella relacionada a la superficie construida*

Para el último análisis se empleó el área total construida multiplicada por su factor de construcción de vivienda nueva, obteniendo un valor de 0.026 hag.

Ver memoria de cálculo en anexo N°17.

### *Vivienda unifamiliar – Sistema de adobe*

#### *Metrado de cargas*

#### *Pesos unitarios y cargas directas*

En este capítulo se definieron los pesos unitarios empleados para las cargas muertas y cargas vivas en base a lo estipulado por la norma E-020.

#### **Carga muerta**

Peso del adobe=  $1.80 \text{ Tn/m}^3$

Peso del tarrejo=  $2.00 \text{ Tn/m}^3$

Peso de piso terminado=  $0.02 \text{ Tn/cm/m}^2$

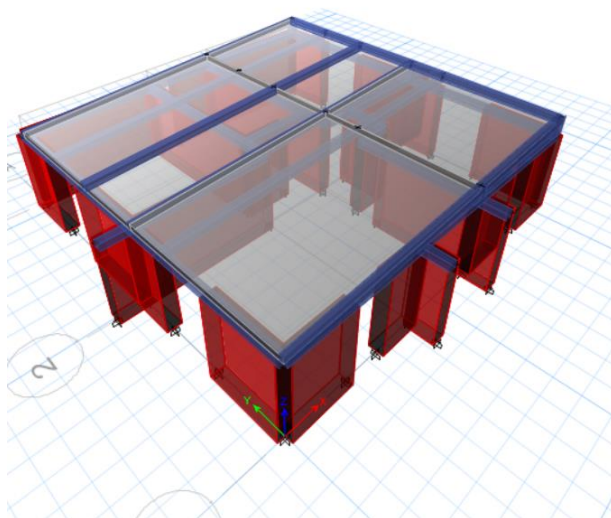
Peso del techo=  $0.07 \text{ Tn/m}^3$

#### **Carga viva**

Sobrecarga de azotea=  $0.100 \text{ Tn/m}^2$

En base a estos datos se realizó el modelado mediante el programa Etabs. En la figura se observa el modelado realizado.

*Figura 68: Modelado de vivienda de adobe mediante Etabs.*



*Fuente: Propia.*

## *Análisis Sísmico*

### *Parámetros Sísmicos*

En base a la N.T.E. E0.80 de diseño en tierra reforzada, se definieron los siguientes parámetros [21].

#### **Factor de condiciones geotécnicas (S)**

El suelo donde se propone realizar este proyecto es un suelo blando, con presencia de arcillas y limos, que en base al artículo 6.8. de la norma E-080 [21] será clasificado con un suelo Tipo S2, teniendo un  $S=1.4$  para Zona 4.

#### **Factor de amplificación sísmica (C)**

Debido a que la estructura se encuentra en una zona 4, su coeficiente de amplificación sísmica en base a la norma E-080 [21], será de 0.25.

#### **Factor de uso (U)**

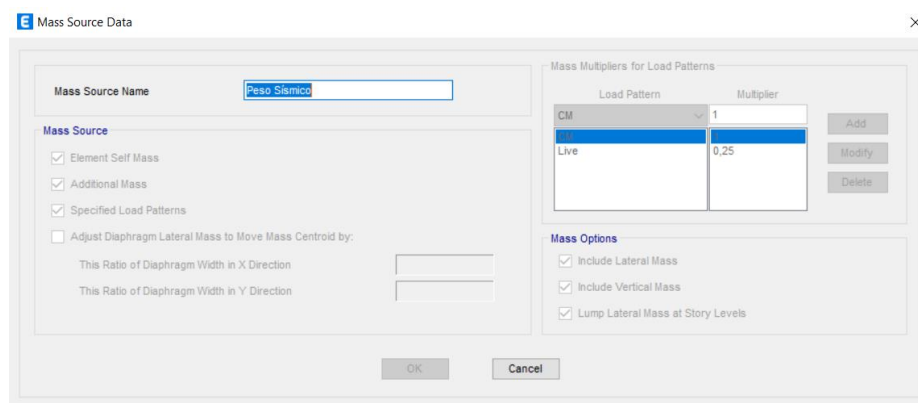
Este factor está determinado por el uso que presentara la edificación, la norma E-080 indica que, para viviendas, estas serán consideradas como edificaciones comunes teniendo un  $U= 1.00$ . [21].

Así mismo al ser un techo de madera en base a tejas de barro, onduline y paja este será un diafragma flexible; lo cual indica que cada nudo se moverá independientemente de otro en la misma dirección, para ello se analizó que cada nodo sea menor a la deriva máxima permisible.

### *Peso de la edificación*

Empleando el programa Etabs, se procedió a calcular el peso de la edificación. Se tomó en consideración el peso sísmico, el cual en base a la norma E-030 [21], será el 100% de la carga muerta y el 25% de la carga viva.

Figura 69: Análisis de peso sísmico de la edificación de adobe



*Fuente: Propia*

Figura 70: Peso sísmico de la edificación mediante el programa Etabs.

|   | Output Case  | Case Type   | Step Type | Step Number | FX tonf | FY tonf | FZ tonf | MX tonf-m | MY tonf-m | MZ tonf-m |
|---|--------------|-------------|-----------|-------------|---------|---------|---------|-----------|-----------|-----------|
| ▶ | Peso Sísmico | Combination |           |             | 0       | 0       | 146,598 | 779,4399  | -758,5368 | 0         |

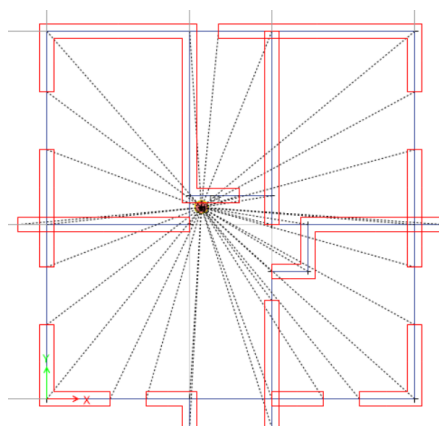
Fuente: Propia.

En base a estos resultados se obtuvo un peso de 146.598 Tn para la edificación, teniendo un peso de 1.4 Tn/m<sup>2</sup>.

### Centro de masa y rigidez

Empleando el programa Etabs, se procedió a asignar a la estructura los diafragmas correspondientes, se puede observar su aplicación la figura 58.

Figura 71: Diafragmas rígidos en edificación de albañilería.



Fuente: Propia

En base a estas asignaciones se procedió a obtener el centro de masa y rigidez de la estructura en estudio.

Figura 72: Centro de masa y rigidez de la estructura de albañilería.

| Story  | Diaphragm | Mass X tonf-s <sup>2</sup> /m | Mass Y tonf-s <sup>2</sup> /m | XCM m  | YCM m  | Cum Mass X tonf-s <sup>2</sup> /m | Cum Mass Y tonf-s <sup>2</sup> /m | XCCM m | YCCM m | XCR m  | YCR m  |
|--------|-----------|-------------------------------|-------------------------------|--------|--------|-----------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| Story2 | D1        | 0                             | 0                             | 6,22   | 5,7748 | 0                                 | 0                                 | 0      | 0      | 5,5365 | 5,4916 |
| Story1 | D1        | 7,53083                       | 7,53083                       | 4,2848 | 5,3154 | 7,53083                           | 7,53083                           | 4,2848 | 5,3154 | 5,2152 | 6,2976 |
| Story2 | D2        | 2,5124                        | 2,5124                        | 10,18  | 5,103  | 2,5124                            | 2,5124                            | 10,18  | 5,103  | 7,5569 | 5,3813 |

Fuente: Propia

### Cálculo de las fuerzas de inercia de la estructura

La norma E-030 en el artículo 17.3 [21], indica que para obtener el cortante basal se empleará la siguiente fórmula:

$$V = \text{Peso sísmico} * SUC$$

| PARAMETROS DE ANALISIS |        |   |
|------------------------|--------|---|
| S                      | 1,40   | Factor de suelo                                       |
| U                      | 1,00   | Factor de uso   |
| C                      | 0,25   | Coefficiente Sísmico                                  |
| P                      | 146,60 | Peso total del edificio mas 25% de la carga viva (Tn) |

Al ser una edificación de un solo piso el cortante basal total será aplicado en el mismo, pero por fines estudiantiles se hará el análisis de la distribución de cortante por piso, aplicando la expresión del artículo 17.4. de la norma E-030 [21].

$$F_i = \frac{P_i * h_i}{\sum_{i=1}^n P_i h_i}$$

| Nivel | P <sub>i</sub> | h <sub>i</sub> | P <sub>i</sub> h <sub>i</sub> | F <sub>i</sub> |
|-------|----------------|----------------|-------------------------------|----------------|
| 1,00  | 146,60         | 2,40           | 351,84                        | 51,31          |
| Suma  | 146,60         |                | 351,84                        | 51,31          |

### *Verificación de desplazamientos laterales, distorsión inelástica y regularidad torsional*

En base a la expresión del artículo 16.4 de la norma E-030 [21], indica que para edificaciones de albañilería la deriva máxima será igual a 0.005, mediante la siguiente ecuación.

$$Deriva = 0.75 * R * \frac{\delta}{h} \leq 0.005$$

El análisis fue obtenido mediante el programa ETABS, teniendo los siguientes resultados.

*Figura 73: Análisis de derivas de edificación de adobe.*

| Story  | Output Case | Case Type | Step Type    | Step Number | Direction | Drift    | Label | X<br>m | Y<br>m |
|--------|-------------|-----------|--------------|-------------|-----------|----------|-------|--------|--------|
| Story2 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 1           | X         | 0,001356 | 29    | 10,18  | 0      |
| Story2 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 2           | X         | 0,001359 | 4     | 10,18  | 10,18  |
| Story2 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 3           | X         | 0,001575 | 29    | 10,18  | 0      |
| Story2 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 3           | Y         | 0,000283 | 29    | 10,18  | 0      |
| Story1 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 1           | X         | 0,000631 | 31    | 3,96   | -0,8   |
| Story1 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 2           | X         | 0,000565 | 31    | 3,96   | -0,8   |
| Story1 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 3           | X         | 0,000697 | 31    | 3,96   | -0,8   |

|   | Story  | Output Case | Case Type | Step Type    | Step Number | Direction | Drift    | Label | X<br>m | Y<br>m |
|---|--------|-------------|-----------|--------------|-------------|-----------|----------|-------|--------|--------|
| ▶ | Story2 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 1           | Y         | 0,003793 | 29    | 10,18  | 0      |
|   | Story2 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 2           | Y         | 0,003873 | 29    | 10,18  | 0      |
|   | Story2 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 3           | Y         | 0,003714 | 29    | 10,18  | 0      |
|   | Story1 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 1           | Y         | 0,000551 | 27    | 10,98  | 4,82   |
|   | Story1 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 2           | Y         | 0,000598 | 27    | 10,98  | 4,82   |
|   | Story1 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 3           | Y         | 0,000504 | 27    | 10,98  | 4,82   |

*Fuente: Propia*

Se observa que mediante el análisis ejecutado por el programa ETABS tanto para un análisis sin excentricidad, un análisis con excentricidad positiva y uno con excentricidad negativa, se obtuvieron derivas menores a 0.005 para ambas direcciones.

Además, se analizó la regularidad torsional de la estructural. La cual es estipulado por el artículo 20.3. de la norma E-030 [21], siendo la siguiente:

$$\text{Regularidad Torsional} = \frac{d_{\text{máx}}}{0.5(d_{\text{máx}} + d_{\text{mín}})} \leq 1.30$$

Figura 74: Análisis de regularidad torsional de edificación de adobe.

| Story  | Output Case | Case Type | Step Type    | Step Number | Direction | Maximum m | Average m | Ratio |
|--------|-------------|-----------|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| Story2 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 1           | X         | 0,002158  | 0,001889  | 1,143 |
| Story2 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 1           | Y         | 0,000269  | 0,000269  | 1     |
| Story1 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 1           | X         | 0,001514  | 0,001279  | 1,185 |
| Story2 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 2           | X         | 0,001909  | 0,001858  | 1,027 |
| Story1 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 2           | X         | 0,001357  | 0,001242  | 1,092 |
| Story2 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 3           | X         | 0,002407  | 0,00192   | 1,254 |
| Story2 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 3           | Y         | 0,000473  | 0,000473  | 1     |
| Story1 | Sx          | LinStatic | Step By Step | 3           | X         | 0,001672  | 0,001315  | 1,272 |

|   | Story  | Output Case | Case Type | Step Type    | Step Number | Direction | Maximum m | Average m | Ratio |
|---|--------|-------------|-----------|--------------|-------------|-----------|-----------|-----------|-------|
| ▶ | Story2 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 1           | Y         | 0,003191  | 0,003191  | 1     |
|   | Story1 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 1           | Y         | 0,001322  | 0,001116  | 1,184 |
|   | Story2 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 2           | Y         | 0,003328  | 0,003328  | 1     |
|   | Story1 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 2           | Y         | 0,001435  | 0,001114  | 1,288 |
|   | Story2 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 3           | Y         | 0,003054  | 0,003054  | 1     |
|   | Story1 | Sy          | LinStatic | Step By Step | 3           | Y         | 0,00121   | 0,001119  | 1,082 |

Fuente: Propia

Se concluye que las derivas en ambas direcciones no superan la máxima permisible que es de 0.005, lo cual es un indicador de rigidez en la estructura; así mismo se observa que no existe irregularidad torsional en la estructura de albañilería.

### Diseño de muros de adobe

En primer lugar, se realizó la verificación de densidad de muros, la norma E-080 [21], indica que la densidad debe ser mayor al 8% para estructuras de uso vivienda.

DIRECCIÓN X-  
X

| Muro | Lxx (m) | t (cm) | Lxx*t   |
|------|---------|--------|---------|
| X1   | 3,76    | 40 cm  | 1,504   |
| X2   | 5,22    | 40 cm  | 2,088   |
| X3   | 0,90    | 40 cm  | 0,36    |
| X4   | 4,96    | 40 cm  | 1,9858  |
| X5   | 3,71    | 40 cm  | 1,48532 |
| X6   | 1,25    | 40 cm  | 0,5     |
| X7   | 1,56    | 40 cm  | 0,6258  |
| X8   | 1,20    | 40 cm  | 0,48    |
| X9   | 1,20    | 40 cm  | 0,48    |
| X10  | 1,20    | 40 cm  | 0,48    |
| SUMA |         |        | 9,98892 |

Densidad= 0,09626947 **OK**

DIRECCIÓN Y:  
Y

| Muro | Lyy (m) | t (m) | Lyy*t  |
|------|---------|-------|--------|
| Y1   | 1,67    | 40 cm | 0,668  |
| Y2   | 3,26    | 40 cm | 1,304  |
| Y3   | 2,05    | 40 cm | 0,82   |
| Y4   | 4,56    | 40 cm | 1,824  |
| Y5   | 5,36    | 40 cm | 2,144  |
| Y6   | 2,74    | 40 cm | 1,096  |
| Y7   | 1,67    | 40 cm | 0,668  |
| Y8   | 3,26    | 40 cm | 1,304  |
| Y9   | 2,05    | 40 cm | 0,82   |
| SUMA |         |       | 10,648 |

Densidad= 0,10262143

Se observa que en ambas direcciones se supera el 0.08, con ello se concluye que si se cumple una correcta densidad de muros para la edificación propuesta.

En el siguiente capítulo se realizó el diseño de la vivienda de adobe empleando los criterios y recomendaciones de la norma E-080.

El primer criterio será la verificación de capacidad portante del muro. Para ello se tomará como guía la tesis de Ataucusi [31], que indica lo siguiente:

$$f_m = \phi_r \phi_c \phi_e \phi_l * f'_m$$

Donde:

$f'_m$ : Esfuerzo admisible del muro

$\phi_r$ : Coeficiente de reducción por variabilidad de la resistencia real

$\phi_c$ : Coeficiente de reducción por variabilidad de cargas

$\phi_e$ : Coeficiente de reducción por excentricidad

$\phi_l$ : Factor de esbeltez

$f'_m$ : Esfuerzo a la rotura en compresión del prisma estándar

En base a esto se tendrá lo siguiente:

$$f_m(0.81)(0.69)(0.77)\phi_l * f'_m$$

Para el factor de esbeltez se realizó el siguiente cálculo:

$$\alpha = \frac{E}{f'_m}$$

En base a la figura que nos da Ataucusi [31], se definió  $f'_m$ .

Figura 75: Tabla de módulo de elasticidad y esfuerzo admisible.

**Tabla N° 01: Modulo de elasticidad y Esfuerzo admisible**

| ADOBE                         | MORTERO                        | $E = (kg/cm^2)$ | $f'_m = (kg/cm^2)$ |
|-------------------------------|--------------------------------|-----------------|--------------------|
| COMUN                         | BARRIO                         | 1700            | 8                  |
| ESTABILIZA<br>DO<br>ASFALTADO | CEMENTO -<br>ARENA 1:8         | 4760            | 19                 |
|                               | SUELO -<br>ASFALTADO S<br>- 1% | 3000            | 15                 |

Fuente: Ataucusi [31]

En base a esto alfa es:

$$\alpha = \frac{1700}{8} \text{ kg/cm}^2$$

$$\alpha = 212.5$$

La relación de esbeltez de la estructura es la siguiente:

$$\frac{KL}{t}$$

Donde:

K: Factor de esbeltez = 1 (Columna biarticulada)

L: Altura del muro= 2.40 m

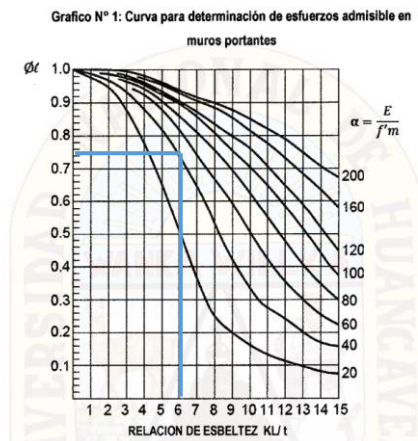
t: Espesor del muro= 0.40 m

$$\text{Esbeltez} = \frac{1 * 2.4}{0.4}$$

$$\text{Esbeltez} = 6$$

En base a la gráfica de Ataucusi, se obtiene el factor de reducción por esbeltez.

Figura 76: Curva de determinación de esfuerzos admisibles.



Fuente: Ataucusi [31]

En base a la gráfica se determinó un coeficiente de reducción de 0.72. Reemplazando estos valores se obtuvo que el esfuerzo admisible del muro es:

$$f_m = (0.81)(0.69)(0.77)(0.72) * 8$$

$$f_m = 2.48 \text{ Kg/cm}^2$$

En base a este valor se procedió a calcular los esfuerzos de cada muro, los cuales se aprecian en el siguiente cuadro.

*Tabla 10: Esfuerzos axiales al muro de adobe*

| ESFUERZOS EN MUROS |            |               |              |                         |                                |           |
|--------------------|------------|---------------|--------------|-------------------------|--------------------------------|-----------|
| Muro               | Carga (Kg) | Longitud (cm) | Espesor (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Condición |
| X1                 | 9764,39    | 398           | 40           | 15920                   | 0,61                           | OK        |
| X2                 | 1150,45    | 542           | 40           | 21680                   | 0,05                           | OK        |
| X3                 | 2767,01    | 136           | 40           | 5440                    | 0,51                           | OK        |
| X4                 | 11064,56   | 398           | 40           | 15920                   | 0,7                            | OK        |
| X5                 | 8602,13    | 376           | 40           | 15040                   | 0,57                           | OK        |
| X6                 | 1928,52    | 120           | 40           | 4800                    | 0,4                            | OK        |
| X7                 | 5025,79    | 176           | 40           | 7040                    | 0,71                           | OK        |
| X8                 | 2111,26    | 120           | 40           | 4800                    | 0,44                           | OK        |
| X9                 | 5482,85    | 142           | 40           | 5680                    | 0,97                           | OK        |
| X10                | 4298,26    | 154           | 40           | 6160                    | 0,7                            | OK        |
| Y1                 | 4956,44    | 167           | 40           | 6680                    | 0,74                           | OK        |
| Y2                 | 6784,91    | 326           | 40           | 13040                   | 0,52                           | OK        |
| Y3                 | 5928,49    | 205           | 40           | 8200                    | 0,72                           | OK        |
| Y4                 | 7509,19    | 456           | 40           | 18240                   | 0,41                           | OK        |
| Y5                 | 29991,77   | 536           | 40           | 21440                   | 1,4                            | OK        |
| Y6                 | 9987,1     | 274           | 40           | 10960                   | 0,91                           | OK        |
| Y7                 | 4255,61    | 167           | 40           | 6680                    | 0,64                           | OK        |
| Y8                 | 5195,04    | 326           | 40           | 13040                   | 0,4                            | OK        |
| Y9                 | 4643,16    | 205           | 40           | 8200                    | 0,57                           | OK        |

*Fuente: Propia*

Se observa que ningún muro pasa el esfuerzo admisible del muro, por ello se concluye que los muros pasan la verificación por carga vertical.

Como segundo criterio se procedió a realizar la verificación por cortante. Para ello Ataucusi [31] recomienda emplear la siguiente fórmula:

$$v_{adm} = 0.45(\mu + f\sigma)$$

Donde:

$V_{adm}$ = Esfuerzo al corte admisible

$\mu$ = Esfuerzo de adherencia

$f$ = Coeficiente de fricción

$\sigma$ = Compresión Unitaria normal al plano de corte

Ataucusi recomienda emplear los valores de 0.24 Kg/cm<sup>2</sup> para el esfuerzo de adherencia y 1.34 como coeficiente de fricción para morteros de barro con paja. Reemplazando se obtienen los siguientes valores:

Tabla 11: Esfuerzo por corte en muros

| ESFUERZOS EN MUROS POR CORTE |            |               |              |                         |                             |      |                                |   |           |
|------------------------------|------------|---------------|--------------|-------------------------|-----------------------------|------|--------------------------------|---|-----------|
| Muro                         | Carga (Kg) | Longitud (cm) | Espesor (cm) | Area (cm <sup>2</sup> ) | $\mu$ (Kg/cm <sup>2</sup> ) | f    | Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Esfuerzo admisible(Kg/cm <sup>2</sup> ) | Condición |
| X1                           | 5128.63    | 398           | 40           | 15920                   | 0.24                        | 1.34 | 0.32                           | 1.06                                    | OK        |
| X2                           | 6506.22    | 542           | 40           | 21680                   | 0.24                        | 1.34 | 0.3                            | 0.31                                    | OK        |
| X3                           | 1079.20    | 136           | 40           | 5440                    | 0.24                        | 1.34 | 0.2                            | 0.92                                    | OK        |
| X4                           | 7062.03    | 398           | 40           | 15920                   | 0.24                        | 1.34 | 0.44                           | 1.18                                    | OK        |
| X5                           | 5729.10    | 376           | 40           | 15040                   | 0.24                        | 1.34 | 0.38                           | 1                                       | OK        |
| X6                           | 634.85     | 120           | 40           | 4800                    | 0.24                        | 1.34 | 0.13                           | 0.78                                    | OK        |
| X7                           | 2088.93    | 176           | 40           | 7040                    | 0.24                        | 1.34 | 0.3                            | 1.19                                    | OK        |
| X8                           | 997.65     | 120           | 40           | 4800                    | 0.24                        | 1.34 | 0.21                           | 0.83                                    | OK        |
| X9                           | 1375.23    | 142           | 40           | 5680                    | 0.24                        | 1.34 | 0.24                           | 1.54                                    | OK        |
| X10                          | 1667.20    | 154           | 40           | 6160                    | 0.24                        | 1.34 | 0.27                           | 1.18                                    | OK        |
| Y1                           | 1295.78    | 167           | 40           | 6680                    | 0.24                        | 1.34 | 0.19                           | 1.23                                    | OK        |
| Y2                           | 2098.54    | 326           | 40           | 13040                   | 0.24                        | 1.34 | 0.16                           | 0.94                                    | OK        |
| Y3                           | 1654.98    | 205           | 40           | 8200                    | 0.24                        | 1.34 | 0.2                            | 1.2                                     | OK        |
| Y4                           | 6530.15    | 456           | 40           | 18240                   | 0.24                        | 1.34 | 0.36                           | 0.79                                    | OK        |
| Y5                           | 7534.83    | 536           | 40           | 21440                   | 0.24                        | 1.34 | 0.35                           | 2.12                                    | OK        |
| Y6                           | 3965.01    | 274           | 40           | 10960                   | 0.24                        | 1.34 | 0.36                           | 1.46                                    | OK        |
| Y7                           | 1610.65    | 167           | 40           | 6680                    | 0.24                        | 1.34 | 0.24                           | 1.1                                     | OK        |
| Y8                           | 2633.93    | 326           | 40           | 13040                   | 0.24                        | 1.34 | 0.2                            | 0.78                                    | OK        |
| Y9                           | 2163.73    | 205           | 40           | 8200                    | 0.24                        | 1.34 | 0.26                           | 1                                       | OK        |

Fuente: Propia

Se observa que ningún muro pasa el esfuerzo admisible del muro, por ello se concluye que los muros pasan la verificación por corte.

Además, se realizó la verificación por flexión de los elementos estructurales, para ello se empleó la siguiente fórmula:

$$t = \frac{6\beta * C_m * \gamma_m * a^2}{f_a}$$

t= espesor del muro

$\beta$ = coeficiente de relación

$C_m$ = coeficiente sísmico

$\gamma_m$ = peso específico del muro

a= dimensión crítica

$f_a$ = esfuerzo admisible en flexión

$$t = (6 * 0.5 * 0.35 * 1700 * 30^2) / (0.30 * 10^6)$$

$$t = 5.36 \text{ cm}$$

$$t < 40 \text{ cm}$$

Para la verificación por tracción se tiene:

$$\sigma_t = \frac{6M}{bh^2}$$

Donde:

$\sigma_t$ : Esfuerzo a tracción del adobe

M: Momento de volteo del adobe

b: espesor del muro

h: longitud del muro

Los valores y resultados se adjuntan en el siguiente cuadro:

*Tabla 12: Esfuerzos a tracción en muros de adobe*

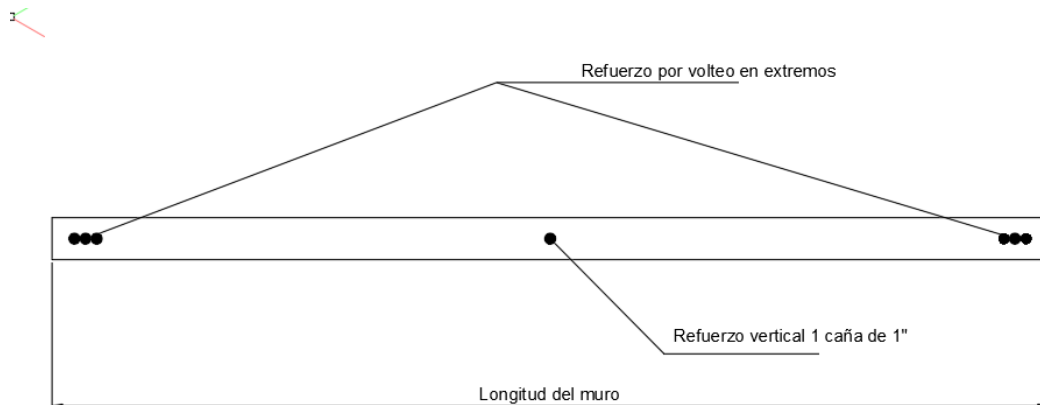
| ESFUERZOS EN MUROS POR TRACCIÓN |               |        |               |              |                            |        |                                |                                 |                         |                |
|---------------------------------|---------------|--------|---------------|--------------|----------------------------|--------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------|----------------|
| Muro                            | Carga (Kg-cm) | d (cm) | Longitud (cm) | Espesor (cm) | Inercia (cm <sup>4</sup> ) | Y (cm) | Esfuerzo (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Area de caña (cm <sup>2</sup> ) | Área (cm <sup>2</sup> ) | Cantidad_Extre |
| X1                              | 883955.48     | 20     | 398           | 40           | 210149306.67               | 199    | 0.84                           | 10.75                           | 5.1                     | 3              |
| X2                              | 260944.94     | 20     | 542           | 40           | 530733626.67               | 271    | 0.13                           | 2.3                             | 5.1                     | 1              |
| X3                              | 172717.37     | 20     | 136           | 40           | 8384853.33                 | 68     | 1.40                           | 6.85                            | 5.1                     | 2              |
| X4                              | 1559326.34    | 20     | 398           | 40           | 210149306.67               | 199    | 1.48                           | 18.97                           | 5.1                     | 4              |
| X5                              | 1014974.51    | 20     | 376           | 40           | 177191253.33               | 188    | 1.08                           | 13.11                           | 5.1                     | 3              |
| X6                              | 97928.1       | 20     | 120           | 40           | 5760000.00                 | 60     | 1.02                           | 4.5                             | 5.1                     | 1              |
| X7                              | 342928.79     | 20     | 176           | 40           | 18172586.67                | 88     | 1.66                           | 10.11                           | 5.1                     | 2              |
| X8                              | 158462.45     | 20     | 120           | 40           | 5760000.00                 | 60     | 1.65                           | 7.29                            | 5.1                     | 2              |
| X9                              | 223476.75     | 20     | 142           | 40           | 9544293.33                 | 71     | 1.66                           | 8.42                            | 5.1                     | 2              |
| X10                             | 267221.9      | 20     | 154           | 40           | 12174213.33                | 77     | 1.69                           | 9.17                            | 5.1                     | 2              |
| Y1                              | 204326.68     | 20     | 167           | 40           | 15524876.67                | 83.5   | 1.10                           | 6.39                            | 5.1                     | 2              |
| Y2                              | 314634.03     | 20     | 326           | 40           | 115486586.67               | 163    | 0.44                           | 4.73                            | 5.1                     | 1              |
| Y3                              | 284930.75     | 20     | 205           | 40           | 28717083.33                | 102.5  | 1.02                           | 7.08                            | 5.1                     | 2              |
| Y4                              | 1052239.11    | 20     | 456           | 40           | 316062720.00               | 228    | 0.76                           | 11.1                            | 5.1                     | 3              |
| Y5                              | 1608926.04    | 20     | 536           | 40           | 513302186.67               | 268    | 0.84                           | 14.34                           | 5.1                     | 3              |
| Y6                              | 923578.28     | 20     | 274           | 40           | 68569413.33                | 137    | 1.85                           | 16.72                           | 5.1                     | 4              |
| Y7                              | 204326.68     | 20     | 167           | 40           | 15524876.67                | 83.5   | 1.10                           | 6.39                            | 5.1                     | 2              |
| Y8                              | 314634.03     | 20     | 326           | 40           | 115486586.67               | 163    | 0.44                           | 4.73                            | 5.1                     | 1              |
| Y9                              | 284930.75     | 20     | 205           | 40           | 28717083.33                | 102.5  | 1.02                           | 7.08                            | 5.1                     | 2              |

*Fuente: Propia*

Se observa que ningún muro supera el esfuerzo admisible de la norma E-080 [21], el cual indica que es 1.42 kg/cm<sup>2</sup>. En base a esto se concluye la verificación por tracción de los muros.

Cabe resaltar que en base a las recomendaciones del manual de construcción de edificaciones antisísmicas de adobe [22], se ha optado por emplear un refuerzo horizontal de caña cumpliendo las posibles contracciones y/o dilataciones por temperatura del adobe, siendo estas distribuciones dadas en la tabla 12 y la tabla 13 para refuerzo vertical, esto se puede apreciar en la siguiente figura del manual mencionado [22].

Figura 77: Refuerzos con caña en muro de adobe vista de planta.



Fuente: Propia

Tabla 13: Esfuerzo para refuerzo vertical en muro

| ESFUERZOS EN MUROS POR REFUERZO VERTICAL |       |         |             |                 |            |        |                |              |                         |          |
|--|-------|---------|-------------|-----------------|------------|--------|----------------|--------------|-------------------------|----------|
| Muro                                     | Ancho | Peralte | Peso propio | Fuerza cortante | Peso total | Altura | Carga actuante | Area de caña | Área (cm <sup>2</sup> ) | Cantidad |
| X1                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| X2                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| X3                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| X4                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| X5                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| X6                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| X7                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| X8                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| X9                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| X10                                      | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| Y1                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| Y2                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| Y3                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| Y4                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| Y5                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| Y6                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| Y7                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| Y8                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |
| Y9                                       | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.4    | 171.36         | 3.94         | 5.1                     | 1        |

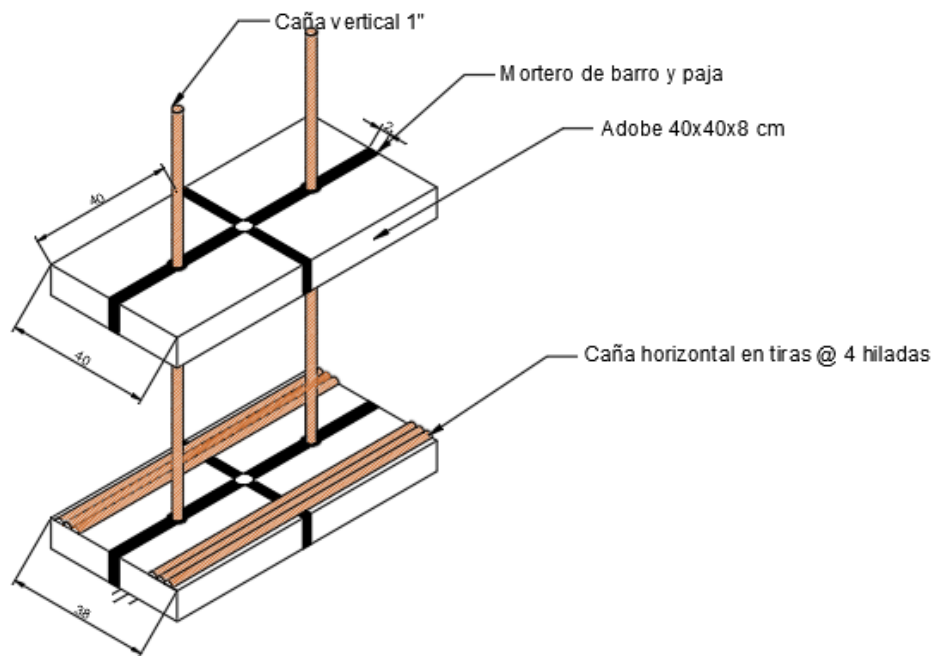
Fuente: Propia

Tabla 14: Esfuerzos para refuerzo horizontal en muro

| ESFUERZOS EN MUROS POR REFUERZO HORIZONTAL |       |         |             |                 |            |          |                |              |                         |          |
|--|-------|---------|-------------|-----------------|------------|----------|----------------|--------------|-------------------------|----------|
| Muro                                       | Ancho | Peralte | Peso propio | Fuerza cortante | Peso total | Longitud | Carga actuante | Area de caña | Área (cm <sup>2</sup> ) | Cantidad |
| X1   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 3.98     | 471.25         | 10.83        | 5.1                     | 3        |
| X2   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 5.42     | 873.95         | 20.09        | 5.1                     | 4        |
| X3   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 1.36     | 55.03          | 1.27         | 5.1                     | 1        |
| X4   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 3.98     | 471.25         | 10.83        | 5.1                     | 3        |
| X5   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 3.76     | 420.59         | 9.67         | 5.1                     | 2        |
| X6   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 1.2      | 42.84          | 0.98         | 5.1                     | 1        |
| X7   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 1.76     | 92.15          | 2.12         | 5.1                     | 1        |
| X8   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 1.2      | 42.84          | 0.98         | 5.1                     | 1        |
| X9   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 1.42     | 59.99          | 1.38         | 5.1                     | 1        |
| X10  | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 1.54     | 70.56          | 1.62         | 5.1                     | 1        |
| Y1   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 1.67     | 82.97          | 1.91         | 5.1                     | 1        |
| Y2   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 3.26     | 316.17         | 7.27         | 5.1                     | 2        |
| Y3   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.05     | 125.02         | 2.87         | 5.1                     | 1        |
| Y4   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 4.56     | 618.61         | 14.22        | 5.1                     | 3        |
| Y5   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 5.36     | 854.71         | 19.65        | 5.1                     | 4        |
| Y6   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.74     | 223.35         | 5.13         | 5.1                     | 2        |
| Y7   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 1.67     | 82.97          | 1.91         | 5.1                     | 1        |
| Y8   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 3.26     | 316.17         | 7.27         | 5.1                     | 2        |
| Y9   | 100   | 40      | 680         | 238             | 238        | 2.05     | 125.02         | 2.87         | 5.1                     | 1        |

Fuente: Propia

Figura 78: Refuerzo para el muro de adobe con caña vista isométrica



Fuente: Propia

Tabla 15: Cantidad de refuerzo con caña en los extremos del muro

| Muro | Diámetro de caña | Cantidad en cada extremo |
|------|------------------|--------------------------|
| X1   | 1"               | 1                        |
| X2   | 1"               | 1                        |
| X3   | 1"               | 1                        |
| X4   | 1"               | 1                        |
| X5   | 1"               | 1                        |
| X6   | 1"               | 1                        |
| X7   | 1"               | 1                        |
| X8   | 1"               | 1                        |
| X9   | 1"               | 1                        |
| X10  | 1"               | 1                        |
| Y1   | 1"               | 1                        |
| Y2   | 1"               | 1                        |
| Y3   | 1"               | 1                        |
| Y4   | 1"               | 1                        |
| Y5   | 1"               | 1                        |
| Y6   | 1"               | 1                        |
| Y7   | 1"               | 1                        |
| Y8   | 1"               | 1                        |
| Y9   | 1"               | 1                        |

Fuente: Propia

Tabla 16: Cantidad de refuerzo con caña vertical en muro de adobe

| Muro | Diámetro de caña | Cantida @ 1,00 m |
|------|------------------|------------------|
| X1   | 1"               | 1                |
| X2   | 1"               | 1                |
| X3   | 1"               | 1                |
| X4   | 1"               | 1                |
| X5   | 1"               | 1                |
| X6   | 1"               | 1                |
| X7   | 1"               | 1                |
| X8   | 1"               | 1                |
| X9   | 1"               | 1                |
| X10  | 1"               | 1                |
| Y1   | 1"               | 1                |
| Y2   | 1"               | 1                |
| Y3   | 1"               | 1                |
| Y4   | 1"               | 1                |
| Y5   | 1"               | 1                |
| Y6   | 1"               | 1                |
| Y7   | 1"               | 1                |
| Y8   | 1"               | 1                |
| Y9   | 1"               | 1                |

Fuente: Propia

*Tabla 17: Cantidad de refuerzo con caña horizontal en muro de adobe*

| <b>Muro</b> | <b>Diámetro de caña</b> | <b>Cantida @ 4 hiladas</b> |
|-------------|-------------------------|----------------------------|
| X1          | 1"                      | 3                          |
| X2          | 1"                      | 4                          |
| X3          | 1"                      | 1                          |
| X4          | 1"                      | 3                          |
| X5          | 1"                      | 2                          |
| X6          | 1"                      | 1                          |
| X7          | 1"                      | 1                          |
| X8          | 1"                      | 1                          |
| X9          | 1"                      | 1                          |
| X10         | 1"                      | 1                          |
| Y1          | 1"                      | 1                          |
| Y2          | 1"                      | 2                          |
| Y3          | 1"                      | 1                          |
| Y4          | 1"                      | 3                          |
| Y5          | 1"                      | 4                          |
| Y6          | 1"                      | 2                          |
| Y7          | 1"                      | 1                          |
| Y8          | 1"                      | 2                          |
| Y9          | 1"                      | 1                          |

*Fuente: Propia*

### ***Diseño de cimentación***

La cimentación optada para esta estructura es el cimientado corrido con sobrecimiento de concreto ciclópeo. Para ellos en base al estudio de mecánica de suelos, el cual indica que la capacidad portante del suelo es de 0.85 kg/cm<sup>2</sup>, se empleará la siguiente fórmula:

$$B = \frac{P}{\sigma_s}$$

Siendo:

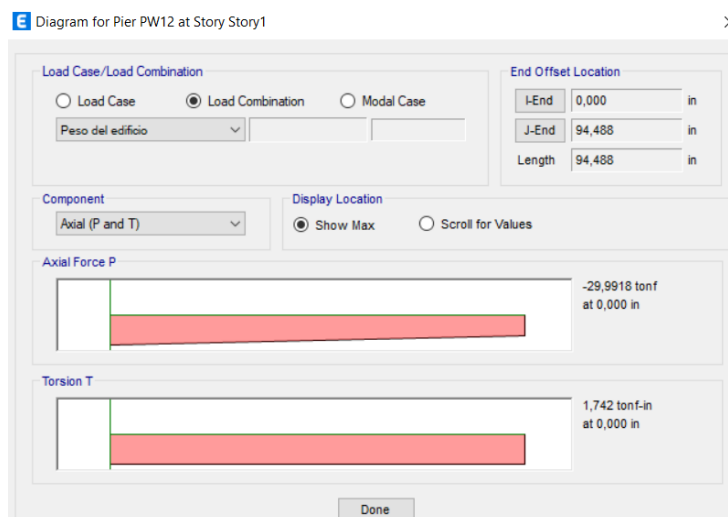
B= Ancho de cimentación

P= Carga de servicio

$\sigma_s$ = Esfuerzo del suelo

Para esta tesis se diseñó la cimentación del muro más cargado.

*Figura 79: Fuerza axial de diseño para cimentación*



*Fuente: Propia*

$$B = \frac{5.59}{0.83 * 10}$$

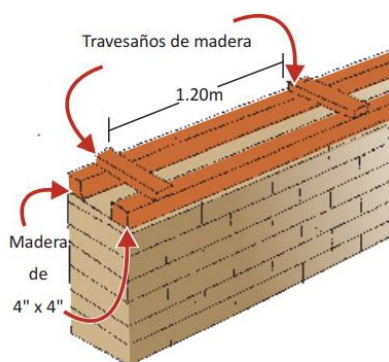
$$B = 0.673 \text{ m}$$

Se optó por emplear un ancho de 0.70 m. Así mismo se empleará un peralte de 0.80m.

### *Diseño de elementos de arriostramiento*

En base al manual de diseño de viviendas de adobe [21], se optó por emplear como vigas collarín dos piezas de madera de 4"x4" con travesaños cada 1.20m, presentando la siguiente configuración.

*Figura 80: Detalle de vigas collarín.*

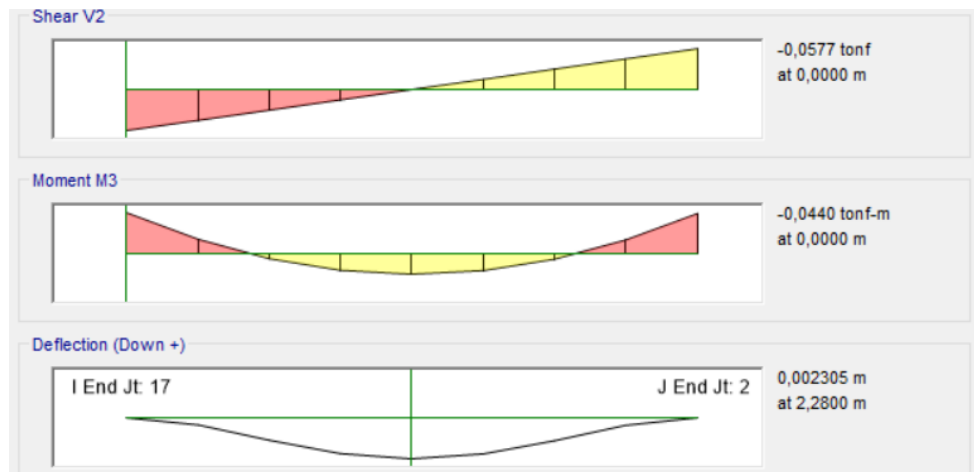


*Fuente: Manual de construcción de edificaciones antisísmicas en adobe. [22]*

Así mismo en los encuentros entre muros se procederá a ser rellenados con mortero y barro, el proceso se repetirá cada 4 hiladas.

El diseño de las vigas collarín se hizo de la siguiente manera, dividiendo la carga obtenida mediante el programa ETABS en dos al ser dos vigas las que resistirán el esfuerzo.

Figura 81: Diagrama de momento y corte de viga collarín de adobe



Fuente: Propia

### Flexión:

#### Datos

$$h = 4'' = 10.16 \text{ cm}$$

$$b = 4'' = 10.16 \text{ cm}$$

$$M = 2198 \text{ Kg-cm}$$

$$\sigma_f = \frac{M \cdot c}{I} = \frac{2198 \times 10.16 / 2}{\frac{(10.16 \times 10.16^3)}{12}} = 10.02 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo con la norma E-010 la resistencia máxima admisible para madera Tipo III a flexión es  $100 \text{ kg/cm}^2$ , en base al análisis obtenemos un valor menor por ello se concluye que la sección de  $4'' \times 4''$  satisface las necesidades a flexión.

### Diseño por corte

#### Datos

$$h = 4'' = 10.16 \text{ cm}$$

$$b = 4'' = 10.16 \text{ cm}$$

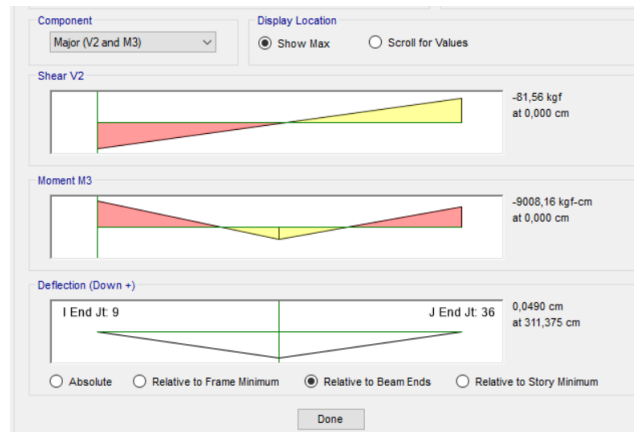
$$V = 28.84 \text{ Kg}$$

$$\sigma_v = \frac{1.5V}{A} = \frac{1.5 \times 28.84}{10.16 \times 10.16} = 0.42 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo con la norma E-010 la resistencia máxima admisible para madera Tipo III a corte es  $8 \text{ kg/cm}^2$ , en base al análisis obtenemos un valor menor por ello se concluye que la sección de  $4'' \times 4''$  satisface las necesidades a corte.

Además, se diseñó las vigas que conforman el techo liviano de la estructura, para ello se realizó el siguiente procedimiento.

Figura 82: Diagrama de cortante y momento de viga en adobe



Fuente: Propia

### Flexión:

#### Datos

$$h = 4'' = 10.16 \text{ cm}$$

$$b = 4'' = 10.16 \text{ cm}$$

$$M = 9008.16 \text{ Kg-cm}$$

$$\sigma_f = \frac{M.c}{I} = \frac{9008.16 \times 10.16/2}{\frac{(10.16 \times 10.16^3)}{12}} = 51.53 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo con la norma E-010 la resistencia máxima admisible para madera Tipo III a flexión es  $100 \text{ kg/cm}^2$ , en base al análisis obtenemos un valor menor por ello se concluye que la sección de  $4'' \times 4''$  satisface las necesidades a flexión.

### Diseño por corte

#### Datos

$$h = 4'' = 10.16 \text{ cm}$$

$$b = 4'' = 10.16 \text{ cm}$$

$$V = 81.56 \text{ Kg}$$

$$\sigma_v = \frac{1.5V}{A} = \frac{1.5 \times 81.56}{10.16 \times 10.16} = 1.18 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo con la norma E-010 la resistencia máxima admisible para madera Tipo III a corte es  $8 \text{ kg/cm}^2$ , en base al análisis obtenemos un valor menor por ello se concluye que la sección de  $4'' \times 4''$  satisface las necesidades a corte.

### Diseño de instalaciones eléctricas

En base a los párrafos anteriores, se procederá a realizar el cálculo de índice local, para lo cual se empleará la siguiente fórmula:

$$K = \frac{L \times A}{H_{LPT} \times (L + A)}$$

Siendo:

K= Índice de local

H<sub>LPT</sub>= Cavidad de piso

L= Largo del local (m)

A= Ancho del local (m)

Obteniendo los siguientes datos:

*Tabla 18: Cálculo del índice local*

| Ambiente            | Ancho | Largo | Alto | K     |
|---------------------|-------|-------|------|-------|
|                     | (m)   | (m)   | (m)  |       |
| <b>Sala-Comedor</b> | 4.01  | 5.42  | 2.20 | 1.048 |
| <b>Cocina</b>       | 3.86  | 5.42  | 2.20 | 1.025 |
| <b>S.S.H.H.</b>     | 1.86  | 3.63  | 2.20 | 0.559 |
| <b>Dormitorio 1</b> | 3.86  | 4.47  | 2.20 | 0.942 |
| <b>Dormitorio 2</b> | 3.86  | 4.47  | 2.20 | 0.942 |
| <b>Pasadizo</b>     | 1.86  | 6.41  | 2.20 | 0.655 |

*Fuente: Propia*

Se calculo el coeficiente de utilización, para ello se tomaron los criterios en función de la superficie, el color y el factor de reflexión.

*Figura 83: Cuadro de reflexión de techo, suelo y pared.*

| Superficies | Color  | Fac. Refl. |
|-------------|--------|------------|
| Techo       | claro  | 0.7        |
|             | medio  | 0.5        |
|             | oscuro | 0.3        |
| Pared       | claro  | 0.5        |
|             | medio  | 0.3        |
|             | oscuro | 0.1        |
| Suelo       | claro  | 0.3        |
|             | oscuro | 0.1        |

*Fuente: Guevara Gianmarco [26].*

En base a esto se analizó el coeficiente de utilización.

Figura 84: Cuadro de factor de utilización.

| Tipo de aparato de alumbrado | Índice del local k | Factor de utilización (η)     |     |     |     |     |     |                                    |     |     |
|------------------------------|--------------------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------------------------------------|-----|-----|
|                              |                    | Factor de reflexión del techo |     |     |     |     |     | Factor de reflexión de las paredes |     |     |
|                              |                    | 0.7                           |     |     | 0.5 |     |     | 0.3                                |     |     |
|                              |                    | 0.5                           | 0.3 | 0.1 | 0.5 | 0.3 | 0.1 | 0.5                                | 0.3 | 0.1 |
|                              | 1                  | .28                           | .22 | .16 | .25 | .22 | .16 | .26                                | .22 | .16 |
|                              | 1.2                | .31                           | .27 | .20 | .30 | .27 | .20 | .30                                | .27 | .20 |
|                              | 1.5                | .39                           | .33 | .26 | .36 | .33 | .26 | .36                                | .33 | .26 |
|                              | 2                  | .45                           | .40 | .35 | .44 | .40 | .35 | .44                                | .40 | .35 |
|                              | 2.5                | .52                           | .46 | .41 | .49 | .46 | .41 | .49                                | .46 | .41 |
|                              | 3                  | .54                           | .50 | .45 | .53 | .50 | .45 | .53                                | .50 | .45 |
|                              | 4                  | .61                           | .56 | .52 | .60 | .56 | .52 | .60                                | .56 | .52 |
|                              | 5                  | .63                           | .60 | .56 | .63 | .60 | .56 | .62                                | .60 | .56 |
|                              | 6                  | .68                           | .63 | .60 | .66 | .63 | .60 | .65                                | .63 | .60 |
|                              | 8                  | .71                           | .67 | .64 | .69 | .67 | .64 | .68                                | .67 | .64 |
|                              | 10                 | .72                           | .70 | .67 | .71 | .70 | .67 | .71                                | .70 | .67 |

Fuente: Guevara Gianmarco [26].

Tabla 19: Cálculo del coeficiente de utilización

| Ambiente     | Ancho | Largo | Alto | n     |
|--------------|-------|-------|------|-------|
|              | (m)   | (m)   | (m)  |       |
| Sala-Comedor | 4.01  | 5.42  | 2.20 | .293  |
| Cocina       | 3.86  | 5.42  | 2.20 | .287  |
| S.S.H.H.     | 1.86  | 3.63  | 2.20 | .156  |
| Dormitorio 1 | 3.86  | 4.47  | 2.20 | .264  |
| Dormitorio 2 | 3.86  | 4.47  | 2.20 | .264  |
| Pasadizo     | 1.86  | 6.41  | 2.20 | 0.183 |

Fuente: Propia

Así mismo se determinó el factor de mantenimiento, para ello se siguió las recomendaciones de Guevara [26]. En base a esto se optó por un mantenimiento medio de 0.6.

Figura 85: Tabla de factor de mantenimiento.

| MALO | MEDIO | BUENO |
|------|-------|-------|
| 0.5  | 0.6   | 0.7   |

Fuente: Guevara Gianmarco [26].

Con estos datos se procedió a calcular la cantidad total de lúmenes para cada ambiente. Para ello se empleó la siguiente ecuación:

$$FLT = \frac{I.M. D \times L \times A}{C_u \times F_m}$$

Donde:

FLT= Flujo luminoso total (lum)

I.M. D= Intensidad media de diseño (lux)

L= Largo del local (m)

A= Ancho del local (m)

C.U.= Coeficiente de utilización

F.M.= Factor de mantenimiento

*Tabla 20: Cálculo de flujo luminoso total*

| Ambiente            | Ancho | Largo | I.M.D | C <sub>u</sub> | F <sub>m</sub> | FLT      |
|---------------------|-------|-------|-------|----------------|----------------|----------|
|                     | (m)   | (m)   | (lux) |                |                | (lum)    |
| <b>Sala-Comedor</b> | 4.01  | 5.42  | 100   | 0.293          | 0.6            | 12363.03 |
| <b>Cocina</b>       | 3.86  | 5.42  | 300   | 0.287          | 0.6            | 36313.59 |
| <b>S.S.H.H.</b>     | 1.86  | 3.63  | 100   | 0.156          | 0.6            | 7213.46  |
| <b>Dormitorio 1</b> | 3.86  | 4.47  | 50    | 0.264          | 0.6            | 5446.40  |
| <b>Dormitorio 2</b> | 3.86  | 4.47  | 50    | 0.264          | 0.6            | 5446.40  |
| <b>Pasadizo</b>     | 1.86  | 6.41  | 20    | 0.183          | 0.6            | 2171.69  |

*Fuente: Propia*

En base a estos datos se procedió a calcular el número de luminarias, para ello se empleó la siguiente fórmula:

$$N.L = \frac{FLT}{FLL}$$

Siendo:

N.L.= Número de luminarias

FLT= Flujo luminoso total

FLL= Flujo luminoso de lámpara

*Tabla 21: Cálculo de luminarias*

| Ambiente            | FLT      | FLL   |
|---------------------|----------|-------|
|                     | (lum)    | (lum) |
| <b>Sala-Comedor</b> | 12363.03 | 17000 |
| <b>Cocina</b>       | 36313.59 | 17000 |
| <b>S.S.H.H.</b>     | 7213.46  | 17000 |
| <b>Dormitorio 1</b> | 5446.40  | 17000 |
| <b>Dormitorio 2</b> | 5446.40  | 17000 |
| <b>Pasadizo</b>     | 2171.69  | 17000 |

*Fuente: Propia*

Se procedió a verificar el nivel de iluminación en base a la luminaria seleccionada, para ello se empleó la siguiente fórmula:

$$N.I. = \frac{N^{\circ} \text{ luminarias} \times FLT \times C_u \times F_m}{L \times A}$$

Donde:

N.I.= Nivel de iluminación (lux)

FLL= Flujo luminoso de la lámpara (lum)

L= Largo del local (m)

A= Ancho del local (m)

C<sub>u</sub>= Coeficiente de utilización

F<sub>m</sub>= Factor de mantenimiento

Aplicando la fórmula se obtienen los siguientes datos:

*Tabla 22: Verificación de la intensidad*

| Ambiente     | Nº de luminarias | FLT      | C <sub>u</sub> | F <sub>m</sub> | A     | Intensidad | Condición |
|--------------|------------------|----------|----------------|----------------|-------|------------|-----------|
|              |                  | (lum)    |                |                |       |            |           |
| Sala-Comedor | 1                | 12363.03 | 0.293          | 0.6            | 21.73 | 100.02     | Sí        |
| Cocina       | 3                | 36313.59 | 0.287          | 0.6            | 20.92 | 896.73     | Sí        |
| S.S.H.H.     | 1                | 7213.46  | 0.156          | 0.6            | 6.75  | 100.03     | Sí        |
| Dormitorio 1 | 1                | 5446.40  | 0.264          | 0.6            | 17.25 | 50.01      | Sí        |
| Dormitorio 2 | 1                | 5446.40  | 0.264          | 0.6            | 17.25 | 50.01      | Sí        |
| Pasadizo     | 1                | 2171.69  | 0.183          | 0.6            | 11.92 | 20.00      | Sí        |

*Fuente: Propia*

En base a estos datos se procedió a calcular la potencia total que se necesitará para la edificación.

*Figura 86: Cálculo de potencia total en edificación.*

| Circuito 1                    |              |                                |            |          |                |       | Circuito 2         |       |
|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|----------|----------------|-------|--------------------|-------|
| Código                        | Ambiente     | Tipo de lámpara                | Marca      | Potencia | Nº de lámparas | Total | Tomacorrientes (W) |       |
|                               |              |                                |            | (W)      |                | (W)   | Equipo             | Total |
| LF 17W                        | Sala-Comedor | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    | Televisor          | 500   |
| LF 17W                        | Cocina       | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 3              | 51    |                    |       |
| LF 17W                        | S.S.H.H.     | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    | Celular            | 100   |
| LF 17W                        | Dormitorio 1 | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    | Computadora        | 120   |
| LF 17W                        | Dormitorio 2 | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    | Computadora        | 120   |
| LF 17W                        | Pasadizo     | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    | Celular            | 100   |
| <b>Potencia instalada (W)</b> |              |                                |            |          |                | 136   |                    | 940   |
| <b>Potencia Total (W)</b>     |              |                                |            |          |                |       |                    | 1076  |

*Fuente: Propia*

Con estos datos se procedió a calcular las intensidades necesarias para los alimentadores generales y sus circuitos derivados. Para la intensidad se procederá a emplear la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P.I.}{K \times \text{Exc} \cos \phi}$$

Siendo:

I= Intensidad (A)

P.I.= Potencia Instalada (w)

K= Carga eléctrica

E= Corriente

$\cos\phi$ = Factor de potencia

El tipo de circuito a emplearse será monofásico, para estos casos Guevara [26] en su investigación que E será igual a 1 y el factor de potencia equivaldrá a 0.80. Aplicando la fórmula se obtuvieron los siguientes valores:

$$I = \frac{1076 \text{ watts}}{220v \times 1 \times 0.80} = 6.11 \text{ A}$$

Este valor será aumentado en un 25% por cuestiones de seguridad teniendo un valor final igual a 7.64 A. Con este dato se procederá a verificar la caída de tensión, Guevara indica [26] que la caída de tensión no será menor al 2.5% de 220V, es decir 5.5V. Para ello se empleará la siguiente fórmula:

$$\Delta E = K \times I_{\text{diseño}} \times \delta \times \frac{L}{S} \times \cos\phi$$

Siendo:

$\Delta E$ = Caída de tensión

K= Carga eléctrica

I= Intensidad de diseño

$\delta$ = Constante dieléctrica (0.017535 $\Omega$ \*mm<sup>2</sup> /m)

L= Longitud

S= Sección

$\cos\phi$ = Factor de potencia

$$\Delta E = \frac{2 \times 7.64 \times 0.017535 \times 11.85 \times 0.8}{10}$$

$$\Delta E = 0.25 \text{ V}$$

En base al análisis se observa que la caída de tensión en la edificación es de 0.25 V, lo cual es menor al 2.5% de 220 V que es 5.5V; siguiendo lo recomendado por la figura se eligió el calibre y amperaje máximo permisible de dicho cable, siendo que por seguridad se empleó el calibre 10, con una intensidad de 30 A y una tubería de 3/4" de PVC.

Figura 87: Tabla de Amperajes.

| AMPERAJE - CABLE DE COBRE |                    |                  |                       |
|---------------------------|--------------------|------------------|-----------------------|
| Tipo de aislante          | TW                 | RHW,THW,<br>THWN | THHN,XHHW-2<br>THWN-2 |
| Nivel de temperatura      | 60°C               | 75°C             | 90°C                  |
| Calibre de cable          | Amperaje soportado |                  |                       |
| 14 AWG                    | 15 A               | 15 A             | 15 A                  |
| 12 AWG                    | 20 A               | 20 A             | 20 A                  |
| 10 AWG                    | 30 A               | 30 A             | 30 A                  |
| 8 AWG                     | 40 A               | 50 A             | 55 A                  |
| 6 AWG                     | 55 A               | 65 A             | 75 A                  |
| 4 AWG                     | 70 A               | 85 A             | 95 A                  |
| 3 AWG                     | 85 A               | 100 A            | 115 A                 |
| 2 AWG                     | 95 A               | 115 A            | 130 A                 |
| 1 AWG                     | 110 A              | 130 A            | 145 A                 |
| 1/0 AWG                   | 125 A              | 150 A            | 170 A                 |
| 2/0 AWG                   | 145 A              | 175 A            | 195 A                 |
| 3/0 AWG                   | 165 A              | 200 A            | 225 A                 |
| 4/0 AWG                   | 195 A              | 230 A            | 260 A                 |

Fuente: Revista Construyendo.co [27]

Se procederá a calcular los circuitos derivados para la vivienda. Primero se calculará lo que corresponde a luminarias.

Figura 88: Cálculo de la potencia del circuito 1.

| Circuito 1                    |              |                                |            |          |                |       |
|-------------------------------|--------------|--------------------------------|------------|----------|----------------|-------|
| Código                        | Ambiente     | Tipo de lámpara                | Marca      | Potencia | Nº de lámparas | Total |
|                               |              |                                |            | (W)      |                | (W)   |
| LF 17W                        | Sala-Comedor | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    |
| LF 17W                        | Cocina       | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 3              | 51    |
| LF 17W                        | S.S.H.H.     | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    |
| LF 17W                        | Dormitorio 1 | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    |
| LF 17W                        | Dormitorio 2 | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    |
| LF 17W                        | Pasadizo     | Luminaria Led Frameless 17W LC | Lumicenter | 17       | 1              | 17    |
| <b>Potencia instalada (W)</b> |              |                                |            |          |                | 136   |
| <b>Potencia Total (W)</b>     |              |                                |            |          |                | 272   |

Fuente: Propia

Con estos datos se procedió a calcular las intensidades necesarias para los alimentadores generales y sus circuitos derivados. Para la intensidad se procederá a emplear la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P.I.}{K \times E \times \cos\phi}$$

Siendo:

I= Intensidad (A)

P.I.= Potencia Instalada (w)

K= Carga eléctrica

E= Corriente

cos $\phi$ = Factor de potencia

El tipo de circuito a emplearse será monofásico, para estos casos Guevara [26] en su investigación que E será igual a 1 y el factor de potencia equivaldrá a 0.80. Aplicando la fórmula se obtuvieron los siguientes valores:

$$I = \frac{272 \text{ watts}}{220v \times 1 \times 0.80} = 1.55 A$$

Este valor será aumentado en un 25% por cuestiones de seguridad teniendo un valor final igual a 1.93 A. Con este dato se procederá a verificar la caída de tensión, Guevara indica [26] que la caída de tensión no será menor al 2.5% de 220V, es decir 5.5V. Para ello se empleará la siguiente fórmula:

$$\Delta E = K \times I_{\text{diseño}} \times \delta \times \frac{L}{S} \times \cos \phi$$

Siendo:

$\Delta E$ = Caída de tensión

K= Carga eléctrica

I= Intensidad de diseño

$\delta$ = Constante dieléctrica (0.017535 $\Omega$ \*mm<sup>2</sup> /m)

L= Longitud

S= Sección

cos $\phi$ = Factor de potencia

$$\Delta E = \frac{2 \times 1.93 \times 0.017535 \times 11.85 \times 0.8}{10}$$

$$\Delta E = 0.06 V$$

En base al análisis se observa que la caída de tensión en la edificación es de 0.06 V, lo cual es menor al 2.5% de 220 V que es 5.5V; siguiendo lo recomendado por la figura se eligió el calibre y amperaje máximo permisible de dicho cable, siendo que por seguridad se empleó el calibre 10, con una intensidad de 30 A y una tubería de 3/4" de PVC.

Posteriormente se realizó el mismo análisis para el circuito 2.

Figura 30: Cálculo de la potencia del circuito 2.

| Circuito 2                    |                    |       |
|-------------------------------|--------------------|-------|
| Código                        | Tomacorrientes (W) |       |
|                               | Equipo             | Total |
| LF 17W                        | Televisor          | 500   |
| LF 17W                        | Celular            | 100   |
| LF 17W                        | Computadora        | 120   |
| LF 17W                        | Computadora        | 120   |
| LF 17W                        | Celular            | 100   |
| <b>Potencia instalada (W)</b> |                    | 940   |
| <b>Potencia Total (W)</b>     |                    | 940   |

Fuente: Propia

Con estos datos se procedió a calcular las intensidades necesarias para los alimentadores generales y sus circuitos derivados. Para la intensidad se procederá a emplear la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P.I.}{K \times E \times \cos\phi}$$

Siendo:

I= Intensidad (A)

P.I.= Potencia Instalada (w)

K= Carga eléctrica

E= Corriente

cos $\phi$ = Factor de potencia

El tipo de circuito a emplearse será monofásico, para estos casos Guevara [26] en su investigación que E será igual a 1 y el factor de potencia equivaldrá a 0.80. Aplicando la fórmula se obtuvieron los siguientes valores:

$$I = \frac{940 \text{ watts}}{220v \times 1 \times 0.80} = 5.34 \text{ A}$$

Este valor será aumentado en un 25% por cuestiones de seguridad teniendo un valor final igual a 6.68 A. Con este dato se procederá a verificar la caída de tensión, Guevara indica [26] que la caída de tensión no será menor al 2.5% de 220V, es decir 5.5V. Para ello se empleará la siguiente fórmula:

$$\Delta E = K \times I_{\text{diseño}} \times \delta \times \frac{L}{S} \times \cos\phi$$

Siendo:

$\Delta E$ = Caída de tensión

K= Carga eléctrica

I= Intensidad de diseño

$\delta$ = Constante dieléctrica (0.017535 $\Omega$ \*mm<sup>2</sup> /m)

L= Longitud

S= Sección

cos $\phi$ = Factor de potencia

$$\Delta E = \frac{2 \times 6.68 \times 0.017535 \times 11.85 \times 0.8}{10}$$

$$\Delta E = 0.22 \text{ V}$$

En base al análisis se observa que la caída de tensión en la edificación es de 0.22 V, lo cual es menor al 2.5% de 220 V que es 5.5V; siguiendo lo recomendado por la figura se eligió el calibre y amperaje máximo permisible de dicho cable, siendo que por seguridad se empleó el calibre 10, con una intensidad de 30 A y una tubería de 3/4" de PVC.

Así mismo se procedió a diseñar un sistema eléctrico abastecido por la empresa prestadora de servicios para un circuito de tomacorrientes ubicado en la cocina. Para ello se empleó el mismo proceso que para la albañilería confinada.

Figura 89: Cuadro de potencia total para vivienda de adobe, circuito cocina.

| Circuito 3                |             |
|---------------------------|-------------|
| Tomacorrientes (W)        |             |
| Equipo                    | Total       |
| Licuada                   | 550         |
| Refrigeradora             | 300         |
| Microondas                | 400         |
| <b>Potencia instalada</b> | <b>1250</b> |
| <b>Potencia Total (W)</b> | <b>1250</b> |

Fuente: Propia

Con estos datos se procedió a calcular la intensidad necesaria para el alimentador general y su circuito derivado. Para la intensidad se procederá a emplear la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P.I.}{K \times E \times \cos\phi}$$

Siendo:

I= Intensidad (A)

P.I.= Potencia Instalada (w)

K= Carga eléctrica

E= Corriente

cos $\phi$ = Factor de potencia

El tipo de circuito a emplearse será monofásico, para estos casos Guevara [26] en su investigación que E será igual a 1 y el factor de potencia equivaldrá a 0.80. Aplicando la fórmula se obtuvieron los siguientes valores:

$$I = \frac{1250 \text{ watts}}{220v \times 1 \times 0.80} = 4.54 \text{ A}$$

Este valor será aumentado en un 25% por cuestiones de seguridad teniendo un valor final igual a 5.68 A. Con este dato se procederá a verificar la caída de tensión, Guevara indica [26] que la caída de tensión no será menor al 2.5% de 220V, es decir 5.5V. Para ello se empleará la siguiente fórmula:

$$\Delta E = K \times I_{\text{diseño}} \times \delta \times \frac{L}{S} \times \cos\phi$$

Siendo:

$\Delta E$ = Caída de tensión

K= Carga eléctrica

I= Intensidad de diseño

$\delta$ = Constante dieléctrica ( $0.017535\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$ )

L= Longitud

S= Sección

$\cos\phi$ = Factor de potencia

$$\Delta E = \frac{2 \times 5.68 \times 0.017535 \times 11.85 \times 0.8}{10}$$

$$\Delta E = 0.20 \text{ V}$$

En base al análisis se observa que la caída de tensión en la edificación es de 0.20 V, lo cual es menor al 2.5% de 220 V que es 5.5V; siguiendo lo recomendado por la figura se eligió el calibre y amperaje máximo permisible de dicho cable, siendo que por seguridad se empleó el calibre 10, con una intensidad de 30 A y una tubería de 3/4" de PVC.

*Figura 90: Tabla de Amperajes.*

| AMPERAJE - CABLE DE COBRE |                    |                |                      |
|---------------------------|--------------------|----------------|----------------------|
| Tipo de aislante          | TW                 | RHW, THW, THWN | THHN, XHHW-2, THWN-2 |
| Nivel de temperatura      | 60°C               | 75°C           | 90°C                 |
| Calibre de cable          | Amperaje soportado |                |                      |
| 14 AWG                    | 15 A               | 15 A           | 15 A                 |
| 12 AWG                    | 20 A               | 20 A           | 20 A                 |
| 10 AWG                    | 30 A               | 30 A           | 30 A                 |
| 8 AWG                     | 40 A               | 50 A           | 55 A                 |
| 6 AWG                     | 55 A               | 65 A           | 75 A                 |
| 4 AWG                     | 70 A               | 85 A           | 95 A                 |
| 3 AWG                     | 85 A               | 100 A          | 115 A                |
| 2 AWG                     | 95 A               | 115 A          | 130 A                |
| 1 AWG                     | 110 A              | 130 A          | 145 A                |
| 1/0 AWG                   | 125 A              | 150 A          | 170 A                |
| 2/0 AWG                   | 145 A              | 175 A          | 195 A                |
| 3/0 AWG                   | 165 A              | 200 A          | 225 A                |
| 4/0 AWG                   | 195 A              | 230 A          | 260 A                |

*Fuente: Revista Construyendo.co [27]*

Se procederá a calcular el circuito derivado para la vivienda. Se calculo lo correspondiente a tomacorriente.

*Figura 91: Cálculo de la potencia del circuito 3.*

| Circuito 3                |             |
|---------------------------|-------------|
| Tomacorrientes (W)        |             |
| Equipo                    | Total       |
| Licuada                   | 550         |
| Refrigeradora             | 300         |
| Microondas                | 400         |
| <b>Potencia instalada</b> | <b>1250</b> |
| <b>Potencia Total (W)</b> | <b>1250</b> |

*Fuente: Propia*

Con estos datos se procedió a calcular las intensidades necesarias para los alimentadores generales y sus circuitos derivados. Para la intensidad se procederá a emplear la siguiente fórmula:

$$I = \frac{P.I.}{K \times E \times \cos\phi}$$

Siendo:

I= Intensidad (A)

P.I.= Potencia Instalada (w)

K= Carga eléctrica

E= Corriente

cos $\phi$ = Factor de potencia

El tipo de circuito a emplearse será monofásico, para estos casos Guevara [26] en su investigación que E será igual a 1 y el factor de potencia equivaldrá a 0.80. Aplicando la fórmula se obtuvieron los siguientes valores:

$$I = \frac{1250 \text{ watts}}{220v \times 1 \times 0.80} = 4.54 \text{ A}$$

Este valor será aumentado en un 25% por cuestiones de seguridad teniendo un valor final igual a 5.68 A. Con este dato se procederá a verificar la caída de tensión, Guevara indica [26] que la caída de tensión no será menor al 2.5% de 220V, es decir 5.5V. Para ello se empleará la siguiente fórmula:

$$\Delta E = K \times I_{\text{diseño}} \times \delta \times \frac{L}{S} \times \cos\phi$$

Siendo:

$\Delta E$ = Caída de tensión

K= Carga eléctrica

I= Intensidad de diseño

$\delta$ = Constante dieléctrica (0.017535 $\Omega$ \*mm<sup>2</sup> /m)

L= Longitud

S= Sección

cos $\phi$ = Factor de potencia

$$\Delta E = \frac{2 \times 5.68 \times 0.017535 \times 11.85 \times 0.8}{10}$$

$$\Delta E = 0.20 \text{ V}$$

En base al análisis se observa que la caída de tensión en la edificación es de 0.06 V, lo cual es menor al 2.5% de 220 V que es 5.5V; siguiendo lo recomendado por la figura se eligió el calibre

y amperaje máximo permisible de dicho cable, siendo que por seguridad se empleé el calibre 10, con una intensidad de 30 A y una tubería de 3/4" de PVC.

### *Diseño de instalaciones sanitarias*

#### *Diseño de sistema de agua fría*

En base a los datos mencionados anteriormente, se realizó el diseño de sistema de agua fría de la vivienda, cuya área es de 103.76 m<sup>2</sup>. En base a esto la dotación para la vivienda es:

$$\text{Dotación} = 1500 \text{ Lt/d}$$

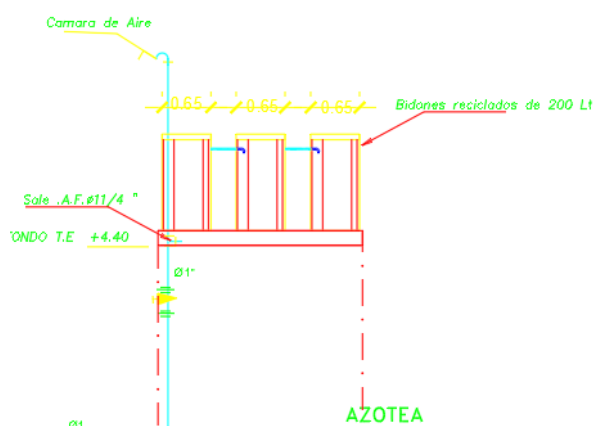
Después de analizar la dotación diaria para la vivienda, se realizó la determinación de la capacidad de volumen para el tanque elevado.

De acuerdo con la IS.010 [21], define que el volumen del tanque elevado será 1/3 de la dotación diaria. En base a esto se obtiene lo siguiente:

$$V_{\text{tanque}} = \frac{\text{Dotación diaria}}{3} = \frac{1500}{3} = 500 \text{ Lt}$$

De acuerdo con el análisis el volumen mínimo del tanque será de 500 Lt, para darle un plus ecológico a la vivienda se emplearon tres bidones de 200 Lt en serie como elementos de almacenamiento de agua potable.

*Figura 92: Detalle de almacenamiento de agua fría.*



*Fuente: Propia*

Posteriormente se realizó el predimensionamiento de las tuberías. Para ello se empleó los métodos recomendados por la IS.010, el cual indica que se debe emplear el caudal por la máxima demanda simultánea y el análisis por unidad Hunter.

Figura 93: Cuadro de Unidades de gasto.

**ANEXO N° 1**  
**UNIDADES DE GASTO PARA EL CÁLCULO DE LAS**  
**TUBERÍAS DE DISTRIBUCIÓN DE AGUA EN LOS**  
**EDIFICIOS (APARATOS DE USO PRIVADO)**

| Aparato sanitario | Tipo  | Unidades de gasto |           |               |
|-------------------|---|-------------------|-----------|---------------|
|                   |   | Total             | Agua fría | Agua caliente |
| Inodoro           | Con tanque – descarga reducida.                               | 1,5               | 1,5       | -             |
| Inodoro           | Con tanque.   | 3                 | 3         | -             |
| Inodoro           | Con válvula semiautomática y automática.                      | 6                 | 6         | -             |
| Inodoro           | Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida. | 3                 | 3         | -             |
| Bidé              |   | 1                 | 0,75      | 0,75          |
| Lavatorio         |   | 1                 | 0,75      | 0,75          |
| Lavadero          |   | 3                 | 2         | 2             |
| Ducha             |   | 2                 | 1,5       | 1,5           |
| Tina              |   | 2                 | 1,5       | 1,5           |
| Urinario          | Con tanque  | 3                 | 3         | -             |
| Urinario          | Con válvula semiautomática y automática.                      | 5                 | 5         | -             |
| Urinario          | Con válvula semiautomática y automática de descarga reducida. | 2,5               | 2,5       | -             |
| Urinario          | Múltiple (por m)  | 3                 | 3         | -             |

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones [21]

Figura 94: Tabla de gastos probables para aplicación de método de Hunter.

**GASTOS PROBABLES PARA APLICACIÓN DEL**  
**MÉTODO DE HUNTER**

| N° de unidades | Gasto Probable |         | N° de unidades | Gasto Probable |         | N° de unidades | Gasto Probable |
|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|
|                | Tanque         | Válvula |                | Tanque         | Válvula |                |                |
| 3              | 0,12           | -       | 120            | 1,83           | 2,72    | 1100           | 8,27           |
| 4              | 0,16           | -       | 130            | 1,91           | 2,80    | 1200           | 8,70           |
| 5              | 0,23           | 0,91    | 140            | 1,98           | 2,85    | 1300           | 9,15           |
| 6              | 0,25           | 0,94    | 150            | 2,06           | 2,95    | 1400           | 9,56           |
| 7              | 0,28           | 0,97    | 160            | 2,14           | 3,04    | 1500           | 9,90           |
| 8              | 0,29           | 1,00    | 170            | 2,22           | 3,12    | 1600           | 10,42          |
| 9              | 0,32           | 1,03    | 180            | 2,29           | 3,20    | 1700           | 10,85          |
| 10             | 0,43           | 1,06    | 190            | 2,37           | 3,25    | 1800           | 11,25          |
| 12             | 0,38           | 1,12    | 200            | 2,45           | 3,36    | 1900           | 11,71          |
| 14             | 0,42           | 1,17    | 210            | 2,53           | 3,44    | 2000           | 12,14          |
| 16             | 0,46           | 1,22    | 220            | 2,60           | 3,51    | 2100           | 12,57          |
| 18             | 0,50           | 1,27    | 230            | 2,65           | 3,58    | 2200           | 13,00          |
| 20             | 0,54           | 1,33    | 240            | 2,75           | 3,65    | 2300           | 13,42          |
| 22             | 0,58           | 1,37    | 250            | 2,84           | 3,71    | 2400           | 13,86          |
| 24             | 0,61           | 1,42    | 260            | 2,91           | 3,79    | 2500           | 14,29          |
| 26             | 0,67           | 1,45    | 270            | 2,99           | 3,87    | 2600           | 14,71          |
| 28             | 0,71           | 1,51    | 280            | 3,07           | 3,94    | 2700           | 15,12          |
| 30             | 0,75           | 1,55    | 290            | 3,15           | 4,04    | 2800           | 15,53          |
| 32             | 0,79           | 1,59    | 300            | 3,32           | 4,12    | 2900           | 15,97          |
| 34             | 0,82           | 1,63    | 320            | 3,37           | 4,24    | 3000           | 16,20          |
| 36             | 0,85           | 1,67    | 340            | 3,52           | 4,35    | 3100           | 16,51          |
| 38             | 0,88           | 1,70    | 380            | 3,67           | 4,46    | 3200           | 17,23          |
| 40             | 0,91           | 1,74    | 390            | 3,83           | 4,60    | 3300           | 17,85          |
| 42             | 0,95           | 1,78    | 400            | 3,97           | 4,72    | 3400           | 18,07          |
| 44             | 1,00           | 1,82    | 420            | 4,12           | 4,84    | 3500           | 18,40          |
| 46             | 1,03           | 1,84    | 440            | 4,27           | 4,96    | 3600           | 18,91          |

| N° de unidades | Gasto Probable |         | N° de unidades | Gasto Probable |         | N° de unidades | Gasto Probable |
|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|---------|----------------|----------------|
|                | Tanque         | Válvula |                | Tanque         | Válvula |                |                |
| 48             | 1,09           | 1,92    | 460            | 4,42           | 5,08    | 3700           | 19,23          |
| 50             | 1,13           | 1,97    | 480            | 4,57           | 5,20    | 3800           | 19,75          |
| 55             | 1,19           | 2,04    | 500            | 4,71           | 5,31    | 3900           | 20,17          |
| 60             | 1,25           | 2,11    | 550            | 5,02           | 5,57    | 4000           | 20,50          |
| 65             | 1,31           | 2,17    | 600            | 5,34           | 5,83    |                |                |
| 70             | 1,36           | 2,23    | 650            | 5,85           | 6,09    |                |                |
| 75             | 1,41           | 2,29    | 700            | 5,95           | 6,35    |                |                |
| 80             | 1,45           | 2,35    | 750            | 6,20           | 6,61    |                |                |
| 85             | 1,50           | 2,40    | 800            | 6,60           | 6,84    |                |                |
| 90             | 1,56           | 2,45    | 850            | 6,91           | 7,11    |                |                |
| 95             | 1,62           | 2,50    | 900            | 7,22           | 7,36    |                |                |
| 100            | 1,67           | 2,55    | 950            | 7,53           | 7,61    |                |                |
| 110            | 1,75           | 2,60    | 1000           | 7,84           | 7,85    |                |                |

PARA EL NÚMERO DE UNIDADES DE ESTA COLUMNA ES INDIFERENTE QUE LOS APARATOS SEAN DE TANQUE O DE VÁLVULA

NOTA: Los gastos están dados en L/s y corresponden a un ajuste de la tabla original del Método de Hunter.

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones. [21]

Tabla 23: Cálculo de las unidades Hunter

| <b>NIVEL 1</b>  |                          |           |                       |                |              |
|-----------------|--------------------------|-----------|-----------------------|----------------|--------------|
| <b>AMBIENTE</b> | <b>APARATO SANITARIO</b> | <b>Nº</b> | <b>U.H. AGUA FRÍA</b> | <b>PARCIAL</b> | <b>TOTAL</b> |
| <b>S.S.H.H.</b> | Lavatorio                | 1         | 0,75                  | 0,75           | 5.25         |
|                 | Inodoro                  | 1         | 3                     | 3              |              |
|                 | Ducha                    | 1         | 1,5                   | 1,5            |              |
| <b>Cocina</b>   | Lavatorio                | 1         | 0,75                  | 0,75           | 0.75         |
| <b>UH TOTAL</b> |                          |           |                       |                | 6.00 U.H.    |
| <b>MDS</b>      |                          |           |                       |                | 0.25 Lt/s    |

Fuente: Propia

En base al análisis realizado se obtuvo 0.25 Lt/s, este valor será empleado para determinar el diámetro de las tuberías de la vivienda. La fórmula para emplear fue la siguiente:

$$J = \frac{1.21957 * 8.9 * Q^{1.85}}{C^{1.85} D^{4.87}}$$

Donde:

J: Pérdida de presión (m)

Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)

C: Coeficiente de rugosidad (150)

D: Diámetro (m)

Tabla 24: Cálculo de tuberías de agua

| Cálculo del diámetro de tuberías |                 |                |                       |          |                 |                    |       |
|----------------------------------|-----------------|----------------|-----------------------|----------|-----------------|--------------------|-------|
| Tubería                          | Aparatos Sanita | U.H. por tramo | Gasto probable (Lt/s) | Ø (pulg) | Velocidad (m/s) | Pérdida de presión |       |
| Tramo                            | F               |                |                       |          |                 |                    |       |
| Tramo A-B                        | F               | Indoro         | 3                     | 0,275    | 3/4             | 0,96               | 0,062 |
|                                  |                 | Ducha          | 1,5                   |          |                 |                    |       |
|                                  |                 | Lavatorio      | 2,25                  |          |                 |                    |       |
|                                  |                 | Suma           | 6,75                  |          |                 |                    |       |
| Tramo B-C                        | F               | Lavatorio      | 0,75                  | 0,12     | 1/2             | 0,95               | 0,099 |
|                                  |                 | Suma           | 0,75                  |          |                 |                    |       |
| Tramo B-D                        | F               | Indoro         | 3                     | 0,25     | 3/4             | 0,88               | 0,052 |
|                                  |                 | Ducha          | 1,5                   |          |                 |                    |       |
|                                  |                 | Lavatorio      | 1,5                   |          |                 |                    |       |
|                                  |                 | Suma           | 6                     |          |                 |                    |       |
| Tramo D-E                        | F               | Indoro         | 3                     | 0,18     | 3/4             | 0,63               | 0,028 |
|                                  |                 | Ducha          | 1,5                   |          |                 |                    |       |
|                                  |                 | Suma           | 4,5                   |          |                 |                    |       |
| Tramo E-F                        | F               | Indoro         | 3                     | 0,12     | 1/2             | 0,95               | 0,096 |
|                                  |                 | Suma           | 3                     |          |                 |                    |       |
| Tramo E-G                        | F               | Ducha          | 1,5                   | 0,12     | 1/2             | 0,95               | 0,096 |
|                                  |                 | Suma           | 1,5                   |          |                 |                    |       |
| Tramo D-H                        | F               | Ducha          | 1,5                   | 0,12     | 1/2             | 0,95               | 0,096 |
|                                  |                 | Suma           | 1,5                   |          |                 |                    |       |
| Tramo H-I                        | F               | Ducha          | 0,75                  | 0,12     | 1/2             | 0,95               | 0,096 |
|                                  |                 | Suma           | 0,75                  |          |                 |                    |       |
| Tramo H-J                        | F               | Ducha          | 0,75                  | 0,12     | 1/2             | 0,95               | 0,096 |
|                                  |                 | Suma           | 0,75                  |          |                 |                    |       |

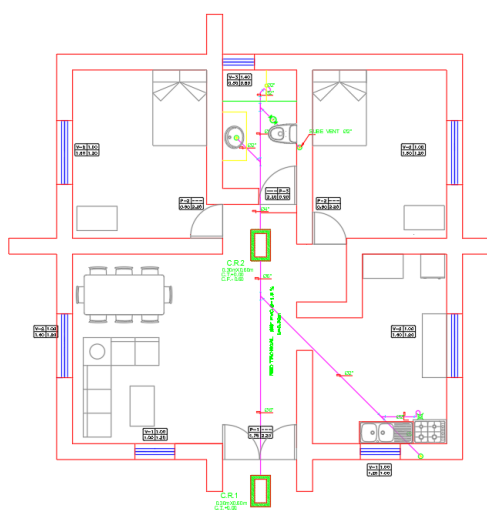
Fuente: Propia

En base a lo mencionado se realizó el diseño del sistema de distribución de agua fría. Para ello se empleó el método de Unidad Hunter, recomendado por la norma IS.010 [21], en base a la norma indica que la velocidad mínima será 0.60 m/s, con lo cual, en base al análisis cumple ese criterio. Al no contar con cisterna en la presente edificación, se da por concluido el diseño.

### *Diseño de sistema de desagüe y ventilación*

En base a la teoría mencionada en párrafos anteriores, se procedió a realizar el diseño del sistema de desagüe de la edificación.

*Figura 95: Propuesta de sistema de desagüe.*



*Fuente: Propia.*

*Tabla 25: Unidades de descarga*

| Primer Nivel            |                     |    |        |                |               |
|-------------------------|---------------------|----|--------|----------------|---------------|
| Aparatos de uso privado |                     |    |        |                |               |
| Ambiente                | Aparatos Sanitarios | Nº | U.D.D. | U.D.D. PARCIAL | U.D.D. TOTAL  |
| S.S.H.H.                | Inodoro             | 1  | 4      | 4              | 4             |
|                         | Lavatorio           | 1  | 1      | 1              | 1             |
|                         | Ducha               | 1  | 2      | 2              | 2             |
| Cocina                  | Lavatorio           | 1  | 1      | 1              | 1             |
| <b>U.D.D. TOTAL</b>     |                     |    |        |                | <b>8 U.H.</b> |

*Fuente: Propia*

Para la edificación se cuenta con una descarga de 8 U.H., en base a la norma IS.010 se tendrá el caudal de 0.29 Lt/s.

En base a esto se ha considera, siguiendo el anexo 9 de la norma IS.010 que para las trampas de inodoro se emplearán tuberías de 4", para sumideros y lavatorios, 2". Así mismo se hizo en análisis para las tuberías del ramal, concluyendo emplear tuberías de 6".

Figura 96: Anexo N°9 de la norma IS.010.

| Diámetro del tubo(mm) | Pendiente |       |       |
|-----------------------|-----------|-------|-------|
|                       | 1%        | 2%    | 4%    |
| 50 (2")               | -         | 21    | 26    |
| 65 (2 ½")             | -         | 24    | 31    |
| 75 (3")               | 20        | 27    | 36    |
| 100 (4")              | 180       | 216   | 250   |
| 125 (5")              | 390       | 480   | 575   |
| 150 (6")              | 700       | 840   | 1000  |
| 200 (8")              | 1600      | 1920  | 2300  |
| 250 (10")             | 2900      | 3500  | 4200  |
| 300 (12")             | 4600      | 5600  | 6700  |
| 375 (15")             | 8300      | 10000 | 12000 |

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones [21]

En base al anexo N°9 y teniendo una descarga de 8 U.H. se ha optado por darles una pendiente del 1% a las tuberías de los ramales siendo estas de 6" ya que no superan la máxima carga permisible.

Referente al cálculo de diámetros y longitudes máximas de tuberías auxiliares de ventilación de la propuesta del presente proyecto, se emplearon los cuadros de la norma IS.010.

Figura 97: Cuadro de dimensiones de los tubos de ventilación principal.

| DIMENSIONES DE LOS TUBOS DE VENTILACIÓN PRINCIPAL |                                 |  |        |         |         |
|---|---------------------------------|--|--------|---------|---------|
| Diámetro de la montante, de descarga (mm)         | Unidades de descarga ventiladas | Diámetro requerido para el tubo de ventilación principal |        |         |         |
|   |                                 | 2"   | 3"     | 4"      | 6"      |
|   |                                 | 50(mm)   | 75(mm) | 100(mm) | 150(mm) |
| Longitud Máxima del Tubo en metros                |                                 |  |        |         |         |
| 50 (2")   | 12                              | 60,0   | -      | -       | -       |
| 50 (2")   | 20                              | 45,0   | -      | -       | -       |
| 65 (2½")  | 10                              | -  | -      | -       | -       |
| 75 (3")   | 10                              | 30,0   | 180,0  | -       | -       |
| 75 (3")   | 30                              | 18,0   | 150,0  | -       | -       |
| 75 (3")   | 60                              | 15,0   | 120,0  | -       | -       |
| 100 (4")  | 100                             | 11,0   | 78,0   | 300,0   | -       |
| 100 (4")  | 200                             | 9,0  | 75,0   | 270,0   | -       |
| 100 (4")  | 500                             | 6,0  | 54,0   | 210,0   | -       |
| 203 (8")  | 600                             | -  | -      | 15,0    | 150,0   |
| 203 (8")  | 1400                            | -  | -      | 12,0    | 120,0   |
| 203 (8")  | 2200                            | -  | -      | 9,0     | 105,0   |
| 203 (8")  | 3600                            | -  | -      | 8,0     | 75,0    |
| 203 (8")  | 3600                            | -  | -      | 8,0     | 75,0    |
| 254 (10")   | 1000                            | -  | -      | -       | 38,0    |
| 254 (10")   | 2500                            | -  | -      | -       | 30,0    |
| 254 (10")   | 3800                            | -  | -      | -       | 24,0    |
| 254 (10")   | 5600                            | -  | -      | -       | 18,0    |

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones [21].

Tabla 26: Unidad de descarga para ventilación

| Montantes de ventilación |        |        |                |              |    |                    |                 |
|--------------------------|--------|--------|----------------|--------------|----|--------------------|-----------------|
| Aparato                  | Conteo | U.D. D | U.D.D. Parcial | U.D.D. Total | Ø  | U.D.D. Ventilación | Longitud máxima |
| Inodoro                  | 1      | 3      | 3              | 3            | 4" | 100                | 11              |

Fuente: Propia

Se empleó el cuadro Unidades de Descarga para obtener el total de estas, luego se han comparado los datos obtenidos del análisis empleando las tablas que indica el Reglamento, para garantizar que el diámetro de 2" puede ventilar como máximo 100 UDD ventiladas en una

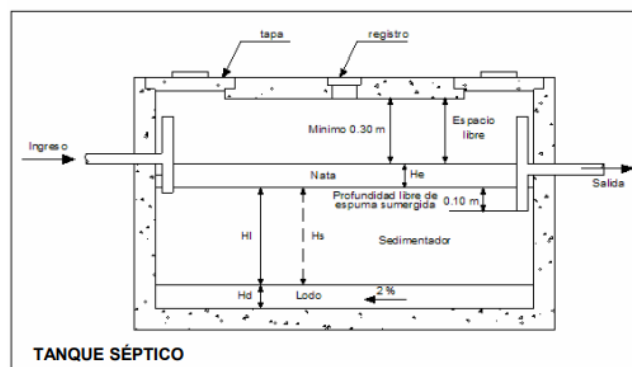
longitud de 11 m., al tener la edificación una altura de 2.40 metros, se considera adecuado el uso de ese diámetro para la tubería de ventilación auxiliar.

### *Diseño de tanque séptico*

El diseño de tanque séptico se basó en las recomendaciones de la guía de diseño de la organización panamericana de la salud y la norma IS.020 [32]. Este indica los siguientes pasos:

1. Se definirá el periodo de retención hidráulico.
2. Se definirá el volumen requerido para la sedimentación.
3. Se definirá el volumen requerido para la digestión y almacenamiento de lodos.
4. Se definirá el volumen de lodos producidos.
5. Se definirá el volumen de natas.
6. Se definirá la profundidad máxima de espuma sumergida.
7. Se definirá la profundidad libre de espuma sumergida.
8. Se definirá la profundidad libre de lodo.
9. Se definirá la profundidad de espacio libre.
10. Se definirá la profundidad neta del tanque séptico.

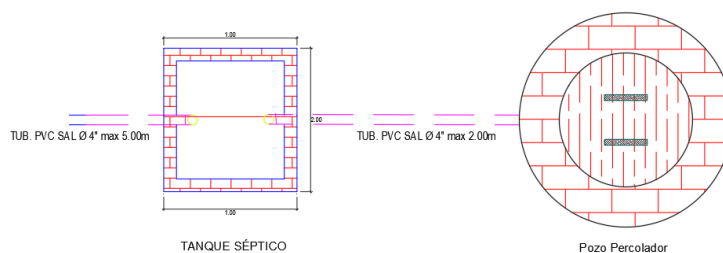
*Figura 98: Gráfica general de tanque séptico.*



*Fuente: Organización Panamericana de Salud. [32]*

En base a lo estipulado se procedió a diseñar el tanque séptico cuya memoria de cálculo se ubica en el anexo 17. Se obtuvo un volumen de  $2.4 \text{ m}^3$ . El detalle se puede apreciar en la siguiente figura:

*Figura 99: Detalle de tanque séptico.*



*Fuente: Propia*

### **Diseño de trampa de grasas**

Siguiendo las recomendaciones del Manual de instalación de biodigestor [28], se indica que para las aguas residuales que no contengan materia orgánica se deberá diseñar una trampa de grasas. Las especificaciones técnicas para diseño de trampas de grasa [29], recomiendan los siguientes criterios para un correcto diseño.

El caudal de diseño a emplearse estará en función de las unidades Hunter a la cual se diseñará, para ello se empleó la figura otorgada por las especificaciones [29].

*Figura 100: Unidades de gasto para aparatos sanitarios.*

**Cuadro 1: Unidades de gasto de los aparatos sanitarios que descargan a la trampa de grasa.**

| Aparato Sanitario      | Tipo              | Unidad de Gasto (*) |
|------------------------|-------------------|---------------------|
| Lavadero de cocina     | Múltiple          | 2                   |
| Lavadero de repostería | Hotel restaurante | 4                   |
| Lavadero de ropa       |                   | 3                   |

(\*) Debe asumirse este número de unidades de gasto por cada grifo instalado en el lavadero.

*Fuente: Especificaciones técnicas para diseño de trampas de grasa [29]*

En el proyecto se cuenta con dos grifos ubicados en la cocina, por ende, la cantidad total de UH fue de 4. Con este valor se procedió a calcular el caudal de diseño.

$$Q = 0.3 \sqrt{\sum p}$$

Donde:

Q= Caudal de diseño (Lt/s)

$\sum p$ = Sumatoria de todas las unidades de gasto

Reemplazando la fórmula se obtuvo que el caudal de diseño es de 0.60 Lt/s.

Así mismo las especificaciones recomiendan emplear un tiempo de retención entre 2.5'-3' [29].

Para el presente proyecto se optó emplear 3'. Reemplazando estos valores se obtuvo un

volumen equivalente a 108 Lt, Sin embargo, de acuerdo a las especificaciones [29], indican que el volumen mínimo debe ser 300 Lt, por ello el diseño se basará en el mínimo solicitado. También indica que la profundidad mínima deber ser 0.80m con un borde libre de 0.30m, que son los valores que tomaremos para el diseño, en base a esto se obtendrá el área necesaria.

$$V = Axh$$

Donde:

V= Volumen de trampa de grasas

A= Área de trampa de grasas

h= Altura de trampa de grasas

Reemplazando se obtiene:

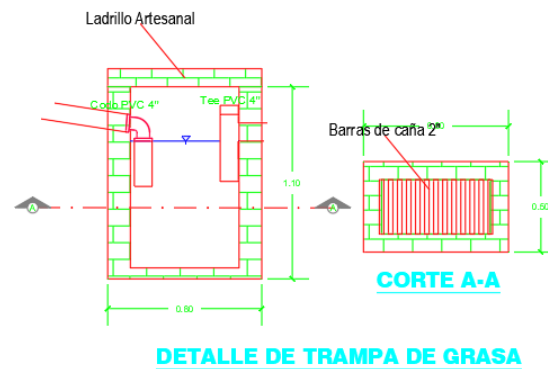
$$0.3 \text{ m}^3 = Ax0.80 \text{ m}$$

$$A = 0.375\text{m}^2$$

Así mismo indica que la relación L:A debe estar entre 2:1 a 3:2 [29]. Se seleccionó un largo de 0.80 m y un ancho de 0.50 m con lo cual satisfacemos el criterio de la especificación.

Se concluye que la trampa de grasas tendrá las siguientes dimensiones, un alto total de 1.10m, un largo de 0.80m y un ancho de 0.50m con espesor de pared y losa de 0.10m.

*Figura 101: Detalle de trampa de grasa.*



*Fuente: Propia*

### ***Presupuesto de obra, relación de insumos y calendario de ejecución de obra***

Los siguientes valores fueron obtenidos en base al metrado realizado a los planos diseñados en la presente investigación, así mismo se empleó el programa S10 para la ejecución de la plantilla de presupuesto y relación de insumos. Además, se empleó el programa MS-Project para realizar el calendario de ejecución de obra. (Ver anexos 18, 19 y 20)

Resultando como presupuesto final para la vivienda de adobe s/.163,714.41 (ciento sesenta y tres mil setecientos catorce con cuarenta y un soles); teniendo un área de 105.33 m<sup>2</sup> se obtuvo un costo de S/. 1554,30 soles por m<sup>2</sup>.

Con un calendario de 55 días para su ejecución.

*Tabla 27: Resumen de presupuesto por especialidades en adobe*

| ESPECIALIDAD             | MONTO (S/.)       |
|--------------------------|-------------------|
| Albañilería              | 69,740.29         |
| Estructuras              | 67,892.80         |
| Instalaciones Eléctricas | 16,113.16         |
| Instalaciones Sanitarias | 9,968.16          |
| <b>Total</b>             | <b>163,714.41</b> |

### *Análisis y cálculo de huella relacionada al consumo de combustible*

Para realizar correctamente el análisis y cálculo se procedió a clasificar el equipo y maquinaria empleada para la ejecución de obra, en base a la relación de insumos de cada especialidad, en base a su fuente de energía. Esta podía ser combustible o electricidad.

*Figura 102: Cantidad de horas maquinas requeridas en obra.*

| CANTIDADES DE RECURSOS REQUERIDOS         |        |              |              |
|---|--------|--------------|--------------|
| RECURSO                                   | UNIDAD | CANTIDAD     | CATEGORIA    |
| <b>ESTRUCTURAS</b>                        |        |              |              |
| COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP | hm     | 14,02        | COMBUSTIBLE  |
| CAMION VOLQUETE DE 10 m3                  | hm     | 24,73        | COMBUSTIBLE  |
| VIBRADOR A GASOLINA                       | hm     | 1,68         | COMBUSTIBLE  |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)      | hm     | 13,41        | COMBUSTIBLE  |
| MOTOBOMBA 3" (7 HP)                       | hm     | 0,13         | COMBUSTIBLE  |
| ESTACION TOTAL                            | hm     | 0,52         | ELECTRICIDAD |
| <b>ARQUITECTURA</b>                       |        |              |              |
| ESTACION TOTAL                            | hm     | 4,15         | ELECTRICIDAD |
| SIERRA CIRCULAR                           | hm     | 2,02         | ELECTRICIDAD |
| CEPILLADORA ELECTRICA                     | hm     | 4,03         | ELECTRICIDAD |
| PLANCHA ONDULADA 2.40x 0.60 mm            | hm     | 4,85         | COMBUSTIBLE  |
| COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP | hm     | 4,97         | COMBUSTIBLE  |
| MEZCLADORA DE CONCRETO                    | hm     | 1,99         | COMBUSTIBLE  |
| <b>SANITARIAS</b>                         |        |              |              |
| MOTOBOMBA 3" (7 HP)                       | hm     | 0,69         | COMBUSTIBLE  |
| MEZCLADORA DE CONCRETO                    | hm     | 0,98         | COMBUSTIBLE  |
| COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP | hm     | 0,14         | COMBUSTIBLE  |
| ESTACION TOTAL                            | hm     | 4,15         | ELECTRICIDAD |
|   |        | Combustible  | 67,59        |
|   |        | Electricidad | 14,87        |

Fuente: Propia

En base a esta clasificación se obtuvo que la cantidad de horas máquinas para equipos y/o maquinarias que empleen combustible fue de 67.59 hm, y en el caso de electricidad como fuente de energía fue de 14.87 hm.

En base a esta clasificación se procedió a convertir las horas maquinas trabajadas en litros de combustible y consumo de KW respectivamente, tanto para combustible como electricidad, en

base a los rendimientos propiciados por diferentes fichas técnicas. Para el primer caso se obtuvo los siguientes resultados.

*Figura 103: Conversión de horas máquina a litros de combustible.*

| RESUMEN DE HORAS MAQUINA POR ESPECIALIDAD |      |          |          |  |
|---|------|----------|----------|--|
| ESPECIALIDAD                              | UND. | CANTIDAD | PARCIAL  |  |
| Estructuras                               | hm   | 53,97    | 67,59 HM |  |
| Arquitectura                              | hm   | 11,81    |          |  |
| Instalaciones Sanitarias                  | hm   | 1,81     |          |  |
| Instalaciones Eléctricas                  | hm   | 0,00     |          |  |

| Recurso                                    | Unidad | Cantidad | Consumo en litros | Consumo por recurso en lts |
|--|--------|----------|-------------------|----------------------------|
| COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP  | hm     | 14,71    | 1,73              | 25,44657                   |
| CAMION VOLQUETE DE 10 m3                   | hm     | 24,87    | 1,8               | 44,76528                   |
| VIBRADOR A GASOLINA                        | hm     | 1,68     | 33,27             | 55,783809                  |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)       | hm     | 13,41    | 1,30              | 17,42858                   |
| MOTOBOMBA 3" (7 HP)                        | hm     | 2,12     | 3,30              | 6,99534                    |
| <b>Consumo total de combustible en lts</b> |        |          |                   | <b>150,42 lts</b>          |

*Fuente: Propia*

Posteriormente se realizó su conversión de litros de combustible a Mega Joules y posteriormente Giga Joules, esto se realizó para poder tener las unidades necesarias para emplear la fórmula de huella fósil mencionada en párrafos anteriores.

Finalmente se procedió a realizar el cálculo de huella ecológica obteniendo un valor de 0.27 hag.

Para en análisis de electricidad se realizó un procedimiento similar. Se obtuvo la cantidad de KW empleados durante la ejecución de obra, obteniendo un valor de 4.96 KWH, al cual se le aumentó un porcentaje del 5% en base a los posibles tiempos muertos o algún inconveniente que pueda ocurrir en obra, dando un valor final de 5.21 KWH

| H.E. por consumo de Electricidad          |     |          |          |  |
|---|-----|----------|----------|--|
| RESUMEN DE HORAS MAQUINA POR ESPECIALIDAD |     |          |          |  |
| ESPECIALIDAD                              | Und | Cantidad | Parcial  |  |
| Estructuras                               | HM  | 0,52     | 14,87 HM |  |
| Arquitectura                              | HM  | 10,20    |          |  |
| Instalaciones Sanitarias                  | HM  | 4,15     |          |  |
| Instalaciones Eléctricas                  | HM  | 0,00     |          |  |

| Recursos                    | Unidad | Cantidad | Consumo KW | Consumo total de energía en KWH |
|-----------------------------|--------|----------|------------|---------------------------------|
| CEPILLADORA ELECTRICA       | hm     | 4,03     | 0,70 KW    | 2,82                            |
| ESTACION TOTAL              | hm     | 8,82     | 0,04 KW    | 0,33                            |
| SIERRA CIRCULAR             | hm     | 2,02     | 0,90 KW    | 1,81                            |
| <b>Consumo total en KWH</b> |        |          |            | <b>4,96 KWH</b>                 |

**Consumo total en kWh y otras consideraciones: 5,21 KWH**

Posteriormente se realizó su conversión de KWH a Giga Joules, esto se realizó para poder tener las unidades necesarias para emplear la fórmula de huella de energía eléctrica mencionada en párrafos anteriores.

Finalmente se procedió a realizar el cálculo de huella ecológica obteniendo un valor de 0.337 hag.

Ver memoria de cálculo en anexo N°21.

### ***Análisis y cálculo de huella relacionada al consumo de agua***

Para el correcto análisis y cálculo de la huella relacionada al consumo de agua se empleó los días para ejecución de obra. Para la vivienda de adobe se tuvo una duración de 55 días, equivalente a 1.8 meses. Con este dato se realizó el procedimiento mencionado en párrafos anteriores obteniendo una huella de 2.57 hag.

Ver memoria de cálculo en anexo N°22.

### ***Análisis y cálculo de huella relacionada a la mano de obra respecto al consumo de alimentos.***

Para el correcto análisis y cálculo de la huella relacionada se procedió a dar una hipótesis de los diferentes componentes que tiene un menú diario en la localidad de Mochumí, esto con el fin de obtener los porcentajes de alimentos para el análisis mencionado en párrafos anteriores.

*Figura 104: Clasificación de alimentos de menú diario en Mochumí.*

| <b>Alimentos</b>              | <b>% Alimentos</b> |
|-------------------------------|--------------------|
| Cereales                      | 20.00              |
| Carnes                        | 18.00              |
| Legumbres, raíces y tubérculo | 20.00              |
| Pescado                       | 15.00              |
| Bebidas                       | 8.00               |
| Aceites                       | 8.00               |
| Lácteos                       | 8.00               |
| Azúcar                        | 3.00               |
|                               | <b>100%</b>        |

*Fuente: Propia*

Posteriormente se procedió a realizar los análisis de huella fósil de los alimentos, teniendo para cada alimento, obteniendo una huella de 0.0028 hag/comida.

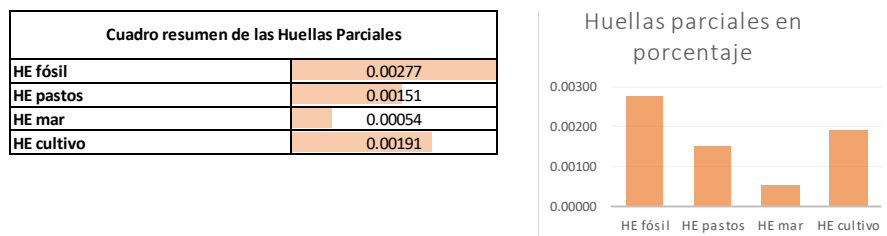
Se continuó el análisis con la huella ecológica de pastos, obteniendo un valor de 0.0015 hag/comida.

Se realizó el mismo procedimiento para la huella ecológica de mar, obteniendo un valor de 0.0005 hag/comida.

Finalmente se analizó la huella correspondiente a alimentos cultivados, obteniendo un valor de 0.00191 hag/comida.

En base a esto se puede observar en la figura 114 el resumen de los análisis mencionados se observa que el análisis de mayor impacto es el fósil, seguido por cultivo, pastos y finalmente mar.

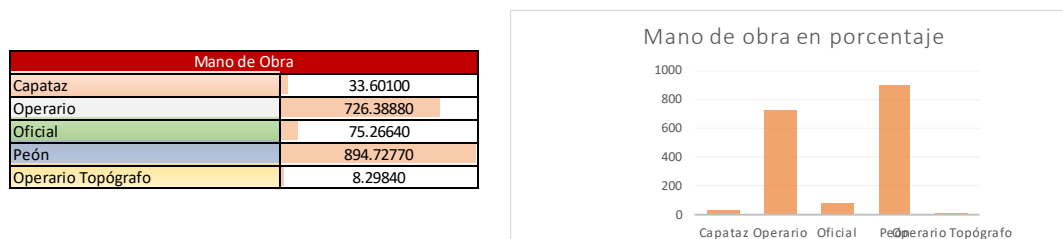
*Figura 105: Resumen de huellas parciales.*



*Fuente: Propia*

Para continuar el análisis se obtuvieron las horas totales trabajadas por la mano de obra, en base a la relación de insumo obtenida por el programa S10.

*Figura 106: Resumen de horas totales trabajadas por mano de obra.*



*Fuente: Propia*

Con estos valores se empleó la fórmula mencionada en párrafos anteriores, obteniendo una huella total de 1.46 hag.

Ver memoria de cálculo en anexo N°23.

#### ***Análisis y cálculo de huella relacionada a la mano de obra respecto a la movilidad.***

Empleando las recomendaciones dadas en párrafos anteriores se procedió a realizar el cálculo correspondiente al análisis de movilidad obteniendo un valor de 0.09 hag.

Ver memoria de cálculo en anexos N°24.

#### ***Análisis y cálculo de huella relacionada al consumo de materiales.***

Para el presente análisis se buscó en diferente bibliografía energía incorporada para los diferentes materiales empleados como materia prima para los productos que se emplearían en la construcción de la vivienda de adobe en base a la propuesta dada.

En base a esto se procedió a realizar el análisis explicado en párrafos anteriores para cada insumo a emplearse en obra.

Se obtuvo un total de 963,245.83MJ de energía incorporada en materiales para la ejecución de la vivienda de adobe.

En base a estos resultados se realizó el cálculo de la huella obteniendo un valor de 48.35 hag. Ver memoria de cálculo en anexos N°25.

### ***Análisis y cálculo de huella relacionada a los residuos***

Para el presente análisis se tomó en cuenta dos tipos de residuos, los obtenidos por los movimientos de tierras y los propios RCD que se dan durante la ejecución de la obra. En base a [30], se pudo obtener como dato la densidad media de los RCD, la cual según Quevedo es de 1.64 Tn/m<sup>3</sup>. Con este valor se pudo obtener el peso total de residuos a emplearse en la obra la cual es de 139.13 Tn, en base a los volúmenes de área construida y volumen de excavación.

Posteriormente se calculó el índice de conversión para RCD.

Se obtuvo un valor de 0.217 hag/ton. Posteriormente este valor se multiplicó por el consumo total de RCD dando un valor final de 30.21 hag como huella ecológica.

Ver memoria de cálculo en anexo N°26.

### ***Análisis y cálculo de huella relacionada a la superficie construida***

Para el último análisis se empleó el área total construida multiplicada por su factor de construcción de vivienda nueva, obteniendo un valor de 0.026 hag.

Ver memoria de cálculo en el anexo N°27.

### ***Discusión***

En base a los antecedentes recopilados, principalmente el de Jaime Solís [15], se pudo observar un criterio conservador respecto al uso del combustible y la energía ya que en base a la experiencia obtenida en diferentes visitas a obra se aprecia y analiza que los rendimientos no son al 100% en la ejecución debido a que existe la posibilidad de que ocurran sucesos que interrumpan el trabajo, es por ello que tanto para las herramientas que utilizan combustible como electricidad se consideró un porcentaje de reserva o desperdicio.

Así mismo, el autor en mención solamente considera el agua a emplearse en las diferentes partidas de la obra, mas no toma en cuenta el recurso a emplearse para aseo y bebida de los trabajadores. Es por ello por lo que se decidió adicionar un porcentaje extra como consecuencia de lo mencionado anteriormente.

Respecto del análisis de la huella por el consumo de alimentos, Solís considera un menú tradicional de manera global a su estudio. En la presente investigación se realizó encuestas en campo a la diferente población obrera de la zona para que nos indiquen un plato de almuerzo en la zona, permitiendo así que el cálculo se aproxime más a la realidad de la muestra.

En cuanto al análisis referente a la movilidad, el estudio de Solís abarca que los trabajadores acampan en el área de trabajo, lo cual no aplica para el presente proyecto dado que la realidad de las construcciones en la zona rural es que incluso los mismos dueños son los que realizan la obra. Es por ello por lo que aquí se consideró dos viajes por día.

Se tuvieron en cuenta todos los criterios de los autores con estudios similares al presente proyecto, sin embargo, se adicionaron perspectivas que permitan acercarnos más a la realidad de la zona rural de Mochimí.

## Conclusiones

- En base a las encuestas realizadas a las diferentes familias del área de estudio, se concluye que el sistema de vivienda más construido fue en base al adobe con un 56.67%, a diferencia del ladrillo artesanal que tuvo un 40% y 3.33% para viviendas elaboradas de otro material.
- Se concluye que la vivienda típica presenta los siguientes ambientes: una sala comedor, una cocina, un baño completo y dos dormitorios; con un área total de 103.76m<sup>2</sup> para la vivienda de albañilería confinada y 105.33m<sup>2</sup> para la vivienda de adobe.
- Se obtiene como presupuesto para la vivienda de albañilería s/.176,167.19 (ciento setenta y seis mil ciento sesenta y siete con diecinueve soles) y para la vivienda de adobe s/.163,714.41 (ciento sesenta y tres mil setecientos catorce con cuarenta y un soles).
- Se realizaron los cálculos obteniendo los siguientes resultados expresados en las tablas resumen 13 y 14 para la HE de la vivienda de adobe y ladrillo artesanal respectivamente.

*Tabla 28: Huella ecológica total de la vivienda de adobe*

| VIVIENDA DE ADOBE     | TIPO DE HUELLA (HAG) |             |             |             |              |             | SUPERFICIE CONSTRUIDA |       |
|-----------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-----------------------|-------|
|                       | IMPACTO              | FÓSIL       | BOSQUES     | PASTOS      | MAR          | CULTIVOS    |                       |       |
| COMBUSTIBLE           | 0.27                 |             |             |             |              |             |                       | 0.27  |
| ENERGÍA ELÉCTRICA     | 0.34                 |             |             |             |              |             |                       | 0.34  |
| AGUA                  |                      |             |             |             |              | 0.46        |                       | 0.46  |
| ALIMENTOS             | 0.60                 |             | 0.33        | 0.12        | 0.41         |             |                       | 1.46  |
| MOVILIDAD             | 0.09                 |             |             |             |              |             |                       | 0.09  |
| MATERIALES            | 48.35                |             |             |             |              |             |                       | 48.35 |
| RESIDUOS              |                      |             |             |             |              | 30.21       |                       | 30.21 |
| SUPERFICIE CONSTRUIDA |                      |             |             |             |              |             | 0.03                  | 0.03  |
| <b>HE/tipo de HE</b>  | <b>49.65</b>         | <b>0.00</b> | <b>0.33</b> | <b>0.12</b> | <b>31.08</b> | <b>0.03</b> |                       |       |
| <b>HE TOTAL</b>       | <b>81.20</b>         |             |             |             |              |             |                       |       |

*Tabla 29: Huella ecológica total de la vivienda de ladrillo artesanal*

| VIVIENDA DE LADRILLO ARTESANAL | TIPO DE HUELLA (HAG) |             |             |             |              |             | SUPERFICIE CONSTRUIDA |       |
|--------------------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-----------------------|-------|
|                                | IMPACTO              | FÓSIL       | BOSQUES     | PASTOS      | MAR          | CULTIVOS    |                       |       |
| COMBUSTIBLE                    | 1.60                 |             |             |             |              |             |                       | 1.60  |
| ENERGÍA ELÉCTRICA              | 1.52                 |             |             |             |              |             |                       | 1.52  |
| AGUA                           |                      |             |             |             |              | 4.98        |                       | 4.98  |
| ALIMENTOS                      | 0.98                 |             | 0.53        | 0.19        | 0.67         |             |                       | 2.36  |
| MOVILIDAD                      | 0.15                 |             |             |             |              |             |                       | 0.15  |
| MATERIALES                     | 60.11                |             |             |             |              |             |                       | 60.11 |
| RESIDUOS                       |                      |             |             |             |              | 25.62       |                       | 25.62 |
| SUPERFICIE CONSTRUIDA          |                      |             |             |             |              |             | 0.03                  | 0.03  |
| <b>HE/tipo de HE</b>           | <b>64.35</b>         | <b>0.00</b> | <b>0.53</b> | <b>0.19</b> | <b>31.27</b> | <b>0.03</b> |                       |       |
| <b>HE TOTAL</b>                | <b>96.37</b>         |             |             |             |              |             |                       |       |

- Respecto al cálculo de la HE de consumo de energía se obtiene: para la vivienda de albañilería 1.60 hag para consumo de combustible y 1.51 hag para consumo de energía eléctrica; en el caso de la vivienda de adobe se obtuvo 0.27 hag y 0.34 hag respectivamente.
- Lo que corresponde a la HE por consumo de agua se obtiene: para la vivienda de albañilería 3.07 hag y 2.57 hag para la vivienda de adobe.
- En el apartado de HE por la mano de obra (alimentos), en la vivienda de albañilería se obtiene una huella de 2.36 hag y para la vivienda de adobe 1.46 hag, esto es principalmente porque para el primer caso, es necesario tener mayor cantidad de mano de obra y por ende mayor consumo en los alimentos. En el caso de la huella para movilidad se obtiene para la vivienda de albañilería 0.15 hag y para la vivienda de adobe 0.09 hag.
- Para la HE por consumo según los materiales de construcción se obtiene: para la vivienda de albañilería una huella de 60.11 hag y para la vivienda de adobe una huella de 48.35 hag, se puede observar que al emplear en la vivienda de adobe la tierra como materia prima, esta presenta un impacto mucho menor que las viviendas construidas con ladrillo y cemento.
- Lo concerniente a la huella de residuos, para la vivienda de albañilería se obtiene 25.62 hag y para la vivienda de adobe 30.21 hag. Esto se debe a que en la vivienda de adobe se excavó un poco más que la vivienda de albañilería porque fue necesario colocar elementos de arriostre para garantizar su funcionamiento estructural.
- Como resultado final se obtiene: para la vivienda de albañilería una HE de 96.37 hag mientras que para la vivienda de adobe una HE de 81.20 hag. La principal diferencia radica en la huella de materiales, específicamente en las partidas con uso de concreto. Esto hace ver que construir una vivienda de adobe es 18.67 % más amigable con el ambiente.

## **Recomendaciones**

- Se recomienda considerar en áreas rurales el diseño en adobe para no perjudicar la armonía del entorno visual, paisajístico y por su menor huella en el ambiente.
- Se recomienda implementar en las diferentes construcciones un plan de manejo de agua.
- Se recomienda minimizar la huella de movilidad contratando al personal de obra que viva cerca al área de trabajo.
- Se recomienda evitar el desperdicio excesivo de materiales en las fases de construcción, ya que se puede observar que la elaboración de estos presenta un indicador alto de huella ecológica
- Se recomienda evitar generar cantidades innecesarias de residuos al momento de ejecutar diferentes construcciones.
- Se recomienda utilizar la presente investigación como fuente confiable de información para futuras investigaciones relacionadas al análisis de la Huella Ecológica.
- La presente investigación queda abierta para futuros estudios de la evaluación de la Huella Ecológica de construcciones en la fase de uso, mantenimiento o demolición.

## Referencias

- [1] A. F. Guerrero, Presupuesto ambiental. Evaluación de la huella ecológica del proyecto a través de la clasificación de la base de costes de la construcción de Andalucía, Sevilla: Universidad de Sevilla, 2017.
- [2] J. Czajkowski, S. Gil y D. Strier , *Eficiencia Energética en la Construcción: oportunidades para incrementar el confort del hábitat, ahorrar energía y disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero*, Cámara Argentina de la Construcción, 2017.
- [3] B. L. Doce Castillo, L. L. Mendoza Tauler y Y. Cuenca Arbella, «La gestión ambiental y el profesional de la construcción,» *Opuntia Brava*, vol. 11, nº 2, p. 2, 2019.
- [4] Global ABC, «Towards a zero-emission efficient, and resilient buildings and construction sector,» UN Environment and International Energy Agency, 2018.
- [5] L. Weisheng y C. Xi, «The effects of green building on construction waste minimization: Triangulating 'big data' with 'thick data',» *ELSEVIER*, vol. 79, pp. 142-152, 2018.
- [6] J. D. Bautista Gordillo y N. F. Loaiza Elizalde, «La Construcción Sostenible Aplicada a las Viviendas de Interés Social en Colombia,» *Semillas Ambientales*, vol. 11, nº 1, pp. 86-110, 2017.
- [7] A. Martínez Rocamora, J. Solís-Guzmán y M. Marrero, «Energy and Buildings,» *ELSEVIER*, p. 1, 2017.
- [8] M. D. d. Mochumí, «Municipalidad Distrital de Mochumí,» [En línea]. Available: <http://www.munimochumi.gob.pe/index.php?id=3&itemId=15>.
- [9] N. Chettri, D. Gautam, S. Chikermane, V. Prakash y K. Vaghela, «Sustainability assessment of Bhutanese vernacular wattle and daub houses,» *Innovative Infrastructure Solutions*, vol. 6, nº 210, pp. 3-13, 2021.
- [10] M. Liu, B. Zhang, J. Ren, H. Gu y J. Yuan, «Sustainability Evaluation of the Ecological Footprint of Rural Residential Houses with Difference Materials,» *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 394, 2018.
- [11] A. Freire Guerrero, J. Muñoz Martín y M. Marrero, «Incorporación de huella de carbono y huella ecológica en las bases de costes de construcción. Estudio de caso de un proyecto de urbanización de Écija, España,» *Revista Hábitat Sustentable*, vol. 6, nº 1, pp. 06-17, 2016.

- [12] H. Yang, Z. Gong, C. Chen y T. Zhao, «Ecological Footprint of Residential Building in Xining,» *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 2020.
- [13] A. Gisbert Nieto, El adobe, una oportunidad de desarrollo sostenible para la región ixil: Proyecto para la recuperación de construcción en las comunidades de Nebaj, Guatemala, Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2020.
- [14] M. Díaz Torres, H. P. Parada Carrillo y M. J. Alvarado Arias, «Usos del adobe en diferentes países de América Latina,» *Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, vol. 10, n° 2, pp. 73-81, 30 Mayo 2019.
- [15] L. L. Jaimes Gutierrez, Estimación de la Huella Ecológica de la Universidad Peruana Unión, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2019.
- [16] J. L. Doménech Quesada, Huella ecológica y desarrollo sostenible, España: AENOR (Asociación Española de Normalización y Certificación), 2007.
- [17] Vice Ministerio de Gestión Ambiental, «Huella Ecológica en el Perú: Cálculo Nacional y Departamental,» Lima, 2017.
- [18] J. Solís Guzmán, Evaluación de la huella ecológica del sector edificación (uso residencial) en la comunidad andaluza, Sevilla: Universidad de Sevilla, 2010.
- [19] R. Hernández Sampieri, Metodología de la investigación, México: Mc Graw Hill, 2014.
- [20] J. Solis, «METODOLOGÍA PARA DETERMINAR LA HUELLA ECOLÓGICA DE LA CONSTRUCCION DE EDIFICIOS DE USO RESIDENCIAL EN ESPAÑA,» *Actas del I Congreso Internacional de Construcción Sostenible y Soluciones Eco-eficientes*, 2013.
- [21] Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima: Grupo Editorial MEGABYTE S.A.C., 2022.
- [22] Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, Manual de construcción de edificaciones antisísmicas de adobe, Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento, 2010.
- [23] Osinergim, «Informe Osinergim,» Osinergim, 2015.
- [24] Y. Principe, «Diseño del Sistema Fotovoltaico de 3KW en Zonas Rurales de Socorro, Huarumpa y Yanuna,» Universidad Tecnológica del Perú, Lima, 2019.
- [25] F. Abanto, Análisis y diseño de edificaciones de albañilería, Lima: San Marcos, 2006.

- [26] G. Guevara, «Análisis comparativo de la potencia instalada en una vivienda multifamiliar, según la EM.010 y el código nacional de electricidad, distrito El Porvenir, La Libertad-2020,» Universidad Privada del Norte, Trujillo, 2020.
- [27] Construyendo.co, «Cables eléctricos,» *Construyendo.co*, 2020.
- [28] Rotoplas, Manual Biodigestores Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales, Lima: Rotoplas, 2018.
- [29] Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA EL, Lima, 2003.
- [30] N. Quevedo, «EVALUACIÓN DE LA UBICACIÓN, DISPOSICIÓN Y ACCESIBILIDAD EN EL DISEÑO DE UNA ESCOMBRERA COMO PRIMERA ETAPA EN EL TRATAMIENTO DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN PARA EL DISTRITO DE LAMBAYEQUE,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2021.
- [31] N. Ataucusi y K. Chuquiyauri, «DISEÑO Y ANÁLISIS SÍSMICO EN CONSTRUCCIONES DE ADOBE Y SU INCIDENCIA EN LA REDUCCIÓN DE DESASTRES EN EL DISTRITO DE CONGALLA PROVINCIA DE ANGARAES - HUANCVELICA,» Universidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, 2016.
- [32] Organización Panamericana de la Salud, «GUÍA PARA EL DISEÑO DE TANQUES SÉPTICOS, TANQUES IMHOFF Y LAGUNAS DE ESTABILIZACoón,» Lima, 2005.
- [33] R. M. Morales, Diseño en concreto armado, Lima: ICG, 2013.

**Anexos***Anexo 1: Panel fotográfico*

*Fotografía 1. Vivienda rural hecha de adobe en Mochumí*



*Fotografía 2. Viviendas colindantes rurales en Mochumí – hechas de adobe y ladrillo*



*Fotografía 3. Vivienda rural hecha de adobe en Mochumí*



*Fotografía 4. Viviendas colindantes rurales en Mochumí – hechas de ladrillo y adobe*



*Fotografía 5. Vivienda rural en Mochumí*



*Fotografía 6. Ladrillo que se usará como material de construcción para una vivienda rural*



*Fotografía 7. Vivienda rural hecha de adobe en Mochumí*




*Fotografía 8 Vivienda rural hecha de ladrillo en Mochumí*




*Fotografía 8 Vivienda rural de ladrillo artesanal en Mochumí*


*Anexo 2: Guía de observación*

|  |   |
|--|---|
| <p><b>EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBE RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMÍ, 2021</b></p> |  |
| <p><b>GUÍA DE OBSERVACIÓN</b></p>  |   |
| <p>FOTOGRAFÍA N°:</p>  |   |
| <p>FECHA:</p>  |   |
| <p>HORA:</p>   |   |
| <p>LUGAR:</p>  |   |
| <p>FOTOGRAFÍA:</p>   |   |
| <p>DESCRIPCIÓN:</p>  |   |
| <p>COMENTARIOS:</p>  |   |
| <p>FUENTE: Propia</p>  |   |



*Anexo 3: Ficha de registro y análisis documental*

| EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBE RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMÍ, 2021 |  | <br>USAT<br>Universidad Católica<br>Santo Toribio de Mogrovejo |
|--|--|---|
| FICHA DE REGISTRO Y ANÁLISIS DOCUMENTAL  |  |   |
| TÍTULO:  |  |   |
| AUTOR(ES):   |  |   |
| FECHA DE PUBLICACIÓN:  |  |   |
| PROBLEMA QUE SOLUCIONÓ LA INVESTIGACIÓN:   |  |   |
| SOLUCIÓN PROPUESTA:  |  |   |
| METODOLOGÍA, MÉTODOS, TÉCNICA:   |  |   |
| CONCLUSIONES:  |  |   |
| FUENTE:  |  |   |
| TIPO DE FUENTE:  |  |   |

*Anexo 4: Cuestionario - Aspectos generales de las viviendas*

| EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBE RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMÍ, 2021 |                                   | <br>USAT<br>Universidad Católica<br>Santo Toribio de Mogrovejo |
|--|-----------------------------------|---|
| ASPECTOS GENERALES   |                                   |   |
| VIVIENDA N°:   |                                   |   |
| NOMBRE DEL PROPIETARIO:  |                                   |   |
| UBICACIÓN:   |                                   |   |
| ÁREA DEL TERRENO:  |                                   |   |
| CANTIDAD DE HABITANTES:  |                                   |   |
| SERVICIOS BÁSICOS:   |                                   |   |
| AGUA <input type="checkbox"/>  | DESAGUE <input type="checkbox"/>  | ELECTRICIDAD <input type="checkbox"/>   |
| OTROS:   |                                   |   |
| MATERIAL DE LA VIVIENDA:   |                                   |   |
| ADOBE <input type="checkbox"/>   | LADRILLO <input type="checkbox"/> | OTRO <input type="checkbox"/>   |
| INDICAR:   |                                   |   |

Anexo 5: Cuestionario - Vivienda en fase de construcción

| EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBE RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMÍ, 2021  | EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBE RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMÍ, 2021  |
|--|--|
| <b>VIVENDA EN FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>   | <b>VIVENDA EN FASE DE CONSTRUCCIÓN</b>   |
| VIVIENDA N°:   | ¿SE USA COMBUSTIBLE?, ¿EN QUÉ?   |
| TIEMPO DE CONSTRUCCIÓN:  |  |
| MANO DE OBRA:  |  |
| PROPIA <input type="checkbox"/> TERCEROS <input type="checkbox"/> PROPIA Y TERCEROS <input type="checkbox"/>   |  |
| N° DE PERSONAL:  |  |
| HORAS DE TRABAJO:  |  |
| TRASLADO DEL PERSONAL A OBRA:  | ¿SE USA ELECTRICIDAD?, ¿EN QUÉ?  |
| A PIE <input type="checkbox"/> MOTOTAXI <input type="checkbox"/> MOTO LINEAL <input type="checkbox"/>  |  |
| OTROS:   |  |
| DISTANCIA APROXIMADA:  |  |
| ALIMENTACIÓN DEL PERSONAL:   |  |
| HORA: ALIMENTO:  |  |
|  | ¿SE USA AGUA?, ¿EN QUÉ?  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

## Anexo 6: Memoria de cálculo de muro de albañilería en la dirección X-X

### ANÁLISIS Y DISEÑO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA- E070

#### 1. CARACTERÍSTICAS DEL MURO

|          |   |      |                    |
|----------|---|------|--------------------|
| $f'_m$   | : | 35   | kg/cm <sup>2</sup> |
| Longitud | : | 4,16 | m                  |
| $V'_m$   | : | 5,1  | kg/cm <sup>2</sup> |
| Altura   | : | 2,4  | m                  |
| t        | : | 0,13 | m                  |

| Materia     | Denominación         | UNIDAD                  | PILAS      | MURETES    |           |
|-------------|----------------------|-------------------------|------------|------------|-----------|
| Arcilla     | King Kong Artesanal  | 5,4 (55)                | 3,4 (35)   | 0,5 (5,1)  |           |
|             | King Kong Industrial | 14,2 (145)              | 6,4 (65)   | 0,8 (8,1)  |           |
|             | Rejilla Industrial   | 21,1 (215)              | 8,3 (85)   | 0,9 (9,2)  |           |
| Silíceo-cal | King Kong Normal     | 15,7 (160)              | 10,8 (110) | 1,0 (9,7)  |           |
|             | Dédalo               | 14,2 (145)              | 9,3 (95)   | 1,0 (9,7)  |           |
| Concreto    | Bloque Tipo P (*)    | Estándar y mecánico (*) | 14,2 (145) | 10,8 (110) | 0,9 (9,2) |
|             |                      |                         | 4,9 (50)   | 7,3 (74)   | 0,8 (8,6) |
|             |                      |                         | 6,4 (65)   | 8,3 (85)   | 0,9 (9,2) |
|             |                      |                         | 7,4 (75)   | 9,3 (95)   | 1,0 (9,7) |
|             |                      | 8,3 (85)                | 11,8 (120) | 1,1 (10,9) |           |

#### 2. CARGAS Y COMBINACIONES DE DISEÑO

$$V_u = V_e \cdot \frac{V_{e1}}{V_{e2}}$$

$$M_u = M_e \cdot \frac{V_{e1}}{V_{e2}}$$

| Combinación / Carga | P <sub>m</sub> =D+L (Tn) | P <sub>g</sub> =D+0,25L (Tn) | V <sub>e</sub> (Tn) | M <sub>e</sub> (Tn-m) | V <sub>u</sub> (Tn) | M <sub>u</sub> (Tn-m) |
|---------------------|--------------------------|------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|
| Valor (Tn)          | 4,911                    | 4,5861                       | 2,4052              | 3,7808                | 7,22                | 11,34                 |

Nota:

P= Carga de servicio (100% de la carga)

P<sub>g</sub>= Carga de servicio más sobrecarga reducida

V<sub>e</sub>= Fuerza cortante por sismo moderado

M<sub>e</sub>= Momento flector por sismo moderado

V<sub>u</sub>= Fuerza cortante por sismo severo

M<sub>u</sub>= Momento flector por sismo severo

#### 3. ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR CARGAS VERTICALES

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2 f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f'_m$$

Esfuerzo axial

$$\sigma_m = 9,08 \text{ Tn/m}^2$$

$$F_a = 50,52 \text{ Tn/m}^2$$

$$0,15 f'_m = 52,5 \text{ Tn/m}^2$$

Condición : **OK**

#### 4. ANÁLISIS DE CORTANTE Y MOMENTO ULTIMO POR SISMO SEVERO

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e \cdot L}{M_e} \leq 1$$

$$\alpha = 1$$

$$V_u = 0,5 V_e \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P_u$$

$$V_m = 14,85 \text{ Tn (Fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal)}$$

$$2 \leq V_m / V_{e1} \leq 3$$

$$V_m / V_{e1} = 3$$

#### 5. CONTROL DE FISURACIÓN DE LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA

$$V_e \leq 0,55 V_u = \text{Fuerza Cortante Admisible}$$

$$V_e = 2,405 \text{ Tn}$$

$$0,55 V_m = 8,17 \text{ Tn} \quad \text{No existe fisuramiento}$$

#### 6. ADICIÓN DE REFUERZO HORIZONTAL POR AGRIETAMIENTO DE LOS MUROS

$$V_u \geq V_m$$

$$V_u = 7,22 \text{ Tn}$$

$$V_m = 14,85 \text{ Tn} \quad \text{Muro no agrietado}$$

$$\sigma_m = P_m / (t \cdot L) \geq 0,05 f'_m$$

$$\sigma_m = 9,08 \text{ Tn/m}^2$$

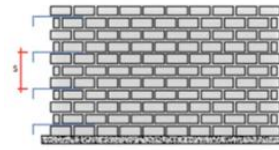
$$0,05 f'_m = 17,5 \text{ Tn/m}^2 \quad \text{Muro no agrietado}$$

La cuatía mínima en muros es:

$$\rho = A_s / (s \cdot t) \geq 0.001$$

Distribución de acero horizontal:

|         |        |
|---------|--------|
| Ninguno | 0,30 m |
|---------|--------|



La cuantía horizontal en el muro sería: #N/D #N/D

7. VARIABLES PARA EL DISEÑO DE COLUMNAS EN MUROS DE ALBAÑILERIA

| Carga de servicio    | Corte por fisuramiento   | Momento ultimo | Longitud total del muro |
|----------------------|--|----------------|-------------------------|
| 4,5861 Tn            | 14,85 Tn   | 11,34 Tn-m     | 4,16 m                  |
| Nº de confinamientos | Lm: Longitud del paño mayor o la mitad de la longitud total, el que sea mayor. En muros de un solo paño Lm=L |                |                         |
| N = 2                | Lm = 4,16 m  |                |                         |

$M = M_u - 1/2 V_u \cdot h$  ("h" es la altura del primer piso).  $L_m =$  longitud del paño mayor ó 0,5 L, lo que sea mayor (en muros de un paño  $L_m = L$ )  
 $F = M/L =$  fuerza axial en las columnas extremas producidas por "M".  $P_c =$  es la sumatoria de las cargas gravitacionales siguientes: carga vertical directa sobre la columna de confinamiento; mitad de la carga axial sobre el paño de muro a cada lado de la columna; y, carga proveniente de los muros transversales de acuerdo a su longitud tributaria.  
 $N_c =$  número de columnas de confinamiento (en muros de un paño  $N_c = 2$ )

M= -6,48 Tn-m  
 F= -1,56 Tn  
 $P_c = 2,29$  Tn  
 $P_c = 1,23$  Tn

8. FUERZAS DE DISEÑO EN LAS COLUMNAS DE LOS MUROS DE ALBAÑILERIA

| COLUMNA  | $V_c$ (fuerza cortante)                | T (tracción)            | C (compresión)                 |
|----------|--|-------------------------|--------------------------------|
| Interior | $\frac{V_m \cdot L_m}{L(N_c + 1)}$     | $V_m \frac{h}{L} - P_c$ | $P_c - \frac{V_m \cdot h}{2L}$ |
| Extrema  | $1,5 \frac{V_m \cdot L_m}{L(N_c + 1)}$ | $F - P_c$               | $P_c + F$                      |

a. Fuerza cortante en las columnas de confinamiento

Columna Externa :  $V_c = 7,43$       Columna Interna :  $V_c = 4,95$  Tn

b. Tracción en las columnas de confinamiento

Columna Externa :  $T = -5,08$  Tn  
 $-3,85$  Tn      Columna Interna :  $T = 6,28$  Tn

Nota: Si el valor es negativo, en esta columna domina el valor de compresión y al compararlo con los valores del paso siguiente, elegimos el mayor de esos dos casos

c. Compresión en las columnas de confinamiento

Columna Externa :  $C = 0,73$  Tn  
 $0,73$  Tn      Columna Interna :  $c = -1,99$  Tn

9. Diseño de las columnas de confinamiento en los muros de albañilería

**A. Área de acero vertical requerida**

**MUROS AGRIETADOS**

$$A_t = \frac{V}{f_y \mu \phi}$$

$$A_b = \frac{T}{f_y \phi}$$

$$A_t = A + A_s \geq \frac{0,1 f_c A}{f_y} \text{ (mínimo: } \phi 8mm)$$

donde: El factor de reducción de resistencia es  $\phi = 0,85$   
 El coeficiente de fricción es:  $\mu = 0,8$  para juntas sin tratamiento y  $\mu = 1,0$  para juntas en las que se haya eliminado la lechada de cemento y sea intencionalmente rugosa.

- $\mu = 0,8$
- $\phi = 0,85$
- $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Dimensiones mínimas de la columna

$A_g = 13 \times 20 = 260 \text{ cm}^2$

| MURO AGRIETADO |   |                     |
|----------------|---|---------------------|
| $A_{sf}$       | = | 2,602 $\text{cm}^2$ |
| $A_{st}$       | = | -1,08 $\text{cm}^2$ |
| $A_s$          | = | 2 $\text{cm}^2$     |

Distribución de la armadura:

|   |        |      |                           |           |
|---|--------|------|---------------------------|-----------|
| 4 | $\phi$ | 3/8" | $A_s = 2,84 \text{ cm}^2$ | <b>OK</b> |
|---|--------|------|---------------------------|-----------|

**MUROS NO AGRIETADOS**

a. Las columnas extremas de los pisos superiores deberán tener un refuerzo vertical ( $A_t$ ) capaz de absorber la tracción  $T$  producida por el momento flector ( $M_u = M_e (V_{u1} / V_{u2})$ ) actuante en el piso en estudio, asociado al instante en que se origine el agrietamiento diagonal del primer entrepiso.

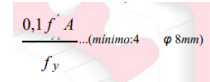
$$F = \frac{M}{L} \quad T = F - P_c > 0 \quad (27.4.a)$$

$$A_t = \frac{T}{\phi f_y} \geq \frac{0,1 f_c A}{f_y} \text{ (mínimo: } \phi 8mm), \text{ donde } \phi = 0,9$$

- $\phi = 0,9$
- $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Área de acero mínima

$A_{s-min} = 2 \text{ cm}^2$



| MURO NO AGRIETADO |   |                     |
|-------------------|---|---------------------|
| F                 | = | 2,726 $\text{cm}^2$ |
| T                 | = | 0,436 $\text{cm}^2$ |
| $A_s$             | = | 2 $\text{cm}^2$     |

**B. Área del núcleo de concreto de la columna de confinamiento**

- El área de la sección de las columnas será la mayor de las que proporcione el diseño por compresión o el diseño por corte fricción, pero no menor que 15 veces el espesor de la columna (15 t) en  $\text{cm}^2$ .

Diseño por compresión:

- El área de la sección de concreto se calculará asumiendo que la columna está arriostrada en su longitud por el panel de albañilería al que confina y por los muros transversales de ser el caso. El área del núcleo ( $A_n$ ) bordeado por los estribos se obtendrá mediante la expresión:

$$A_n = A_c + 0,85 \delta f_c$$

$$A_n = A_c + 0,85 \delta f_c \quad (27.3-a.1)$$

donde:  $\phi = 0,7$  o  $0,75$ , según se utilice estribos cerrados o zunchos, respectivamente  
 $\delta = 0,8$ , para columnas sin muros transversales  
 $\delta = 1$ , para columnas confinadas por muros transversales

- $\gamma = 1$  Con muros transversales
- $\phi = 0,7$  Estribo cerrado
- $A_n = -58,14 \text{ cm}^2$

**C. Área de la columna de confinamiento**

- La sección transversal ( $A_{cf}$ ) de las columnas de confinamiento se diseñará para soportar la acción de corte fricción, con la expresión siguiente:

$$A_{cf} = \frac{V_c}{0,2 f_c \phi} \geq A \geq 15t \text{ (cm}^2) \quad (27.3-a.1')$$

- $V_c = 7,43 \text{ Tn}$
- $\phi = 0,85$
- $A_{cf} = 208,123 \text{ cm}^2$

43

---

E.E. 070 ALBAÑILERÍA

Acti  
Vinc

donde:  $\phi = 0,85$

Conclusión:

El área de la columna de confinamiento es : 260  $\text{cm}^2$

Medidas:

|         |   |    |   |    |               |           |
|---------|---|----|---|----|---------------|-----------|
| Sección | : | 13 | x | 20 | $\text{cm}^2$ | <b>OK</b> |
|---------|---|----|---|----|---------------|-----------|

El área de la columna de confinamiento final es : 260  $\text{cm}^2$

El área del núcleo final es : 144  $\text{cm}^2$

**D. Cantidad y espaciamiento del refuerzo transversal en la columna de confinamiento**

- Los estribos de las columnas de confinamiento podrán ser ya sea estribos cerrados con gancho a 135°, estribos de 1/4 de vuelta o zunchos con ganchos a 180°. En los extremos de las columnas, en una altura no menor de 45 cm o 1,5 d (por debajo o encima de la solera, dintel o sobrecimiento), deberá colocarse el menor de los siguientes espaciamientos (s) entre estribos:

$$s_1 = \frac{A_v f_y}{0,3t_s f_c (A/A_s - 1)} \quad s_2 = \frac{A_v f_y}{0,12t_s f_c} \quad (27.3.a.3)$$

$$s_3 = \frac{d}{4} \geq 5 \text{ cm} \quad s_4 = 10 \text{ cm}$$

Diámetro del estribo o zuncho :  $\emptyset$  6mm  $A_v = 0,58 \text{ cm}^2$   
 Espesor del núcleo :

$t_n = 9 \text{ cm}$   $d = 14,5 \text{ cm}$

Espaciamiento de los estribos :

$S_1 = 5,33 \text{ cm}$   
 $S_2 = 10,74 \text{ cm}$   
 $S_3 = 5 \text{ cm}$   
 $S_4 = 10 \text{ cm}$

Conclusión:

Se emplea el menor valor : 5 cm

Zona de confinamiento:

$Z_1 = 45 \text{ cm}$  • El confinamiento mínimo con estribos será  $\square$  6mm, 1 @ 5, 4@ 10, r @ 25 cm. Adicionalmente se agregará 2 estribos en la unión solera-columna y estribos @ 10 cm en el sobrecimiento.  
 $Z_2 = 21,75 \text{ cm}$   
 $Z = 45 \text{ cm}$

9. Diseño de viga solera en muros de albañilería

- La solera se diseñará a tracción pura para soportar una fuerza igual a  $T_s$ :

$T = V' \frac{L_m}{n}$  ;

$$A_s = \frac{T}{\phi f_y} \geq \frac{0,1 f_c A_c}{f_y} \dots (\text{mínimo: } A \emptyset 8 \text{ mm}) \quad (27.3.b)$$

donde:  $\phi = 0,9$   
 $A_c = \text{área de la sección transversal de la solera}$

- El área de la sección transversal de la solera ( $A_c$ ) será suficiente para alojar el refuerzo longitudinal ( $A_s$ ), pudiéndose emplear vigas chatas con un peralte igual al espesor de la losa del techo. En la solera se colocará estribos mínimos:  $\square$  6mm, 1 @ 5, 4@ 10, r @ 25 cm.

Área transversal de la viga solera : 13 x 20 = 260 cm<sup>2</sup>

$\emptyset = 0,9$   $T_s = 7,43 \text{ Tn}$   $A_s = 1,97 \text{ cm}^2$  **OK**  $A_{s-\text{min}} = 1,3 \text{ cm}^2$

Distribución de la armadura:

4  $\emptyset$  3/8"  $A_s = 2,84 \text{ cm}^2$  **OK**

## Anexo 7: Memoria de cálculo de muro de albañilería en la dirección Y-Y

### ANÁLISIS Y DISEÑO DE MUROS DE ALBAÑILERÍA- E070

#### 1. CARACTERÍSTICAS DEL MURO

|          |   |       |                    |
|----------|---|-------|--------------------|
| $f'_m$   | : | 35    | kg/cm <sup>2</sup> |
| Longitud | : | 2,744 | m                  |
| $V'_m$   | : | 5,1   | kg/cm <sup>2</sup> |
| Altura   | : | 2,4   | m                  |
| t        | : | 0,13  | m                  |

| TABLA 9 (**)  |                       |            |            |            |
|---|-----------------------|------------|------------|------------|
| RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE LA ALBAÑILERÍA Mpa ( kg / cm <sup>2</sup> ) |                       |            |            |            |
| Materia   | Denominación          | UNIDAD     | PILAS      | MURETES    |
| Prima   |                       | $f'_c$     | $f'_m$     | $V'_m$     |
| Arcilla   | King Kong Artesanal   | 5,4 (55)   | 3,4 (35)   | 0,5 (5,1)  |
|   | King Kong Industrial  | 14,2 (145) | 6,4 (65)   | 0,8 (8,1)  |
|   | Rejilla Industrial    | 21,1 (215) | 8,3 (85)   | 0,9 (9,2)  |
|   | King Kong Normal      | 15,7 (160) | 10,8 (110) | 1,0 (9,7)  |
| Silice-cal  | Dédalo                | 14,2 (145) | 9,3 (95)   | 1,0 (9,7)  |
|   | Estandar y mecano (*) | 14,2 (145) | 10,8 (110) | 0,9 (9,2)  |
| Concreto  | Bloque Tipo P (*)     | 4,9 (50)   | 7,3 (74)   | 0,8 (8,6)  |
|   |                       | 6,4 (65)   | 8,3 (85)   | 0,9 (9,2)  |
|   |                       | 7,4 (75)   | 9,3 (95)   | 1,0 (9,7)  |
|   |                       | 8,3 (85)   | 11,8 (120) | 1,1 (10,9) |

#### 2. CARGAS Y COMBINACIONES DE DISEÑO

$$V_u = V'_u \frac{V'_m}{V_{e1}}$$

$$M_u = M'_u \frac{V'_m}{V_{e1}}$$

| Combinación / Carga | $P_m=D+L$<br>(Tn) | $P_g=D+0,25L$<br>(Tn) | $V_e$<br>(Tn) | $M_e$<br>(Tn-m) | $V_u$<br>(Tn) | $M_u$<br>(Tn-m) |
|---------------------|-------------------|-----------------------|---------------|-----------------|---------------|-----------------|
| Valor (Tn)          | 12,5477           | 11,5858               | 1,3762        | 6,2749          | 4,13          | 18,82           |

Nota:

|        |                                  |        |   |
|--------|----------------------------------|--------|---|
| $P=$   | Carga de servicio (100% de $l$ . | $P_g=$ | Carga de servicio más sobrecarga reducida |
| $V_e=$ | Fuerza cortante por sismo $r$    | $M_e=$ | Momento flector por sismo moderado        |
| $V_u=$ | Fuerza cortante por sismo $s$    | $M_u=$ | Momento flector por sismo severo          |

#### 3. ANÁLISIS DE ESFUERZOS POR CARGAS VERTICALES

$$\sigma_m = \frac{P_m}{L \cdot t} \leq 0,2 f'_m \left[ 1 - \left( \frac{h}{35t} \right)^2 \right] \leq 0,15 f'_m$$

Esfuerzo axial

|            |   |           |                   |
|------------|---|-----------|-------------------|
| $\sigma_m$ | = | 35,18     | Tn/m <sup>2</sup> |
| $F_a$      | = | 50,52     | Tn/m <sup>2</sup> |
| $0,15f'_m$ | = | 52,5      | Tn/m <sup>2</sup> |
| Condición  | : | <b>OK</b> |                   |

#### 4. ANÁLISIS DE CORTANTE Y MOMENTO ULTIMO POR SISMO SEVERO

$$\frac{1}{3} \leq \alpha = \frac{V_e \cdot L}{M_e} \leq 1$$

$$\alpha = 0,6$$

$$V'_u = 0,5 V'_e \cdot \alpha \cdot t \cdot L + 0,23 P'_g$$

$$V_m = 8,12 \text{ Tn (Fuerza cortante asociada al agrietamiento diagonal)}$$

$$2 \leq V_{m1}/V_{e1} \leq 3$$

$$V_{m1}/V_{e1} = 3$$

#### 5. CONTROL DE FISURACIÓN DE LOS MUROS DE ALBAÑILERÍA

$$V'_e \leq 0,55 V'_e = \text{Fuerza Cortante Admisible}$$

|            |   |       |    |                               |
|------------|---|-------|----|-------------------------------|
| $V_e$      | = | 1,376 | Tn | <b>No existe fisuramiento</b> |
| $0,55 V_m$ | = | 4,47  | Tn |                               |

#### 6. ADICIÓN DE REFUERZO HORIZONTAL POR AGRIETAMIENTO DE LOS MUROS

$$V_u \geq V_m$$

$$\sigma_m = P_m / (t \cdot L) \geq 0,05 f'_m$$

|       |   |      |    |                          |
|-------|---|------|----|--------------------------|
| $V_u$ | = | 4,13 | Tn | <b>Muro no agrietado</b> |
| $V_m$ | = | 8,12 | Tn |                          |

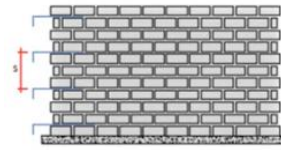
|            |   |       |                   |                       |
|------------|---|-------|-------------------|-----------------------|
| $\sigma_m$ | = | 35,18 | Tn/m <sup>2</sup> | <b>Muro agrietado</b> |
| $0,05f'_m$ | = | 17,5  | Tn/m <sup>2</sup> |                       |

La cuatía mínima en muros es:

$$\rho = A_s / (s \cdot t) \geq 0.001$$

Distribución de acero horizontal:

|                                 |        |
|---------------------------------|--------|
| 0,64 cm <sup>2</sup> = 2Ø1/4" @ | 0,30 m |
|---------------------------------|--------|



La cuantía horizontal en el muro sería: 0,00164 **OK**

7. VARIABLES PARA EL DISEÑO DE COLUMNAS EN MUROS DE ALBAÑILERIA

| Carga de servicio    |     | Corte por fisuramiento   |    | Momento ultimo |      | Longitud total del muro |   |
|----------------------|-----|--|----|----------------|------|-------------------------|---|
| 11,5858              | Tn  | 8,12   | Tn | 18,82          | Tn-m | 2,7435                  | m |
| Nº de confinamientos |     | Lm: Longitud del paño mayor o la mitad de la longitud total, el que sea mayor. En muros de un solo paño Lm=L |    |                |      |                         |   |
| N                    | = 2 | Lm   | =  | 2,744          | m    |                         |   |

$M = M_u - 1/2 V_u \cdot h$  ("h" es la altura del primer piso).  $L_m =$  longitud del paño mayor ó 0,5 L, lo que sea mayor (en muros de un paño  $L_m = L$ )  
 $F = M/L =$  fuerza axial en las columnas extremas producidas por "M".  $P_c =$  es la sumatoria de las cargas gravitacionales siguientes: carga vertical directa sobre la columna de confinamiento; mitad de la carga axial sobre el paño de muro a cada lado de la columna; y, carga proveniente de los muros transversales de acuerdo a su longitud tributaria  
 $N_c =$  número de columnas de confinamiento (en muros de un paño  $N_c = 2$ )

M= 9,076 Tn-m  
 F= 3,308 Tn  
 $P_c = 5,79$  Tn  
 $P_c = 3,14$  Tn

8. FUERZAS DE DISEÑO EN LAS COLUMNAS DE LOS MUROS DE ALBAÑILERIA

| COLUMNA  | $V_c$ (fuerza cortante)                | T (tracción)            | C (compresión)                 |
|----------|--|-------------------------|--------------------------------|
| Interior | $\frac{V_m \cdot L_m}{L(N_c + 1)}$     | $V_m \frac{h}{L} - P_c$ | $P_c - \frac{V_m \cdot h}{2L}$ |
| Extrema  | $1,5 \frac{V_m \cdot L_m}{L(N_c + 1)}$ | $F - P_c$               | $P_c + F$                      |

a. Fuerza cortante en las columnas de confinamiento

Columna Externa :  $V_c = 4,06$       Columna Interna :  $V_c = 2,71$  Tn

b. Tracción en las columnas de confinamiento

Columna Externa :  $T = -5,62$  Tn  
 $-2,48$  Tn      Columna Interna :  $T = 1,31$  Tn

Nota: Si el valor es negativo, en esta columna domina el valor de compresión y al compararlo con los valores del paso siguiente, elegimos el mayor de esos dos casos

c. Compresión en las columnas de confinamiento

Columna Externa :  $C = 9,1$  Tn  
 $9,1$  Tn      Columna Interna :  $c = 2,24$  Tn

9. Diseño de las columnas de confinamiento en los muros de albañilería

**A. Área de acero vertical requerida**

MUROS AGRIETADOS

donde: El factor de reducción de resistencia es  $\phi = 0,85$   
 El coeficiente de fricción es:  $\mu = 0,8$  para juntas sin tratamiento y  $\mu = 1,0$  para juntas en las que se haya eliminado la lechada de cemento y sea intencionalmente rugosa.

- $\mu = 0,8$
- $\phi = 0,85$
- $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Dimensiones mínimas de la columna

$A_g = 13 \times 15 = 195 \text{ cm}^2$

| MURO AGRIETADO |   |                     |
|----------------|---|---------------------|
| $A_{sf}$       | = | 1,422 $\text{cm}^2$ |
| $A_{st}$       | = | -0,69 $\text{cm}^2$ |
| $A_s$          | = | 2 $\text{cm}^2$     |

Distribución de la armadura:

|   |   |      |                           |    |
|---|---|------|---------------------------|----|
| 4 | Ø | 3/8" | $A_s = 2,84 \text{ cm}^2$ | OK |
|---|---|------|---------------------------|----|

MUROS NO AGRIETADOS

- a. Las columnas extremas de los pisos superiores deberán tener un refuerzo vertical ( $A_s$ ) capaz de absorber la tracción "T" producida por el momento flector ( $M_u = M_e (V_{u1} / V_{e1})$ ) actuante en el piso en estudio, asociado al instante en que se origine el agrietamiento diagonal del primer entrepiso.

$$F = \frac{M}{L} \quad T = P - P_c > 0 \quad (27.4.a)$$

$$A_s = \frac{T}{f_y} \geq \frac{0,1 f_c A}{f_y} \quad (\text{mínimo: } 4 \phi 8 \text{mm}), \text{ donde } \phi = 0,9$$

- $\phi = 0,9$
- $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$
- $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Área de acero mínima

$A_{s-\text{min}} = 2 \text{ cm}^2$

| MURO NO AGRIETADO |   |                    |
|-------------------|---|--------------------|
| F                 | = | 6,86 $\text{cm}^2$ |
| T                 | = | 1,07 $\text{cm}^2$ |
| $A_s$             | = | 2 $\text{cm}^2$    |

**B. Área del núcleo de concreto de la columna de confinamiento**

- El área de la sección de las columnas será la mayor de las que proporcione el diseño por compresión o el diseño por corte fricción, pero no menor que 15 veces el espesor de la columna (15 t) en  $\text{cm}^2$ .

Diseño por compresión:

- El área de la sección de concreto se calculará asumiendo que la columna está arriostrada en su longitud por el panel de albañilería al que confina y por los muros transversales de ser el caso. El área del núcleo ( $A_n$ ) bordeado por los estribos se obtendrá mediante la expresión:

donde:  
 $\phi = 0,7$  o  $0,75$ , según se utilice estribos cerrados o zunchos, respectivamente  
 $\delta = 0,8$ , para columnas sin muros transversales  
 $\delta = 1$ , para columnas confinadas por muros transversales

- $\gamma = 0,8$  Sin muros transversales
- $\phi = 0,7$  Estribo cerrado
- $A_n = 11,85 \text{ cm}^2$

**C. Área de la columna de confinamiento**

- La sección transversal ( $A_{cf}$ ) de las columnas de confinamiento se diseñará para soportar la acción de corte fricción, con la expresión siguiente:

$$A_{cf} = \frac{V_c}{0,2 f_c \phi} \geq A \geq 15t \text{ (cm}^2\text{)} \quad (27.3.3-a.1')$$

- $V_c = 4,06 \text{ Tn}$
- $\phi = 0,85$
- $A_{cf} = 136,471 \text{ cm}^2$

E.E. 070 ALBAÑILERÍA

Acti  
Vinc

donde:  $\phi = 0,85$

Conclusión:

El área de la columna de confinamiento es : 195  $\text{cm}^2$

Medidas:

|         |   |    |   |    |                 |    |
|---------|---|----|---|----|-----------------|----|
| Sección | : | 13 | x | 15 | cm <sup>2</sup> | OK |
|---------|---|----|---|----|-----------------|----|

El área de la columna de confinamiento final es : 195  $\text{cm}^2$   
 El área del núcleo final es : 99  $\text{cm}^2$

**D. Cantidad y espaciamiento del refuerzo transversal en la columna de confinamiento**

- Los estribos de las columnas de confinamiento podrán ser ya sea estribos cerrados con gancho a 135°, estribos de 1/4 de vuelta o zunchos con ganchos a 180°. En los extremos de las columnas, en una altura no menor de 45 cm o 1,5 d (por debajo o encima de la solera, dintel o sobrecimiento), deberá colocarse el menor de los siguientes espaciamientos (s) entre estribos:

$$s_1 = \frac{A_v f_y}{0,3 t_n f_{cc} (A_c/A - 1)} \quad s_2 = \frac{A_v f_y}{0,12 t_n f_y} \quad (27.3.a.3)$$

$$s_3 = \frac{d}{4} \geq 5 \text{ cm} \quad s_4 = 10 \text{ cm}$$

Diámetro del estribo o zuncho :  $\emptyset$  6mm  $A_v = 0,58 \text{ cm}^2$   
 Espesor del núcleo :

$t_n = 9 \text{ cm}$   $d = 9,5 \text{ cm}$

Espaciamiento de los estribos :

$S_1 = 5,32 \text{ cm}$   
 $S_2 = 12,89 \text{ cm}$   
 $S_3 = 5 \text{ cm}$   
 $S_4 = 10 \text{ cm}$

Conclusión:

Se emplea el menor valor : 5 cm

Zona de confinamiento:

$Z_1 = 45 \text{ cm}$  • El confinamiento mínimo con estribos será  $\square$  6mm, 1 @ 5, 4@ 10, r @ 25 cm. Adicionalmente se agregará 2 estribos en la unión solera-columna y estribos @ 10 cm en el sobrecimiento.  
 $Z_2 = 14,25 \text{ cm}$   
 $Z = 45 \text{ cm}$

9. Diseño de viga solera en muros de albañilería

- La solera se diseñará a tracción pura para soportar una fuerza igual a  $T_s$  :

$$T = V \frac{L_m}{2L}$$

$$A_s = \frac{T}{\phi f_y} \geq \frac{0,1 f_c A_c}{f_y} \dots (\text{mínimo: } A_s \phi 8 \text{mm}) \quad (27.3.b)$$

donde:  $\phi = 0,9$   
 $A_c = \text{área de la sección transversal de la solera}$

- El área de la sección transversal de la solera ( $A_c$ ) será suficiente para alojar el refuerzo longitudinal ( $A_s$ ), pudiéndose emplear vigas chatas con un peralte igual al espesor de la losa del techo. En la solera se colocará estribos mínimos:  $\square$  6mm, 1 @ 5, 4@ 10, r @ 25 cm.

Área transversal de la viga solera :  $13 \times 20 = 260 \text{ cm}^2$

$\emptyset = 0,9$   $T_s = 4,06 \text{ Tn}$   $A_s = 1,07 \text{ cm}^2$  **ERIFICAR**  $A_{s-\text{min}} = 1,08 \text{ cm}^2$

Distribución de la armadura:

4  $\emptyset$  3/8"  $A_s = 2,84 \text{ cm}^2$  **OK**

Anexo 8: Diseño de vigas dinteles y chatas

**Diseño por flexión**

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_u}{0.85 \cdot \phi \cdot f'_c \cdot b_w}}$$

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

**Datos**

$$W = 1.4 \cdot (2.4 \cdot 0.25 \cdot 20) + 1.7 \cdot (0.2 \cdot 1.4) = 0.644 \text{ Tn/m}$$

$$L = 4.16 \text{ m}$$

$$M = 0.644 \cdot (4.16)^2 / 8 = 1.48 \text{ Tn-m}$$

$$h = 20 \text{ cm}$$

$$d = 20 - 2.5 = 17.5 \text{ cm}$$

$$a = 2.23 \text{ cm}$$

$$A_s = 0.52 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{1.48 \cdot 10^5}{0.9 \cdot 4200 \left(17.5 - \frac{2.23}{2}\right)}$$

$$A_s = 2.39 \text{ cm}^2$$

$$A_s \text{ min} = \frac{0.70 \sqrt{f'_c} b_w \cdot d}{f_y}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{0.70 \sqrt{210} \cdot 25 \cdot 17.5}{4200}$$

$$A_s \text{ min} = 1.06 \text{ cm}^2$$

Se observa que el área de acero es mayor al mínimo es por ello que se empleará el obtenido para  $A_s$ .

**Diseño por corte**

De acuerdo con la norma E-060 se deberá cumplir los siguientes criterios [21].

- $V_u \leq \phi V_n$
- $V_n = V_c + V_s$
- $V_u \leq \phi (V_c + V_s)$

Para el análisis de la viga se obtiene un cortante ultimo igual a  $V_u = 1.34 \text{ Tn}$ . Se compara con el cortante del concreto, el cual según la norma E-060 se obtiene por la siguiente ecuación [21]:

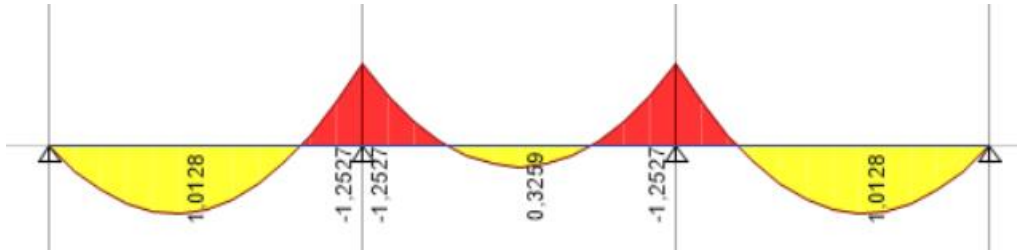
$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$
$$V_c = 0.53 * \sqrt{210} * 25 * 17.5$$
$$V_c = 3,36 \text{ Tn}$$

Se observa que el cortante último es menor que el cortante del concreto siendo este lo suficientemente resistente para soportarlo. Sin embargo, en base a las recomendaciones de Abanto [25], se optó por emplear la siguiente distribución, empleando estribos de 3/8" , 2@0.05m, 4@0.10m y rst @0.20 m.

Anexo 9: Diseño de losa aligerada

Diseño por flexión

Figura 107: Diagrama de momentos de losa aligerada



Fuente: Propia

Momento-apoyo

$$M=1.25 \text{ Tn-m}$$

$$h=20 \text{ cm}$$

$$d=20-2.5=17.5 \text{ cm}$$

$$a=1.15 \text{ cm}$$

$$A_s= 1.95 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{3.48 * 10^5}{0.9 * 4200 \left(17.5 - \frac{1.15}{2}\right)}$$

$$A_s = 1.95 \text{ cm}^2$$

Se observa que el área de acero es mayor al mínimo es por ello que se empleará el obtenido para  $A_s$ .

$$A_s \text{ min} = \frac{0.70 \sqrt{f'_c} b w . d}{f_y}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{0.70 \sqrt{210} * 40 * 17.5}{4200}$$

$$A_s \text{ min} = 1.69 \text{ cm}^2$$

Momento-claro

$$M=1.01 \text{ Tn-m}$$

$$h=20 \text{ cm}$$

$$d=20-2.5=17.5 \text{ cm}$$

$$a=0.92 \text{ cm}$$

$$A_s= 1.57 \text{ cm}^2$$

$$A_s = \frac{1.01 * 10^5}{0.9 * 4200 \left(17.5 - \frac{0.92}{2}\right)}$$

$$A_s = 1.57 \text{ cm}^2$$

Se observa que el área de acero es mayor al mínimo es por ello por lo que se empleará el obtenido para  $A_s$ .

$$A_s \text{ min} = \frac{0.70 \sqrt{f'_c} b w . d}{f_y}$$

$$A_s \text{ min} = \frac{0.70 \sqrt{210} * 40 * 17.5}{4200}$$

$$A_s \text{ min} = 1.69 \text{ cm}^2$$

En base a este análisis se optó por emplear 1Ø3/8” + 1Ø1/2” tanto en el apoyo como el claro.

Anexo 10: Diseño de cimiento corrido

$$B = \frac{P}{\sigma_s}$$

$$B = \frac{P}{\sigma_t - \gamma_{\text{suelo}} Df - s/c}$$

Siendo:

B= Ancho de cimentación

P= Carga de servicio

$\sigma_s$ = Esfuerzo del suelo

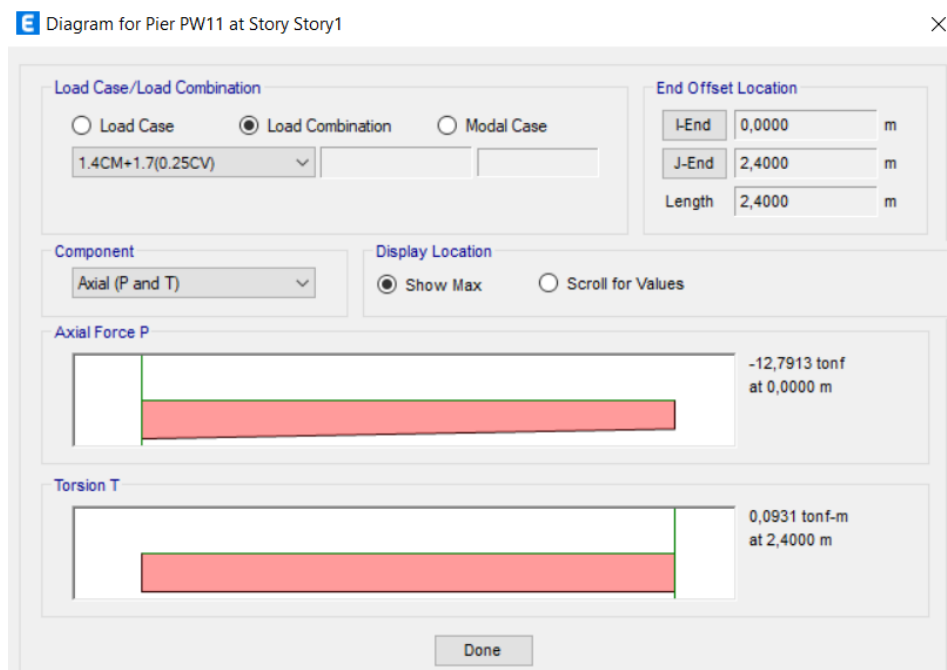
$\gamma_{\text{suelo}}$ = Peso específico del suelo

Df= Longitud de desplante

S/c= Sobrecarga

Para esta tesis se diseñó la cimentación del muro más cargado.

Figura 108: Diagrama de esfuerzo axial de muro de albañilería



Fuente: Propia

$$B = \frac{12.7913/5.22}{0.83 * 10 - 1 * 1.2 - 0.2}$$

$$B = \frac{2.45}{6.9}$$

$$B = 0.36 \text{ m}$$

Se optó por emplear un ancho de 0.65 m debido a que para este cálculo se despreció el peso de la cimentación y sobrecimiento. Para determinar el peralte se determinó mediante la sumatoria de la longitud de desarrollo de una varilla de 1/2".

$$Ld_1 = \left( 0.075 * \frac{fy}{\sqrt{f'c}} \right) * db$$

$$Ld_1 = \left( 0.075 * \frac{4200}{\sqrt{210}} \right) * 1.27$$

$$Ld_1 = 27.61 \text{ cm}$$

$$Ld_2 = (0.0044 * fy) * db$$

$$Ld_2 = (0.0044 * 4200) * 1.27$$

$$Ld_2 = 23.46 \text{ cm}$$

Por lo que:

$$H = 27.61 \text{ cm}$$

$$H = 40 \text{ cm}$$

En base a las recomendaciones del Reglamento [21], donde indica que H debe ser mayor que B se optó por emplear un peralte de 0.80m. Posteriormente se realizó la verificación por corte, donde la carga actuante fue determinada con la siguiente ecuación:

$$V_{ua} = q_u L_v A$$

Donde:

$V_{ua}$ =Cortante último de diseño

$q_u$ =Carga última del suelo

$L_v$ = Longitud de corte

$A$ = Largo del cimiento

$$L_v = \left( \frac{B - t}{2} \right) + \frac{t}{2}$$

Donde  $t=0.15$  m, reemplazando se obtuvo que  $L_v$  es 0.325m. Con este valor se determinó el cortante último actuante, el cual fue de 3.77 Tn. Con las recomendaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones [21], se determinó la resistencia al corte del concreto, mediante la siguiente fórmula:

$$v_c = \phi 0.53 \sqrt{f'c} b h$$

Donde:

$\phi = 0.50$  para concreto ciclópeo

$f'_c$  = Resistencia a la compresión del concreto

$b$  = Ancho de cimiento

$h$  = Peralte de cimiento

Reemplazando se obtuvo que el concreto resiste 19.69 Tn, lo cual es mayor que la carga última actuante, por ello se concluye el diseño del cimiento.

*Anexo 11: Diseño de sobrecimiento*

$$bh \geq \frac{1.5P_u}{f'_c} - (n - 1) \frac{1.5P_u}{f_y}$$

Donde:

bh= Área de sobrecimiento

P<sub>u</sub>= Carga ultima actuante

f'<sub>c</sub>= Resistencia a la compresión del concreto

f<sub>y</sub>= Resistencia a la fluencia del acero

n= Relación modular

Teniendo una base de 0.15m, se reemplazan los valores en la fórmula obteniéndose el siguiente peralte:

$$15h \geq \frac{1.5(12.7913 * 1000)}{210} - (9.2 - 1) \frac{0.15(12.7913 * 1000)}{4200}$$

$$h \geq 5.84 \text{ cm}$$

La norma indica que [21], para ser considera armado el elemento debe medir como mínimo 30 cm, así mismo resaltando que la zona donde se está haciendo la propuesta de proyecto ha presentado empozamientos por lluvias se ha optado por tener una altura de sobrecimiento desde el N.P.T. 0+000 de 50 cm, dándole al elemento estructural una altura total de 1.20m.

Para el análisis de acero se empleó el acero mínimo determinado con la siguiente fórmula:

$$\frac{14}{f_y} bd$$

Reemplazando se obtuvo un acero mínimo de 5.9 cm<sup>2</sup>, para ello se optó por emplear varillas de 3/8" cada 20 cm de manera longitudinal y transversal.

### Anexo 12: Diseño de torre de madera

#### Metrado de cargas:

Para el diseño de los elementos estructurales se procedió a realizar el metrado de cargas correspondiente en base a los elementos que soportará la estructura, es decir, su peso propio y el tanque elevado lleno. Para ello se empleará el tanque Rotoplas de 600 Lt. Además, se asumió un peso propio como base de diseño para cada estructura.

#### Diseño de entablado

##### Carga muerta:

Peralte asumido: 1”

Peso de entablado por  $m^2 = 0.45 \text{ Tn/m}^3 * 1'' * 2.54 \text{ cm} / 100 = 0.011 \text{ Tn/m}^2$

##### Carga Viva:

Volumen de agua: 600 Lt

Altura de Rotoplas de 600 Lt= 1.12 m

Peso del agua por  $m^2 = 1 \text{ Tn/m}^3 * 1.12 \text{ m} = 1.12 \text{ Tn/m}^2$

Sobrecarga de azote=  $0.100 \text{ Tn/m}^2$

Figura 109: Especificaciones técnicas tanque Rotoplas 600 Lt.

#### Especificaciones técnicas

| Capacidad (L) | Diámetro (m) | Altura (m) | Color |
|---------------|--------------|------------|-------|
| 600           | 0.97         | 1.12       | azul  |

Fuente: Empresa Rotoplas. URL:

[https://rotoplas.vteximg.com.br/arquivos/SKU\\_500316\\_FT\\_Tanque%20de%20agua%20Azul%20600L.pdf?v=637653461955130000](https://rotoplas.vteximg.com.br/arquivos/SKU_500316_FT_Tanque%20de%20agua%20Azul%20600L.pdf?v=637653461955130000)

#### Carga de servicio:

Carga en servicio= Carga muerta + Carga viva=  $(0.011 + 1.12 + 0.100) = 1.23 \text{ Tn/m}^2$

#### Diseño por flexión

Se asumirá el entablado como una viga simplemente apoyada, para ello la carga de servicio será distribuida en función del ancho del entablado, para el cual se asumirá un ancho de 4”, además de contar con una longitud en función de la separación de las viguetas, las cuales se encuentran cada. Para ello se optó por tener vigas secundarias cada 0.60 m.

#### Datos

$h = 1'' = 2.54 \text{ cm}$

$b = 4'' = 10.16 \text{ cm}$

$q = 1.23 \text{ Tn/m}^2 * 10.16 / 100 \text{ m} = 0.125 \text{ Tn/m}$

$$L = 0.60 \text{ m}$$

$$M = q \cdot L^2 / 8 = 0.125 \cdot 0.60^2 / 8 \cdot 10^5 = 563 \text{ Kg-cm}$$

$$\sigma_f = \frac{M \cdot c}{I} = \frac{563 \cdot 2.54 / 2}{\frac{(10.16 \cdot 2.54^3)}{12}} = 51.53 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo con la norma E-010 la resistencia máxima admisible para madera Tipo III a flexión es  $100 \text{ kg/cm}^2$ , en base al análisis obtenemos un valor menor por ello se concluye que la sección de 4"x1" satisface las necesidades a flexión.

### Diseño por corte

Se asumirá el entablado como una viga simplemente apoyada, para ello la carga de servicio será distribuida en función del ancho del entablado, para el cual se asumirá un ancho de 4", además de contar con una longitud en función de la separación de las viguetas, las cuales se encuentran cada 60 cm. Para ello se optó por tener vigas secundarias cada 0.60 m.

### Datos

$$h = 1'' = 2.54 \text{ cm}$$

$$b = 4'' = 10.16 \text{ cm}$$

$$q = 1.23 \text{ Tn/m}^2 \cdot 10.16 / 100 \text{ m} = 0.125 \text{ Tn/m}$$

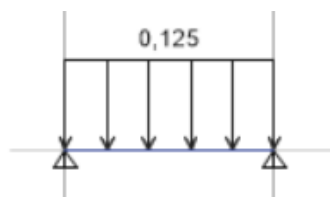
$$L = 0.60 \text{ m}$$

$$V = q \cdot L / 2 = 0.125 \cdot 0.60 / 2 \cdot 10^3 = 37.5 \text{ Kg}$$

$$\sigma_v = \frac{1.5V}{A} = \frac{1.5 \cdot 37.5}{2.54 \cdot 10.16} = 2.18 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo a la norma E-010 la resistencia máxima admisible para madera Tipo III a corte es  $8 \text{ kg/cm}^2$ , en base al análisis obtenemos un valor menor por ello se concluye que la sección de 4"x1" satisface las necesidades a corte

Figura 110: Idealización de la estructura mediante el programa Etabs.



Fuente: Propia

### Diseño de vigueta

#### Carga muerta:

Base asumida: 5"

Peralte asumido: 7"

$$\text{Peso de vigueta por m} = 0.45 \text{ Tn/m}^3 \cdot 5'' \cdot 2.54 \text{ cm} / 100 \cdot 7'' \cdot 2.54 / 100 = 0.01 \text{ Tn/m}$$

#### Carga Viva:

Sobrecarga de azote=  $0.100 \text{ Tn/m}^2$

Separación de viguetas=  $0.60 \text{ m}$

Sobrecarga en vigueta=  $0.100 \text{ Tn/m}^2 * 0.60\text{m} = 0.06 \text{ Tn/m}$

Volumen de agua:  $600 \text{ Lt}$

Altura de Rotoplas de  $600 \text{ Lt} = 1.12 \text{ m}$

Peso del agua por  $\text{m}^2 = 1 \text{ Tn/m}^3 * 1.12 \text{ m} = 1.12 \text{ Tn/m}^2$

Peso del agua sobre vigueta=  $1.12 * 0.6 = 0.672 \text{ Tn/m}$

### **Carga de servicio:**

Carga en servicio= Carga muerta + Carga viva=  $(0.01 + 0.06 + 0.672) = 0.742 \text{ Tn/m}$

### **Diseño por flexión**

Se asumirá el entablado como una viga simplemente apoyada, para ello la carga de servicio será distribuida en función de la separación entre viguetas, la cual es de  $0.60 \text{ m}$  entre ejes.

#### **Datos**

$h = 7'' = 17.78 \text{ cm}$

$b = 5'' = 12.7 \text{ cm}$

$q = 0.742 \text{ Tn/m}$

$L = 2.40 \text{ m}$

$M = q * L^2 / 8 = 0.742 * 2.40^2 / 8 * 10^5 = 53424 \text{ Kg-cm}$

$$\sigma_f = \frac{M.c}{I} = \frac{53424 \times 17.78 / 2}{\frac{(12.7 \times 17.78^3)}{12}} = 79.84 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo con la norma E-010 la resistencia máxima admisible para madera Tipo III a flexión es  $100 \text{ kg/cm}^2$ , en base al análisis obtenemos un valor menor por ello se concluye que la sección de  $5'' \times 7''$  satisface las necesidades a flexión.

### **Diseño por corte**

Se asumirá el entablado como una viga simplemente apoyada, para ello la carga de servicio será distribuida en función de la separación entre viguetas, la cual es de  $0.60 \text{ m}$  entre ejes.

#### **Datos**

$h = 7'' = 17.78 \text{ cm}$

$b = 5'' = 12.7 \text{ cm}$

$q = 0.742 \text{ Tn/m}$

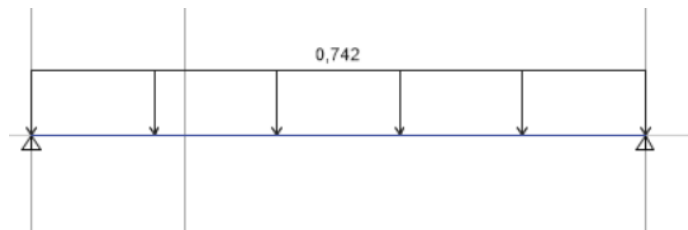
$L = 2.40 \text{ m}$

$V = q * L / 2 = 0.742 * 2.40 / 2 * 10^3 = 890.4 \text{ Kg}$

$$\sigma_v = \frac{1.5V}{A} = \frac{1.5 \times 890.4}{12.7 \times 17.78} = 5.91 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo a la norma E-010 la resistencia máxima admisible para madera Tipo III a corte es  $8 \text{ kg/cm}^2$ , en base al análisis obtenemos un valor menor por ello se concluye que la sección de 5"x7" satisface las necesidades a corte

*Figura 111: Idealización de la estructura mediante el programa Etabs.*



*Fuente: Propia*

### **Diseño de viga principal**

#### **Carga muerta:**

Base asumida: 5"

Peralte asumido: 9"

Peso de viga por m =  $0.45 \text{ Tn/m}^3 * 5'' \times 2.54 \text{ cm} / 100 * 9'' \times 2.54 / 100 = 0.013 \text{ Tn/m}$

#### **Carga de vigueta:**

Carga de servicio en vigueta =  $0.742 \text{ Tn/m}$

Carga puntual por vigueta =  $0.742 \times 2.4 / 2 = 890.4 \text{ Kg}$

#### **Carga de servicio:**

Carga en servicio 1 = Peso propio =  $0.01 \text{ Tn/m}$

Carga en servicio 2 = Carga por vigueta =  $890.4 \text{ Kg}$

### **Diseño por flexión**

Se asumirá el entablado como una viga simplemente apoyada, para ello llegará a la viga una carga puntual referente a la vigueta que se coloca sobre la misma, además de adicionar el peso propio de la viga

#### **Datos**

$h = 9'' = 22.86 \text{ cm}$

$b = 5'' = 12.7 \text{ cm}$

$q = 0.013 \text{ Tn/m}$

$P = 890.4 \text{ Kg}$

$L = 2.40 \text{ m}$

$M = 107784 \text{ Kg-cm}$

Figura 112: Análisis de viga mediante el programa Etabs.



Fuente: Propia

$$\sigma_f = \frac{M.c}{I} = \frac{107784 \times 22.86/2}{\frac{(12.7 \times 22.86^3)}{12}} = 97.25 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo con la norma E-010 la resistencia máxima admisible para madera Tipo III a flexión es  $100 \text{ kg/cm}^2$ , en base al análisis obtenemos un valor menor por ello se concluye que la sección de 5" x 9" satisface las necesidades a flexión.

### Diseño por corte

Se asumirá el entablado como una viga simplemente apoyada, para ello la carga de servicio será distribuida en función de la separación entre viguetas, la cual es de 0.60 m entre ejes.

### Datos

$$h = 9'' = 22.86 \text{ cm}$$

$$b = 5'' = 12.7 \text{ cm}$$

$$q = 0.013 \text{ Tn/m}$$

$$P = 890.4 \text{ Kg}$$

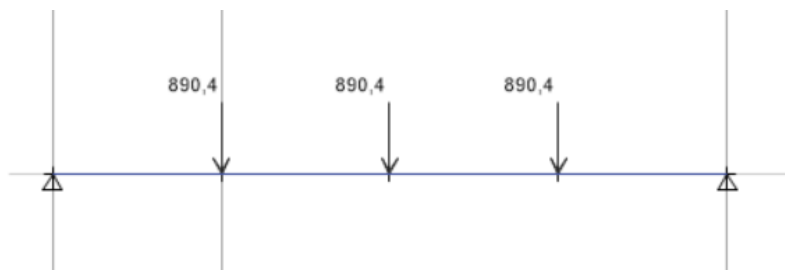
$$L = 2.40 \text{ m}$$

$$V = 1351.20 \text{ Kg}$$

$$\sigma_v = \frac{1.5V}{A} = \frac{1.5 \times 1351.20}{12.7 \times 22.86} = 6.98 \text{ Kg/cm}^2$$

De acuerdo con la norma E-010 la resistencia máxima admisible para madera Tipo III a corte es  $8 \text{ kg/cm}^2$ , en base al análisis obtenemos un valor menor por ello se concluye que la sección de 5"x9" satisface las necesidades a corte

Figura 113: Idealización de la estructura mediante el programa Etabs.



Fuente: Propia

### Diseño de columnas

#### Carga muerta:

Base asumida: 6"

Peralte asumido: 6"

Peso de columna =  $0.45 \text{ Tn/m}^3 * 6'' \times 2.54 \text{ cm} / 100 * 6'' \times 2.54 / 100 * 2.53 \text{ m} = 26 \text{ Kg}$

#### Carga proveniente de vigas

$P = 1351.20 + 15.6 \text{ Kg} = 1366.88 \text{ Kg}$

#### Diseño por compresión

Se emplearán las recomendaciones dadas por la norma E-010, la cual indica que se deberá determinar si la columna en estudio es corta, intermedia o larga. En base a eso se definirá cuanto es la carga admisible que soporta la sección en estudio.

#### Datos

$h = 6'' = 15.24 \text{ cm}$

$b = 6'' = 15.24 \text{ cm}$

$P = 2702.4 + 26 = 2728.4 \text{ Kg}$

$L = 2.40 \text{ m}$

$\lambda = \frac{KL}{b} = \frac{1.5 * 240 \text{ cm}}{15.24 \text{ cm}} = 25.59$

$K = 1.5$

$C_k = 18.42$

$E_m = 55000 \text{ Kg/cm}^2$

En base a la norma E-010, indica que para elementos con esbeltez mayor a  $C_k$  y menores a 50 se diseñará el elemento como una columna larga [21].

$P_{adm} = 0.329 \frac{EA}{\lambda^2} = \frac{0.329 * 55000 * 15.24 * 15.24}{25.59^2} = 6417.83 \text{ Kg}$

En base a lo estipulado por la norma E-010, la carga máxima admisible para esta sección es de 6417.83 Kg, la cual es superior a la carga actuante 1366.88 Kg. Por ello se da concluido el diseño a compresión con una sección de 6"x6".

### Diseño de arriostres

#### Carga muerta:

Base asumida: 3"

Peralte asumido: 3"

Peso de arriostre =  $0.45 \text{ Tn/m}^3 * 3'' \times 2.54 \text{ cm}/100 * 3'' \times 2.54/100 * 3.54 \text{ m} = 9.24 \text{ Kg}$

#### Carga en arriostre

$P = 78.67 \text{ Kg}$

### Diseño por compresión

Se emplearán las recomendaciones dadas por la norma E-010, la cual indica que se deberá determinar si la columna en estudio es corta, intermedia o larga. En base a eso se definirá cuanto es la carga admisible que soporta la sección en estudio.

#### Datos

$h = 3'' = 7.62 \text{ cm}$

$b = 3'' = 7.62 \text{ cm}$

$P = 78.67 + 9.25 \text{ Kg} = 87.92 \text{ Kg}$

$L = 3.54 \text{ m}$

$$\lambda = \frac{KL}{b} = \frac{1.0 \times 354 \text{ cm}}{7.62 \text{ cm}} = 46.45$$

$K = 1.0$

$C_k = 18.42$

$E_m = 55000 \text{ Kg/cm}^2$

En base a la norma E-010, indica que para elementos con esbeltez mayor a  $C_k$  y menores a 50 se diseñará el elemento como una columna larga [21].

$$P_{\text{adm}} = 0.329 \frac{EA}{\lambda^2} = \frac{0.329 \times 55000 \times 7.62 \times 7.62}{46.45^2} = 486.96 \text{ Kg}$$

En base a lo estipulado por la norma E-010, la carga máxima admisible para esta sección es de 486.96 Kg, la cual es superior a la carga actuante 87.92 Kg. Por ello se da concluido el diseño a compresión con una sección de 3"x3".

### Diseño por tracción

Se emplearán las recomendaciones dadas por la norma E-010, la cual indica que la relación entre la carga actuante y la sección transversal del elemento deberá ser menor al esfuerzo admisible a tracción del elemento.

**Datos**

$$h = 3'' = 7.62 \text{ cm}$$

$$b = 3'' = 7.62 \text{ cm}$$

$$P = 78.67 + 9.25 \text{ Kg} = 87.92 \text{ Kg}$$

$$L = 3.54 \text{ m}$$

$$\sigma_t = \frac{87.92}{7.62 \times 7.62} = 1.51 \text{ Kg/cm}^2$$

En base a la norma E-010, indica que el esfuerzo admisible a tracción para la madera tipo III es  $75 \text{ kg/cm}^2$  [21], se observa que en base al análisis se cuenta con un esfuerzo de  $1.51 \text{ Kg/cm}^2$  que es menor a  $75 \text{ kg/cm}^2$ ; con ello se da por concluido el diseño con una sección de  $3'' \times 3''$ .

*Anexo 13: Cálculo del índice local*

| Ambiente     | Ancho | Largo | Alto | K     |
|--------------|-------|-------|------|-------|
|              | (m)   | (m)   | (m)  |       |
| Sala-Comedor | 4.01  | 5.42  | 2.20 | 1.048 |
| Cocina       | 3.86  | 5.42  | 2.20 | 1.025 |
| S.S.H.H.     | 1.86  | 3.63  | 2.20 | 0.559 |
| Dormitorio 1 | 3.86  | 4.47  | 2.20 | 0.942 |
| Dormitorio 2 | 3.86  | 4.47  | 2.20 | 0.942 |
| Pasadizo     | 1.86  | 6.41  | 2.20 | 0.655 |

*Anexo 14: Cálculo del coeficiente de utilización*

| Ambiente     | Ancho | Largo | Alto | n     |
|--------------|-------|-------|------|-------|
|              | (m)   | (m)   | (m)  |       |
| Sala-Comedor | 4.01  | 5.42  | 2.20 | .293  |
| Cocina       | 3.86  | 5.42  | 2.20 | .287  |
| S.S.H.H.     | 1.86  | 3.63  | 2.20 | .156  |
| Dormitorio 1 | 3.86  | 4.47  | 2.20 | .264  |
| Dormitorio 2 | 3.86  | 4.47  | 2.20 | .264  |
| Pasadizo     | 1.86  | 6.41  | 2.20 | 0.183 |

*Anexo 15: Análisis de máxima demanda simultánea*

| NIVEL 1  |                   |    |                |         |           |
|----------|-------------------|----|----------------|---------|-----------|
| AMBIENTE | APARATO SANITARIO | Nº | U.H. AGUA FRÍA | PARCIAL | TOTAL     |
| S.S.H.H. | Lavatorio         | 1  | 0,75           | 0,75    | 5.25      |
|          | Inodoro           | 1  | 3              | 3       |           |
|          | Ducha             | 1  | 1,5            | 1,5     |           |
| Cocina   | Lavatorio         | 1  | 0,75           | 0,75    | 0.75      |
| UH TOTAL |                   |    |                |         | 6.00 U.H. |
| MDS      |                   |    |                |         | 0.25 Lt/s |

*Anexo 16: Análisis de unidades Hunter*

| <b>Primer Nivel</b>            |                     |    |        |                |              |
|--------------------------------|---------------------|----|--------|----------------|--------------|
| <b>Aparatos de uso privado</b> |                     |    |        |                |              |
| <b>Ambiente</b>                | Aparatos Sanitarios | Nº | U.D.D. | U.D.D. PARCIAL | U.D.D. TOTAL |
| <b>S.S.H.H.</b>                | Inodoro             | 1  | 4      | 4              | 4            |
|                                | Lavatorio           | 1  | 1      | 1              | 1            |
|                                | Ducha               | 1  | 2      | 2              | 2            |
| <b>Cocina</b>                  | Lavatorio           | 1  | 1      | 1              | 1            |
| <b>U.D.D. TOTAL</b>            |                     |    |        |                | 8 U.H.       |

*Anexo 17: Análisis de unidades de ventilación*

| <b>Montantes de ventilación</b> |        |       |                  |                 |    |                       |                    |
|---------------------------------|--------|-------|------------------|-----------------|----|-----------------------|--------------------|
| <b>Aparato</b>                  | Conteo | U.D.D | U.D.D<br>Parcial | U.D.D.<br>Total | Ø  | U.D.D.<br>Ventilación | Longitud<br>máxima |
| <b>Inodoro</b>                  | 1      | 3     | 3                | 3               | 4" | 100                   | 11                 |

*Anexo 18: Memoria de cálculo de tanque séptico*

Población servida: 3 personas.

Caudal de aporte unitario: 300 Lt/hab. Día

Reemplazando en el primer paso se obtuvo el siguiente periodo de retención.

$$PR = 1.5 - 0.3 \log(PxQ)$$

$$PR = 0.613 \text{ días.}$$

Las recomendaciones de la bibliografía mencionada indican que el período mínimo será de 6 días, es por ello que se empleará este valor para los cálculos.

Con el tiempo de retención se procedió a calcular el volumen requerido para la sedimentación, en base a la siguiente fórmula:

$$Vs = 10^{-3} x (PxQ) x PR$$

$$Vs = 0.5524 \text{ m}^3$$

Posteriormente se calculó el volumen para la digestión y almacenamiento, empleando la siguiente fórmula, siendo N= 1 año.

$$Vd = 70 x 10^{-3} x PxN$$

$$Vd = 0.21 \text{ m}^3$$

Así mismo se definió que Mochumí es una zona cálida, y en base a las recomendaciones de [32] la cantidad de lodos producidos es de 40 lt/hab x año, así mismo se consideró un volumen de 0.7 m<sup>3</sup> destinado al volumen de natas.

En base a esto se dará un área de 2 m<sup>2</sup>, para ello se tendrá un base de 1m y un largo de 2m, respetando las recomendaciones de la norma IS 020 que indica que la relación del tanque séptico de su largo-ancho será como mínimo 2:1 [21]. En base a esto se obtuvo la siguiente altura de espuma sumergida máxima:

$$He = \frac{0.7}{A}$$

$$He = \frac{0.7}{2x1}$$

$$He = 0.35 \text{ m}$$

Así mismo se calculó la profundidad libre de lodo, empleando la siguiente ecuación:

$$Ho = 0.82 - 0.26A$$

$$Ho = 0.82 - 0.26(2)$$

$$Ho = 0.28 \text{ m}$$

La norma IS.020 indica que el valor mínimo será de 0.30m [21], y este es el empleado para el presente proyecto. La profundidad de sedimentación se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$H_s = \frac{V_s}{A}$$

$$H_s = \frac{0.5524}{2}$$

$$H_s = 0.28 \text{ m}$$

Así mismo la profundidad de espacio libre se define como el mayor entre el  $0.1+H_o$  y el  $H_s$ , en base a que se ha tomado un  $H_o$  igual a 0.30m, se tendrá una profundidad libre de 0.40 m. Con estos datos, la profundidad neta del tanque séptico se definió con la siguiente ecuación:

$$H_{efectivo} = H_d + H_l + H_e$$

$$H_{efectivo} = 0.11 + 0.4 + 0.35$$

$$H_{efectivo} = 0.86 \text{ m}$$

Se redondeará a 0.90 m de altura efectiva, así mismo sumando el bardo libre se tendrá una altura total de 1.20m. Los muros serán con ladrillo artesanal de cabeza, garantizando así la menor contaminación posible por empleo de concreto.

## Anexo 19: Relación de insumos de la vivienda de albañilería con el programa S10

S10

Página : 1

## Precios y cantidades de recursos requeridos (con incidencia)

| Código         | Recurso  | Unidad | Cantidad   | Parcial S/. | % Inc. |
|----------------|--|--------|------------|-------------|--------|
| 0101010002     | CAPATAZ  | hh     | 25.0400    | 718.77      | 0.0000 |
| 0101010003     | OPERARIO   | hh     | 1,016.4500 | 25,207.92   | 0.0000 |
| 0101010004     | OFICIAL  | hh     | 319.5800   | 5,621.38    | 0.0000 |
| 0101010005     | PEON   | hh     | 1,456.5000 | 23,100.03   | 0.0000 |
| 01010100060002 | OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO                       | hh     | 32.0700    | 564.07      | 0.0000 |
| 01010300000005 | OPERARIO TOPOGRAFO                               | hh     | 16.6000    | 395.87      | 0.0000 |
| 0201030001     | GASOLINA   | gal    | 42.5500    | 571.43      | 0.0000 |
| 0201040001     | PETROLEO D-2                                     | gal    | 11.6200    | 155.56      | 0.0000 |
| 02040100010001 | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8                      | kg     | 61.4100    | 416.36      | 0.0000 |
| 02040100020001 | ALAMBRE NEGRO N° 16                              | kg     | 53.7400    | 250.41      | 0.0000 |
| 02040200000002 | ANGULO DE FIERRO 3/16" x 2" x 2"                 | m      | 9.2000     | 69.37       | 0.0000 |
| 0204030001     | ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60        | kg     | 2,152.5100 | 6,134.65    | 0.0000 |
| 02040300010022 | ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60        | kg     | 51.2300    | 145.99      | 0.0000 |
| 02041200010001 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 1"              | kg     | 0.8600     | 10.02       | 0.0000 |
| 02041200010003 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"              | kg     | 0.3800     | 5.13        | 0.0000 |
| 02041200010005 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"              | kg     | 24.5100    | 245.13      | 0.0000 |
| 02041200010007 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"              | kg     | 23.2300    | 311.81      | 0.0000 |
| 02041200010009 | CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2",3",4"                | kg     | 0.9000     | 3.96        | 0.0000 |
| 02050100010001 | TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 1/2" X 3 m (15 mm)  | m      | 91.3800    | 169.06      | 0.0000 |
| 02050100010003 | TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X 3 m (20 mm)  | m      | 18.4700    | 53.92       | 0.0000 |
| 02050200010001 | CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 1/2"                   | und    | 48.7000    | 40.91       | 0.0000 |
| 02050200010002 | CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 3/4" (20 mm)           | und    | 5.5400     | 5.76        | 0.0000 |
| 0205030001     | UNIONES PVC-SAP 1/2" ELECTRICAS                  | und    | 49.1500    | 41.78       | 0.0000 |
| 02050300010002 | UNIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS (20 mm)          | und    | 8.5800     | 8.92        | 0.0000 |
| 02050400010001 | CONEXIONES PVC-SAP 1/2" ELECTRICAS               | und    | 49.2800    | 38.44       | 0.0000 |
| 02050400010002 | CONEXIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS (20 mm)       | und    | 8.5600     | 8.05        | 0.0000 |
| 02050700020025 | TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1/2" X 5 m ROSCADA   | pza    | 5.5500     | 67.40       | 0.0000 |
| 02050700020026 | TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 3/4" X 5 m ROSCADA   | pza    | 0.3300     | 5.44        | 0.0000 |
| 02050700020027 | TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1" X 5 m ROSCADA     | pza    | 0.6800     | 15.80       | 0.0000 |
| 02050700020028 | TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1 1/4" X 5 m ROSCADA | pza    | 0.5000     | 15.06       | 0.0000 |
| 02050700020029 | TUBERIA PVC - SAL 2" (3m)                        | pza    | 3.0000     | 28.53       | 0.0000 |
| 02050700020030 | TUBERIA PVC-SAP DESAGUE Ø 4" x 3m                | pza    | 7.5900     | 377.00      | 0.0000 |
| 02051000020007 | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-1/2" x 90 grados        | und    | 15.0000    | 16.50       | 0.0000 |
| 02051000020008 | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-3/4" x 90 grados        | und    | 1.0000     | 3.81        | 0.0000 |
| 02051000020009 | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-1" x 90 grados          | und    | 5.0000     | 22.70       | 0.0000 |
| 02051000020010 | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-1 1/4" x 90 grados      | und    | 1.0000     | 6.84        | 0.0000 |
| 02051100010016 | TEE PVC CLASE 10 CR-1/2"                         | und    | 5.0000     | 16.95       | 0.0000 |
| 02052200020001 | UNION UNIVERSAL PVC-SAP C/R 1/2"                 | und    | 2.0000     | 3.90        | 0.0000 |
| 02052200020003 | UNION UNIVERSAL PVC-SAP C/R 1"                   | und    | 1.0000     | 4.84        | 0.0000 |
| 02052600010006 | TUBERIA PVC-SAP DESAGUE DE 4"X 3 m               | m      | 2.0000     | 99.32       | 0.0000 |
| 02052600010009 | TUBERIA PVC-SAP DESAGUE DE 2"X 3 m               | m      | 23.9100    | 594.16      | 0.0000 |
| 02060100010006 | TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m                         | und    | 1.0200     | 14.76       | 0.0000 |
| 02060200030012 | CODO PVC-SAL 10 2" X 90°                         | und    | 7.0000     | 11.27       | 0.0000 |
| 02060300010012 | UNION PVC SAP CLASE 10 1/2" ROSCADA              | und    | 4.5500     | 11.29       | 0.0000 |

Fecha : 28/10/2022 09:38:29p. m.

## Precios y cantidades de recursos requeridos (con incidencia)

Obra 0103002 Tesis. Vivienda de albanilería  
 Fecha 01/01/2022  
 Lugar 140305 LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MOCHUMI

| Código         | Recurso   | Unidad | Cantidad   | Parcial S/. | % Inc. |
|----------------|---|--------|------------|-------------|--------|
| 02060300010013 | UNION PVC SAP CLASE 10 3/4" ROSCADA                             | und    | 0.3300     | 1.24        | 0.0000 |
| 02060300010014 | UNION PVC SAP CLASE 10 1" ROSCADA                               | und    | 0.6800     | 3.23        | 0.0000 |
| 02060300010015 | UNION PVC SAP CLASE 10 1 1/4" ROSCADA                           | und    | 0.5000     | 2.77        | 0.0000 |
| 02060300010016 | UNION DOBLE PVC DE 4" (DESAGUE)                                 | und    | 4.3400     | 25.72       | 0.0000 |
| 02060300010017 | UNION DOBLE PVC DE 2" (DESAGUE)                                 | und    | 31.3000    | 98.59       | 0.0000 |
| 02060600010001 | YEE PVC-SAL 2"  | und    | 2.0000     | 6.44        | 0.0000 |
| 02061200010002 | TRAMPA 1" PVC SAL DE 2"   | und    | 2.0000     | 20.16       | 0.0000 |
| 02061600010001 | SOMBRERO DE VENTILACION PVC-SAL DE 2"                           | und    | 1.0000     | 3.73        | 0.0000 |
| 02061700010008 | YEE PVC SAL 4" x 2"   | und    | 3.0000     | 31.53       | 0.0000 |
| 02061700010010 | YEE PVC SAL 2" x 2"   | und    | 1.0000     | 4.45        | 0.0000 |
| 02061700010011 | YEE PVC SAL 4" x 4"   | und    | 3.0000     | 68.40       | 0.0000 |
| 02070100010002 | PIEDRA CHANCADA 1/2"  | m3     | 35.5000    | 1,804.67    | 0.0000 |
| 02070100010005 | AFIRMADO  | m3     | 19.7900    | 586.91      | 0.0000 |
| 02070100050002 | AFIRMADO  | m3     | 0.4900     | 17.05       | 0.0000 |
| 02070100010011 | PIEDRA GRANDE   | m3     | 12.7600    | 378.52      | 0.0000 |
| 0207020001     | ARENA   | m3     | 19.1200    | 548.84      | 0.0000 |
| 02070200010001 | ARENA FINA  | m3     | 0.1600     | 4.59        | 0.0000 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA  | m3     | 25.3300    | 906.15      | 0.0000 |
| 0207030001     | HORMIGON  | m3     | 5.7300     | 169.84      | 0.0000 |
| 02070500010001 | TIERRA DE CULTIVO   | m3     | 3.0000     | 46.95       | 0.0000 |
| 0207070001     | AGUA  | m3     | 261.1400   | 1,222.15    | 0.0000 |
| 02080100010005 | TUBERIA PVC-SEL 1" (25 mm)                                      | m      | 27.0000    | 24.84       | 0.0000 |
| 02080200010003 | CURVAS PVC-SEL 1" (25 mm)                                       | und    | 21.6000    | 19.87       | 0.0000 |
| 02080300010003 | UNIONES PVC-SEL 1" (25 mm)                                      | und    | 28.8000    | 24.19       | 0.0000 |
| 02080400010003 | CONEXIONES PVC-SEL 1" (25 mm)                                   | und    | 28.8000    | 15.84       | 0.0000 |
| 0213010001     | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)                               | bol    | 560.2300   | 13,243.72   | 0.0000 |
| 02130400010001 | TIZA BOLSA DE 40 kg   | und    | 8.3000     | 984.59      | 0.0000 |
| 02130600010001 | OCRE ROJO   | kg     | 4.1500     | 101.61      | 0.0000 |
| 02150300010005 | TEE PVC DE 1/2"   | und    | 1.0000     | 2.46        | 0.0000 |
| 02150600010004 | REDUCCION PVC DE 3/4" A 1/2"                                    | und    | 0.0000     | 0.00        | 0.0000 |
| 02160100010001 | LADRILLO KK 18 HUECOS 8X13X24 cm                                | und    | 3,504.9300 | 1,927.71    | 0.0000 |
| 02160100040002 | LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm                           | mil    | 825.3000   | 453.92      | 0.0000 |
| 02191900010005 | CODO PVC-SAL 2" x 135   | und    | 1.0000     | 2.45        | 0.0000 |
| 0222080012     | PEGAMENTO PARA PVC  | gal    | 0.2400     | 24.91       | 0.0000 |
| 0222080013     | PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN                                   | und    | 2.6900     | 68.59       | 0.0000 |
| 0222100001     | SILICONA  | und    | 10.0800    | 153.72      | 0.0000 |
| 02221100010001 | COLA SINTETICA  | gal    | 2.7900     | 71.02       | 0.0000 |
| 02221700010044 | ADITIVO IMPERMEABILIZANTE                                       | gal    | 0.4200     | 32.93       | 0.0000 |
| 0231010001     | MADERA TORNILLO   | p2     | 1,543.1800 | 9,012.18    | 0.0000 |
| 0231020001     | MADERA CEDRO  | p2     | 257.4100   | 36,642.60   | 0.0000 |
| 02310500010001 | TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 4 mm                                     | pln    | 13.9900    | 272.70      | 0.0000 |
| 02380100010001 | LJA PARA MADERA #100  | plg    | 6.0500     | 12.70       | 0.0000 |
| 0240020001     | PINTURA ESMALTE   | gal    | 2.0700     | 100.21      | 0.0000 |
| 0241030002     | CINTA TEFLON 3/4"x50yds   | rl     | 1.2500     | 14.67       | 0.0000 |
| 0243010013     | VIDRIO TEMPLADO DE 8 mm   | m2     | 10.5800    | 627.84      | 0.0000 |
| 02431500200001 | MASILLA   | kg     | 0.0100     | 0.03        | 0.0000 |
| 02460200020001 | SUMIDERO DE BRONCE DE 2"  | und    | 2.0000     | 48.96       | 0.0000 |
| 0246030001     | TUBO DE ABASTO  | und    | 3.0000     | 49.50       | 0.0000 |
| 0246070001     | PERNO DE ANCLAJE PARA INODORO                                   | und    | 2.0000     | 6.80        | 0.0000 |
| 02460700010002 | PERNO DE ANCLAJE PARA SUJECION DE INODORO SIN CAPUCHON PLASTICO | und    | 2.0000     | 7.00        | 0.0000 |
| 0246110001     | PAPELERA DE LOZA  | und    | 1.0000     | 35.90       | 0.0000 |
| 02461200030003 | REGISTRO DE BRONCE DE 4"  | und    | 1.0000     | 69.49       | 0.0000 |
| 0246150001     | TOALLERO DE LOSA  | und    | 1.0000     | 45.90       | 0.0000 |

Fecha : 28/10/2022 09:38:29p. m.

## Precios y cantidades de recursos requeridos (con incidencia)

Obra 0103002 Tesis. Vivienda de albanilería  
 Fecha 01/01/2022  
 Lugar 140305 LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MOCHUMI

| Código         | Recurso   | Unidad | Cantidad | Parcial S/. | % Inc. |
|----------------|---|--------|----------|-------------|--------|
| 0247010002     | LAVATORIO   | und    | 1.0000   | 97.90       | 0.0000 |
| 02470100020017 | LAVADERO DE ACERO INOXIDABLE  | und    | 1.0000   | 59.90       | 0.0000 |
| 0247020002     | INODORO ONE PIECE   | und    | 1.0000   | 218.75      | 0.0000 |
| 0248010001     | TANQUES DE AGUA   | und    | 1.0000   | 784.54      | 0.0000 |
| 0248010002     | BIODIGESTOR DE 700 Lt   | und    | 1.0000   | 1,064.58    | 0.0000 |
| 0251040002     | TORNILLOS STOVE-BOLTS X 10 UNIDADES                                     | und    | 10.5000  | 48.93       | 0.0000 |
| 0253100002     | VALVULA ESFERICA DE 1/2"  | und    | 1.0000   | 16.64       | 0.0000 |
| 0253100004     | VALVULA ESFERICA DE 1"  | und    | 1.0000   | 32.56       | 0.0000 |
| 0256020007     | GRIFO DE LAVATORIO BAJO   | und    | 2.0000   | 299.80      | 0.0000 |
| 0256030001     | DUCHA GIRATORIA BRAZO Y CANOPLA   | und    | 1.0000   | 71.80       | 0.0000 |
| 02560400010005 | LLAVE DE LAVATORIO  | und    | 1.0000   | 45.50       | 0.0000 |
| 02610800020005 | ACCESORIO PARA BIODIGESTOR  | gib    | 1.0000   | 5.93        | 0.0000 |
| 02610800020006 | ACCESORIO PARA TRAMPAS DE GRASA   | gib    | 1.0000   | 149.29      | 0.0000 |
| 02610800020007 | CAJA DE CONCRETO CON TAPA 50X80   | und    | 3.0000   | 323.01      | 0.0000 |
| 02620500010003 | INTERRUPTOR 2 x 25 A  | und    | 1.0000   | 36.65       | 0.0000 |
| 02620500010004 | INTERRUPTOR 2 x 20 A  | und    | 1.0000   | 36.44       | 0.0000 |
| 02620500010005 | INTERRUPTOR 2 x 16 A  | und    | 1.0000   | 36.87       | 0.0000 |
| 02620500010006 | INTERRUPTOR 2 x 63 A  | und    | 1.0000   | 42.84       | 0.0000 |
| 0262050007     | INTERRUPTOR UNIPOLAR  | und    | 8.0000   | 245.28      | 0.0000 |
| 0262050008     | INTERRUPTOR TRIPOLAR  | und    | 1.0000   | 39.70       | 0.0000 |
| 0262090001     | DADO CONMUTADOR   | und    | 2.2500   | 68.63       | 0.0000 |
| 0262090002     | DADO INTERRUPTOR  | und    | 5.2500   | 151.21      | 0.0000 |
| 0262090004     | DADO PULSADOR   | und    | 0.3000   | 7.34        | 0.0000 |
| 02621300010004 | TOMACORRIENTE UNIVERSAL DOBLE + L.T.                                    | und    | 22.0000  | 240.46      | 0.0000 |
| 02621400010007 | PLACA CIEGA DE ALUMINIO ANODIZADO                                       | und    | 0.3000   | 3.75        | 0.0000 |
| 02621400010025 | PLACA A PRUEBA DE AGUA IDROBOX  | und    | 11.0000  | 36.41       | 0.0000 |
| 02621400010026 | PLACA ALUMINIO DOBLE  | und    | 8.6600   | 128.60      | 0.0000 |
| 02621400010027 | PLACA ALUMINIO SIMPLE   | und    | 3.1700   | 41.90       | 0.0000 |
| 02621400010028 | PLACA ALUMINIO TRIPLE   | und    | 0.2200   | 3.80        | 0.0000 |
| 02680400010001 | CAJA DE PASE OCTOGONAL SAP 100 X 40 mm                                  | und    | 10.0000  | 14.50       | 0.0000 |
| 02680900010004 | CAJA RECTANGULAR FIERRO GALVANIZADO 100x55x50 mm                        | und    | 9.0000   | 21.78       | 0.0000 |
| 02680900010005 | CAJA RECTANGULAR FIERRO GALVANIZADO DE 100 x 50 x 40 mm (6" X 2" X 1½") | und    | 17.2700  | 48.34       | 0.0000 |
| 02681200010002 | CAJA DE PASE CUADRADA DE FIERRO GALVANIZADO DE 100x100x50 mm            | und    | 0.7200   | 1.83        | 0.0000 |
| 0268300001     | TAPA CIEGA  | und    | 0.4400   | 0.55        | 0.0000 |
| 02683000010001 | TAPA 1 GANG   | und    | 0.7200   | 3.28        | 0.0000 |
| 0270010014     | ALAMBRE TW 2.5 mm2  | m      | 205.4500 | 5,041.81    | 0.0000 |
| 0270010015     | ALAMBRE TW 4 mm2  | m      | 116.8400 | 3,252.91    | 0.0000 |
| 0271050042     | CABLE DE COBRE DESNUDO 16 mm2   | m      | 71.9300  | 368.98      | 0.0000 |
| 0272010066     | TUERCA Fo.Go. 1/2"  | und    | 8.0000   | 8.80        | 0.0000 |
| 0272040023     | CONECTORES DE COBRE TIPO A/B  | und    | 1.0000   | 12.54       | 0.0000 |
| 0272040042     | VARILLA DE COBRE DE 3/4" X 2.40 m                                       | und    | 1.0000   | 249.42      | 0.0000 |
| 0272040043     | REGISTRO CON TAPA PARA POZO DE PUESTA A TIERRA                          | und    | 1.0000   | 28.70       | 0.0000 |
| 02720400440001 | DOSIS ECOGEL 8KG.   | bol    | 2.0000   | 53.08       | 0.0000 |
| 02740100020002 | TABLERO GABINETE METAL BARRA BRONCE 12 POLOS T-AA AA                    | und    | 1.0000   | 448.45      | 0.0000 |
| 0276020077     | SIFON DESMONTABLE 1 1/4"  | und    | 2.0000   | 23.80       | 0.0000 |
| 0276030001     | SEPARADORES PLASTICOS (4 cm.) EN FIERRO DE COLUMNA                      | mill   | 91.4000  | 533.79      | 0.0000 |
| 0276030007     | DADOS DE CONCRETO (0.05x0.50x0.25 m.)                                   | und    | 121.8700 | 10,663.55   | 0.0000 |
| 02901300060004 | CERA PASTA ROJA   | und    | 24.4000  | 144.69      | 0.0000 |
| 02902400040006 | FIERRO LISO DE 1/2"   | m      | 2.1000   | 5.33        | 0.0000 |

Fecha : 28/10/2022 09:38:29p. m.

**Precios y cantidades de recursos requeridos (con incidencia)**

Obra **0103002 Tesis. Vivienda de albanilería**  
 Fecha **01/01/2022**  
 Lugar **140305 LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MOCHUMI**

| Código         | Recurso  | Unidad | Cantidad     | Parcial S/. | % Inc.            |
|----------------|--|--------|--------------|-------------|-------------------|
| 0292010005     | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 2",<br>2-1/2" 3" | kg     | 5.1800       | 25.13       | 0.0000            |
| 0301000002     | NIVEL TOPOGRAFICO                              | dia    | 2.0700       | 61.53       | 0.0000            |
| 03010000110001 | TEODOLITO                                      | dia    | 2.0700       | 263.72      | 0.0000            |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                          | %mo    |              | 1,075.76    | 0.0000            |
| 03010300040004 | PUNTALES S-2                                   | dia    | 58.0300      | 2,661.83    | 0.0000            |
| 03010400030002 | MOTOBOMBA 3" (7 HP)                            | dia    | 0.2700       | 18.28       | 0.0000            |
| 03010600020001 | REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"                 | und    | 0.6400       | 69.13       | 0.0000            |
| 0301080001     | CEPILLADORA ELECTRICA                          | hm     | 4.0300       | 494.24      | 0.0000            |
| 03010800030002 | SIERRA CIRCULAR                                | hm     | 2.0200       | 253.75      | 0.0000            |
| 0301100001     | COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO<br>PLANCHA 7 HP   | hm     | 15.2700      | 323.50      | 0.0000            |
| 03012200040002 | CAMION VOLQUETE DE 10 m3                       | hm     | 21.7800      | 5,604.01    | 0.0000            |
| 03012900010004 | VIBRADOR A GASOLINA                            | dia    | 1.9700       | 324.07      | 0.0000            |
| 0301290003     | MEZCLADORA DE CONCRETO                         | hm     | 25.3800      | 982.34      | 0.0000            |
| 03012900030001 | MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23<br>HP)        | hm     | 15.7800      | 668.69      | 0.0000            |
| 0301340001     | ANDAMIO METALICO                               | dia    | 23.8300      | 2,423.29    | 0.0000            |
| 03014900010001 | CORDEL   | rl     | 0.6200       | 7.92        | 0.0000            |
|                |  |        | <b>TOTAL</b> | <b>S/.</b>  | <b>176,182.38</b> |

## Anexo 20: Presupuesto de la vivienda de albañilería

S10

Página

1

### Presupuesto

Presupuesto **0103002 Tesis. Vivienda de albañilería**  
 Cliente **CIELO VILCHEZ** Costo al **05/01/2022**  
 Lugar **LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MOCHUMI**

| Item        | Descripción   | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/.      |
|-------------|---|------|---------|------------|------------------|
| 01          | <b>ARQUITECTURA Y ACABADOS</b>  |      |         |            | <b>71,570.83</b> |
| 01.01       | <b>NIVELACIONES</b>   |      |         |            | <b>738.56</b>    |
| 01.01.01    | TRAZO Y REPLANTEO INICAL  | m2   | 103.73  | 7.12       | 738.56           |
| 01.02       | <b>MUROS Y TABIQUES</b>   |      |         |            | <b>6,092.75</b>  |
| 01.02.01    | MURO LADRILLO K.K.DE ARCILLA 18 H ( 0.09x0.13x0.24) AMARRE DE SOGA<br>JUNTA 1.5 cm. MORTERO 1:1.5 | m2   | 82.58   | 73.78      | 6,092.75         |
| 01.03       | <b>REVOQUES Y ENLUCIDOS</b>   |      |         |            | <b>11,028.94</b> |
| 01.03.01    | TARRAJEO MUROS INTERIORES   | m2   | 117.48  | 26.10      | 3,066.23         |
| 01.03.02    | TARRAJEO MUROS EXTERIORES   | m2   | 47.68   | 55.15      | 2,629.55         |
| 01.03.03    | TARRAJEO COLUMNAS DE CONFINAMIENTO  | m2   | 52.56   | 66.54      | 3,497.34         |
| 01.03.04    | TARRAJEO DE VIGAS   | m2   | 11.42   | 66.54      | 759.89           |
| 01.03.05    | VESTIDURA DE DERRAMES C:A 1:5 E=13-16 CM  | m    | 48.40   | 22.23      | 1,075.93         |
| 01.04       | <b>CIELO RASOS</b>  |      |         |            | <b>3,318.24</b>  |
| 01.04.01    | TARRAJEO DE CIELORASO   | m2   | 89.32   | 37.15      | 3,318.24         |
| 01.05       | <b>PISOS</b>  |      |         |            | <b>8,837.04</b>  |
| 01.05.01    | CONTRAPISO DE 6"  | m2   | 28.40   | 39.43      | 1,119.81         |
| 01.05.02    | TRAZO Y REPLANTEO INICAL  | m2   | 103.76  | 7.12       | 738.77           |
| 01.05.03    | PISO DE CEMENTO PULIDO  | m2   | 94.68   | 35.11      | 3,324.21         |
| 01.05.04    | PISO DE CEMENTO PULIDO EN TECHO   | m2   | 104.08  | 35.11      | 3,654.25         |
| 01.06       | <b>CARPINTERIA DE MADERA</b>  |      |         |            | <b>40,323.61</b> |
| 01.06.01    | PUERTA CONTRAPLACADA 35 mm CON TRIPLAY 4 mm INCLUYE MARCO<br>CEDRO 2'X3"                          | m2   | 13.20   | 2,011.86   | 26,556.55        |
| 01.06.02    | VENTANA DE MADERA CEDRO CON HOJAS   | m2   | 10.08   | 1,365.78   | 13,767.06        |
| 01.07       | <b>VIDRIOS Y CRISTALES</b>  |      |         |            | <b>825.45</b>    |
| 01.07.01    | VIDRIO TEMPLADO e=8 mm  | m2   | 10.08   | 81.89      | 825.45           |
| 01.08       | <b>VARIOS</b>   |      |         |            | <b>406.24</b>    |
| 01.08.01    | LIMPIEZA DE VIDRIOS   | m2   | 10.08   | 1.93       | 19.45            |
| 01.08.02    | ENCERADO DE PISOS   | m2   | 94.57   | 4.09       | 386.79           |
| 01          | <b>ESTRUCTURAS</b>  |      |         |            | <b>77,908.25</b> |
| 01.01       | <b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>  |      |         |            | <b>11,367.45</b> |
| 01.01.01    | <b>EXCAVACIONES</b>   |      |         |            | <b>2,188.26</b>  |
| 01.01.01.01 | EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMENTOS   | m3   | 31.91   | 38.58      | 1,231.09         |
| 01.01.01.02 | EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA SOBRECIMENTOS  | m3   | 24.81   | 38.58      | 957.17           |
| 01.01.02    | <b>RELLENOS</b>   |      |         |            | <b>1,301.39</b>  |
| 01.01.02.01 | RELLENO COMPACTADO CON AFIRMADO   | m3   | 13.62   | 95.55      | 1,301.39         |
| 01.01.03    | <b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>  |      |         |            | <b>6,379.94</b>  |
| 01.01.03.01 | ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/kíia  | m3   | 68.06   | 93.74      | 6,379.94         |
| 01.01.04    | <b>NIVELACIONES</b>   |      |         |            | <b>1,497.86</b>  |
| 01.01.04.01 | NIVELACION RIEGO Y COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE   | m2   | 103.73  | 7.32       | 759.30           |
| 01.01.04.02 | TRAZO Y REPLANTEO INICAL  | m2   | 103.73  | 7.12       | 738.56           |
| 01.02       | <b>OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>   |      |         |            | <b>8,743.55</b>  |
| 01.02.01    | CONCRETO CICLOPEO f <sub>c</sub> =175 kg/cm <sup>2</sup> + 30% P.G.                               | m3   | 28.36   | 251.72     | 7,138.78         |
| 01.02.02    | SOLIDO e=4"   | m2   | 35.44   | 28.93      | 1,025.28         |
| 01.02.03    | FALSO PISO e=2"   | m2   | 27.27   | 21.25      | 579.49           |
| 01.03       | <b>OBRAS DE CONCRETO ARMADO</b>   |      |         |            | <b>57,797.25</b> |
| 01.03.01    | <b>SOBRECIMENTOS</b>  |      |         |            | <b>11,227.11</b> |
| 01.03.01.01 | CONCRETO SOBRECIMIENTO f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>                                     | m3   | 9.81    | 472.06     | 4,630.91         |
| 01.03.01.02 | ENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO h=0.60 m   | m2   | 78.43   | 50.08      | 3,927.77         |
| 01.03.01.03 | DESENCOFRADO SOBRECIMENTOS  | m2   | 78.43   | 6.89       | 540.38           |
| 01.03.01.04 | ACERO CORRUGADO F <sub>y</sub> = 4200 kg/cm <sup>2</sup> GRADO 60                                 | kg   | 481.46  | 4.42       | 2,128.05         |
| 01.03.02    | <b>COLUMNA DE AMARRE</b>  |      |         |            | <b>17,688.25</b> |
| 01.03.02.01 | CONCRETO COLUMNAS f <sub>c</sub> =210 kg/cm <sup>2</sup>  | m3   | 2.64    | 481.02     | 1,269.89         |
| 01.03.02.02 | ENCOFRADO DE COLUMNAS   | m2   | 52.56   | 268.35     | 14,104.48        |

Fecha : **28/10/2022 09:34:39p. m.**

S10

Página 2

## Presupuesto

Presupuesto 0103002 Tesis. Vivienda de albanileria  
 Cliente CIELO VILCHEZ  
 Lugar LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MOCHUMI

Costo al 05/01/2022

| Item           | Descripción                                       | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/.      |
|----------------|---|------|---------|------------|------------------|
| 01.03.02.03    | DESENCOFRADO COLUMNAS                             | m2   | 52.56   | 6.89       | 362.14           |
| 01.03.02.04    | ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60          | kg   | 441.57  | 4.42       | 1,951.74         |
| 01.03.03       | <b>VIGAS</b>                                      |      |         |            | <b>7,030.78</b>  |
| 01.03.03.01    | CONCRETO VIGAS fc=210 kg/cm2                      | m3   | 2.29    | 353.24     | 808.92           |
| 01.03.03.02    | ENCOFRADO DE VIGAS                                | m2   | 11.42   | 268.35     | 3,064.56         |
| 01.03.03.03    | DESENCOFRADO VIGAS                                | m2   | 11.42   | 6.89       | 78.68            |
| 01.03.03.04    | ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60          | kg   | 696.52  | 4.42       | 3,078.62         |
| 01.03.04       | <b>LOSAS ALIGERADAS</b>                           |      |         |            | <b>21,851.11</b> |
| 01.03.04.01    | CONCRETO LOSAS fc= 210 kg/cm2                     | m3   | 7.39    | 406.66     | 3,005.22         |
| 01.03.04.02    | ENCOFRADO LOSAS ALIGERADAS                        | m2   | 89.93   | 40.36      | 3,629.57         |
| 01.03.04.03    | DESENCOFRADO LOSAS                                | m2   | 89.93   | 6.89       | 619.62           |
| 01.03.04.04    | ACERO CORRUGADO FY= 4200 kg/cm2 GRADO 60          | kg   | 405.13  | 4.42       | 1,790.67         |
| 01.03.04.05    | LADRILLO PARA TECHO DE h=0.15 m                   | und  | 786.00  | 8.20       | 6,445.20         |
| 01.03.04.06    | <b>ESTRUCTURAS DE MADERA</b>                      |      |         |            | <b>6,360.83</b>  |
| 01.03.04.06.01 | COLUMNAS DE MADERA 6x6                            | m    | 10.40   | 123.35     | 1,282.84         |
| 01.03.04.06.02 | VIGAS DE MADERA 5x6                               | m    | 2.40    | 110.10     | 264.24           |
| 01.03.04.06.03 | VIGUETAS DE MADERA 4x6                            | m    | 12.00   | 94.97      | 1,139.64         |
| 01.03.04.06.04 | TABLON DE MADERA 4x1                              | m    | 64.80   | 52.51      | 3,402.65         |
| 01.03.04.06.05 | ARRIOSTRE D=2"                                    | m    | 14.08   | 19.28      | 271.46           |
| 01             | <b>INSTALACIONES SANITARIAS</b>                   |      |         |            | <b>12,375.73</b> |
| 01.01          | <b>APARATOS SANITARIOS</b>                        |      |         |            | <b>3,269.91</b>  |
| 01.01.01       | <b>NIVELACIONES</b>                               |      |         |            | <b>1,497.86</b>  |
| 01.01.01.01    | NIVELACION RIEGO Y COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE | m2   | 103.73  | 7.32       | 759.30           |
| 01.01.01.02    | TRAZO Y REPLANTEO INICAL                          | m2   | 103.73  | 7.12       | 738.56           |
| 01.01.02       | <b>EXCAVACIONES</b>                               |      |         |            | <b>114.01</b>    |
| 01.01.02.01    | EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA TUBERIAS         | m3   | 0.85    | 38.58      | 32.79            |
| 01.01.02.02    | <b>RELLENOS</b>                                   |      |         |            |                  |
| 01.01.02.03    | RELLENO COMPACTADO CON AFIRMADO                   | m3   | 0.85    | 95.55      | 81.22            |
| 01.01.03       | <b>SUMINISTRO DE APARATOS SANITARIOS</b>          |      |         |            | <b>808.98</b>    |
| 01.01.03.01    | SUMINISTRO DE INODORO                             | und  | 1.00    | 249.08     | 249.08           |
| 01.01.03.02    | SUMINISTRO DE LAVAMANOS                           | und  | 1.00    | 276.20     | 276.20           |
| 01.01.03.03    | SUMINISTRO DE LAVATORIO DE COCINA                 | und  | 1.00    | 283.70     | 283.70           |
| 01.01.04       | <b>SUMINISTRO DE ACCESORIOS</b>                   |      |         |            | <b>656.16</b>    |
| 01.01.04.01    | SUMINISTRO DE DUCHA                               | und  | 1.00    | 71.80      | 71.80            |
| 01.01.04.02    | SUMINISTRO DE TOALLERA                            | und  | 1.00    | 45.90      | 45.90            |
| 01.01.04.03    | SUMINISTRO DE PAPELERA                            | und  | 1.00    | 35.90      | 35.90            |
| 01.01.04.04    | INSTALACION DE LAVATORIOS                         | und  | 2.00    | 167.52     | 335.04           |
| 01.01.04.05    | INSTALACION DE INODORO                            | und  | 1.00    | 167.52     | 167.52           |
| 01.01.05       | <b>INSTALACION DE ACCESORIOS</b>                  |      |         |            | <b>192.90</b>    |
| 01.01.05.01    | <b>INSTALACION DE APARATOS SANITARIOS</b>         |      |         |            | <b>192.90</b>    |
| 01.01.05.01.01 | INSTALACION DE DUCHAS                             | und  | 1.00    | 167.52     | 167.52           |
| 01.01.05.01.02 | INSTALACION DE TOALLERAS                          | und  | 1.00    | 12.69      | 12.69            |
| 01.01.05.01.03 | INSTALACION DE PAPELERA                           | und  | 1.00    | 12.69      | 12.69            |
| 01.02          | <b>SISTEMA DE AGUA FRIA</b>                       |      |         |            | <b>1,399.46</b>  |
| 01.02.01       | SALIDA DE AGUA FRIA 1/2"                          | ptb  | 5.00    | 99.90      | 499.50           |
| 01.02.02       | <b>REDES DE DISTRIBUCION</b>                      |      |         |            | <b>689.07</b>    |
| 01.02.02.01    | TUBERIA DE PVC AGUA FRIA CLASE 10 Ø 1/2"          | m    | 22.76   | 22.04      | 501.63           |
| 01.02.02.02    | TUBERIA DE PVC AGUA FRIA CLASE 10 Ø 3/4"          | m    | 1.63    | 23.21      | 37.83            |
| 01.02.02.03    | TUBERIA DE PVC AGUA FRIA CLASE 10 Ø 1"            | m    | 3.40    | 24.71      | 84.01            |
| 01.02.02.04    | TUBERIA DE PVC AGUA FRIA CLASE 10 Ø 1 1/4"        | m    | 2.50    | 26.24      | 65.60            |
| 01.02.03       | <b>ACCESORIOS DE REDES DE AGUA</b>                |      |         |            | <b>74.09</b>     |
| 01.02.03.01    | CODO DE PVC DE 1/2"                               | und  | 1.00    | 10.12      | 10.12            |

Fecha : 28/10/2022 09:34:39p. m.

S10

Página

3

## Presupuesto

Presupuesto 0103002 Tesis. Vivienda de albanileria  
 Cliente CIELO VILCHEZ  
 Lugar LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MOCHUMI

Costo al

05/01/2022

| Item        | Descripción  | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/.      |
|-------------|--|------|---------|------------|------------------|
| 01.02.03.02 | CODO DE PVC DE 3/4"  | und  | 1.00    | 12.83      | 12.83            |
| 01.02.03.03 | CODO DE PVC DE 1"  | und  | 1.00    | 13.56      | 13.56            |
| 01.02.03.04 | CODO DE PVC DE 1 1/4"  | und  | 1.00    | 15.86      | 15.86            |
| 01.02.03.05 | TEE DE PVC DE 1/2"   | und  | 1.00    | 11.24      | 11.24            |
| 01.02.03.06 | REDUCCION DE 3/4" A 1/2"   | und  | 1.00    | 10.48      | 10.48            |
| 01.02.04    | <b>VALVULAS</b>  |      |         |            | <b>136.80</b>    |
| 01.02.04.01 | VALVULA DE PASO DE 1/2"  | und  | 1.00    | 53.09      | 53.09            |
| 01.02.04.02 | VALVULA DE PASO DE 1"  | und  | 1.00    | 83.71      | 83.71            |
| 01.03       | <b>DESAGUE Y VENTILACION</b>   |      |         |            | <b>6,856.76</b>  |
| 01.03.01    | SALIDA DE DESAGUE EN PVC 2"  | ptb  | 5.00    | 75.40      | 377.00           |
| 01.03.02    | SALIDA DE VENTILACION  | ptb  | 1.00    | 81.43      | 81.43            |
| 01.03.03    | <b>REDES DE DERIVACION</b>   |      |         |            | <b>1,238.27</b>  |
| 01.03.03.01 | TUBERIA DE DESAGUE PVC SAP 2"  | m    | 50.98   | 18.49      | 942.62           |
| 01.03.03.02 | TUBERIA DE DESAGUE PVC SAP 4"  | m    | 11.04   | 26.78      | 295.65           |
| 01.03.04    | <b>REDES COLECTORAS</b>  |      |         |            | <b>500.06</b>    |
| 01.03.04.01 | TUBERIA DE DESAGUE PVC SAP 2"  | m    | 11.62   | 18.49      | 214.85           |
| 01.03.04.02 | TUBERIA DE DESAGUE PVC SAP 4"  | m    | 10.65   | 26.78      | 285.21           |
| 01.03.05    | <b>ACCESORIOS DE REDES COLECTORAS</b>  |      |         |            | <b>640.17</b>    |
| 01.03.05.01 | CODO 135° PVC SAL-2"   | und  | 1.00    | 30.17      | 30.17            |
| 01.03.05.02 | YEE PVC SAL-2"   | und  | 1.00    | 32.17      | 32.17            |
| 01.03.05.03 | YEE PVC SAL-4"   | und  | 3.00    | 50.52      | 151.56           |
| 01.03.05.04 | YEE PVC SAL-4" A 2"  | und  | 3.00    | 38.23      | 114.69           |
| 01.03.05.05 | SUMIDERO DE BRONCE ROSCADO 2"  | und  | 2.00    | 88.78      | 177.56           |
| 01.03.05.06 | REGISTRO DE BRONCE 4"  | und  | 1.00    | 111.37     | 111.37           |
| 01.03.05.07 | SOMBRERO DE VENTILACION 2"   | und  | 1.00    | 22.65      | 22.65            |
| 01.03.06    | <b>CAMARAS DE INSPECCION</b>   |      |         |            | <b>1,403.34</b>  |
| 01.03.06.01 | CAJA DE REGISTRO DE 12"X24" CON TAPA DE CONCRETO   | und  | 2.00    | 406.09     | 812.18           |
| 01.03.06.02 | TRAMPA DE GRASA  | und  | 1.00    | 591.16     | 591.16           |
| 01.03.07    | <b>BIODIGESTOR</b>   |      |         |            | <b>1,686.18</b>  |
| 01.03.07.01 | EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA BIODIGESTOR   | m3   | 7.20    | 38.58      | 277.78           |
| 01.03.07.02 | RELLENO COMPACTADO CON AFIRMADO  | m3   | 1.16    | 95.55      | 110.84           |
| 01.03.07.03 | RELLENO COMPACTADO CON P.M.  | m3   | 0.06    | 77.37      | 4.64             |
| 01.03.07.04 | SUMINISTRO E INSTALACION DE BIODIGESTOR  | und  | 1.00    | 1,292.92   | 1,292.92         |
| 01.03.08    | <b>FOSA DE PERCOLACION</b>   |      |         |            | <b>930.31</b>    |
| 01.03.08.01 | EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA FOSA DE PERCOLACION   | m3   | 7.20    | 38.58      | 277.78           |
| 01.03.08.02 | RELLENO COMPACTADO CON AFIRMADO  | m3   | 0.86    | 95.55      | 82.17            |
| 01.03.08.03 | RELLENO COMPACTADO CON P.M.  | m3   | 0.42    | 77.37      | 32.50            |
| 01.03.08.04 | MURO LADRILLO K.K. DE ARCILLA 18 H ( 0.09x0.13x0.24) AMARRE DE SOGA<br>JUNTA 1.5 cm. MORTERO 1:1.5 | m2   | 7.29    | 73.78      | 537.86           |
| 01.04       | <b>ALMACENAMIENTO DE AGUA</b>  |      |         |            | <b>849.60</b>    |
| 01.04.01    | TANQUE DE AGUA DE ETERNIT DE 600 LITROS INCLUYE ACC. INTERNOS                                      | und  | 1.00    | 849.60     | 849.60           |
| 01          | <b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>  |      |         |            | <b>14,312.38</b> |
| 01.01       | <b>CONEXION A LA RED EXTERNA</b>   |      |         |            | <b>11.19</b>     |
| 01.01.01    | ACOMETIDA DOMICILIARIA CONFIGURACION LARGA   | und  | 1.00    | 11.19      | 11.19            |
| 01.02       | <b>SALIDA PARA ALUMBRADOS, TOMACORRIENTES, FUERZAS Y SENALES<br/>DEBILES</b>                       |      |         |            | <b>14,301.19</b> |
| 01.02.01    | SALIDA PARA TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE + L.T. A PRUEBA DE AGUA                                    | ptb  | 11.00   | 488.25     | 5,370.75         |
| 01.02.02    | SALIDA PARA CENTRO DE LUZ  | ptb  | 10.00   | 542.47     | 5,424.70         |
| 01.02.03    | SALIDA PARA PULSADOR SIMPLE  | ptb  | 8.00    | 140.72     | 1,125.76         |
| 01.02.04    | SALIDA PARA PULSADOR TRIPLE  | ptb  | 1.00    | 148.76     | 148.76           |
| 01.02.05    | TABLERO DE AA.AA   | und  | 1.00    | 758.59     | 758.59           |
| 01.02.06    | POZO A TIERRA  | und  | 1.00    | 873.94     | 873.94           |
| 01.02.07    | CABLE DE COBRE DESNUDO   | m    | 68.50   | 8.74       | 598.69           |

Fecha : 28/10/2022 09:34:39p. m.

S10

Página 4

**Presupuesto**

Presupuesto 0103002 Tesis. Vivienda de albanileria  
Cliente CIELO VILCHEZ Costo al 05/01/2022  
Lugar LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MOCHUMI

| Item | Descripción   | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|------|---------------|------|---------|------------|-------------|
|      | COSTO DIRECTO |      |         |            | 176,167.19  |

Fecha : 28/10/2022 09:34:39p. m.

### Anexo 21: Memoria de cálculo HE Energía en vivienda de albañilería

EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBE RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMÍ, 2021

#### VIVIENDA UNIFAMILIAR - SISTEMA DE MUROS PORTANTES

#### CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA - CONSUMO DE ENERGÍA

#### H.E. por consumo de Combustible

#### RESUMEN DE HORAS MAQUINA POR ESPECIALIDAD

| ESPECIALIDAD             | UND. | CANTIDAD | PARCIAL  |
|--------------------------|------|----------|----------|
| Estructuras              | hm   | 69.19    | 96.15 HM |
| Arquitectura             | hm   | 22.55    |          |
| Instalaciones Sanitarias | hm   | 4.41     |          |
| Instalaciones Eléctricas | hm   | 0.00     |          |

| Recurso                                    | Unidad | Cantidad | Consumo en litros | Consumo por recurso en lts |
|--|--------|----------|-------------------|----------------------------|
| MOTOBOMBA 3" (7 HP)                        | hm     | 2.16     | 1.73              | 3.734032                   |
| COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP  | hm     | 15.27    | 1.8               | 27.47988                   |
| CAMION VOLQUETE DE 10 m3                   | hm     | 21.78    | 33.27             | 724.593984                 |
| VIBRADOR A GASOLINA                        | hm     | 15.78    | 1.30              | 20.514                     |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)       | hm     | 41.17    | 3.30              | 135.84714                  |
| <b>Consumo total de combustible en lts</b> |        |          |                   | <b>912.17 lts</b>          |

Consumo total de combustible en lts considerando desperdicio: 921.29 lts

Intensidad de energía del combustible = 35 MJ/ (Litro de Combustible)

Intensidad de energía total en MJ 32,245.2 MJ

Intensidad de energía total en GJ 32.25 GJ

#### HUELLA RELACIONADA AL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

$$HE_{cc} = \frac{C}{PE_i} \times FE_f$$

Donde:

$HE_{cc}$ : Huella ecológica ponderada del consumo de combustible en obra (hag)

$PE_i$ : Productividad energética (GJ/ha) 50 GJ/ha

$C$ : Consumo de combustible (GJ)

$FE_f$ : Factor de equivalencia 2.51 hag/ha

| Recurso  | Productividad Energética (GJ/ha) |
|----------|----------------------------------|
| Diesel   | 50                               |
| Gasolina | 50                               |

| Tipo de área                  | Factor de equivalencia ( hag/ha ) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Tierras de cultivo            | 2.51                              |
| Tierras de bosque             | 1.26                              |
| Tierras de pastoreo           | 0.46                              |
| Aguas marinas y continentales | 0.37                              |

$HE_{cc}$ : 1.6 hag

## H.E. por consumo de Electricidad

## RESUMEN DE HORAS MAQUINA POR ESPECIALIDAD

| ESPECIALIDAD             | Und | Cantidad | Parcial  |
|--------------------------|-----|----------|----------|
| Estructuras              | HM  | 4.15     | 22.65 HM |
| Arquitectura             | HM  | 14.35    |          |
| Instalaciones Sanitarias | HM  | 4.15     |          |
| Instalaciones Eléctricas | HM  | 0.00     |          |

| Recursos                    | Und | Cantidad | Consumo KW | Consumo total de energía en KWH |
|-----------------------------|-----|----------|------------|---------------------------------|
| CEPILLADORA ELECTRICA       | hm  | 2.02     | 0.70 KW    | 1.41                            |
| ESTACION TOTAL              | hm  | 16.60    | 0.04 KW    | 0.61                            |
| SIERRA CIRCULAR             | hm  | 22.55    | 0.90 KW    | 20.29                           |
| <b>Consumo total en KWH</b> |     |          |            | <b>22.32 KWH</b>                |

Consumo total en kWh y otras consideraciones: 23.43 KWH

1kWh = 0.0036 GJ

Intensidad de energía total en GJ 0.08 GJ

## HUELLA RELACIONADA AL CONSUMO DE ELECTRICIDAD

$$HE_{ce} = \frac{C}{PE_i} \times FE_f$$

Donde:

$HE_{ce}$ : Huella ecológica ponderada del consumo de energía eléctrica (hag)

$PE_i$ : Productividad energética (GJ/ha)  $\longrightarrow$  0.14 GJ/ha

$C$ : Consumo de energía eléctrica (GJ) 0.08 GJ

$FE_f$ : Factor de equivalencia forestal 2.51 hag/ha

| Tipo de área                  | Factor de equivalencia (hag/ha) |
|-------------------------------|---------------------------------|
| Tierras de cultivo            | 2.51                            |
| Tierras de bosque             | 1.26                            |
| Tierras de pastoreo           | 0.46                            |
| Aguas marinas y continentales | 0.37                            |
| Área construida               | 2.51                            |

Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

$HE_{ce}$ : 1.516 hag

Anexo 22: Memoria de cálculo HE Agua en la vivienda de albañilería

EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBE RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMÍ, 2021

VIVIENDA UNIFAMILIAR - SISTEMA DE MUROS PORTANTES

CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA - CONSUMO DE AGUA

Cálculo de agua empleada

| Mano de Obra                     |          |                     |                  |
|----------------------------------|----------|---------------------|------------------|
|                                  | HH       | Duración de la obra | Personas por día |
| Capataz                          | 25.04    | 2.4 meses           | 0.05             |
| Operario                         | 1,024.55 |                     | 2.22             |
| Oficial                          | 308.01   |                     | 0.67             |
| Peón                             | 1,406.93 |                     | 3.05             |
| Operador de equipo liviano       | 32.07    |                     | 0.07             |
| Operario topográfico             | 16.60    |                     | 0.04             |
| Numero de trabajadores en un día |          |                     | 6 Personas/Día   |

|  |          |
|--|----------|
| Agua para el aseo 01 trabajador por día          | 0.030 m3 |
| Agua por día para el aseo todos los trabajadores | 0.18 m3  |

|  |                  |
|--|------------------|
| Total de agua - Estructuras                    | 113.19 m3        |
| Total de agua - Arquitectura                   | 43.68 m3         |
| Total de agua - Eléctricas                     | 0.00 m3          |
| Total de agua - Sanitarias                     | 104.28 m3        |
| Total de agua para el aseo de los trabajadores | 10.55 m3         |
| Agua para otros usos                           | 26.11 m3         |
| <b>Agua total empleada en obra</b>             | <b>297.81 m3</b> |

Calculo de la Huella Ecológica del Agua (hag)

$$HE_{pa} = \frac{C}{Pb} \times FE_B$$

Donde:

$HE_{pa}$ : Huella ecológica ponderada del agua (hag)

$FE_B$ : Factor de equivalencia para los bosques

$C$ : Consumo de agua (m3)

$Pb$ : Productividad (m3/ha)

| Tipo de área                  | Factor de equivalencia ( hag/ha ) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Tierras de cultivo            | 2.51                              |
| Tierras de bosque             | 1.26                              |
| Tierras de pastoreo           | 0.46                              |
| Aguas marinas y continentales | 0.37                              |
| Área construida               | 2.51                              |

Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

$$HE_{pa} = 4.98 \text{ hag}$$

## Anexo 23: Memoria de cálculo HE Mano de obra - Alimentos en la vivienda de albañilería

EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBE RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMÍ, 2021

VIVIENDA UNIFAMILIAR - SISTEMA DE MUROS PORTANTES

CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA - CONSUMO DE ALIMENTOS

PARÁMETROS POR TIPO DE PRODUCCIÓN

| Alimentos                     | % Alimentos | Consumo (t/S/ 1,000) | Intensidad energética (GJ/t) | FE Cultivo | Prod. Petróleo (GJ/ha) | Prod. Natural (t/ha) | FE Pastos | FE Mar | FE Cultivo |
|-------------------------------|-------------|----------------------|------------------------------|------------|------------------------|----------------------|-----------|--------|------------|
| Cereales                      | 20.00       | 0.88                 | 15.00                        | 2.51       | 50.00                  | 2.26                 |           |        | 2.51       |
| Carnes                        | 18.00       | 0.06                 | 80.00                        | 2.51       | 50.00                  | 0.03                 | 0.46      |        | 2.51       |
| Legumbres, raíces y tubérculo | 20.00       | 0.09                 | 10.00                        | 2.51       | 50.00                  | 6.73                 |           |        | 2.51       |
| Pescado                       | 15.00       | 0.04                 | 100.00                       | 2.51       | 50.00                  | 0.03                 |           | 0.37   | 2.51       |
| Bebidas                       | 8.00        | 1.12                 | 7.00                         | 2.51       | 50.00                  | 22.50                |           |        | 2.51       |
| Aceites                       | 8.00        | 0.07                 | 40.00                        | 2.51       | 50.00                  | 1.49                 |           |        | 2.51       |
| Lácteos                       | 8.00        | 0.47                 | 37.00                        | 2.51       | 50.00                  | 0.28                 | 0.46      |        | 2.51       |
| Azúcar                        | 3.00        | 0.30                 | 15.00                        | 2.51       | 50.00                  | 4.89                 |           |        | 2.51       |
|                               | 100%        |                      |                              |            |                        |                      |           |        |            |

Considerando el precio promedio de un almuerzo

Costo: S/ 7.00

Huella Ecológica Fósil

Fórmula para el cálculo de la Huella Fósil

$$HE_{cf} = \frac{Cx(IE)}{P_c} \times FE_B$$

Donde:

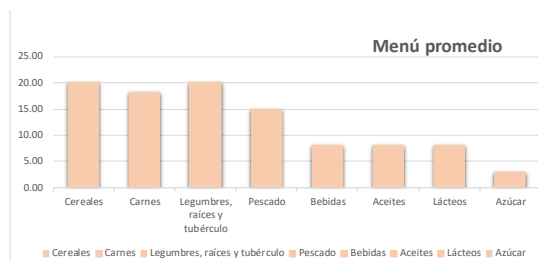
$HE_{cf}$ : Huella Ecológica Fósil (hag/comida)

$IE$ : Intensidad de energía (GJ/t)

$C$ : Consumo (t)

$FE_i$ : Factor de equivalencia forestal

$P_c$ : Productividad del petróleo (GJ/ha)  
50 GJ/ha



Formula general para el calculo de la huella fósil de todos los alimentos

$$HE_{cf} = \frac{C_s}{1000} \left[ \sum_i \left( \frac{\%alim}{100} \times C_i \times IE_i \right) \right] \frac{FE_B}{P_c}$$

Donde:

$HE_{cf}$ : Huella Fósil total (hag/comida)

$\%alim$ : Porcentaje que representa los alimentos de un plato promedio (Mochumi)

$C_s$ : Costo promedio de un plato de comida en Mochumi

$C_i$ : Consumo en toneladas por cada  
S/ 1,000.00

$IE_i$ : Intensidad energética (GJ/t)

$FE_B$ : Factor de equivalencia de cultivo

$P_c$ : Productividad del petróleo  
50 GJ/ha

| Tipo de área                  | Factor de equivalencia ( hag/ha ) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Tierras de cultivo            | 2.51                              |
| Tierras de bosque             | 1.26                              |
| Tierras de pastoreo           | 0.46                              |
| Aguas marinas y continentales | 0.37                              |
| Área construida               | 2.51                              |

Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

Cálculo de la Huella Fósil total con los datos obtenidos:

| Huella Fósil                  | hag/comida |
|-------------------------------|------------|
| Cereales                      | 0.00093    |
| Carnes                        | 0.00031    |
| Legumbres, raíces y tubérculo | 0.00048    |
| Pescado                       | 0.00021    |
| Bebidas                       | 0.00022    |
| Aceites                       | 0.00008    |
| Lácteos                       | 0.00049    |
| Azúcar                        | 0.00005    |

$HE_{ft}$ : 0.0028 hag/comida

**Huella Ecológica de pastos**

$$HE_{cp} = \frac{Cx(IE)}{P_n} \times FE_{pas}$$

Donde:

$HE_{pas}$ : Huella Ecológica de pastos (hag/comida)

$C$ : Consumo (t)

$P_n$ : Productividad natural (t/ha)

$FE_{pas}$ : Factor de equivalencia de pastos

**Fórmula general para el cálculo de la huella ecológica de pastos**

$$HE_{pas} = \frac{C_s}{1000} \left[ \sum_i \frac{\%alim_i \times c_i}{P_{ni}} \right] \times FE_p$$

Donde:

$HE_{pas}$ : Huella Ecológica de pastos (hag/comida)

$\%alim$ : Porcentaje que representa los alimentos de un plato promedio (Chiclayo), que pertenecen a pastos

$C_s$ : Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.

$C_i$ : Consumo en toneladas por cada

$P_{ni}$ : S/. 1,000.00 Productividades naturales de cada alimento

$FE_{pas}$ : Factor de equivalencia de pasto

| Tipo de área                  | Factor de equivalencia ( hag/ha ) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Tierras de cultivo            | 2.51                              |
| Tierras de bosque             | 1.26                              |
| <b>Tierras de pastoreo</b>    | <b>0.46</b>                       |
| Aguas marinas y continentales | 0.37                              |
| Área construida               | 2.51                              |

Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

**Cálculo de la Huella de pastos total con los datos obtenidos:**

| Huella Fósil | hag/comida |
|--------------|------------|
| Carnes       | 0.00107    |
| Lácteos      | 0.00044    |

$HE_{pas}$ : 0.0015 hag/comida

**Huella Ecológica de mar**

$$HE_{cm} = \frac{Cx(IE)}{P_c} \times FE_{pas}$$

Donde:

$HE_{mar}$ : Huella Ecológica de pastos (hag/comida)

$C$ : Consumo (t)

$P_n$ : Productividad natural (t/ha)

$FE_{mar}$ : Factor de equivalencia de mar

**Formula general para el calculo de la huella ecológica de mar**

$$HE_{mar} = \frac{C_s}{1000} \left[ \sum_i \frac{\%alim_i \times c_i}{P_{ni}} \right] \times FE_m$$

Donde:

$HE_{mar}$ : Huella Ecológica de mar (hag/comida)

$\%alim$ : Porcentaje que representa los alimentos de un plato promedio (Chiclayo), que pertenecen a mar

$C_s$ : Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.

$C_i$ : Consumo en toneladas por cada

$P_{ni}$ : S/. 1,000.00 Productividades naturales de cada alimento

$FE_{mar}$ : Factor de equivalencia de mar

| Tipo de área                         | Factor de equivalencia |
|--------------------------------------|------------------------|
| Tierras de cultivo                   | 2.51                   |
| Tierras de bosque                    | 1.26                   |
| Tierras de pastoreo                  | 0.46                   |
| <b>Aguas marinas y continentales</b> | <b>0.37</b>            |
| Área construida                      | 2.51                   |

Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

**Cálculo de la Huella de mar total con los datos obtenidos:**

$HE_{mar}$ : 0.0005 hag/comida

**Huella Ecológica de alimentos cultivados**

$$HE_{cm} = \frac{Cx(IE)}{P_c} \times FE_{pas}$$

Donde:

**HE<sub>cul</sub>**: Huella Ecológica de pastos (hag/comida)

**C**: Consumo (t)

**P<sub>n</sub>**: Productividad natural (t/ha)

**FE<sub>cul</sub>**: Factor de equivalencia de tierras de cultivo

**Fórmula general para el cálculo de la huella ecológica de alimentos cultivados**

$$HE_{cul} = \frac{c_s}{1000} \left[ \sum_i \frac{\%alim_i \times c_i}{Pn_i} \right] \times FE_c$$

Donde:

**HE<sub>cul</sub>**: Huella Ecológica de tierra de cultivo (hag/comida)

**%alim**: Porcentaje que representa los alimentos de un plato promedio (Chidayo), que pertenecen a alimentos cultivados

**C<sub>s</sub>**: Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.

**C<sub>i</sub>**: Consumo en toneladas por cada

S/. 1,000.00

**Pn<sub>i</sub>**: Productividades naturales de cada alimento

**FE<sub>cul</sub>**: Factor de equivalencia de tierras de cultivo

| Tipo de área                  | Factor de equivalencia ( hag/ha ) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Tierras de cultivo            | 2.51                              |
| Tierras de bosque             | 1.26                              |
| Tierras de pastoreo           | 0.46                              |
| Aguas marinas y continentales | 0.37                              |
| Área construida               | 2.51                              |

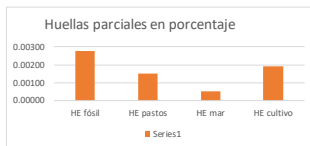
Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

**Cálculo de la Huella de alimentos cultivados totales con los datos obtenidos:**

| Huella de tierras de cultivo  | hag/comida |
|-------------------------------|------------|
| Cereales                      | 0.00137    |
| Legumbres, raíces y tubérculo | 0.00036    |
| Bebidas                       | 0.00007    |
| Aceites                       | 0.00007    |
| Azúcar                        | 0.00003    |

**HE<sub>cul</sub>**: 0.00191 hag/comida

| Cuadro resumen de las Huellas Parciales |         |
|---|---------|
| HE fósil                                | 0.00277 |
| HE pastos                               | 0.00151 |
| HE mar                                  | 0.00054 |
| HE cultivo                              | 0.00191 |



**Horas totales trabajadas por la mano de obra**

| Mano de Obra (hh)          |            |
|----------------------------|------------|
| Operario de equipo liviano | 32.06770   |
| Capataz                    | 25.04400   |
| Operario                   | 1024.54610 |
| Oficial                    | 308.01360  |
| Peón                       | 1406.93070 |
| Operario Topógrafo         | 16.59800   |



Numero total de horas trabajadas: 2,813.20 h

**Cálculo de la Huella Ecológica relacionada a la alimentación**

$$HE_{pal} = \frac{HE_c}{h_c} \times N_h$$

Donde:

**HE<sub>pal</sub>**: Huella ecológica ponderada de los alimentos (hag)

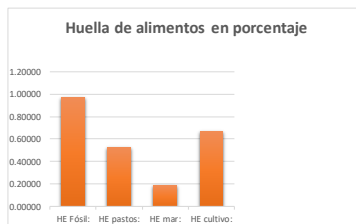
**HE<sub>c</sub>**: Huella ecológica expresada como hag/comida

**h<sub>c</sub>**: 8 horas/comida

**N<sub>h</sub>**: Numero de horas trabajadas

**Resultado de Huellas ponderadas**

|             |         |
|-------------|---------|
| HE Fósil:   | 0.97547 |
| HE pastos:  | 0.52935 |
| HE mar:     | 0.18844 |
| HE cultivo: | 0.67048 |



**HUELLA ECOLÓGICA TOTAL PRODUCIDA POR EL CONSUMO DE ALIMENTOS**

**HE<sub>alim</sub>**: 2.36 hag

## Anexo 24: Memoria de cálculo HE Mano de obra - Movilidad en la vivienda de albañilería

EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBE RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMÍ, 2021

### VIVIENDA UNIFAMILIAR - SISTEMA DE MUROS PORTANTES CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA - MANO DE OBRA: MOVILIDAD

| Mano de Obra                     |          |                     |                  |
|----------------------------------|----------|---------------------|------------------|
|                                  | HH       | Duración de la obra | Personas por día |
| Operario de equipo liviano       | 32.07    | 2.4 meses           | 0.07             |
| Capataz                          | 25.04    |                     | 0.05             |
| Operario                         | 1,024.55 |                     | 2.22             |
| Oficial                          | 308.01   |                     | 0.67             |
| Peón                             | 1,406.93 |                     | 3.05             |
| Operario Topógrafo               | 16.60    |                     | 0.04             |
| Número de trabajadores en un día |          |                     | 6 Personas/Día   |

Número total de horas trabajadas: 2,813.20 h

#### HIPÓTESIS DE DESPLAZAMIENTO

| DESPLAZAMIENTO MEDIO |             |
|----------------------|-------------|
| IDA (Km)             | VUELTA (Km) |
| 11.6                 | 11.6        |

#### OCUPACIÓN MEDIA POR VEHÍCULO

| TOTAL DE HORAS TRABAJADAS | VEHÍCULO EN EL QUE SE DESPLAZA | %(PORCENTAJE) | OCUPACIÓN DE INDIVIDUOS |
|---------------------------|--------------------------------|---------------|-------------------------|
| 2,813.20 h                | BICICLETA                      | 50            | 1 personas              |
|                           | MOTOTAXI                       | 30            | 3 personas              |
|                           | SERVICIO PÚBLICO               | 19            | 5 personas              |
|                           | AUTO                           | 1             | 4 personas              |

#### Duración total de la obra en horas

$$D = d \times h_e$$

Donde:

$h_e$ : Horas efectivas trabajadas por mano de obra 2280 horas/año

$d$ : Duración de obra en años 0.20 años

$D$ : Duración de obra en horas por trabajador 456 h

#### Número de trabajadores en obra

$$N_t = \frac{N_h}{D}$$

Donde:  $D$ : Duración de obra en horas 456 h

$N_h$ : Número total de horas trabajadas 2,813.20 h/Trabajadores

$N_t$ : Número de trabajadores 6 Trabajadores/Día

#### Número de vehículos empleados en obra

$$N_v = \frac{N_t}{O}$$

Donde:

$N_t$ : Número de trabajadores

$O$ : Ocupación media por vehículo

$N_v$ : Ocupación media por vehículo

#### Distancia total recorrida

$$D_t = N_v \times d_m$$

Donde:

$N_v$ : Número de vehículos en obra

$d_m$ : Distancia media recorrida por vehículo

$D_t$ : Distancia total recorrida

|                | VEHÍCULO EN EL QUE SE DESPLAZA | %(PORCENTAJE) | NÚMERO DE PERSONAS QUE VIAJAN | OCUPACIÓN DE INDIVIDUOS POR VEHÍCULO | NÚMERO DE VEHÍCULOS POR DÍA | DISTANCIA TOTAL RECORRIDA POR DÍA | CONSUMO (L/100km) | CONSUMO EN L POR DÍA | TIPO DE COMBUSTIBLE |
|----------------|--------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| 6 trabajadores | BICICLETA                      | 50            | 3                             | 1 personas                           | 3                           | 70 Km                             | 0                 | 0.00                 | No emplea           |
|                | MOTOTAXI                       | 30            | 2                             | 3 personas                           | 0.6                         | 14 Km                             | 3.031             | 0.42                 | gasolina            |
|                | SERVICIO PÚBLICO               | 19            | 1                             | 5 personas                           | 0.228                       | 5 Km                              | 11.50             | 0.62                 | gasolina            |
|                | AUTO                           | 1             | 0                             | 4 personas                           | 0.015                       | 0 Km                              | 7.88              | 0.03                 | gasolina            |

#### Cálculo de la Huella Ecológica relacionada a movilidad

$$HE_{pc} = \frac{C}{P_c} \times FE_B \times T_t$$

Donde:

$P_c$ : Productividad energética del combustible 50 GJ/ha

$C$ : Consumo en GJ 0.04 GJ

$FE_B$ : Factor de equivalencia de los bosques 2.51

$HE_{pc}$ : Huella Ecológica relacionada a movilidad hag

$T_t$ : Tiempo total de duración de la obra en días

|   |     |
|---|-----|
| Combustible por concepto de mantenimiento | 10% |
|---|-----|

| Tipo de área                  | Factor de equivalencia ( hag/ha ) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Tierras de cultivo            | 2.51                              |
| Tierras de bosque             | 1.26                              |
| Tierras de pastoreo           | 0.46                              |
| Aguas marinas y continentales | 0.37                              |
| Área construida               | 2.51                              |

Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

$HE_{pc}$ : 0.15 hag

## Anexo 25: Memoria de cálculo HE Materiales de construcción en la vivienda de albañilería

EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBE RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMÍ, 2021

## VIVIENDA UNIFAMILIAR - SISTEMA DE MUROS PORTANTES

## CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA - MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

| Codigo                       | MATERIAL  | Energía incorporada específica (MJ/kg) |        |        |        |        |        |       | Promedio |
|------------------------------|---|--|--------|--------|--------|--------|--------|-------|----------|
|                              |   | F1                                     | F2     | F3     | F4     | F5     | F6     | F7    |          |
| <b>Materiales Simples</b>    |   |  |        |        |        |        |        |       |          |
| 01                           | Acero comercial (20% reciclado)   | 20.10                                  | 30.00  | 30.00  |        | 35.73  |        | 35.00 | 50.17    |
| 02                           | Acero 100% reciclado (teórico)  |  | 30.00  |        |        |        |        | 35.00 | 82.50    |
| 03                           | Acero inoxidable  | 56.70                                  | 25.00  | 90.00  |        | 177.00 |        |       | 87.18    |
| 04                           | Aluminio primario   |  | 20.00  |        |        | 192.14 |        |       | 106.07   |
| 05                           | Aluminio 100% reciclado (teórico)   |  | 20.00  |        |        |        |        |       | 20.00    |
| 06                           | Aluminio 85% reciclado  |  | 30.00  |        |        |        |        |       | 30.00    |
| 07                           | Aluminio comercial (30% reciclado)  | 155.00                                 |        | 270.00 |        | 188.92 | 410.00 |       | 255.98   |
| 08                           | Arcilla cocida, ladrillo y tejas  | 6.50                                   |        |        |        | 2.90   | 3.50   |       | 4.30     |
| 09                           | Arcilla cocida, materiales cerámicos vitrificados                         | 6.50                                   |        |        |        | 2.90   |        |       | 4.70     |
| 10                           | Arcilla cocida. Sanitarios  | 6.50                                   |        |        |        | 2.90   |        |       | 4.70     |
| 11                           | Arena (áridos)  |  | 15.00  | 0.25   |        | 0.15   |        |       | 5.13     |
| 12                           | Asfalto en tela (oxiasfalto)  |  |        |        |        | 10.00  |        |       | 10.00    |
| 13                           | Cal   |  |        |        |        | 3.87   |        |       | 3.87     |
| 14                           | Cartón-yeso   |  |        |        |        | 6.23   |        |       | 6.23     |
| 15                           | Cemento   |  |        | 5.00   |        | 5.56   | 1.40   |       | 3.99     |
| 16                           | Cerámica  | 12.00                                  | 75.00  |        |        | 2.36   | 3.50   | 11.10 | 20.79    |
| 17                           | Cerámica esmaltada  |  |        |        |        | 2.36   |        |       | 2.36     |
| 18                           | Cobre primario  | 42.00                                  | 25.00  |        |        | 109.17 | 78.00  |       | 63.54    |
| 19                           | Fibra de vidrio   |  |        |        |        |        | 42.70  |       | 42.70    |
| 20                           | Grava   |  | 15.00  | 0.25   |        |        | 0.30   | 5.90  | 5.36     |
| 21                           | Madera de clima templado  | 8.50                                   | 40.00  | 2.00   |        |        |        | 15.00 | 16.38    |
| 22                           | Madera tropical   | 8.50                                   | 40.00  | 2.00   |        |        |        | 15.00 | 16.38    |
| 23                           | Madera, tablero aglomerado sin formaldehidos                              | 8.50                                   | 40.00  | 2.00   |        |        |        | 15.00 | 16.38    |
| 24                           | Madera, tablero aglomerado con formaldehidos                              | 12.00                                  | 40.00  | 2.00   |        |        |        | 15.00 | 17.25    |
| 25                           | Madera, tablero contrachapado   | 15.00                                  | 40.00  | 2.00   |        |        |        | 15.00 | 18.00    |
| 26                           | Papel   |  |        |        |        | 31.10  |        |       | 31.10    |
| 27                           | Pintura plástica (de base acuosa) que cumple la norma ecológica           | 59.00                                  |        |        |        |        |        |       | 59.00    |
| 28                           | Pintura plástica (de base acuosa)   | 59.00                                  |        |        |        |        |        |       | 59.00    |
| 29                           | Pintura y barnices sintéticos (esmaltes) de base de disolventes orgánicos | 97.00                                  |        |        |        |        |        |       | 97.00    |
| 30                           | Pintura y barnices sintéticos (esmaltes) de base de disolventes orgánicos | 97.00                                  |        |        |        |        |        |       | 97.00    |
| 31                           | Piedra  |  | 15.00  | 0.25   |        |        | 0.30   | 5.90  | 5.36     |
| 32                           | Poliestireno expandido (EPS)  |  |        |        | 105.00 |        |        |       | 105.00   |
| 33                           | Poliestireno extruido (XPS) con agente hinchante tipo HCFC                |  |        |        | 92.40  |        |        |       | 92.40    |
| 34                           | Poliestireno extruido (XPS) con agente hinchante tipo CO <sub>2</sub>     |  |        |        | 92.40  |        |        |       | 92.40    |
| 35                           | Poliuretano (PUR) con agente hinchante tipo HCFC o diclorometano          |  |        |        | 100.00 |        |        |       | 100.00   |
| 36                           | PUR con agente hinchante tipo CO <sub>2</sub> o similar                   |  |        |        | 100.00 |        |        |       | 100.00   |
| 37                           | PVC primario  | 77.20                                  | 130.00 | 70.00  |        |        | 90.00  | 79.00 | 89.24    |
| 38                           | Vidrio plano  | 15.00                                  | 35.00  | 20.00  |        |        | 26.00  |       | 24.00    |
| 39                           | Yeso-escayola   | 1.80                                   |        |        |        |        | 2.40   |       | 2.10     |
| 40                           | Combustibles fósiles  | 51.14                                  |        |        |        |        |        |       | 51.14    |
| 41                           | Sanitarios de cerámica  | 29.00                                  |        |        |        |        |        |       | 29.00    |
| 42                           | Adobe en tierra cruda   |  |        |        |        |        | 0.10   | 0.40  | 0.25     |
| 43                           | Agua  | 0.00                                   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00  | 0.00     |
| <b>Materiales Compuestos</b> |   |  |        |        |        |        |        |       |          |
| 44                           | Fábrica ladrillo hueco  | 3.00                                   |        | 2.00   |        |        | 2.70   |       | 2.57     |
| 45                           | Fábrica ladrillo perforado  | 3.00                                   |        | 2.00   |        |        | 2.70   |       | 2.57     |
| 46                           | Fábrica ladrillo macizo   | 3.00                                   |        | 2.00   |        |        | 2.70   |       | 2.57     |
| 47                           | Hormigón H-150  | 1.11                                   |        | 1.40   |        |        |        |       | 1.26     |
| 48                           | Hormigón H-175  | 1.11                                   |        | 1.40   |        |        |        |       | 1.26     |
| 49                           | Hormigón H-200  | 1.11                                   |        | 1.40   |        |        |        |       | 1.26     |
| 50                           | Hormigón prefabricado   |  |        |        |        |        | 1.60   |       | 1.60     |
| 51                           | Mortero M-40/a  | 1.33                                   |        |        |        |        | 1.60   |       | 1.47     |
| 52                           | Mortero M-80/a  | 1.33                                   |        |        |        |        | 1.60   |       | 1.47     |
| 53                           | Mortero prefabricado  |  |        |        |        |        | 1.60   |       | 1.60     |

| Evaluación del impacto sobre el ambiente y la sostenibilidad mediante la huella ecológica entre dos edificaciones rurales construidas con ladrillos artesanales y adobe respectivamente |   |        |                  |           |            |             |            |
|---|---|--------|------------------|-----------|------------|-------------|------------|
| Clasificación   | Material  | Unidad | en Mcd/m3m, 2021 |           | Em (kg)    | Emm (MJ/kg) | Emm (MJ)   |
|   |   |        | Mm (t)           | Cc (kg/t) |            |             |            |
| 40  | GASOLINA  | gal    | 42.55            | 6.80      | 289.34     | 51.14       | 14,796.85  |
| 40  | PETROLEO D-2  | gal    | 11.62            | 3.20      | 37.18      | 51.14       | 1,901.59   |
| 01  | ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 8   | kg     | 61.41            | 1.00      | 61.41      | 50.17       | 3,080.69   |
| 01  | ALAMBRE NEGRO N° 16   | kg     | 53.74            | 1.00      | 53.74      | 50.17       | 2,695.92   |
| 07  | ANGULO DE FIERRO 3/4" X 2" X 2"                                       | m      | 9.20             | 3.63      | 33.40      | 255.06      | 8,548.71   |
| 01  | ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60                             | kg     | 2,182.51         | 1.00      | 2,152.51   | 50.17       | 107,952.82 |
| 01  | ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2 GRADO 60                             | kg     | 51.23            | 1.00      | 51.23      | 50.17       | 2,570.00   |
| 01  | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 1"                                   | kg     | 0.86             | 1.00      | 0.86       | 50.17       | 43.14      |
| 01  | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"                                   | kg     | 0.38             | 1.00      | 0.38       | 50.17       | 19.06      |
| 01  | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"                                   | kg     | 24.51            | 1.00      | 24.51      | 50.17       | 1,229.59   |
| 01  | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 4"                                   | kg     | 23.23            | 1.00      | 23.23      | 50.17       | 1,165.36   |
| 01  | CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2" X 4"                                      | kg     | 0.90             | 1.00      | 0.90       | 50.17       | 45.15      |
| 37  | TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 1/2" X 3 m (15 mm)                       | m      | 91.38            | 0.22      | 20.19      | 89.24       | 1,802.20   |
| 37  | TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X 3 m (20 mm)                       | m      | 18.47            | 0.22      | 4.08       | 89.24       | 364.27     |
| 37  | CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 1/2"  | und    | 49.70            | 0.02      | 1.02       | 89.24       | 91.27      |
| 37  | CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 3/4" (20 mm)                                | und    | 5.54             | 0.02      | 0.12       | 89.24       | 10.38      |
| 37  | UNIONES PVC-SAP 1/2" ELECTRICAS                                       | und    | 49.15            | 0.02      | 0.79       | 89.24       | 70.18      |
| 37  | UNIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS (20 mm)                               | und    | 8.58             | 0.02      | 0.14       | 89.24       | 12.25      |
| 37  | CONEXIONES PVC-SAP 1/2" ELECTRICAS                                    | und    | 49.28            | 0.22      | 10.89      | 89.24       | 971.90     |
| 37  | CONEXIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS (20 mm)                            | und    | 8.58             | 0.22      | 1.89       | 89.24       | 188.82     |
| 37  | TUBERIA PVC SAP C-10 SP DE 1/2" X 5 m ROSCADA                         | pza    | 5.55             | 0.13      | 0.74       | 89.24       | 65.67      |
| 37  | TUBERIA PVC SAP C-10 SP DE 3/4" X 5 m ROSCADA                         | pza    | 0.33             | 0.13      | 0.04       | 89.24       | 3.90       |
| 37  | TUBERIA PVC SAP C-10 SP DE 1" X 5 m ROSCADA                           | pza    | 0.68             | 0.13      | 0.09       | 89.24       | 8.05       |
| 37  | TUBERIA PVC SAP C-10 SP DE 1 1/4" X 5 m ROSCADA                       | pza    | 0.50             | 0.13      | 0.07       | 89.24       | 5.92       |
| 37  | TUBERIA PVC-SAL 2" (3m)   | pza    | 3.00             | 0.44      | 1.32       | 89.24       | 118.15     |
| 37  | TUBERIA PVC-SAP DESAGUE Ø 4" x 3m                                     | pza    | 7.59             | 1.32      | 10.02      | 89.24       | 894.08     |
| 37  | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-1/2" x 90 grados                             | und    | 15.00            | 0.02      | 0.30       | 89.24       | 26.77      |
| 37  | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-3/4" x 90 grados                             | und    | 1.00             | 0.05      | 0.05       | 89.24       | 4.64       |
| 37  | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-1" x 90 grados                               | und    | 5.00             | 0.07      | 0.37       | 89.24       | 33.02      |
| 37  | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-1 1/4" x 90 grados                           | und    | 1.00             | 0.20      | 0.20       | 89.24       | 17.85      |
| 37  | TEE PVC CLASE 10 CR-1/2"  | und    | 5.00             | 0.03      | 0.13       | 89.24       | 11.16      |
| 37  | UNION UNIVERSAL PVC-SAP CIR 1/2"                                      | und    | 2.00             | 0.04      | 0.09       | 89.24       | 7.67       |
| 37  | UNION UNIVERSAL PVC-SAP CIR 1"  | und    | 1.00             | 0.04      | 0.04       | 89.24       | 3.84       |
| 37  | TUBERIA PVC-SAP DESAGUE DE 4" X 3 m                                   | m      | 2.00             | 1.32      | 2.64       | 89.24       | 233.90     |
| 37  | TUBERIA PVC-SAP DESAGUE DE 2" X 3 m                                   | m      | 23.91            | 0.44      | 10.55      | 89.24       | 941.69     |
| 37  | TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m  | und    | 1.02             | 0.87      | 0.89       | 89.24       | 79.22      |
| 37  | CODO PVC-SAL 10 2" X 90"  | und    | 7.00             | 0.25      | 1.76       | 89.24       | 156.70     |
| 37  | UNION PVC SAP CLASE 10 1/2" ROSCADA                                   | und    | 4.55             | 0.02      | 0.09       | 89.24       | 8.35       |
| 37  | UNION PVC SAP CLASE 10 3/4" ROSCADA                                   | und    | 0.33             | 0.02      | 0.01       | 89.24       | 0.41       |
| 37  | UNION PVC SAP CLASE 10 1" ROSCADA                                     | und    | 0.68             | 0.04      | 0.03       | 89.24       | 2.61       |
| 37  | UNION PVC SAP CLASE 10 1 1/4" ROSCADA                                 | und    | 0.50             | 0.06      | 0.03       | 89.24       | 2.70       |
| 37  | UNION DOBLE PVC DE 4" (DESAGUE)                                       | und    | 4.34             | 0.02      | 0.09       | 89.24       | 7.96       |
| 37  | UNION DOBLE PVC DE 2" (DESAGUE)                                       | und    | 31.30            | 0.06      | 1.90       | 89.24       | 169.14     |
| 37  | YEE PVC SAL 2"  | und    | 2.00             | 0.09      | 0.19       | 89.24       | 16.60      |
| 37  | TRAMPA T" PVC SAL DE 2"   | und    | 2.00             | 0.25      | 0.50       | 89.24       | 44.62      |
| 37  | SOMBRETO DE VENTILACION PVC-SAL DE 2"                                 | und    | 1.00             | 0.03      | 0.03       | 89.24       | 2.59       |
| 37  | YEE PVC SAL 4" x 2"   | und    | 3.00             | 0.32      | 0.96       | 89.24       | 85.67      |
| 37  | YEE PVC SAL 2" x 2"   | und    | 1.00             | 0.09      | 0.09       | 89.24       | 8.30       |
| 37  | YEE PVC 4" x 4"   | und    | 2.00             | 0.54      | 1.08       | 89.24       | 138.11     |
| 31  | PIEDRA CHANCADA 1/2"  | m3     | 35.50            | 1,600.00  | 56,800.00  | 5.36        | 304,590.00 |
| 11  | AFIRMADO  | m3     | 19.79            | 1,600.00  | 31,664.00  | 5.13        | 162,541.87 |
| 31  | PIEDRA MEDIANA DE 6"  | m3     | 0.49             | 1,600.00  | 784.00     | 5.36        | 4,204.20   |
| 31  | PIEDRA GRANDE   | m3     | 12.76            | 1,600.00  | 20,416.00  | 5.36        | 109,480.80 |
| 11  | ARENA   | m3     | 19.12            | 1,600.00  | 30,592.00  | 5.13        | 157,038.33 |
| 11  | ARENA FINA  | m3     | 0.16             | 1,600.00  | 256.00     | 5.13        | 1,314.13   |
| 11  | ARENA GRUESA  | m3     | 25.33            | 1,600.00  | 40,528.00  | 5.13        | 208,443.73 |
| 47  | HORMIGON  | m3     | 5.73             | 1,600.00  | 9,168.00   | 1.26        | 11,505.84  |
| 11  | TIERRA DE CULTIVO   | m3     | 3.00             | 1,500.00  | 4,500.00   | 5.13        | 23,100.00  |
| 43  | AGUA  | m3     | 281.14           | 1,000.00  | 281,140.00 | 0.00        | 0.00       |
| 37  | TUBERIA PVC-SEL 1" (25 mm)  | m      | 27.00            | 0.22      | 5.97       | 89.24       | 532.50     |
| 37  | CURVAS PVC-SEL 1" (25 mm)   | und    | 21.60            | 0.22      | 4.77       | 89.24       | 426.00     |
| 37  | UNIONES PVC-SEL 1" (25 mm)  | und    | 28.80            | 0.22      | 6.36       | 89.24       | 567.99     |
| 37  | CONEXIONES PVC-SEL 1" (25 mm)   | und    | 28.80            | 0.22      | 6.36       | 89.24       | 567.99     |
| 15  | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)                                     | bol    | 560.23           | 42.25     | 23,809.78  | 3.06        | 94,921.64  |
| 14  | TIZA BOLSA DE 40 kg   | bol    | 8.30             | 40.00     | 332.00     | 6.23        | 2,068.36   |
| 14  | OCRE ROJO   | kg     | 4.15             | 1.00      | 4.15       | 6.23        | 25.85      |
| 37  | TEE PVC DE 1/2"   | und    | 1.00             | 0.27      | 0.27       | 89.24       | 24.09      |
| 37  | REDUCCION PVC DE 3/4" A 1/2"  | und    | 0.00             | 0.27      | 0.00       | 89.24       | 0.00       |
| 44  | LADRILLO KH 18 HUECOS 9X13X24 cm                                      | und    | 3,220.80         | 2.80      | 9,017.74   | 5.14        | 23,145.02  |
| 44  | LADRILLO PARA TECHO 8H DE 15X30X30 cm                                 | m2     | 825.30           | 7.60      | 6,272.28   | 5.27        | 16,098.85  |
| 37  | CODO PVC-SAL 2" x 135   | und    | 1.00             | 0.22      | 0.22       | 89.24       | 19.72      |
| 37  | PEGAMENTO PARA PVC  | gal    | 0.24             | 3.40      | 0.82       | 89.24       | 72.82      |
| 37  | PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN   | und    | 2.69             | 0.89      | 2.29       | 89.24       | 204.17     |
| 37  | SILICONA  | und    | 10.08            | 0.34      | 3.47       | 89.24       | 309.53     |
| 37  | COLA SINTETICA  | gal    | 2.79             | 0.23      | 0.64       | 89.24       | 56.77      |
| 37  | ADITIVO IMPERMEABILIZANTE   | gal    | 0.42             | 4.00      | 1.68       | 89.24       | 149.92     |
| 25  | MADERA TORNILLO   | pz     | 1,645.18         | 1.07      | 1,648.46   | 18.00       | 29,672.32  |
| 25  | MADERA GORDO  | pz     | 257.41           | 2.50      | 643.53     | 18.00       | 11,583.45  |
| 25  | TRIPLAY LUPULINA 4 x 8 x 4 mm   | pln    | 15.99            | 35.84     | 501.40     | 18.00       | 9,025.23   |
| 26  | LLUA PARA MADERA #100   | plp    | 6.05             | 0.05      | 0.28       | 31.10       | 8.85       |
| 30  | PINTURA ESMALTE   | gal    | 2.07             | 4.78      | 9.83       | 97.00       | 953.75     |
| 37  | CINTA TEFLON 3/4"x50yds   | rl     | 1.25             | 0.01      | 0.01       | 89.24       | 1.00       |
| 38  | VIDRIO TEMPALADO DE 8 mm  | m2     | 10.58            | 10.00     | 105.80     | m2          | 2,539.20   |
| 28  | MASILLA   | kg     | 0.01             | 1.00      | 0.01       | 59.00       | 0.59       |
| 03  | SUMIDERO DE BRONCE DE 2"  | und    | 2.00             | 0.07      | 0.13       | 87.18       | 11.68      |
| 03  | TUBO DE ABASTO  | und    | 3.00             | 0.02      | 0.06       | 87.18       | 5.23       |
| 01  | PERNO DE ANCLAJE PARA INODORO   | und    | 2.00             | 0.05      | 0.10       | 50.17       | 5.02       |
| 01  | FANCLAJE PARA SUELO DE INODORO SIN CAPUCHON PLASTICO                  | und    | 2.00             | 0.05      | 0.10       | 50.17       | 5.02       |
| 41  | PAPELERA DE LOZA  | und    | 1.00             | 1.18      | 1.18       | 29.00       | 34.22      |
| 01  | REGISTRO DE BRONCE DE 4"  | und    | 1.00             | 2.35      | 2.35       | 50.17       | 118.09     |
| 41  | TOALLERO DE LOSA  | und    | 1.00             | 1.80      | 1.80       | 29.00       | 34.22      |
| 41  | LAVATORIO   | und    | 1.00             | 8.50      | 8.50       | 29.00       | 246.50     |
| 02  | LAVADERO DE ACERO INOXIDABLE  | und    | 1.00             | 2.00      | 2.00       | 62.54       | 165.00     |
| 41  | INODORO ONE PIECE   | und    | 1.00             | 14.40     | 14.40      | 29.00       | 417.60     |
| 37  | TANQUES DE AGUA   | und    | 1.00             | 10.00     | 10.00      | 89.24       | 892.40     |
| 37  | BIODIGESTOR DE 700 Lt   | und    | 1.00             | 22.50     | 22.50      | 89.24       | 2,007.90   |
| 02  | TORNILLOS STD-IVE-BOLTS X 10 UNIDADES                                 | und    | 10.50            | 0.10      | 1.05       | 82.50       | 86.63      |
| 03  | VALVULA ESFERICA DE 1/2"  | und    | 9.00             | 1.99      | 17.99      | 82.50       | 1,476.26   |
| 02  | RECTANGULAR FIERRO GALVANIZADO DE 100 x 50 x 40 mm (6" X 2" X 1 1/2") | und    | 17.27            | 1.43      | 24.87      | 82.50       | 2,080.22   |
| 02  | DE PASE CUADRADA DE FIERRO GALVANIZADO DE 100x100x50 mm               | und    | 0.72             | 3.92      | 2.82       | 82.50       | 232.55     |
| 02  | TAPA CIEGA  | und    | 0.44             | 0.90      | 0.40       | 89.24       | 35.34      |
| 02  | TAPA T GANG   | und    | 0.72             | 0.80      | 0.58       | 89.24       | 51.40      |
| 18  | ALAMBRE TW 2.5 mm2  | m      | 205.45           | 0.02      | 4.11       | 63.54       | 281.10     |
| 18  | ALAMBRE TW 4 mm2  | m      | 116.84           | 0.02      | 2.34       | 63.54       | 148.49     |
| 02  | CABLE DE COBRE DESNUDO 16 mm2   | m      | 71.93            | 0.18      | 12.66      | 63.54       | 804.43     |
| 02  | TUERCA Fr.Ga.1/2"   | und    | 8.00             | 0.10      | 0.80       | 82.50       | 66.00      |
| 02  | CONECTORES DE COBRE TIPO AB   | und    | 1.00             | 0.03      | 0.03       | 63.54       | 1.59       |
| 18  | VARILLA DE COBRE 1/4" X 2.40 m  | und    | 1.00             | 0.03      | 0.03       | 63.54       | 1.91       |
| 01  | REGISTRO CON TAPA PARA POZO DE PUESTA A TIERRA                        | und    | 1.00             | 0.09      | 0.09       | 50.17       | 4.33       |
| 02  | DOSIS ECOCEL 8KG  | bol    | 2.00             | 8.00      | 16.00      | 89.24       | 1,427.84   |
| 37  | ABLERO GABINETE METAL BARRA BRONCE 12 POLOS T-AAAA                    | und    | 1.00             | 5.00      | 5.00       | 82.50       | 412.50     |
| 37  | SIFON DESMONTABLE 1 1/4"  | und    | 2.00             | 34.00     | 68.00      | 89.24       | 6,068.32   |
| 37  | SEPARADORES PLASTICOS (4 mm) EN FIERRO DE COLUMINA                    | m2     | 91.40            | 0.13      | 11.77      | 89.24       | 1,223.46   |
| 15  | DADOS DE CONCRETO (Ø.05xØ.50xØ.25 m)                                  | und    | 121.87           | 0.02      | 1.83       | 3.99        | 7.29       |
| 30  | CERA PASTA ROJA   | und    | 24.40            | 0.35      | 8.54       | 97.00       | 828.38     |
| 02  | FIERRO LISO DE 1/2"   | m      | 2.10             | 0.99      | 2.09       | 82.50       | 172.21     |
| 02  | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 2", 2-1/2" 3"                           | kg     | 5.18             | 1.00      | 5.18       | 82.50       | 427.35     |

Total de energía incorporada en materiales: 1,197,432.76 MJ

| Codigo                       | MATERIAL  | Energia incorporada total por materiales (MJ) | Porcentaje |
|------------------------------|---|---|------------|
| <b>Materiales Simples</b>    |   |   |            |
| 01                           | Acero comercial (20% reciclado)   | 118,964.18                                    | 9.93 %     |
| 02                           | Acero 100% reciclado (teórico)  | 5,170.84                                      | 0.43 %     |
| 03                           | Acero inoxidable  | 155.52  | 0.01 %     |
| 04                           | Aluminio primario   | 0.00  | 0.00 %     |
| 05                           | Aluminio 100% reciclado (teórico)   | 0.00  | 0.00 %     |
| 06                           | Aluminio 85% reciclado  | 0.00  | 0.00 %     |
| 07                           | Aluminio comercial (30% reciclado)  | 8,566.20                                      | 0.72 %     |
| 08                           | Arcilla cocida, ladrillo y tejas  | 0.00  | 0.00 %     |
| 09                           | Arcilla cocida, materiales cerámicos vitrificados                         | 0.00  | 0.00 %     |
| 10                           | Arcilla cocida. Sanitarios  | 0.00  | 0.00 %     |
| 11                           | Arena (áridos)  | 552,038.67                                    | 46.10 %    |
| 12                           | Asfalto en tela (oxiasfalto)  | 0.00  | 0.00 %     |
| 13                           | Cal   | 0.00  | 0.00 %     |
| 14                           | Cartón-yeso   | 2,094.21                                      | 0.17 %     |
| 15                           | Cemento   | 95,646.52                                     | 7.99 %     |
| 16                           | Cerámica  | 0.00  | 0.00 %     |
| 17                           | Cerámica esmaltada  | 0.00  | 0.00 %     |
| 18                           | Cobre primario  | 1,217.50                                      | 0.10 %     |
| 19                           | Fibra de vidrio   | 0.00  | 0.00 %     |
| 20                           | Grava   | 0.00  | 0.00 %     |
| 21                           | Madera de clima templado  | 0.00  | 0.00 %     |
| 22                           | Madera tropical   | 0.00  | 0.00 %     |
| 23                           | Madera, tablero aglomerado sin formaldehídos                              | 0.00  | 0.00 %     |
| 24                           | Madera, tablero aglomerado con formaldehídos                              | 0.00  | 0.00 %     |
| 25                           | Madera, tablero contrachapado   | 50,281.00                                     | 4.20 %     |
| 26                           | Papel   | 8.85  | 0.00 %     |
| 27                           | Pintura plástica (de base acuosa) que cumple la norma ecológica           | 0.00  | 0.00 %     |
| 28                           | Pintura plástica (de base acuosa)   | 0.59  | 0.00 %     |
| 29                           | Pintura y barnices sintéticos (esmaltes) de base de disolventes orgánicos | 0.00  | 0.00 %     |
| 30                           | Pintura y barnices sintéticos (esmaltes) de base de disolventes orgánicos | 1,782.13                                      | 0.15 %     |
| 31                           | Piedra  | 418,275.00                                    | 34.93 %    |
| 32                           | Poliestireno expandido (EPS)  | 0.00  | 0.00 %     |
| 33                           | Poliestireno extruido (XPS) con agente hinchante tipo HCFC                | 0.00  | 0.00 %     |
| 34                           | Poliestireno extruido (XPS) con agente hinchante tipo CO <sub>2</sub>     | 0.00  | 0.00 %     |
| 35                           | Poliuretano (PUR) con agente hinchante tipo HCFC o diclorometano          | 0.00  | 0.00 %     |
| 36                           | PUR con agente hinchante tipo CO <sub>2</sub> o similar                   | 0.00  | 0.00 %     |
| 37                           | PVC primario  | 22,745.29                                     | 1.90 %     |
| 38                           | Vidrio plano  | 2,539.20                                      | 0.21 %     |
| 39                           | Yeso-escayola   | 0.00  | 0.00 %     |
| 40                           | Combustibles fósiles  | 16,698.44                                     | 1.39 %     |
| 41                           | Sanitarios de cerámica  | 732.54  | 0.06 %     |
| 42                           | Adobe en tierra cruda   | 0.00  | 0.00 %     |
| 43                           | Agua  | 0.00  | 0.00 %     |
| <b>Materiales Compuestos</b> |   |   |            |
| 44                           | Fábrica ladrillo hueco  | 39,244.37                                     | 3.28 %     |
| 45                           | Fábrica ladrillo perforado  | 0.00  | 0.00 %     |
| 46                           | Fábrica ladrillo macizo   | 0.00  | 0.00 %     |
| 47                           | Hormigón H-150  | 11,505.84                                     | 0.96 %     |

### Calculo de la Huella de Materiales de contruccion

$$H_E = \frac{\sum_i C m_i \times E i e m_i}{P_c} \times F E_B$$

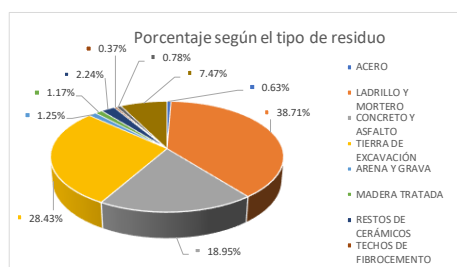
| Recurso  | roductividad Energetica (GJ/ha) |
|----------|---------------------------------|
| Diesel   | 50                              |
| Gasolina | 50                              |

|               |   |                 |
|---------------|---|-----------------|
| $H_E$ :       | Huella Ecologica de materiales de contruccion (hag) |                 |
| $C m_i$ :     | Consumo de material (Kg)                            |                 |
| $E i e m_i$ : | Energia incorporada especifica del material (Mj/Kg) |                 |
| $P_c$ :       | Productividad energetica del petroleo (Mj/ha)       | 50,000.00 MJ/ha |
| $F E_b$ :     | Factor de equivalencia de cultivo                   | 2.51            |

$H_E$  : 60.11 hag

## Anexo 26: Memoria de cálculo HE Residuos en la vivienda de albañilería

| Densidad de RCD        |                 |                         |                |                   |
|------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|-------------------|
| Materia Prima          | Volumen (%)     | Total de Residuos en M3 | Densidad Kg/M3 | Peso (Tn)         |
| ACERO                  | 0.63            | 18.52                   | 7850.00        | 145.38            |
| LADRILLO Y MORTERO     | 38.71           | 1137.50                 | 1350.00        | 1535.63           |
| CONCRETO Y ASFALTO     | 18.95           | 556.68                  | 2400.00        | 1336.03           |
| TIERRA DE EXCAVACIÓN   | 28.43           | 835.33                  | 1700.00        | 1420.06           |
| ARENA Y GRAVA          | 1.25            | 36.62                   | 1500.00        | 54.93             |
| MADERA TRATADA         | 1.17            | 34.34                   | 450.00         | 15.45             |
| RESTOS DE CERÁMICOS    | 2.24            | 65.89                   | 1800.00        | 118.60            |
| TECHOS DE FIBROCEMENTO | 0.37            | 10.86                   | 600.00         | 6.52              |
| TUBOS DE PVC           | 0.78            | 22.84                   | 1400.00        | 31.98             |
| OTROS                  | 7.47            | 219.66                  | 660.00         | 144.98            |
| <b>TOTAL</b>           | <b>100.00 %</b> | <b>2938.24 M3</b>       |                | <b>4809.55 Tn</b> |
|                        |                 | <b>Densidad de RCD</b>  |                | <b>1.64 Tn/M3</b> |



### RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

| RCD (Según el tipo de Construcción) |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| Tipo                                | M3 RCD          |
| Área Construida Total               | 14.53 m3        |
| Tierras de Excavación               | 57.57 m3        |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>72.10 m3</b> |

| Tipo de Construcción              | Ratio m3/m2 RCD              |
|-----------------------------------|------------------------------|
| Infra. De Carreteras              | 1.56 m3/m2 construido        |
| Obras de rehabilitación           | 0.57 m3/m2 construido        |
| <b>Construcción de obra nueva</b> | <b>0.14 m3/m2 construido</b> |
| Demolición Completa               | 1.22 m3/m2 construido        |
| Demolición de naves ind.          | 1.19 m3/m2 construido        |

| Ambientes   | Área     |
|-------------|----------|
| Dormitorios | 34.84 M2 |
| Baño        | 6.57 M2  |
| Sala        | 26.06 M2 |
| Cocina      | 18.50 M2 |
| Pasadizo    | 8.46 M2  |
| Muros       | 9.33 M2  |

### CONSUMO DE ELIMINACIÓN TOTAL DE MATERIAL EXCEDENTE

$$C_{RCD} = V \times \rho$$

V: Volumen de material excedente (m3) → 072.10 m3

ρ: Densidad media RCD → 1.64 Tn/M3

C<sub>RSD</sub>: consumo Total de RCD (tn) → 118.01 Tn

### CONSUMO DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE

Índice de conversión para materia orgánica, RCD, plásticos y vidrio:

$$IC_{RNP_{xp}} = \frac{IE_x}{PE} \times \left( 1 - \frac{\%R_x}{100} \times \frac{\%SE_x}{100} \right) \times FE_f$$

Calculo de los IC (Índices de Conversión)

- IE: Intensidad Energética (GJ/Tn)
- PE: Productividad Energética (GJ/ha)
- %R: Porcentaje de reciclaje
- %SE: Porcentaje de energía recuperada
- FE: Factor de equivalencia (hag/ha)
- PN: Productividad Natural (t/ha)
- IC: Índices de Conversión (hag/tn)

| RCD         |
|-------------|
| 5 GJ/Tn     |
| 50 GJ/ha    |
| 15 %        |
| 90 %        |
| 2.51 hag/ha |
| ---         |
| 0.217       |

| Tipo de área                  | Factor de equivalencia |
|-------------------------------|------------------------|
| Tierras de cultivo            | 2.51                   |
| Tierras de bosque             | 1.26                   |
| Tierras de pastoreo           | 0.46                   |
| Aguas marinas y continentales | 0.37                   |
| Área construida               | 2.51                   |

Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

### HUELLA ECOLÓGICA DE LOS RESIDUOS

$$HE_{pr} = \sum_i IC_{RNP_{ip}} \times C_i$$

C<sub>i</sub>: Consumo (tn)

IC<sub>RNP<sub>ip</sub></sub>: Índice de Conversión (hag/tn)

HE<sub>(C/URs)</sub>: Huella por cada Residuo

| RCD       |
|-----------|
| 25.62 hag |

↑

HE<sub>pc</sub>: 25.62 hag

Anexo 27: Memoria de cálculo HE Superficie construida en la vivienda de albañilería

**Cálculo de la huella ecológica de superficie construida**

| Ambientes                    | Área             |
|------------------------------|------------------|
| Dormitorios                  | 34.84 M2         |
| Baño                         | 6.57 M2          |
| Sala                         | 26.06 M2         |
| Cocina                       | 18.50 M2         |
| Pasadizo                     | 8.46 M2          |
| Muros                        | 9.33 M2          |
| <b>Área total construida</b> | <b>103.76 M2</b> |

| Tipo de área             | Factor de equivalencia |
|--------------------------|------------------------|
| Tierras de cultivo       | 2.51                   |
| Tierras de bosque        | 1.26                   |
| Tierras de pastoreo      | 0.46                   |
| Aguas marinas y continen | 0.37                   |
| <b>Área construida</b>   | <b>2.51</b>            |

: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Am

$$HE_{sc} = FE_{sc} \times S$$

Donde:

$HE_{sc}$ : Huella ecológica ponderada de ocupación directa (hag)

$FE_{sc}$ : Factor de equivalencia de la superficie construida

$S$ : Superficie construida (ha)

$$HE_{sc} : \quad 0.026 \text{ hag}$$

## Anexo 28: Relación de insumos vivienda de adobe

510

Página : 1

## Precios y cantidades de recursos requeridos (con incidencia)

Obra 0103004 Tesis. Vivienda de adobe  
 Fecha 01/01/2022  
 Lugar 140305 LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MOCHUMI

| Código         | Recurso   | Unidad | Cantidad | Parcial S/. | % Inc. |
|----------------|---|--------|----------|-------------|--------|
| 0101010002     | CAPATAZ   | hh     | 33.6000  | 964.35      | 0.0000 |
| 0101010003     | OPERARIO  | hh     | 726.3900 | 18.014.44   | 0.0000 |
| 0101010004     | OFICIAL   | hh     | 75.2700  | 1.323.93    | 0.0000 |
| 0101010005     | PEON  | hh     | 894.7300 | 14.190.38   | 0.0000 |
| 01010300000005 | OPERARIO TOPOGRAFO                                  | hh     | 8.3000   | 197.92      | 0.0000 |
| 0201010022     | INVERSOR CARGADOR 300W 12V 10A<br>MUST SOLAR        | und    | 1.0000   | 429.15      | 0.0000 |
| 0201030001     | GASOLINA  | gal    | 18.2100  | 244.62      | 0.0000 |
| 02040100020001 | ALAMBRE NEGRO N° 16                                 | kg     | 3.1200   | 14.54       | 0.0000 |
| 02040200000002 | ANGULO DE FIERRO 3/16" x 2" x 2"                    | m      | 9.2000   | 69.37       | 0.0000 |
| 0204030001     | ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2<br>GRADO 60        | kg     | 36.8000  | 104.88      | 0.0000 |
| 02040300010022 | ACERO CORRUGADO fy = 4200 kg/cm2<br>GRADO 60        | kg     | 4.1600   | 11.84       | 0.0000 |
| 02041200010001 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE<br>1"              | kg     | 0.8600   | 10.02       | 0.0000 |
| 02041200010002 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 1<br>1/2"             | kg     | 8.9300   | 58.06       | 0.0000 |
| 02041200010003 | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE<br>2"              | kg     | 0.3800   | 5.13        | 0.0000 |
| 02041200010009 | CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2",3",4"                   | kg     | 0.9000   | 3.96        | 0.0000 |
| 02041500020002 | MALLA DE ALAMBRE N16                                | m2     | 121.6400 | 5.534.73    | 0.0000 |
| 0204250006     | GRICOL MONOMADO LAVATORIO BAJO                      | und    | 2.0000   | 299.80      | 0.0000 |
| 02050100010001 | TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 1/2" X 3<br>m (15 mm)  | m      | 91.3800  | 169.06      | 0.0000 |
| 02050100010003 | TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X 3<br>m (20 mm)  | m      | 18.4700  | 53.92       | 0.0000 |
| 02050200010001 | CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 1/2"                      | und    | 48.7000  | 40.91       | 0.0000 |
| 02050200010002 | CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 3/4" (20<br>mm)           | und    | 5.5400   | 5.76        | 0.0000 |
| 0205030001     | UNIONES PVC-SAP 1/2" ELECTRICAS                     | und    | 49.1500  | 41.78       | 0.0000 |
| 02050300010002 | UNIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS (20<br>mm)          | und    | 8.5800   | 8.92        | 0.0000 |
| 02050400010001 | CONEXIONES PVC-SAP 1/2" ELECTRICAS                  | und    | 49.2800  | 38.44       | 0.0000 |
| 02050400010002 | CONEXIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS<br>(20 mm)       | und    | 8.5600   | 8.05        | 0.0000 |
| 02050700020025 | TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1/2" X 5 m<br>ROSCADA   | pza    | 5.5500   | 67.40       | 0.0000 |
| 02050700020026 | TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 3/4" X 5 m<br>ROSCADA   | pza    | 0.3300   | 5.44        | 0.0000 |
| 02050700020027 | TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1" X 5 m<br>ROSCADA     | pza    | 0.6800   | 15.80       | 0.0000 |
| 02050700020028 | TUBERIA PVC SAP C-10 S/P DE 1 1/4" X 5 m<br>ROSCADA | pza    | 0.5000   | 15.06       | 0.0000 |
| 02050700020029 | TUBERIA PVC - SAL 2" (3m)                           | pza    | 3.0000   | 28.53       | 0.0000 |
| 02050700020030 | TUBERIA PVC-SAP DESAGUE Ø 4" x 3m                   | pza    | 7.5900   | 377.00      | 0.0000 |
| 02051000020007 | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-1/2" x 90<br>grados        | und    | 15.0000  | 16.50       | 0.0000 |
| 02051000020008 | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-3/4" x 90<br>grados        | und    | 1.0000   | 3.81        | 0.0000 |
| 02051000020009 | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-1" x 90<br>grados          | und    | 5.0000   | 22.70       | 0.0000 |
| 02051000020010 | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-1 1/4" x 90<br>grados      | und    | 1.0000   | 6.84        | 0.0000 |
| 02051100010016 | TEE PVC CLASE 10 CR-1/2"                            | und    | 5.0000   | 16.95       | 0.0000 |
| 02052200020001 | UNION UNIVERSAL PVC-SAP C/R 1/2"                    | und    | 2.0000   | 3.90        | 0.0000 |
| 02052200020003 | UNION UNIVERSAL PVC-SAP C/R 1"                      | und    | 1.0000   | 4.84        | 0.0000 |
| 02052600010009 | TUBERIA PVC-SAP DESAGUE DE 2" X 3 m                 | m      | 21.9100  | 544.46      | 0.0000 |
| 02060100010006 | TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m                            | und    | 1.0200   | 14.76       | 0.0000 |
| 02060200030012 | CODO PVC-SAL 10 2" X 90°                            | und    | 7.0000   | 11.27       | 0.0000 |
| 02060300010012 | UNION PVC SAP CLASE 10 1/2" ROSCADA                 | und    | 4.5500   | 11.29       | 0.0000 |
| 02060300010013 | UNION PVC SAP CLASE 10 3/4" ROSCADA                 | und    | 0.3300   | 1.24        | 0.0000 |
| 02060300010014 | UNION PVC SAP CLASE 10 1" ROSCADA                   | und    | 0.6800   | 3.23        | 0.0000 |

Fecha : 28/10/2022 09:38:55p. m.

## Precios y cantidades de recursos requeridos (con incidencia)

Obra 0103004 Tesis. Vivienda de adobe  
 Fecha 01/01/2022  
 Lugar 140305 LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MOCHUMI

| Código         | Recurso                                       | Unidad | Cantidad   | Parcial S/. | % Inc. |
|----------------|---|--------|------------|-------------|--------|
| 02060300010015 | UNION PVC SAP CLASE 10 1 1/4" ROSCADA         | und    | 0.5000     | 2.77        | 0.0000 |
| 02060300010016 | UNION DOBLE PVC DE 4" (DESAGUE)               | und    | 4.3400     | 25.72       | 0.0000 |
| 02060300010017 | UNION DOBLE PVC DE 2" (DESAGUE)               | und    | 31.3000    | 98.59       | 0.0000 |
| 02060600010001 | YEE PVC-SAL 2"                                | und    | 2.0000     | 6.44        | 0.0000 |
| 02061200010002 | TRAMPA 1" PVC SAL DE 2"                       | und    | 2.0000     | 20.16       | 0.0000 |
| 02061600010001 | SOMBRERO DE VENTILACION PVC-SAL DE 2"         | und    | 1.0000     | 3.73        | 0.0000 |
| 02061700010008 | YEE PVC SAL 4" x 2"                           | und    | 3.0000     | 31.53       | 0.0000 |
| 02061700010010 | YEE PVC SAL 2" x 2"                           | und    | 1.0000     | 4.45        | 0.0000 |
| 02061700010011 | YEE PVC SAL 4" x 4"                           | und    | 3.0000     | 68.40       | 0.0000 |
| 02070100010002 | PIEDRA CHANCADA 1/2"                          | m3     | 33.7400    | 1,715.14    | 0.0000 |
| 02070100010005 | AFIRMADO                                      | m3     | 20.5100    | 608.27      | 0.0000 |
| 02070100050002 | PIEDRA MEDIANA DE 6"                          | m3     | 0.6300     | 21.67       | 0.0000 |
| 0207010011     | PIEDRA GRANDE                                 | m3     | 19.4600    | 577.26      | 0.0000 |
| 0207020001     | ARENA   | m3     | 4.7700     | 136.77      | 0.0000 |
| 02070200010001 | ARENA FINA                                    | m3     | 0.1600     | 4.59        | 0.0000 |
| 02070200010002 | ARENA GRUESA                                  | m3     | 25.8800    | 926.01      | 0.0000 |
| 0207030001     | HORMIGON                                      | m3     | 1.2900     | 38.14       | 0.0000 |
| 02070500010001 | TIERRA DE CULTIVO                             | m3     | 3.0000     | 46.95       | 0.0000 |
| 0207050003     | TIERRA SELECCIONADA                           | m3     | 14.7200    | 291.49      | 0.0000 |
| 0207070001     | AGUA  | m3     | 133.6400   | 625.42      | 0.0000 |
| 02080100010005 | TUBERIA PVC-SEL 1" (25 mm)                    | m      | 27.0000    | 24.84       | 0.0000 |
| 02080200010003 | CURVAS PVC-SEL 1" (25 mm)                     | und    | 21.6000    | 19.87       | 0.0000 |
| 02080300010003 | UNIONES PVC-SEL 1" (25 mm)                    | und    | 28.8000    | 24.19       | 0.0000 |
| 02080400010003 | CONEXIONES PVC-SEL 1" (25 mm)                 | und    | 28.8000    | 15.84       | 0.0000 |
| 0213010001     | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)             | bol    | 444.2200   | 10,501.46   | 0.0000 |
| 02130400010001 | TIZA BOLSA DE 40 kg                           | und    | 4.1500     | 492.26      | 0.0000 |
| 02130600010001 | OCRE ROJO                                     | kg     | 2.0700     | 50.80       | 0.0000 |
| 02150300010005 | TEE PVC DE 1/2"                               | und    | 1.0000     | 2.46        | 0.0000 |
| 02150600010004 | REDUCCION PVC DE 3/4" A 1/2"                  | und    | 0.0000     | 0.00        | 0.0000 |
| 02160100010001 | LADRILLO KK 18 HUECOS 9X13X24 cm              | und    | 701.9100   | 386.05      | 0.0000 |
| 0216060002     | ADOBE 40x40x9 cm                              | und    | 2,606.6300 | 1,694.31    | 0.0000 |
| 02191900010005 | CODO PVC-SAL 2" x 135                         | und    | 1.0000     | 2.45        | 0.0000 |
| 0222080012     | PEGAMENTO PARA PVC                            | gal    | 0.2400     | 24.91       | 0.0000 |
| 0222080013     | PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN                 | und    | 2.6900     | 68.59       | 0.0000 |
| 02221000010001 | SILICONA TRANSPARENTE PEGAFAN 310 ml          | und    | 10.0800    | 153.72      | 0.0000 |
| 02221100010001 | COLA SINTETICA                                | gal    | 2.7900     | 71.02       | 0.0000 |
| 02221700010028 | ADITIVO IMPERMEABILIZANTE CHEMA 1             | gal    | 0.4200     | 32.93       | 0.0000 |
| 0222230002     | PRESERVANTE DE MADERA                         | gal    | 0.8900     | 25.63       | 0.0000 |
| 0231000002     | CAÑA DE 2" (PAQUETE DE 24 CAÑAS)              | pqt    | 31.2600    | 869.08      | 0.0000 |
| 0231010001     | MADERA TORNILLO                               | p2     | 6,385.8800 | 37,293.51   | 0.0000 |
| 0231010003     | MADERA TORNILLO SERRADA PARA ANDAMIO          | p2     | 72.3000    | 297.88      | 0.0000 |
| 0231020001     | MADERA CEDRO                                  | p2     | 257.4100   | 36,642.60   | 0.0000 |
| 0231040003     | ESTERA DE TOTORA 4x2m                         | pza    | 12.2800    | 267.74      | 0.0000 |
| 02310500010001 | TRIPLAY LUPUNA 4 x 8 x 4 mm                   | pln    | 13.9900    | 272.70      | 0.0000 |
| 0231220002     | PANEL SOLAR 150W ERA SOLAR                    | und    | 1.0000     | 409.15      | 0.0000 |
| 0231220003     | REGULADOR DE CARGA 10 A LCD 12/24V MUST SOLAR | und    | 1.0000     | 80.02       | 0.0000 |
| 0231220004     | BATERIA GEL 12V 115Ah ULTRACELL UCG           | und    | 1.0000     | 688.65      | 0.0000 |
| 02380100010001 | LJJA PARA MADERA #100                         | plg    | 6.0500     | 12.70       | 0.0000 |
| 0240020001     | PINTURA ESMALTE                               | gal    | 1.0400     | 50.10       | 0.0000 |
| 0241030002     | CINTA TEFLON 3/4"x50yds                       | rl     | 1.2500     | 14.67       | 0.0000 |
| 0243010013     | VIDRIO TEMPLADO DE 8 mm                       | m2     | 10.5800    | 627.84      | 0.0000 |
| 02431500200001 | MASILLA                                       | kg     | 0.0100     | 0.03        | 0.0000 |
| 02460200020001 | SUMIDERO DE BRONCE DE 2"                      | und    | 2.0000     | 48.96       | 0.0000 |

Fecha : 28/10/2022 09:38:55p. m.

## Precios y cantidades de recursos requeridos (con incidencia)

Obra 0103004 Tesis. Vivienda de adobe  
 Fecha 01/01/2022  
 Lugar 140305 LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MOCHUMI

| Código         | Recurso  | Unidad | Cantidad | Parcial S/. | % Inc. |
|----------------|--|--------|----------|-------------|--------|
| 0246030001     | TUBO DE ABASTO   | und    | 3.0000   | 49.50       | 0.0000 |
| 0246070001     | PERNO DE ANCLAJE PARA INODORO  | und    | 2.0000   | 6.80        | 0.0000 |
| 02460700010002 | PERNO DE ANCLAJE PARA SUJECCION DE INODORO SIN CAPUCHON PLASTICO           | und    | 2.0000   | 7.00        | 0.0000 |
| 0246110001     | PAPELERA DE LOZA   | und    | 1.0000   | 35.90       | 0.0000 |
| 02461200030003 | REGISTRO DE BRONCE DE 4"   | und    | 1.0000   | 69.49       | 0.0000 |
| 0246150001     | TOALLERO DE LOSA   | und    | 1.0000   | 45.90       | 0.0000 |
| 0247010002     | LAVATORIO  | und    | 1.0000   | 97.90       | 0.0000 |
| 02470100020017 | LAVADERO DE ACERO INOXIDABLE   | und    | 1.0000   | 59.90       | 0.0000 |
| 0247020002     | INODORO ONE PIECE  | und    | 1.0000   | 218.75      | 0.0000 |
| 0247030002     | BIDON DE AGUA RECICLADO 200 LT   | und    | 3.0000   | 127.11      | 0.0000 |
| 0251040001     | STOVE-BOLTS  | und    | 16.8000  | 83.66       | 0.0000 |
| 0253100002     | VALVULA ESFERICA DE 1/2"   | und    | 1.0000   | 16.64       | 0.0000 |
| 0253100004     | VALVULA ESFERICA DE 1"   | und    | 1.0000   | 32.56       | 0.0000 |
| 0256030001     | DUCHA GIRATORIA BRAZO Y CANOPLA  | und    | 1.0000   | 71.80       | 0.0000 |
| 02560400010005 | LLAVE DE LAVATORIO   | und    | 1.0000   | 45.50       | 0.0000 |
| 02610800020006 | ACCESORIO PARA TRAMPAS DE GRASA  | gib    | 1.0000   | 149.29      | 0.0000 |
| 02610800020007 | CAJA DE CONCRETO CON TAPA 50X80  | und    | 3.0000   | 323.01      | 0.0000 |
| 02620500010003 | INTERRUPTOR 2 x 25 A   | und    | 1.0000   | 36.65       | 0.0000 |
| 02620500010004 | INTERRUPTOR 2 x 20 A   | und    | 1.0000   | 36.44       | 0.0000 |
| 02620500010005 | INTERRUPTOR 2 x 16 A   | und    | 1.0000   | 36.87       | 0.0000 |
| 02620500010006 | INTERRUPTOR 2 x 63 A   | und    | 1.0000   | 42.84       | 0.0000 |
| 0262050007     | INTERRUPTOR UNIPOLAR   | und    | 8.0000   | 245.28      | 0.0000 |
| 0262050008     | INTERRUPTOR TRIPOLAR   | und    | 1.0000   | 38.70       | 0.0000 |
| 02620900010002 | DADO CONMUTADOR - MAGIC TICINO   | und    | 2.2500   | 68.63       | 0.0000 |
| 02620900020002 | DADO INTERRUPTOR - MAGIC TICINO  | und    | 5.2500   | 151.21      | 0.0000 |
| 02620900040002 | DADO PULSADOR - MAGIC TICINO   | und    | 0.3000   | 7.34        | 0.0000 |
| 02621300010004 | TOMACORRIENTE UNIVERSAL DOBLE + L.T.                                       | und    | 22.0000  | 240.46      | 0.0000 |
| 02621400010002 | PLACA A PRUEBA DE AGUA IDROBOX- MAGIC TICINO                               | und    | 11.0000  | 36.41       | 0.0000 |
| 02621400010003 | PLACA ALUMINIO DOBLE - MAGIC TICINO  | und    | 8.6600   | 128.60      | 0.0000 |
| 02621400010004 | PLACA ALUMINIO SIMPLE - MAGIC TICINO                                       | und    | 3.1700   | 41.90       | 0.0000 |
| 02621400010006 | PLACA ALUMINIO TRIPLE - MAGIC TICINO                                       | und    | 0.2200   | 3.80        | 0.0000 |
| 02621400010007 | PLACA CIEGA DE ALUMINIO ANODIZADO  | und    | 0.3000   | 3.75        | 0.0000 |
| 02680400010001 | CAJA DE PASE OCTOGONAL SAP 100 X 40 mm                                     | und    | 10.0000  | 14.50       | 0.0000 |
| 02680900010004 | CAJA RECTANGULAR FIERRO GALVANIZADO 100x55x50 mm                           | und    | 9.0000   | 21.78       | 0.0000 |
| 02680900010005 | CAJA RECTANGULAR FIERRO GALVANIZADO DE 100 x 50 x 40 mm (6" X 2' X 1 1/2") | und    | 17.2700  | 48.34       | 0.0000 |
| 02681200010002 | CAJA DE PASE CUADRADA DE FIERRO GALVANIZADO DE 100x100x50 mm               | und    | 0.7200   | 1.83        | 0.0000 |
| 0268300001     | TAPA CIEGA   | und    | 0.4400   | 0.55        | 0.0000 |
| 02683000010001 | TAPA 1 GANG  | und    | 0.7200   | 3.28        | 0.0000 |
| 0270010014     | ALAMBRE TW 2.5 mm2   | m      | 205.4500 | 5,041.81    | 0.0000 |
| 0270010015     | ALAMBRE TW 4 mm2   | m      | 116.8400 | 3,252.91    | 0.0000 |
| 0270010292     | CABLE UNIFILAR 6mm2 SOLAR PV ZZ-F ROJO                                     | und    | 8.0000   | 46.00       | 0.0000 |
| 0270010293     | CABLE UNIFILAR 6mm2 SOLAR PV ZZ-F NEGRO                                    | und    | 8.0000   | 46.00       | 0.0000 |
| 0270010294     | CONECTORES MC4 PVStick Weidmuller  | und    | 1.0000   | 27.20       | 0.0000 |
| 0270010295     | TERMINAL DE COMPRESION CABLE 6mm - Perno 8mm                               | und    | 2.0000   | 2.76        | 0.0000 |
| 0271050042     | CABLE DE COBRE DESNUDO 16 mm2  | m      | 71.9300  | 368.98      | 0.0000 |
| 0272010066     | TUERCA Fo.Go. 1/2"   | und    | 8.0000   | 8.80        | 0.0000 |
| 0272040023     | CONECTORES DE COBRE TIPO A/B   | und    | 1.0000   | 12.54       | 0.0000 |
| 0272040042     | VARILLA DE COBRE DE 3/4" X 2.40 m  | und    | 1.0000   | 249.42      | 0.0000 |

Fecha : 28/10/2022 09:38:55p. m.

**Precios y cantidades de recursos requeridos (con incidencia)**

Obra **0103004 Tesis. Vivienda de adobe**  
 Fecha **01/01/2022**  
 Lugar **140305 LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MOCHUMI**

| Código         | Recurso   | Unidad | Cantidad | Parcial S/. | % Inc.            |  |
|----------------|---|--------|----------|-------------|-------------------|--|
| 0272040043     | REGISTRO CON TAPA PARA POZO DE PUESTA A TIERRA        | und    | 1.0000   | 28.70       | 0.0000            |  |
| 02720400440001 | DOSIS ECOGEL 8KG.                                     | bol    | 2.0000   | 53.08       | 0.0000            |  |
| 02740100020002 | TABLERO GABINETE METAL BARRA BRONCE 12 POLOS T-AA, AA | und    | 1.0000   | 448.45      | 0.0000            |  |
| 0276020077     | SIFON DESMONTABLE 1 1/4"                              | und    | 2.0000   | 23.80       | 0.0000            |  |
| 0279010048     | PAJA CORTADA  | m3     | 2.3600   | 29.61       | 0.0000            |  |
| 02902400040006 | FIERRO LISO DE 1/2"                                   | m      | 2.1000   | 5.33        | 0.0000            |  |
| 0292010005     | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 2", 2-1/2" 3"           | kg     | 32.7400  | 158.81      | 0.0000            |  |
| 0301000002     | NIVEL TOPOGRAFICO                                     | dia    | 1.0400   | 30.76       | 0.0000            |  |
| 03010000110001 | TEODOLITO   | dia    | 1.0400   | 131.86      | 0.0000            |  |
| 0301010006     | HERRAMIENTAS MANUALES                                 | %mo    |          | 516.26      | 0.0000            |  |
| 03010300060007 | PLANCHA ONDULADA 2.40x 0.60 mm                        | m2     | 93.7900  | 2,715.10    | 0.0000            |  |
| 03010400030002 | MOTOBOMBA 3" (7 HP)                                   | dia    | 0.1300   | 9.14        | 0.0000            |  |
| 03010600020001 | REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"                        | und    | 0.1300   | 14.09       | 0.0000            |  |
| 0301080001     | CEPILLADORA ELECTRICA                                 | hm     | 4.0300   | 494.24      | 0.0000            |  |
| 03010800030002 | SIERRA CIRCULAR                                       | hm     | 2.0200   | 253.75      | 0.0000            |  |
| 0301100001     | COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP             | hm     | 6.0100   | 173.14      | 0.0000            |  |
| 0301100003     | COMPACTADORA DE PLANCHA                               | dia    | 1.7100   | 36.21       | 0.0000            |  |
| 03012100030001 | WINCHE ELECTRICO 3.6 HP DE DOS BALDES                 | hm     | 6.4900   | 384.79      | 0.0000            |  |
| 03012200040002 | CAMION VOLQUETE DE 10 m3                              | hm     | 24.7300  | 6,363.17    | 0.0000            |  |
| 03012900010004 | VIBRADOR A GASOLINA                                   | dia    | 1.6900   | 35.90       | 0.0000            |  |
| 0301290003     | MEZCLADORA DE CONCRETO                                | hm     | 9.4500   | 365.78      | 0.0000            |  |
| 03012900030001 | MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)                  | hm     | 6.9200   | 293.20      | 0.0000            |  |
| 03014900010001 | CORDEL  | rl     | 0.3100   | 3.96        | 0.0000            |  |
| <b>TOTAL</b>   |   |        |          | <b>S/.</b>  | <b>163,710.86</b> |  |

## Anexo 29: Presupuesto vivienda de adobe

S10

Página

1

## Presupuesto

Presupuesto 0103004 Tesis. Vivienda de adobe  
 Cliente CIELO VILCHEZ Costo al 05/01/2022  
 Lugar LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MOCHUMI

| Item        | Descripción   | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/. |
|-------------|---|------|---------|------------|-------------|
| 01          | ARQUITECTURA Y ACABADOS   |      |         |            | 69,740.29   |
| 01.01       | NIVELACIONES  |      |         |            | 738.56      |
| 01.01.01    | TRAZO Y REPLANTEO INICAL  | m2   | 103.73  | 7.12       | 738.56      |
| 01.02       | MUROS Y TABIQUES  |      |         |            | 6,704.24    |
| 01.02.01    | MUROS DE ADOBE - 40cm de espesor  | m2   | 115.85  | 57.87      | 6,704.24    |
| 01.03       | REVOQUES Y ENLUCIDOS  |      |         |            | 13,902.43   |
| 01.03.01    | TARRAJEO MUROS DE ADOBE CON TIERRA Y ARENA                              | m2   | 64.90   | 32.43      | 2,104.71    |
| 01.03.02    | MALLA DE ALAMBRE N16  | m2   | 115.85  | 75.12      | 8,702.65    |
| 01.03.03    | TARRAJEO DE DERRAMES DE TIERRA  | m    | 48.40   | 18.92      | 915.73      |
| 01.03.04    | TARRAJEO MUROS DE INTERIORES PULIDO                                     | m2   | 64.90   | 33.58      | 2,179.34    |
| 01.04       | CIELO RASOS   |      |         |            | 6,214.89    |
| 01.04.01    | COBERTURA DE CAÑA CHANCADA, ESTERA DE TOTORA, TORTA DE BARRO Y ONDULINE | m2   | 89.32   | 69.58      | 6,214.89    |
| 01.05       | PISOS   |      |         |            | 1,011.66    |
| 01.05.01    | PISO DE CEMENTO PULIDO  | m2   | 19.85   | 35.11      | 696.93      |
| 01.05.02    | PISO DE TIERRA COMPACTADA   | m2   | 74.58   | 4.22       | 314.73      |
| 01.06       | CARPINTERIA DE MADERA   |      |         |            | 40,323.61   |
| 01.06.01    | PUERTA CONTRALACADA 35 mm CON TRIPLAY 4 mm INCLUYE MARCO CEDRO 2'X3"    | m2   | 13.20   | 2,011.86   | 26,556.55   |
| 01.06.02    | VENTANA DE MADERA CEDRO CON HOJAS                                       | m2   | 10.08   | 1,365.78   | 13,767.06   |
| 01.07       | VIDRIOS Y CRISTALES   |      |         |            | 825.45      |
| 01.07.01    | VIDRIO TEMPLADO e=8 mm  | m2   | 10.08   | 81.89      | 825.45      |
| 01.08       | VARIOS  |      |         |            | 19.45       |
| 01.08.01    | LIMPIEZA DE VIDRIOS   | m2   | 10.08   | 1.93       | 19.45       |
| 01          | ESTRUCTURAS   |      |         |            | 67,892.80   |
| 01.01       | NIVELACIONES  |      |         |            | 738.56      |
| 01.01.01    | TRAZO Y REPLANTEO INICAL  | m2   | 103.73  | 7.12       | 738.56      |
| 01.02       | MOVIMIENTO DE TIERRAS   |      |         |            | 12,032.17   |
| 01.02.01    | EXCAVACIONES  |      |         |            | 2,710.25    |
| 01.02.01.01 | EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMENTOS                               | m3   | 43.25   | 38.58      | 1,668.59    |
| 01.02.01.02 | EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA SOBRECIMENTOS                          | m3   | 27.00   | 38.58      | 1,041.66    |
| 01.02.02    | RELLENOS  |      |         |            | 1,310.09    |
| 01.02.02.01 | RELLENO COMPACTADO CON AFIRMADO   | m3   | 16.23   | 80.72      | 1,310.09    |
| 01.02.03    | ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE                                       |      |         |            | 7,244.23    |
| 01.02.03.01 | ELIMINACION CON TRANSPORTE (CARGUIO A MANO) R=25 m3/día                 | m3   | 77.28   | 93.74      | 7,244.23    |
| 01.02.04    | NIVELACIONES  |      |         |            | 767.60      |
| 01.02.04.01 | NIVELACION RIEGO Y COMPACTACION DE LA SUB-RASANTE                       | m2   | 103.73  | 7.40       | 767.60      |
| 01.03       | OBRAS DE CONCRETO SIMPLE  |      |         |            | 55,122.07   |
| 01.03.01    | CONCRETO CICLOPEO f'c=175 kg/cm2 + 30% P.G.                             | m3   | 43.25   | 246.84     | 10,675.83   |
| 01.03.02    | CONCRETO RELLENO DE CONFINAMIENTOS f'c=175 kg/cm2                       | m3   | 17.84   | 341.69     | 6,095.75    |
| 01.03.03    | ESTRUCTURAS DE MADERA   |      |         |            | 38,350.49   |
| 01.03.03.01 | VIGAS DE MADERA 4x4   | m    | 165.83  | 83.12      | 13,783.79   |
| 01.03.03.02 | COLUMNAS DE MADERA 6x6  | m    | 20.80   | 123.35     | 2,565.68    |
| 01.03.03.03 | VIGUETAS DE MADERA 4x4  | m    | 81.50   | 83.12      | 6,774.28    |
| 01.03.03.04 | VIGAS DE MADERA 5x6   | m    | 9.60    | 110.10     | 1,056.96    |
| 01.03.03.05 | VIGUETAS DE MADERA 4x6  | m    | 36.00   | 94.97      | 3,418.92    |
| 01.03.03.06 | TABLON DE MADERA 4x1  | m    | 194.40  | 52.51      | 10,207.94   |
| 01.03.03.07 | ARRIOSTRE D=2"  | m    | 28.16   | 19.28      | 542.92      |
| 01          | INSTALACIONES SANITARIAS  |      |         |            | 9,968.16    |
| 01.01       | APARATOS SANITARIOS   |      |         |            | 1,737.40    |
| 01.01.01    | SUMINISTRO DE APARATOS SANITARIOS                                       |      |         |            | 808.98      |
| 01.01.01.01 | SUMINISTRO DE INODORO   | und  | 1.00    | 249.08     | 249.08      |
| 01.01.01.02 | SUMINISTRO DE LAVAMANOS   | und  | 1.00    | 276.20     | 276.20      |

Fecha : 28/10/2022 09:35:08p. m.

S10

Página

2

## Presupuesto

Presupuesto 0103004 Tesis. Vivienda de adobe  
 Cliente CIELO VILCHEZ Costo al 05/01/2022  
 Lugar LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MOCHUMI

| Item           | Descripción                                      | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/.     |
|----------------|--|------|---------|------------|-----------------|
| 01.01.01.03    | SUMINISTRO DE LAVATORIO DE COCINA                | und  | 1.00    | 283.70     | 283.70          |
| 01.01.02       | <b>SUMINISTRO DE ACCESORIOS</b>                  |      |         |            | <b>656.16</b>   |
| 01.01.02.01    | SUMINISTRO DE DUCHA                              | und  | 1.00    | 71.80      | 71.80           |
| 01.01.02.02    | SUMINISTRO DE TOALLERA                           | und  | 1.00    | 45.90      | 45.90           |
| 01.01.02.03    | SUMINISTRO DE PAPELERA                           | und  | 1.00    | 35.90      | 35.90           |
| 01.01.02.04    | INSTALACION DE LAVATORIOS                        | und  | 2.00    | 167.52     | 335.04          |
| 01.01.02.05    | INSTALACION DE INODORO                           | und  | 1.00    | 167.52     | 167.52          |
| 01.01.03       | <b>INSTALACION DE ACCESORIOS</b>                 |      |         |            | <b>272.26</b>   |
| 01.01.03.01    | <b>INSTALACION DE APARATOS SANITARIOS</b>        |      |         |            | <b>272.26</b>   |
| 01.01.03.01.01 | INSTALACION DE DUCHAS                            | und  | 1.00    | 167.52     | 167.52          |
| 01.01.03.01.02 | INSTALACION DE PAPELERA                          | und  | 1.00    | 52.37      | 52.37           |
| 01.01.03.01.03 | INSTALACION DE TOALLERAS                         | und  | 1.00    | 52.37      | 52.37           |
| 01.02          | <b>SISTEMA DE AGUA FRIA</b>                      |      |         |            | <b>1,399.46</b> |
| 01.02.01       | SALIDA DE AGUA FRIA 1/2"                         | ptb  | 5.00    | 99.90      | 499.50          |
| 01.02.02       | <b>REDES DE DISTRIBUCION</b>                     |      |         |            | <b>689.07</b>   |
| 01.02.02.01    | TUBERIA DE PVC AGUA FRIA CLASE 10 Ø 1/2"         | m    | 22.76   | 22.04      | 501.63          |
| 01.02.02.02    | TUBERIA DE PVC AGUA FRIA CLASE 10 Ø 3/4"         | m    | 1.63    | 23.21      | 37.83           |
| 01.02.02.03    | TUBERIA DE PVC AGUA FRIA CLASE 10 Ø 1"           | m    | 3.40    | 24.71      | 84.01           |
| 01.02.02.04    | TUBERIA DE PVC AGUA FRIA CLASE 10 Ø 1 1/4"       | m    | 2.50    | 26.24      | 65.60           |
| 01.02.03       | <b>ACCESORIOS DE REDES DE AGUA</b>               |      |         |            | <b>74.09</b>    |
| 01.02.03.01    | CODO DE PVC DE 1/2"                              | und  | 1.00    | 10.12      | 10.12           |
| 01.02.03.02    | CODO DE PVC DE 3/4"                              | und  | 1.00    | 12.83      | 12.83           |
| 01.02.03.03    | CODO DE PVC DE 1"                                | und  | 1.00    | 13.56      | 13.56           |
| 01.02.03.04    | CODO DE PVC DE 1 1/4"                            | und  | 1.00    | 15.86      | 15.86           |
| 01.02.03.05    | TEE DE PVC DE 1/2"                               | und  | 1.00    | 11.24      | 11.24           |
| 01.02.03.06    | REDUCCION DE 3/4" A 1/2"                         | und  | 1.00    | 10.48      | 10.48           |
| 01.02.04       | <b>VALVULAS</b>                                  |      |         |            | <b>136.80</b>   |
| 01.02.04.01    | VALVULA DE PASO DE 1/2"                          | und  | 1.00    | 53.09      | 53.09           |
| 01.02.04.02    | VALVULA DE PASO DE 1"                            | und  | 1.00    | 83.71      | 83.71           |
| 01.03          | <b>DESAGUE Y VENTILACION</b>                     |      |         |            | <b>6,509.01</b> |
| 01.03.01       | SALIDA DE DESAGUE EN PVC 2"                      | ptb  | 5.00    | 75.40      | 377.00          |
| 01.03.02       | SALIDA DE VENTILACION                            | ptb  | 1.00    | 81.43      | 81.43           |
| 01.03.03       | <b>REDES DE DERIVACION</b>                       |      |         |            | <b>1,238.27</b> |
| 01.03.03.01    | TUBERIA DE DESAGUE PVC SAP 2"                    | m    | 50.98   | 18.49      | 942.62          |
| 01.03.03.02    | TUBERIA DE DESAGUE PVC SAP 4"                    | m    | 11.04   | 26.78      | 295.65          |
| 01.03.04       | <b>REDES COLECTORAS</b>                          |      |         |            | <b>500.06</b>   |
| 01.03.04.01    | TUBERIA DE DESAGUE PVC SAP 2"                    | m    | 11.62   | 18.49      | 214.85          |
| 01.03.04.02    | TUBERIA DE DESAGUE PVC SAP 4"                    | m    | 10.65   | 26.78      | 285.21          |
| 01.03.05       | <b>ACCESORIOS DE REDES COLECTORAS</b>            |      |         |            | <b>640.17</b>   |
| 01.03.05.01    | CODO 135° PVC SAL-2"                             | und  | 1.00    | 30.17      | 30.17           |
| 01.03.05.02    | YEE PVC SAL-2"                                   | und  | 1.00    | 32.17      | 32.17           |
| 01.03.05.03    | YEE PVC SAL-4"                                   | und  | 3.00    | 50.52      | 151.56          |
| 01.03.05.04    | YEE PVC SAL-4" A 2"                              | und  | 3.00    | 38.23      | 114.69          |
| 01.03.05.05    | SUMIDERO DE BRONCE ROSCADO 2"                    | und  | 2.00    | 88.78      | 177.56          |
| 01.03.05.06    | REGISTRO DE BRONCE 4"                            | und  | 1.00    | 111.37     | 111.37          |
| 01.03.05.07    | SOMBREIRO DE VENTILACION 2"                      | und  | 1.00    | 22.65      | 22.65           |
| 01.03.06       | <b>CAMARAS DE INSPECCION</b>                     |      |         |            | <b>1,403.34</b> |
| 01.03.06.01    | CAJA DE REGISTRO DE 12"X24" CON TAPA DE CONCRETO | und  | 2.00    | 406.09     | 812.18          |
| 01.03.06.02    | TRAMPA DE GRASA                                  | und  | 1.00    | 591.16     | 591.16          |
| 01.03.07       | <b>TANQUE SEPTICO</b>                            |      |         |            | <b>1,351.18</b> |
| 01.03.07.01    | EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA TANQUE SEPTICO  | m3   | 2.40    | 38.58      | 92.59           |
| 01.03.07.02    | RELLENO COMPACTADO CON P.M.                      | m3   | 0.19    | 77.37      | 14.70           |

Fecha : 28/10/2022 09:35:08p. m.

S10

Página

3

## Presupuesto

Presupuesto 0103004 Tesis. Vivienda de adobe  
 Cliente CIELO VILCHEZ  
 Lugar LAMBAYEQUE - LAMBAYEQUE - MOCHUMI

Costo al

05/01/2022

| Item        | Descripción   | Und. | Metrado | Precio S/. | Parcial S/.       |
|-------------|---|------|---------|------------|-------------------|
| 01.03.07.03 | TARRAJEO DE CEMENTO PULIDO  | m2   | 8.40    | 35.11      | 294.92            |
| 01.03.07.04 | MURO LADRILLO K.K DE ARCILLA 18H ( 09x013x0.24) AMARRE DE CABEZA,<br>JUNTA 1.5 cm. MORTERO 1:1:5  | m2   | 7.20    | 110.48     | 795.46            |
| 01.03.07.05 | CONCRETO VIGAS DE TANQUE SEPTICO Fc=175 kg/cm2  | m3   | 0.21    | 401.54     | 84.32             |
| 01.03.07.06 | TAPA DE MADERA TANQUE SEPTICO   | m2   | 2.79    | 24.80      | 69.19             |
| 01.03.08    | <b>FOSA DE PERCOLACION</b>  |      |         |            | <b>917.56</b>     |
| 01.03.08.01 | EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA FOSA DE PERCOLACION  | m3   | 7.20    | 38.58      | 277.78            |
| 01.03.08.02 | RELLENO COMPACTADO CON AFIRMADO   | m3   | 0.86    | 80.72      | 69.42             |
| 01.03.08.03 | RELLENO COMPACTADO CON P.M.   | m3   | 0.42    | 77.37      | 32.50             |
| 01.03.08.04 | MURO LADRILLO K.K DE ARCILLA 18 H ( 0.09x0.13x0.24) AMARRE DE SOGA<br>JUNTA 1.5 cm. MORTERO 1:1:5 | m2   | 7.29    | 73.78      | 537.86            |
| 01.04       | <b>ALMACENAMIENTO DE AGUA</b>   |      |         |            | <b>322.29</b>     |
| 01.04.01    | TANQUE DE AGUA DE BIDONES RECICLADOS DE 200 LT INCLUYE ACC.                                       | und  | 3.00    | 107.43     | 322.29            |
| 01          | <b>INSTALACIONES ELECTRICAS</b>   |      |         |            | <b>16,113.16</b>  |
| 01.01       | <b>CONEXION A LA RED EXTERNA</b>  |      |         |            | <b>1,777.32</b>   |
| 01.01.01    | CONEXION DE KIT SOLAR GEL 300w  | und  | 1.00    | 1,766.13   | 1,766.13          |
| 01.01.02    | ACOMETIDA DOMICILIARIA CONFIGURACION LARGA  | und  | 1.00    | 11.19      | 11.19             |
| 01.02       | <b>SALIDA PARA ALUMBRADOS, TOMACORRIENTES, FUERZAS Y SENALES<br/>DEBILES</b>                      |      |         |            | <b>14,335.84</b>  |
| 01.02.01    | SALIDA PARA TOMACORRIENTE BIPOLAR DOBLE + L.T. A PRUEBA DE AGUA                                   | ptb  | 11.00   | 489.90     | 5,388.90          |
| 01.02.02    | SALIDA PARA CENTRO DE LUZ   | ptb  | 10.00   | 544.12     | 5,441.20          |
| 01.02.03    | SALIDA PARA PULSADOR SIMPLE   | ptb  | 8.00    | 140.72     | 1,125.76          |
| 01.02.04    | SALIDA PARA PULSADOR TRIPLE   | ptb  | 1.00    | 148.76     | 148.76            |
| 01.02.05    | TABLERO DE A.A.A.A  | und  | 1.00    | 758.59     | 758.59            |
| 01.02.06    | POZO A TIERRA   | und  | 1.00    | 873.94     | 873.94            |
| 01.02.07    | CABLE DE COBRE DESNUDO  | m    | 68.50   | 8.74       | 598.69            |
|             | <b>COSTO DIRECTO</b>  |      |         |            | <b>163,714.41</b> |

Fecha : 28/10/2022 09:35:08p. m.

## Anexo 30: Memoria de cálculo HE Energía en la vivienda de adobe

EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBE RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMÍ, 2021

VIVIENDA UNIFAMILIAR - ADOBE

CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA - CONSUMO DE ENERGÍA

H.E. por consumo de Combustible

RESUMEN DE HORAS MAQUINA POR ESPECIALIDAD

| ESPECIALIDAD             | UND. | CANTIDAD | PARCIAL  |
|--------------------------|------|----------|----------|
| Estructuras              | hm   | 53.97    |          |
| Arquitectura             | hm   | 11.81    | 67.59 HM |
| Instalaciones Sanitarias | hm   | 1.81     |          |
| Instalaciones Eléctricas | hm   | 0.00     |          |

| Recurso                                    | Unidad | Cantidad | Consumo en litros | Consumo por recurso en lts |
|--|--------|----------|-------------------|----------------------------|
| COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP  | hm     | 14.71    | 1.73              | 25.44657                   |
| CAMION VOLQUETE DE 10 m3                   | hm     | 24.87    | 1.8               | 44.76528                   |
| VIBRADOR A GASOLINA                        | hm     | 1.68     | 33.27             | 55.783809                  |
| MEZCLADORA DE CONCRETO 11 P3 (23 HP)       | hm     | 13.41    | 1.30              | 17.42858                   |
| MOTOBOMBA 3" (7 HP)                        | hm     | 2.12     | 3.30              | 6.99534                    |
| <b>Consumo total de combustible en lts</b> |        |          |                   | <b>150.42 lts</b>          |

Consumo total de combustible en lts considerando desperdicio: 151.92 lts

Intensidad de energía del combustible = 35 MJ/ (Litro de Combustible)

Intensidad de energía total en MJ 5,317.3 MJ

Intensidad de energía total en GJ 5.32 GJ

HUELLA RELACIONADA AL CONSUMO DE COMBUSTIBLE

$$HE_{cc} = \frac{C}{PE_i} \times FE_f$$

Donde:

$HE_{cc}$ : Huella ecológica ponderada del consumo de combustible en obra (hag)

$PE_i$ : Productividad energética (GJ/ha) 50 GJ/ha

$C$ : Consumo de combustible (GJ)

$FE_f$ : Factor de equivalencia 2.51 hag/ha

| Recurso  | Productividad Energética (GJ/ha) |
|----------|----------------------------------|
| Diesel   | 50                               |
| Gasolina | 50                               |

| Tipo de área                  | Factor de equivalencia ( hag/ha ) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Tierras de cultivo            | 2.51                              |
| Tierras de bosque             | 1.26                              |
| Tierras de pastoreo           | 0.46                              |
| Aguas marinas y continentales | 0.37                              |
| Área construida               | 2.51                              |

Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

$HE_{cc}$ : 0.27 hag

## H.E. por consumo de Electricidad

## RESUMEN DE HORAS MAQUINA POR ESPECIALIDAD

| ESPECIALIDAD             | Und | Cantidad | Parcial  |
|--------------------------|-----|----------|----------|
| Estructuras              | HM  | 0.52     | 14.87 HM |
| Arquitectura             | HM  | 10.20    |          |
| Instalaciones Sanitarias | HM  | 4.15     |          |
| Instalaciones Eléctricas | HM  | 0.00     |          |

| Recursos                    |    | Cantidad | Consumo KW | Consumo total de energía en KWH |
|-----------------------------|----|----------|------------|---------------------------------|
| CEPILLADORA ELECTRICA       | hm | 4.03     | 0.70 KW    | 2.82                            |
| ESTACION TOTAL              | hm | 8.82     | 0.04 KW    | 0.33                            |
| SIERRA CIRCULAR             | hm | 2.02     | 0.90 KW    | 1.81                            |
| <b>Consumo total en KWH</b> |    |          |            | <b>4.96 KWH</b>                 |

Consumo total en kWh y otras consideraciones: 5.21 KWH

1kWh = 0.0036 GJ

**Intensidad de energía total en GJ 0.02 GJ**

**HUELLA RELACIONADA AL CONSUMO DE ELECTRICIDAD**

$$HE_{ce} = \frac{C}{PE_i} \times FE_f$$

Donde:

|             |   |             |
|-------------|---|-------------|
| $HE_{ce}$ : | Huella ecológica ponderada del consumo de energía eléctrica (hag) |             |
| $PE_i$ :    | Productividad energética (GJ/ha)                                  | 0.14 GJ/ha  |
| $C$ :       | Consumo de energía eléctrica (GJ)                                 | 0.02 GJ     |
| $FE_f$ :    | Factor de equivalencia  | 2.51 hag/ha |

$$HE_{ce}: \quad 0.337 \text{ hag}$$

Anexo 31: Memoria de cálculo HE Agua en la vivienda de adobe

EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBE RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMÍ, 2021

VIVIENDA UNIFAMILIAR - ADOBE

CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA - CONSUMO DE AGUA

Cálculo de agua empleada

| Mano de Obra                            |        |                     |                       |
|---|--------|---------------------|-----------------------|
|   | HH     | Duración de la obra | Personas por día      |
| Capataz                                 | 33.60  | 1.8 meses           | 0.10                  |
| Operario                                | 726.39 |                     | 2.06                  |
| Oficial                                 | 75.27  |                     | 0.21                  |
| Peón                                    | 894.73 |                     | 2.54                  |
| Operario topográfico                    | 8.30   |                     | 0.02                  |
| <b>Numero de trabajadores en un día</b> |        |                     | <b>5 Personas/Día</b> |

55

|  |                 |
|--|-----------------|
| Agua para el aseo 01 trabajador por día          | <b>0.030 m3</b> |
| Agua por día para el aseo todos los trabajadores | <b>0.15 m3</b>  |

|  |                  |
|--|------------------|
| Total de agua - Estructuras                    | 114.449 m3       |
| Total de agua - Arquitectura                   | 18.669 m3        |
| Total de agua - Eléctricas                     | 0.000 m3         |
| Total de agua - Sanitarias                     | 0.519 m3         |
| Total de agua para el aseo de los trabajadores | 6.519 m3         |
| Agua para otros usos                           | 13.364 m3        |
| <b>Agua total empleada en obra</b>             | <b>153.52 m3</b> |

Calculo de la Huella Ecológica del Agua (hag)

$$HE_{pa} = \frac{C}{Pb} \times FE_B$$

Donde:

$HE_{pa}$ : Huella ecológica ponderada del agua (hag)

$FE_B$ : Factor de equivalencia

$C$ : Consumo de agua (m3)

$Pb$ : Productividad (m3/ha)

| Tipo de área                  | Factor de equivalencia ( hag/ha ) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Tierras de cultivo            | 2.51                              |
| Tierras de bosque             | 1.26                              |
| Tierras de pastoreo           | 0.46                              |
| Aguas marinas y continentales | 0.37                              |
| Área construida               | 2.51                              |

Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

$$HE_{pa} = 2.57 \text{ hag}$$

## Anexo 32: Memoria de cálculo HE Mano de obra - Alimento en la vivienda de adobe

EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBE RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMÍ, 2021

### VIVIENDA UNIFAMILIAR - ADOBE

#### CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA - CONSUMO DE ALIMENTOS

##### PARÁMETROS POR TIPO DE PRODUCCIÓN

| Alimentos                     | % Alimentos | Consumo (t/(S/. 1,000)) | Intensidad energética (GJ/t) | FE Cultivo | Prod. Petróleo (GJ/ha) | Prod. Natural (t/ha) | FE Pastos | FE Mar |
|-------------------------------|-------------|-------------------------|------------------------------|------------|------------------------|----------------------|-----------|--------|
| Cereales                      | 20.00       | 0.88                    | 15.00                        | 2.51       | 50.00                  | 2.26                 |           |        |
| Carnes                        | 18.00       | 0.06                    | 80.00                        | 2.51       | 50.00                  | 0.03                 | 0.46      |        |
| Legumbres, raíces y tubérculo | 20.00       | 0.69                    | 10.00                        | 2.51       | 50.00                  | 6.73                 |           |        |
| Pescado                       | 15.00       | 0.04                    | 100.00                       | 2.51       | 50.00                  | 0.03                 |           | 0.37   |
| Bebidas                       | 8.00        | 1.12                    | 7.00                         | 2.51       | 50.00                  | 22.50                |           |        |
| Aceites                       | 8.00        | 0.07                    | 40.00                        | 2.51       | 50.00                  | 1.49                 |           |        |
| Lácteos                       | 8.00        | 0.47                    | 37.00                        | 2.51       | 50.00                  | 0.28                 | 0.46      |        |
| Azúcar                        | 3.00        | 0.30                    | 15.00                        | 2.51       | 50.00                  | 4.89                 |           |        |
|                               | 100%        |                         |                              |            |                        |                      |           |        |

Considerando el precio promedio de un almuerzo

Costo: S/ 7.00

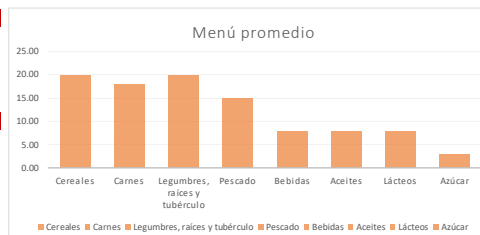
#### Huella Ecológica Fósil

Fórmula para el cálculo de la Huella Fósil

$$HE_{cf} = \frac{Cx(IE)}{P_c} \times FE_B$$

Donde:

|             |  |
|-------------|--|
| $HE_{cf}$ : | Huella Ecológica Fósil (hag/comida)            |
| $IE$ :      | Intensidad de energía (GJ/t)                   |
| $C$ :       | Consumo (t)                                    |
| $FE_i$ :    | Factor de equivalencia forestal                |
| $P_c$ :     | Productividad del petróleo (GJ/ha)<br>50 GJ/ha |



Fórmula general para el cálculo de la huella fósil de todos los alimentos

$$HE_{cf} = \frac{C_s}{1000} \left[ \sum_i \left( \frac{\%alm}{100} \times C_i \times IE_i \right) \right] \frac{FE_B}{P_c}$$

Donde:

|             |  |
|-------------|--|
| $HE_{cf}$ : | Huella Fósil total (hag/comida)  |
| $\%alm$ :   | Porcentaje que representa los alimentos de un plato promedio (Mochumi) |
| $C_s$ :     | Costo promedio de un plato de comida en Mochumi                        |
| $C_i$ :     | Consumo en toneladas por cada S/. 1,000.00                             |
| $IE_i$ :    | Intensidad energética (GJ/t)   |
| $FE_B$ :    | Factor de equivalencia de cultivo                                      |
| $P_c$ :     | Productividad del petróleo<br>50 GJ/ha                                 |

| Tipo de área                  | Factor de equivalencia ( hag/ha ) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Tierras de cultivo            | 2.51                              |
| Tierras de bosque             | 1.26                              |
| Tierras de pastoreo           | 0.46                              |
| Aguas marinas y continentales | 0.37                              |
| Área construida               | 2.51                              |

Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

### Cálculo de la Huella Fósil total con los datos obtenidos:

| Huella Fósil                  | hag/comida |
|-------------------------------|------------|
| Cereales                      | 0.00093    |
| Carnes                        | 0.00031    |
| Legumbres, raíces y tubérculo | 0.00048    |
| Pescado                       | 0.00021    |
| Bebidas                       | 0.00022    |
| Aceites                       | 0.00008    |
| Lácteos                       | 0.00049    |
| Azúcar                        | 0.00005    |

$HE_{ft}$ :

0.0028 hag/comida

### Huella Ecológica de pastos

$$HE_{cp} = \frac{Cx(IE)}{P_n} \times FE_{pas}$$

Donde:

- $HE_{pas}$ : Huella Ecológica de pastos (hag/comida)  
 $C$ : Consumo (t)  
 $P_n$ : Productividad natural (t/ha)  
 $FE_{pas}$ : Factor de equivalencia de pastos

### Fórmula general para el cálculo de la huella ecológica de pastos

$$HE_{pas} = \frac{c_s}{1000} \left[ \sum_i \frac{\%alim_i \times c_i}{P_{ni}} \right] \times FE_P$$

Donde:

- $HE_{pas}$ : Huella Ecológica de pastos (hag/comida)  
 $\%alim$ : Porcentaje que representa los alimentos de un plato promedio (Chiclayo), que pertenecen a pastos  
 $C_s$ : Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.  
 $C_i$ : Consumo en toneladas por cada  
 S/. 1,000.00  
 $P_{ni}$ : Productividades naturales de cada alimento  
 $FE_{pas}$ : Factor de equivalencia de pasto

| Tipo de área                  | Factor de equivalencia ( hag/ha ) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Tierras de cultivo            | 2.51                              |
| Tierras de bosque             | 1.26                              |
| <b>Tierras de pastoreo</b>    | <b>0.46</b>                       |
| Aguas marinas y continentales | 0.37                              |
| Área construida               | 2.51                              |

Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

### Cálculo de la Huella de pastos total con los datos obtenidos:

| Huella Fósil | hag/comida |
|--------------|------------|
| Carnes       | 0.00107    |
| Lácteos      | 0.00044    |

$$HE_{pas}: 0.0015 \text{ hag/comida}$$

### Huella Ecológica de mar

$$HE_{cm} = \frac{Cx(IE)}{P_c} \times FE_{pas}$$

Donde:

- $HE_{mar}$ : Huella Ecológica de pastos (hag/comida)  
 $C$ : Consumo (t)  
 $P_n$ : Productividad natural (t/ha)  
 $FE_{mar}$ : Factor de equivalencia de mar

### Fórmula general para el cálculo de la huella ecológica de mar

$$HE_{mar} = \frac{c_s}{1000} \left[ \sum_i \frac{\%alim_i \times c_i}{P_{ni}} \right] \times FE_m$$

Donde:

- $HE_{mar}$ : Huella Ecológica de mar (hag/comida)  
 $\%alim$ : Porcentaje que representa los alimentos de un plato promedio (Chiclayo), que pertenecen a mar  
 $C_s$ : Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.  
 $C_i$ : Consumo en toneladas por cada  
 S/. 1,000.00  
 $P_{ni}$ : Productividades naturales de cada alimento  
 $FE_{mar}$ : Factor de equivalencia de mar

| Tipo de área                         | Factor de equivalencia |
|--------------------------------------|------------------------|
| Tierras de cultivo                   | 2.51                   |
| Tierras de bosque                    | 1.26                   |
| Tierras de pastoreo                  | 0.46                   |
| <b>Aguas marinas y continentales</b> | <b>0.37</b>            |
| Área construida                      | 2.51                   |

Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

### Cálculo de la Huella de mar total con los datos obtenidos:

$$HE_{mar}: 0.00054 \text{ hag/comida}$$

**Huella Ecológica de alimentos cultivados**

$$HE_{Cul} = \frac{Cx(IE)}{P_c} \times FE_{pas}$$

Donde:

**HE<sub>cul</sub>**: Huella Ecológica de pastos (hag/comida)

**C**: Consumo (t)

**P<sub>n</sub>**: Productividad natural (t/ha)

**FE<sub>cul</sub>**: Factor de equivalencia de tierras de cultivo

**Fórmula general para el cálculo de la huella ecológica de alimentos cultivados**

$$HE_{cul} = \frac{C_s}{1000} \left[ \sum_i \frac{\%alim_i \times C_i}{Pn_i} \right] \times FE_c$$

Donde:

**HE<sub>cul</sub>**: Huella Ecológica de tierra de cultivo (hag/comida)

**%alim**: Porcentaje que representa los alimentos de un plato promedio (Chiclayo), que pertenecen a alimentos cultivados

**C<sub>s</sub>**: Costo promedio de un plato de comida en Chiclayo.

**C<sub>i</sub>**: Consumo en toneladas por cada S/. 1,000.00

**P<sub>n<sub>i</sub></sub>**: Productividades naturales de cada alimento

**FE<sub>cul</sub>**: Factor de equivalencia de tierras de cultivo

| Tipo de área                  | Factor de equivalencia |
|-------------------------------|------------------------|
| Tierras de cultivo            | 2.51                   |
| Tierras de bosque             | 1.26                   |
| Tierras de pastoreo           | 0.46                   |
| Aguas marinas y continentales | 0.37                   |
| Área construida               | 2.51                   |

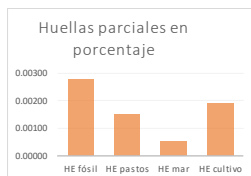
Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

**Cálculo de la Huella de alimentos cultivados totales con los datos obtenidos:**

| Huella de tierras de cultivo  | hag/comida |
|-------------------------------|------------|
| Cereales                      | 0.00137    |
| Legumbres, raíces y tubérculo | 0.00036    |
| Bebidas                       | 0.00007    |
| Aceites                       | 0.00007    |
| Azúcar                        | 0.00003    |

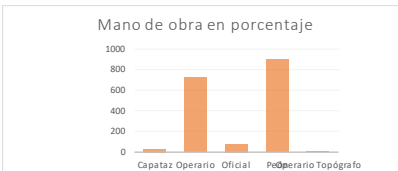
**HE<sub>cul</sub>**: 0.00191 hag/comida

| Cuadro resumen de las Huellas Parciales |         |
|---|---------|
| HE fósil                                | 0.00277 |
| HE pastos                               | 0.00151 |
| HE mar                                  | 0.00054 |
| HE cultivo                              | 0.00191 |



**Horas totales trabajadas por la mano de obra**

| Mano de Obra       |           |
|--------------------|-----------|
| Capataz            | 33.60100  |
| Operario           | 726.38880 |
| Oficial            | 75.26640  |
| Peón               | 894.72770 |
| Operario Topógrafo | 8.29840   |



Numero total de horas trabajadas: 1,738.28 h

**Cálculo de la Huella Ecológica relacionada a la alimentación**

$$HE_{pat} = \frac{HE_c}{h_c} \times N_h$$

Donde:

**HE<sub>pat</sub>**: Huella ecológica ponderada de los alimentos (hag)

**HE<sub>c</sub>**: Huella ecológica expresada como hag/comida

**h<sub>c</sub>**: 8 horas/comida

**N<sub>h</sub>**: Numero de horas trabajadas

**Resultado de Huellas ponderadas**

|             |         |
|-------------|---------|
| HE Fósil:   | 0.60275 |
| HE pastos:  | 0.32708 |
| HE mar:     | 0.11643 |
| HE cultivo: | 0.41429 |



**HUELLA ECOLÓGICA TOTAL PRODUCIDA POR EL CONSUMO DE ALIMENTOS**

**HE<sub>alim</sub>**: 1.46 hag

### Anexo 33: Memoria de cálculo HE Mano de obra - Movilidad en la vivienda de adobe

EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBE RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMÍ, 2021

#### VIVIENDA UNIFAMILIAR - ADOBE

#### CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA - MANO DE OBRA: MOVILIDAD

| Mano de Obra                     |        |                     |                  |
|----------------------------------|--------|---------------------|------------------|
|                                  | HH     | Duración de la obra | Personas por día |
| Capataz                          | 33.60  | 1.8 meses           | 0.10             |
| Operario                         | 726.39 |                     | 2.10             |
| Oficial                          | 75.27  |                     | 0.22             |
| Peón                             | 894.73 |                     | 2.59             |
| Operario Topógrafo               | 8.30   |                     | 0.02             |
| Numero de trabajadores en un día |        |                     | 5 Personas/Día   |

Duración de la obra en días 54 Días

Numero total de horas trabajadas: 1,738.28 h

#### HIPÓTESIS DE DESPLAZAMIENTO

| DESPLAZAMIENTO MEDIO |             |
|----------------------|-------------|
| IDA (Km)             | VUELTA (Km) |
| 11.6                 | 11.6        |

#### OCUPACIÓN MEDIA POR VEHÍCULO

| TOTAL DE HORAS TRABAJADAS | VEHÍCULO EN EL QUE SE DESPLAZA | %(PORCENTAJE) | OCUPACIÓN DE INDIVIDUOS |
|---------------------------|--------------------------------|---------------|-------------------------|
| 1,738.28 h                | BICICLETA                      | 50            | 1 personas              |
|                           | MOTOTAXI                       | 30            | 3 personas              |
|                           | SERVICIO PÚBLICO               | 19            | 5 personas              |
|                           | AUTO                           | 1             | 4 personas              |

#### Duración total de la obra en horas

$$D = d \times h_e$$

Donde:  $h_e$ : Horas efectivas trabajadas por mano de obra 2280 horas/año

$d$ : Duración de obra en años 0.15 años

$D$ : Duración de obra en horas por trabajador 342 h

#### Numero de trabajadores en obra

$$N_t = \frac{N_h}{D}$$

Donde:

$D$ : Duración de obra en horas 342 h

$N_h$ : Numero total de horas trabajadas 1,738.28 h/Trabajadores

$N_t$ : Numero de trabajadores 5 Trabajadores/Día

#### Numero de vehículos empleados en obra

Distancia total recorrida

$$N_v = \frac{N_t}{O}$$

$$D_t = N_v \times d_m$$

Donde:

$N_t$ : Número de trabajadores

$N_v$ : Número de vehículos en obra

$O$ : Ocupación media por vehículo

$d_m$ : Distancia media recorrida por vehículo

$N_v$ : Ocupación media por vehículo

$D_t$ : Distancia total recorrida

|                | VEHÍCULO EN EL QUE SE DESPLAZA | %(PORCENTAJE) | NÚMERO DE PERSONAS QUE VIAJAN | OCUPACIÓN DE INDIVIDUOS POR VEHÍCULO | NÚMERO DE VEHÍCULOS POR DIA | DISTANCIA TOTAL RECORRIDA POR DIA | CONSUMO (L/100km) | CONSUMO EN L POR DIA | TIPO DE COMBUSTIBLE |
|----------------|--------------------------------|---------------|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| 5 trabajadores | BICICLETA                      | 50            | 3                             | 1 personas                           | 2.5                         | 58 Km                             | 0                 | 0.00                 | No emplea           |
|                | MOTOTAXI                       | 30            | 2                             | 3 personas                           | 0.5                         | 12 Km                             | 3.031             | 0.35                 | gasolina            |
|                | SERVICIO PÚBLICO               | 19            | 1                             | 5 personas                           | 0.19                        | 4 Km                              | 11.50             | 0.51                 | gasolina            |
|                | AUTO                           | 1             | 0                             | 4 personas                           | 0.0125                      | 0 Km                              | 7.88              | 0.02                 | gasolina            |

#### Calculo de la Huella Ecológica relacionada a movilidad

$$HE_{pc} = \frac{c}{P_c} \times FE_B \times T_t$$

Donde:

$P_c$ : Productividad energética del combustible 50 GJ/ha

Combustible por concepto de mantenimiento 10%

$C$ : Consumo en GJ 0.03 GJ

$FE_B$ : Factor de equivalencia cultivos 2.51

$HE_{pc}$ : Huella Ecológica relacionada a movilidad hag

$T_t$ : Tiempo total de duración de la obra en días

| Tipo de área                  | Factor de equivalencia ( hag/ha ) |
|-------------------------------|-----------------------------------|
| Tierras de cultivo            | 2.51                              |
| Tierras de bosque             | 1.26                              |
| Tierras de pastoreo           | 0.46                              |
| Aguas marinas y continentales | 0.37                              |
| Área construída               | 2.51                              |

Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

$HE_{pc}$ : 0.09 hag

## Anexo 34: Memoria de cálculo HE Materiales de construcción en la vivienda de adobe

EVALUACIÓN DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBE RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMÍ, 2021

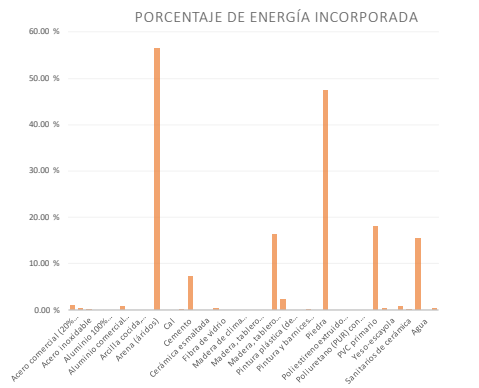
## VIVIENDA UNIFAMILIAR - ADOBE

## CÁLCULO HUELLA ECOLÓGICA - MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

| Codigo                       | MATERIAL  | Energía incorporada específica (MJ/kg) |        |        |        |        |        | Promedio |        |
|------------------------------|---|--|--------|--------|--------|--------|--------|----------|--------|
|                              |   | F1                                     | F2     | F3     | F4     | F5     | F6     |          | F7     |
| <b>Materiales Simples</b>    |   |  |        |        |        |        |        |          |        |
| 01                           | Acero comercial (20% reciclado)   | 20.10                                  | 130.00 | 30.00  |        | 35.73  |        | 35.00    | 50.17  |
| 02                           | Acero 100% reciclado (teórico)  |  | 130.00 |        |        |        |        | 35.00    | 82.50  |
| 03                           | Acero inoxidable  | 56.70                                  | 25.00  | 90.00  |        | 177.00 |        |          | 87.18  |
| 04                           | Aluminio primario   |  | 20.00  |        |        | 192.14 |        |          | 106.07 |
| 05                           | Aluminio 100% reciclado (teórico)   |  | 20.00  |        |        |        |        |          | 20.00  |
| 06                           | Aluminio 85% reciclado  |  | 30.00  |        |        |        |        |          | 30.00  |
| 07                           | Aluminio comercial (30% reciclado)  | 155.00                                 |        | 270.00 |        | 188.92 | 410.00 |          | 255.98 |
| 08                           | Arcilla cocida, ladrillo y tejas  | 6.50                                   |        |        |        | 2.90   | 3.50   |          | 4.30   |
| 09                           | Arcilla cocida, materiales cerámicos vitrificados                         | 6.50                                   |        |        |        | 2.90   |        |          | 4.70   |
| 10                           | Arcilla cocida, Sanitarios  | 6.50                                   |        |        |        | 2.90   |        |          | 4.70   |
| 11                           | Arena (áridos)  |  | 15.00  | 0.25   |        | 0.15   |        |          | 5.13   |
| 12                           | Asfalto en tela (oxiasfalto)  |  |        |        |        | 10.00  |        |          | 10.00  |
| 13                           | Cal   |  |        |        |        | 3.87   |        |          | 3.87   |
| 14                           | Cartón-yeso   |  |        |        |        | 6.23   |        |          | 6.23   |
| 15                           | Cemento   |  |        | 5.00   |        | 5.56   | 1.40   |          | 3.99   |
| 16                           | Cerámica  | 12.00                                  | 75.00  |        |        | 2.36   | 3.50   | 11.10    | 20.79  |
| 17                           | Cerámica esmaltada  |  |        |        |        | 2.36   |        |          | 2.36   |
| 18                           | Cobre primario  | 42.00                                  | 25.00  |        |        | 109.17 | 78.00  |          | 63.54  |
| 19                           | Fibra de vidrio   |  |        |        |        |        | 42.70  |          | 42.70  |
| 20                           | Grava   |  | 15.00  | 0.25   |        |        | 0.30   | 5.90     | 5.36   |
| 21                           | Madera de clima templado  | 8.50                                   | 40.00  | 2.00   |        |        |        | 15.00    | 16.38  |
| 22                           | Madera tropical   | 8.50                                   | 40.00  | 2.00   |        |        |        | 15.00    | 16.38  |
| 23                           | Madera, tablero aglomerado sin formaldehidos                              | 8.50                                   | 40.00  | 2.00   |        |        |        | 15.00    | 16.38  |
| 24                           | Madera, tablero aglomerado con formaldehidos                              | 12.00                                  | 40.00  | 2.00   |        |        |        | 15.00    | 17.25  |
| 25                           | Madera, tablero contrachapado   | 15.00                                  | 40.00  | 2.00   |        |        |        | 15.00    | 18.00  |
| 26                           | Papel   |  |        |        |        | 31.10  |        |          | 31.10  |
| 27                           | Pintura plástica (de base acuosa) que cumple la norma ecológica           | 59.00                                  |        |        |        |        |        |          | 59.00  |
| 28                           | Pintura plástica (de base acuosa)   | 59.00                                  |        |        |        |        |        |          | 59.00  |
| 29                           | Pintura y barnices sintéticos (esmaltes) de base de disolventes orgánicos | 97.00                                  |        |        |        |        |        |          | 97.00  |
| 30                           | Pintura y barnices sintéticos (esmaltes) de base de disolventes orgánicos | 97.00                                  |        |        |        |        |        |          | 97.00  |
| 31                           | Piedra  |  | 15.00  | 0.25   |        |        | 0.30   | 5.90     | 5.36   |
| 32                           | Poliestireno expandido (EPS)  |  |        |        | 105.00 |        |        |          | 105.00 |
| 33                           | Poliestireno extruido (XPS) con agente hinchantes tipo HCFC               |  |        |        | 92.40  |        |        |          | 92.40  |
| 34                           | Poliestireno extruido (XPS) con agente hinchantes tipo CO <sub>2</sub>    |  |        |        | 92.40  |        |        |          | 92.40  |
| 35                           | Poliuretano (PUR) con agente hinchantes tipo HCFC o diclorometano         |  |        |        | 100.00 |        |        |          | 100.00 |
| 36                           | PUR con agente hinchantes tipo CO <sub>2</sub> o similar                  |  |        |        | 100.00 |        |        |          | 100.00 |
| 37                           | PVC primario  | 77.20                                  | 130.00 | 70.00  |        |        | 90.00  | 79.00    | 89.24  |
| 38                           | Vidrio plano  | 15.00                                  | 35.00  | 20.00  |        |        | 26.00  |          | 24.00  |
| 39                           | Yeso-escayola   | 1.80                                   |        |        |        |        | 2.40   |          | 2.10   |
| 40                           | Combustibles fósiles  | 51.14                                  |        |        |        |        |        |          | 51.14  |
| 41                           | Sanitarios de cerámica  | 29.00                                  |        |        |        |        |        |          | 29.00  |
| 42                           | Adobe en tierra cruda   |  |        |        |        |        | 0.10   | 0.40     | 0.25   |
| 43                           | Agua  | 0.00                                   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 0.00     | 0.00   |
| <b>Materiales Compuestos</b> |   |  |        |        |        |        |        |          |        |
| 44                           | Fábrica ladrillo hueco  | 3.00                                   |        | 2.00   |        |        | 2.70   |          | 2.57   |
| 45                           | Fábrica ladrillo perforado  | 3.00                                   |        | 2.00   |        |        | 2.70   |          | 2.57   |
| 46                           | Fábrica ladrillo macizo   | 3.00                                   |        | 2.00   |        |        | 2.70   |          | 2.57   |
| 47                           | Hormigón H-150  | 1.11                                   |        | 1.40   |        |        |        |          | 1.26   |
| 48                           | Hormigón H-175  | 1.11                                   |        | 1.40   |        |        |        |          | 1.26   |
| 49                           | Hormigón H-200  | 1.11                                   |        | 1.40   |        |        |        |          | 1.26   |
| 50                           | Hormigón prefabricado   |  |        |        |        |        | 1.60   |          | 1.60   |
| 51                           | Mortero M-40/a  | 1.33                                   |        |        |        |        | 1.60   |          | 1.47   |
| 52                           | Mortero M-80/a  | 1.33                                   |        |        |        |        | 1.60   |          | 1.47   |
| 53                           | Mortero prefabricado  |  |        |        |        |        | 1.60   |          | 1.60   |

| Evaluación del impacto sobre el ambiente y la sostenibilidad mediante la huella ecológica entre dos edificaciones rurales construidas con ladrillos artesanales y adobe respectivamente en Moche, 2021 |  |        |          |           |            |              |            |
|--|--|--------|----------|-----------|------------|--------------|------------|
| Clasificación  | Material   | Unidad | Mm (u)   | Cc (Kg/u) | Cm (Kg)    | Elem (MJ/Kg) | Elem (MJ)  |
| 37   | ACCESORIO PARA TRAMPAS DE GRASA                                    | qtb    | 1.00     | 0.45      | 0.45       | 89.24        | 40.16      |
| 01   | ACERO CORRUGADO 1y = 4200 kg/cm2 GRADO 60                          | kg     | 36.80    | 1.00      | 36.80      | 50.17        | 1,846.11   |
| 37   | ADITIVO INTERFAS LANTITE CREMA 1                                   | gal    | 0.43     | 1.00      | 0.43       | 89.24        | 38.42      |
| 42   | ADOBE 40x40x9 cm   | und    | 2,606.63 | 230.40    | 600,566.40 | 0.25         | 150,141.60 |
| 11   | AFIRMADO   | m3     | 19.48    | 1,600.00  | 31,161.60  | 5.13         | 159,962.88 |
| 43   | AGUA   | m3     | 114.45   | 1,000.00  | 114,445.70 | 0.00         | 0.00       |
| 01   | ALAMBRE NEGRO N° 16  | kg     | 3.12     | 1.00      | 3.12       | 50.17        | 156.52     |
| 18   | ALAMBRE TW 2.5 mm2   | m      | 205.45   | 0.02      | 4.11       | 63.54        | 261.10     |
| 18   | ALAMBRE TW 4 mm2   | m      | 118.84   | 0.02      | 2.34       | 63.54        | 148.49     |
| 07   | ANGULO DE FIERRO 3/16" x 2" x 2"                                   | m      | 9.20     | 3.63      | 33.40      | 255.98       | 8,548.71   |
| 11   | ARENA  | m3     | 4.31     | 1,600.00  | 6,895.04   | 5.13         | 35,394.54  |
| 11   | ARENA FINA   | m3     | 0.16     | 1,600.00  | 256.00     | 5.13         | 1,314.13   |
| 11   | ARENA GRUESA   | m3     | 24.77    | 1,600.00  | 39,633.76  | 5.13         | 203,458.99 |
| 37   | BATERIA GEL 12V 115AH ULTRACELL UCG                                | und    | 1.00     | 31.00     | 31.00      | 89.24        | 2,766.44   |
| 37   | BIDON DE AGUA RECIKLADO 200 LT                                     | und    | 3.00     | 10.00     | 30.00      | 89.24        | 2,677.20   |
| 18   | CABLE DE COBRE DESNUDO 16 mm2                                      | m      | 71.93    | 0.18      | 12.66      | 63.54        | 804.37     |
| 18   | CABLE UNIFILAR 6mm2 SOLAR PV Z-F NEGRO                             | und    | 8.00     | 0.01      | 0.05       | 63.54        | 3.05       |
| 18   | CABLE UNIFILAR 6mm2 SOLAR PV Z-F ROJO                              | und    | 8.00     | 0.01      | 0.05       | 63.54        | 3.05       |
| 15   | CAJA DE CONCRETO CON TAPA 60x60                                    | und    | 3.00     | 60.00     | 180.00     | 3.99         | 717.60     |
| 01   | CAJA DE PASE CUADRADA DE FIERRO GALVANIZADO DE 100x100x50 mm       | und    | 0.72     | 3.92      | 2.83       | 50.17        | 141.72     |
| 37   | CAJA DE PASE OCTOGONAL SAP 100 X 40 mm                             | und    | 10.00    | 0.65      | 6.53       | 89.24        | 582.29     |
| 01   | CAJA RECTANGULAR FIERRO GALVANIZADO 100x55x50 mm                   | und    | 9.00     | 1.99      | 17.89      | 50.17        | 897.65     |
| 01   | RECTANGULAR FIERRO GALVANIZADO 100 x 50 x 40 mm (6" X 2" X 1 1/2") | und    | 17.21    | 1.43      | 24.97      | 50.17        | 1,252.44   |
| 25   | CAÑA DE 2° (PAQUETE DE 24 CAÑAS)                                   | pdf    | 31.26    | 4.86      | 152.07     | 18.00        | 2,737.10   |
| 15   | CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)                                  | bol    | 408.41   | 42.50     | 17,357.51  | 3.99         | 69,198.62  |
| 37   | CINTA TEFLON 3/4"500yds  | rl     | 1.25     | 0.01      | 0.01       | 89.24        | 1.00       |
| 02   | CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2" 3/4"                                   | kg     | 0.90     | 1.00      | 0.90       | 82.50        | 74.25      |
| 02   | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 1 1/2"                               | kg     | 8.93     | 1.00      | 8.93       | 82.50        | 736.80     |
| 02   | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA 2" 2-1/2" 3"                         | kg     | 26.81    | 1.00      | 26.81      | 82.50        | 2,212.02   |
| 02   | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 1"                                | kg     | 0.86     | 1.00      | 0.86       | 82.50        | 70.71      |
| 02   | CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"                                | kg     | 0.38     | 1.00      | 0.38       | 82.50        | 31.68      |
| 37   | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-1 1/4" x 90 grados                        | und    | 1.00     | 0.70      | 0.70       | 89.24        | 62.47      |
| 37   | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-1 1/2" x 90 grados                        | und    | 5.00     | 0.07      | 0.37       | 89.24        | 33.02      |
| 37   | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-1/2" x 90 grados                          | und    | 15.00    | 0.02      | 0.30       | 89.24        | 26.77      |
| 37   | CODO PVC SAP CLASE 10 SP-3/4" x 90 grados                          | und    | 1.00     | 0.05      | 0.05       | 89.24        | 4.64       |
| 37   | CODO PVC-SAL 10 2" x 90  | und    | 7.00     | 0.23      | 1.76       | 89.24        | 157.82     |
| 37   | CODO PVC-SAL 2" x 135  | und    | 1.00     | 0.22      | 0.22       | 89.24        | 19.72      |
| 37   | COLA SINTETICA   | gal    | 2.79     | 0.23      | 0.64       | 89.24        | 56.85      |
| 18   | CONECTORES DE COBRE TIPO AIB                                       | und    | 1.00     | 0.03      | 0.03       | 63.54        | 1.59       |
| 01   | CONECTORES PCA PUNTA HERRILLER                                     | und    | 1.00     | 0.05      | 0.05       | 50.17        | 2.51       |
| 37   | CONEXIONES PVC-SAP 1/2" ELECTRICAS                                 | und    | 49.28    | 0.22      | 10.89      | 89.24        | 971.91     |
| 37   | CONEXIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS (20 mm)                         | und    | 8.56     | 0.22      | 1.89       | 89.24        | 168.90     |
| 37   | CONEXIONES PVC-SEL 1" (25 mm)                                      | und    | 28.80    | 0.22      | 6.36       | 89.24        | 567.99     |
| 37   | CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 1/2"                                     | und    | 40.70    | 0.02      | 0.82       | 89.24        | 932.87     |
| 37   | CURVAS PVC-SAP ELECTRICAS 3/4" (20 mm)                             | und    | 5.54     | 0.02      | 0.12       | 89.24        | 10.38      |
| 37   | CURVAS PVC-SEL 1" (25 mm)  | und    | 216.00   | 0.22      | 4.77       | 89.24        | 426.00     |
| 37   | DADO CONMUTADOR - MAGIC TICINO                                     | und    | 2.25     | 0.07      | 0.16       | 89.24        | 14.08      |
| 37   | DADO INTERRUPTOR - MAGIC TICINO                                    | und    | 5.25     | 0.07      | 0.37       | 89.24        | 32.82      |
| 37   | DADO PULSADOR - MAGIC TICINO                                       | und    | 0.30     | 0.07      | 0.07       | 89.24        | 7.10       |
| 03   | DOSES ECOLGEL 8KG  | bol    | 2.00     | 8.00      | 16.00      | 87.18        | 1,394.80   |
| 01   | DUCHA GIRATORIA BRAZO Y CANOPLA                                    | und    | 1.00     | 0.12      | 0.12       | 50.17        | 6.22       |
| 25   | ESTERA DE TOTORA 4x2m  | bza    | 12.28    | 50.00     | 614.08     | 18.00        | 11,053.35  |
| 02   | FIERRO LISO DE 12"   | m      | 2.10     | 0.69      | 1.39       | 50.17        | 172.21     |
| 40   | GASOLINA   | gal    | 17.99    | 6.80      | 122.38     | 51.14        | 6,257.45   |
| 01   | GRIDOL MONOMADO LAVATORIO BAJO                                     | und    | 2.00     | 0.85      | 1.70       | 50.17        | 85.28      |
| 11   | HORMIGÓN   | m3     | 0.64     | 1,600.00  | 1,024.00   | 5.13         | 5,242.24   |
| 41   | INDOORO ONE PIECE  | und    | 1.00     | 14.40     | 14.40      | 29.00        | 417.60     |
| 37   | INTERRUPTOR 2 x 16 A   | und    | 1.00     | 0.17      | 0.17       | 89.24        | 15.17      |
| 37   | INTERRUPTOR 2 x 20 A   | und    | 1.00     | 0.17      | 0.17       | 89.24        | 15.17      |
| 37   | INTERRUPTOR 2 x 25 A   | und    | 1.00     | 0.17      | 0.17       | 89.24        | 15.17      |
| 37   | INTERRUPTOR 2 x 25 A   | und    | 1.00     | 0.17      | 0.17       | 89.24        | 15.17      |
| 37   | INTERRUPTOR TRIPOLAR   | und    | 1.00     | 0.07      | 0.07       | 89.24        | 7.80       |
| 37   | INTERRUPTOR UNIPOLAR   | und    | 8.00     | 0.06      | 0.48       | 89.24        | 42.84      |
| 37   | INVERSOR CARGADOR 300W 12V 10A MUST SOLAR                          | und    | 1.00     | 7.50      | 7.50       | 89.24        | 669.30     |
| 44   | LABRILLO K18 18 HUECOS 9X13X24 cm                                  | und    | 417.89   | 2.80      | 1,170.09   | 2.67         | 3,002.24   |
| 01   | LAVADERO DE ACERO INOXIDABLE                                       | und    | 1.00     | 2.00      | 2.00       | 50.17        | 100.35     |
| 41   | LAVATORIO  | und    | 1.00     | 8.50      | 8.50       | 29.00        | 246.50     |
| 26   | LJUA PARA MADERA F100  | pla    | 6.05     | 0.05      | 0.28       | 31.10        | 8.85       |
| 11   | LJAVE DE LAVATORIO   | und    | 1.00     | 0.25      | 0.25       | 50.17        | 12.54      |
| 25   | MADERA CEDRO   | p2     | 297.41   | 2.56      | 843.53     | 18.00        | 11,538.00  |
| 25   | MADERA TORNILLO  | p2     | 6,325.38 | 1.07      | 6,757.44   | 18.00        | 121,633.93 |
| 25   | MADERA TORNILLO SERRADA PARA ANIAMIO                               | p2     | 72.30    | 1.07      | 77.23      | 18.00        | 1,390.19   |
| 14   | MALLA DE ALAMBRE N16   | m2     | 121.64   | 0.36      | 43.79      | 50.17        | 2,186.83   |
| 14   | MASILLA  | kg     | 0.01     | 1.50      | 0.01       | 6.23         | 0.06       |
| 14   | OCRE ROJO  | kg     | 1.04     | 1.00      | 1.04       | 6.23         | 6.46       |
| 26   | PAJA CORTADA   | m3     | 2.36     | 300.00    | 708.99     | 31.10        | 22,049.59  |
| 01   | PANEL SOLAR 150W ERA SOLAR   | und    | 1.00     | 11.00     | 11.00      | 50.17        | 551.83     |
| 41   | PAPELERA DE LUZA   | und    | 1.00     | 1.18      | 1.18       | 29.00        | 34.22      |
| 37   | PEGAMENTO PARA PVC   | gal    | 0.24     | 3.40      | 0.83       | 89.24        | 74.44      |
| 37   | PEGAMENTO PARA PVC DE 1/4 GLN                                      | und    | 0.23     | 0.85      | 0.19       | 89.24        | 17.08      |
| 01   | PERNO DE ANCLAJE PARA INDOORO                                      | und    | 2.00     | 0.05      | 0.10       | 50.17        | 5.02       |
| 01   | RNO DE ANCLAJE PARA SILENCIO DE INDOORO SIN CAPUCHÓN PLASTI        | und    | 2.00     | 0.05      | 0.10       | 50.17        | 5.02       |
| 31   | PIEDRA CHANCADA 1/2"   | m3     | 31.17    | 1,600.00  | 53,067.20  | 5.13         | 284,937.86 |
| 31   | PIEDRA GRANDE  | m3     | 19.48    | 1,600.00  | 31,161.60  | 5.13         | 168,958.25 |
| 31   | PIEDRA MEDIANA DE 6"   | m3     | 0.63     | 1,600.00  | 1,004.96   | 5.13         | 5,389.10   |
| 29   | PINTURA ESMALTE  | gal    | 0.52     | 4.75      | 2.46       | 67.00        | 239.99     |
| 37   | PLACA A PRUEBA DE AGUA INDOORO MAGIC TICINO                        | und    | 11.00    | 0.40      | 4.40       | 89.24        | 392.60     |
| 07   | PLACA ALUMINIO DOBLE - MAGIC TICINO                                | und    | 8.66     | 0.01      | 0.05       | 255.98       | 12.57      |
| 07   | PLACA ALUMINIO SIMPLE - MAGIC TICINO                               | und    | 3.17     | 0.01      | 0.02       | 255.98       | 4.50       |
| 07   | PLACA ALUMINIO TRIPLE - MAGIC TICINO                               | und    | 0.22     | 0.01      | 0.00       | 255.98       | 0.33       |
| 07   | PLACA DIEGA DE ALUMINIO ANODIZADO                                  | und    | 0.30     | 0.004     | 0.00       | 255.98       | 0.30       |
| 25   | PLANCHA ONDULADA 2'x4m 0.60 mm                                     | m2     | 63.74    | 16.00     | 1,020.64   | 150.65       | 9,652.80   |
| 25   | PRESERVANTE DE MADERA  | gal    | 0.89     | 3.10      | 2.77       | 18.00        | 49.84      |
| 37   | REDUCCION PVC DE 3/4" A 1/2"                                       | und    | 0.00     | 0.27      | 0.00       | 89.24        | 0.00       |
| 15   | REGISTRO CON TAPA PARA PIZO DE PUESTA A TIERRA                     | und    | 1.00     | 0.09      | 0.09       | 3.99         | 0.34       |
| 01   | REGISTRO DE BRONCE DE 6"   | und    | 1.00     | 2.35      | 2.35       | 50.17        | 119.00     |
| 07   | REGLA DE ALUMINIO 1" X 4" X 8"                                     | und    | 0.13     | 1.42      | 0.18       | 255.98       | 47.22      |
| 01   | REGULADOR DE CARGA 10 A L0D 1224V MUST SOLAR                       | und    | 1.00     | 5.00      | 5.00       | 50.17        | 250.83     |
| 37   | SIFON DESMONTABLE 1 1/4"   | und    | 2.00     | 34.00     | 68.00      | 89.24        | 6,083.32   |
| 37   | SILICONA TRANSPARENTE PEGAPEN 910 ml                               | und    | 10.00    | 0.24      | 2.40       | 5.47         | 132.60     |
| 37   | SOMBREIRO DE VENTILACION PVC-SAL DE 2"                             | und    | 1.00     | 0.03      | 0.03       | 89.24        | 2.50       |
| 01   | STOVE-BOLTS  | und    | 16.80    | 1.10      | 18.48      | 50.17        | 927.07     |
| 01   | SUMIDERO DE BRONCE DE 2"   | und    | 2.00     | 0.07      | 0.13       | 50.17        | 6.72       |
| 01   | TABLERO GABINETE METAL BARRA BRONCE 12 POLOS T-AAA                 | und    | 1.00     | 5.00      | 5.00       | 50.17        | 250.83     |
| 37   | TAPA 1 GANG  | und    | 0.72     | 0.60      | 0.43       | 89.24        | 38.12      |
| 37   | TAPA DIEGA   | und    | 0.44     | 0.90      | 0.40       | 89.24        | 35.34      |
| 37   | TEE PVC CLASE 10 CR-1/2"   | und    | 5.00     | 0.03      | 0.13       | 89.24        | 11.16      |
| 18   | TEE PVC DE 1/2"  | und    | 1.00     | 0.27      | 0.27       | 89.24        | 24.09      |
| 18   | TERMINAL DE COMPRESION CABLE 8mm - Perno 8mm                       | und    | 2.00     | 1.10      | 2.20       | 63.54        | 139.70     |
| 11   | TIERRA SELECCIONADA  | m3     | 14.72    | 1,500.00  | 22,082.40  | 5.13         | 113,356.32 |
| 11   | TIERRA DE CULTIVO  | m3     | 3.00     | 1,500.00  | 4,500.00   | 5.13         | 23,100.00  |
| 14   | TIZA BOLSA DE 40 kg  | und    | 2.07     | 40.00     | 82.98      | 6.23         | 516.99     |
| 41   | TOLLERO DE LOSA  | und    | 1.00     | 1.18      | 1.18       | 29.00        | 34.22      |
| 37   | TOMACORRIENTE UNIVERSAL DOBLE + L.T.                               | und    | 22.00    | 0.09      | 1.87       | 89.24        | 166.88     |
| 37   | TRAMPA "P" PVC SAL DE 2"   | und    | 2.00     | 0.25      | 0.50       | 89.24        | 44.62      |
| 25   | TRIPRAY LUPUNA 4 x 8 x 4 mm  | pln    | 13.99    | 35.84     | 501.47     | 18.00        | 9,026.52   |
| 37   | TUBERIA PVC SAP C-10 SIP DE 1 1/4" X 5 m ROSCADA                   | pza    | 0.50     | 0.13      | 0.07       | 89.24        | 5.93       |
| 37   | TUBERIA PVC SAP C-10 SIP DE 1" X 5 m ROSCADA                       | pza    | 0.68     | 0.13      | 0.09       | 89.24        | 8.03       |
| 37   | TUBERIA PVC SAP C-10 SIP DE 1/2" X 5 m ROSCADA                     | pza    | 5.55     | 0.13      | 0.74       | 89.24        | 65.70      |
| 37   | TUBERIA PVC SAP C-10 SIP DE 3/4" X 5 m ROSCADA                     | pza    | 0.33     | 0.13      | 0.04       | 89.24        | 3.86       |
| 37   | TUBERIA PVC-SAL 4" X 3 m   | und    | 1.02     | 0.87      | 0.89       | 89.24        | 79.22      |
| 37   | TUBERIA PVC-SAP DESAGUE DE 2" X 3 m                                | m      | 21.91    | 0.44      | 9.87       | 89.24        | 862.82     |
| 37   | TUBERIA PVC-SAP DESAGUE Ø 4" x 3m                                  | pza    | 7.59     | 1.32      | 10.02      | 89.24        | 894.27     |
| 37   | TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 1/2" X 3 m (15 mm)                    | m      | 91.38    | 0.22      | 20.20      | 89.24        | 1,802.24   |
| 37   | TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 3/4" X 3 m (20 mm)                    | m      | 18.47    | 0.22      | 4.09       | 89.24        | 364.18     |
| 37   | TUBERIA PVC-SEL 1" (25 mm)   | m      | 27.00    | 0.22      | 5.97       | 89.24        | 537.60     |
| 37   | TUBO DE ABASTO   | und    | 3.00     | 0.02      | 0.06       | 89.24        | 5.33       |
| 01   | TUERCA Fo.Ga.1/2"  | und    | 8.00     | 0.10      | 0.80       | 50.17        | 40.13      |
| 37   | UNION DOBLE PVC DE 2" (DESAGUE)                                    | und    | 31.30    | 0.06      | 1.90       | 89.24        | 169.14     |
| 37   | UNION DOBLE PVC DE 4" (DESAGUE)                                    | und    | 4.34     | 0.06      | 0.09       | 89.24        | 7.84       |
| 37   | UNION PVC SAP CLASE 10 1 1/4" ROSCADA                              | und    | 0.50     | 0.06      | 0.03       | 89.24        | 2.70       |
| 37   | UNION PVC SAP CLASE 10 1" ROSCADA                                  | und    | 0.68     | 0.04      | 0.03       | 89.24        | 2.43       |
| 37   | UNION PVC SAP CLASE 10 1/2" ROSCADA                                | und    | 4.55     | 0.02      | 0.09       | 89.24        | 8.35       |
| 37   | UNION PVC SAP CLASE 10 3/4" ROSCADA                                | und    | 0.33     | 0.02      | 0.01       | 89.24        | 0.60       |
| 37   | UNION UNIVERSAL PVC-SAP Ø 1"                                       | und    | 1.00     | 0.04      | 0.04       | 89.24        | 3.60       |
| 37   | UNION UNIVERSAL PVC-SAP ØR 1/2"                                    | und    | 2.00     | 0.04      | 0.09       | 89.24        | 7.87       |
| 37   | UNIONES PVC-SAP 1/2" ELECTRICAS                                    | und    | 49.15    | 0.02      | 0.79       | 89.24        | 70.18      |
| 37   | UNIONES PVC-SAP 3/4" ELECTRICAS (20 mm)                            | und    | 8.58     | 0.02      | 0.14       | 89.24        | 12.25      |
| 37   | UNIONES PVC-SEL 1" (25 mm)   | und    | 28.80    | 0.22      | 6.36       | 89.24        | 567.99     |
| 01   | VALVULA ESFERICA DE 1"   | und    | 1.00     | 1.08      | 1.08       | 50.17        | 54.18      |
| 01   | VALVULA ESFERICA DE 1/2"   | und    | 1.00     | 0.51      | 0.51       | 50.17        | 25.58      |
| 18   | VARILLA DE COBRE DE 3/4" X 2.40 m                                  | und    | 1.00     | 27.24     | 27.24      | 63.54        | 1,730.90   |
| 38   | VIDRIO TEMPLADO DE 6 mm  | m2     | 10.58    | 10.00     | 105.84     | 24.00        | 2,540.16   |
| 37   | YEE PVC SAL 2" x 2"  | und    |          |           |            |              |            |

| Código                       | MATERIAL  | Energía incorporada total por materiales (MJ) | Porcentaje |
|------------------------------|---|---|------------|
| <b>Materiales Simples</b>    |   |   |            |
| 01                           | Acero comercial (20% reciclado)   | 8,933.49                                      | 0.93 %     |
| 02                           | Acero 100% reciclado (teórico)  | 3,287.68                                      | 0.34 %     |
| 03                           | Acero inoxidable  | 1,394.80                                      | 0.14 %     |
| 04                           | Aluminio primario   | 0.00  | 0.00 %     |
| 05                           | Aluminio 100% reciclado (teórico)   | 0.00  | 0.00 %     |
| 06                           | Aluminio 85% reciclado  | 0.00  | 0.00 %     |
| 07                           | Aluminio comercial (30% reciclado)  | 8,613.71                                      | 0.89 %     |
| 08                           | Arcilla cocida, ladrillo y tejas  | 0.00  | 0.00 %     |
| 09                           | Arcilla cocida, materiales cerámicos vitrificados                         | 0.00  | 0.00 %     |
| 10                           | Arcilla cocida. Sanitarios  | 0.00  | 0.00 %     |
| 11                           | Arena (áridos)  | 542,523.42                                    | 56.32 %    |
| 12                           | Asfalto en tela (oxiasfalto)  | 0.00  | 0.00 %     |
| 13                           | Cal   | 0.00  | 0.00 %     |
| 14                           | Cartón-yeso   | 523.51  | 0.05 %     |
| 15                           | Cemento   | 69,916.57                                     | 7.26 %     |
| 16                           | Cerámica  | 0.00  | 0.00 %     |
| 17                           | Cerámica esmaltada  | 0.00  | 0.00 %     |
| 18                           | Cobre primario  | 3,092.34                                      | 0.32 %     |
| 19                           | Fibra de vidrio   | 0.00  | 0.00 %     |
| 20                           | Grava   | 0.00  | 0.00 %     |
| 21                           | Madera de clima templado  | 0.00  | 0.00 %     |
| 22                           | Madera tropical   | 0.00  | 0.00 %     |
| 23                           | Madera, tablero aglomerado sin formaldehidos                              | 0.00  | 0.00 %     |
| 24                           | Madera, tablero aglomerado con formaldehidos                              | 0.00  | 0.00 %     |
| 25                           | Madera, tablero contrachapado   | 157,474.56                                    | 16.35 %    |
| 26                           | Papel   | 22,058.44                                     | 2.29 %     |
| 27                           | Pintura plástica (de base acuosa) que cumple la norma ecológica           | 0.00  | 0.00 %     |
| 28                           | Pintura plástica (de base acuosa)   | 0.00  | 0.00 %     |
| 29                           | Pintura y barnices sintéticos (esmaltes) de base de disolventes orgánicos | 238.99  | 0.02 %     |
| 30                           | Pintura y barnices sintéticos (esmaltes) de base de disolventes orgánicos | 0.00  | 0.00 %     |
| 31                           | Piedra  | 456,850.21                                    | 47.44 %    |
| 32                           | Poliestireno expandido (EPS)  | 0.00  | 0.00 %     |
| 33                           | Poliestireno extruido (XPS) con agente hinchante tipo HCFC                | 0.00  | 0.00 %     |
| 34                           | Poliestireno extruido (XPS) con agente hinchante tipo CO <sub>2</sub>     | 0.00  | 0.00 %     |
| 35                           | Poliuretano (PUR) con agente hinchante tipo HCFC o diclorometano          | 0.00  | 0.00 %     |
| 36                           | PUR con agente hinchante tipo CO <sub>2</sub> o similar                   | 0.00  | 0.00 %     |
| 37                           | PVC primario  | 173,057.93                                    | 17.97 %    |
| 38                           | Vidrio plano  | 2,540.16                                      | 0.26 %     |
| 39                           | Yeso-escayola   | 0.00  | 0.00 %     |
| 40                           | Combustibles fósiles  | 6,257.45                                      | 0.65 %     |
| 41                           | Sanitarios de cerámica  | 732.54  | 0.08 %     |
| 42                           | Adobe en tierra cruda   | 150,141.60                                    | 15.59 %    |
| 43                           | Agua  | 0.00  | 0.00 %     |
| <b>Materiales Compuestos</b> |   |   |            |
| 44                           | Fábrica ladrillo hueco  | 3,003.24                                      | 0.31 %     |



**Cálculo de la Huella de Materiales de construcción**

$$H_E = \frac{\sum_i C_{m_i} \times E_{tem_i}}{P_c} \times F_{E_b}$$

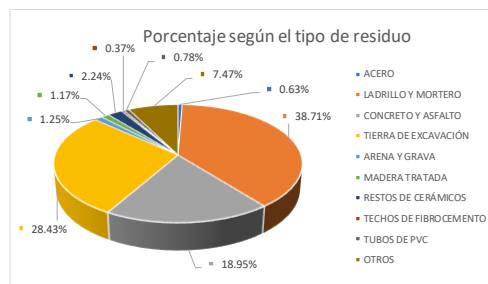
| Recurso  | Productividad Energética (GJ/ha) |
|----------|----------------------------------|
| Diesel   | 50                               |
| Gasolina | 50                               |

- $H_E$  : Huella Ecológica de materiales de construcción (hag)
- $C_{m_i}$  : Consumo de material (Kg)
- $E_{tem_i}$  : Energía incorporada específica del material (MJ/Kg)
- $P_c$  : Productividad energética del petróleo (MJ/ha) → 50,000.00 MJ/ha
- $F_{E_b}$  : Factor de equivalencia de cultivo → 2.51

$H_E$  : 48.35 hag

Anexo 35: Memoria de cálculo HE Residuos en la vivienda de adobe

| Densidad de RCD        |                |                         |                |                   |
|------------------------|----------------|-------------------------|----------------|-------------------|
| Materia Prima          | Volumen (%)    | Total de Residuos en M3 | Densidad Kg/M3 | Peso (Tn)         |
| ACERO                  | 0.63           | 18.52                   | 7850.00        | 145.38            |
| LADRILLO Y MORTERO     | 38.71          | 1137.50                 | 1350.00        | 1535.63           |
| CONCRETO Y ASFALTO     | 18.95          | 556.68                  | 2400.00        | 1336.03           |
| TIERRA DE EXCAVACIÓN   | 28.43          | 835.33                  | 1700.00        | 1420.06           |
| ARENA Y GRAVA          | 1.25           | 36.62                   | 1500.00        | 54.93             |
| MADERA TRATADA         | 1.17           | 34.34                   | 450.00         | 15.45             |
| RESTOS DE CERÁMICOS    | 2.24           | 65.89                   | 1800.00        | 118.60            |
| TECHOS DE FIBROCEMENTO | 0.37           | 10.86                   | 600.00         | 6.52              |
| TUBOS DE PVC           | 0.78           | 22.84                   | 1400.00        | 31.98             |
| OTROS                  | 7.47           | 219.66                  | 660.00         | 144.98            |
| <b>TOTAL</b>           | <b>100.00%</b> | <b>2938.24 M3</b>       |                | <b>4809.55 Tn</b> |
| <b>Densidad de RCD</b> |                |                         |                | <b>1.64 Tn/M3</b> |



RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

| RCD (Según el tipo de Construcción) |                 |
|-------------------------------------|-----------------|
| Tipo                                | M3 RCD          |
| Área Construida Total               | 14.75 m3        |
| Tierras de Excavación               | 70.25 m3        |
| <b>TOTAL</b>                        | <b>85.00 m3</b> |

| Tipo de Construcción       | Ratio m3/m2 RCD       |
|----------------------------|-----------------------|
| Infra. De Carreteras       | 1.56 m3/m2 construido |
| Obras de rehabilitación    | 0.57 m3/m2 construido |
| Construcción de obra nueva | 0.14 m3/m2 construido |
| Demolición Completa        | 1.22 m3/m2 construido |
| Demolición de naves ind.   | 1.19 m3/m2 construido |

| Ambientes   | Área     |
|-------------|----------|
| Dormitorios | 28.89 M2 |
| Baño        | 5.91 M2  |
| Sala        | 22.93 M2 |
| Cocina      | 14.33 M2 |
| Pasadizo    | 8.63 M2  |
| Muros       | 23.04 M2 |
| Arriostres  | 1.60 M2  |

CONSUMO DE ELIMINACIÓN TOTAL DE MATERIAL EXCEDENTE

$$C_{RCD} = V \times \rho$$

- V : Volumen de material excedente (m3) → 085.00 m3
- ρ : Densidad media RCD → 1.64 Tn/M3
- C<sub>RSD</sub> : consumo Total de RCD (tn) → 139.13 Tn

CONSUMO DE ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE

Índice de conversión para materia orgánica, RCD, plásticos y vidrio:

$$IC_{RNP_{xp}} = \frac{IE_x}{PE} \times \left( 1 - \frac{\%R_x}{100} \times \frac{\%SE_x}{100} \right) \times FE_F$$

Índice de conversión para el papel:

$$IC_{papel} = \frac{IE_{papel}}{PE} \times \left( 1 - \frac{\%R_{papel}}{100} \times \frac{\%SE_{papel}}{100} \right) \times FE_F + \frac{1}{PN} \times \left( 1 - \frac{\%R_{papel}}{100} \times 0.8 \right) \times FE_B$$

Calculo de los IC (Índices de Conversión)

- IE: Intensidad Energética (GJ/Tn)
- PE: Productividad Energética (GJ/ha)
- %R: Porcentaje de reciclaje
- %SE: Porcentaje de energía recuperada
- FE: Factor de equivalencia (hag/ha)
- PN: Productividad Natural (t/ha)
- IC: Índices de Conversión (hag/tn)

| RCD         |
|-------------|
| 5 GJ/Tn     |
| 50 GJ/ha    |
| 15 %        |
| 90 %        |
| 2.51 hag/ha |
| ---         |
| 0.217       |

| Tipo de área                  | Factor de equivalencia |
|-------------------------------|------------------------|
| Tierras de cultivo            | 2.51                   |
| Tierras de bosque             | 1.26                   |
| Tierras de pastoreo           | 0.46                   |
| Aguas marinas y continentales | 0.37                   |
| Área construida               | 2.51                   |

Fuente: Vice Ministerio de Gestión Ambiental - Ministerio del Ambiente

HUELLA ECOLÓGICA DE LOS RESIDUOS

$$HE_{pr} = \sum_i IC_{RNP_{ip}} \times C_i$$

- C<sub>i</sub> : Consumo (tn)
- IC<sub>RNP<sub>ip</sub></sub> : Índice de Conversión (hag/tn)

HE<sub>(c/u)RS</sub> : Huella por cada Residuo

| RCD       |
|-----------|
| 30.21 hag |

HE<sub>pc</sub> : 30.21 hag

Anexo 36: Memoria de cálculo HE Superficie construida en la vivienda de adobe

**Cálculo de la huella ecológica de superficie construida - ADOBE**

| Ambientes                    | Área             |
|------------------------------|------------------|
| Dormitorios                  | 28.89 M2         |
| Baño                         | 5.91 M2          |
| Sala                         | 22.93 M2         |
| Cocina                       | 14.33 M2         |
| Pasadizo                     | 8.63 M2          |
| Muros                        | 23.04 M2         |
| Arriostres                   | 1.60 M2          |
| <b>Área total construida</b> | <b>105.33 M2</b> |

$$HE_{sc} = FE_{sc} \times S$$

**Donde:**

**$HE_{sc}$**  : Huella ecológica ponderada de ocupación directa (hag)

**$FE_{sc}$**  : Factor de equivalencia de la superficie construida

**S**: Superficie construida (ha)

$$HE_{sc} : \quad 0.026 \text{ hag}$$

### Anexo 37: Estudio de mecánica de suelos



**A&M GEOTÉCNICA Y MECÁNICA DE SUELOS S.A.C.**  
 ENSAYOS DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES  
 Av. Chiclayo Mz. 5 Lt. 62 - 5. Cantonal Chiclayo, Telf. 074-237420 - Cel. 979644184 - RPN.8979644184

#### ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM - D3080

**PROYECTO** : EVALUACION DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBES RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMI.

**SOLICITANTE** : MARJA CONSUELO VILCHEZ DIAZ  
**FECHA** : 20/02/2022

**CALICATA N°** : 1  
**PROFUNDIDAD**: 1.50 m.

Velocidad: 0,25 mm/min

SUCS: CL

Estado: INALTERADA

| Esfuerzo Normal (Kg/cm <sup>2</sup> ) |  | 1 Kg/cm <sup>2</sup> |       | 2 Kg/cm <sup>2</sup> |       | 4 Kg/cm <sup>2</sup> |       |
|---------------------------------------|--|----------------------|-------|----------------------|-------|----------------------|-------|
| Etapas                                |  | Inicial              | Final | Inicial              | Final | Inicial              | Final |
| Altura (cm)                           |  | 2,1                  | 2,05  | 2,00                 | 1,96  | 1,99                 | 1,81  |
| Díámetro (cm)                         |  | 6,00                 | 6,00  | 6,00                 | 6,00  | 6,00                 | 6,00  |
| Humedad (%)                           |  | 22,8                 | 23,03 | 29,01                | 22,75 | 29,01                | 23,43 |
| Densidad Seca (g/cm <sup>3</sup> )    |  | 1,48                 | 1,51  | 1,37                 | 1,54  | 1,36                 | 1,63  |

| Deformación (%) | 1Kg/cm <sup>2</sup>                 |                    | 2Kg/cm <sup>2</sup> |                                     | 4Kg/cm <sup>2</sup> |                 |                                     |                    |
|-----------------|-------------------------------------|--------------------|---------------------|-------------------------------------|---------------------|-----------------|-------------------------------------|--------------------|
|                 | Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Esfuerzo Normaliz. | Deformación (%)     | Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Esfuerzo Normaliz.  | Deformación (%) | Esf. de Corte (Kg/cm <sup>2</sup> ) | Esfuerzo Normaliz. |
| 0,00            | 0,00                                | 0,00               | 0,00                | 0,00                                | 0,00                | 0,00            | 0,00                                | 0,00               |
| 0,05            | 0,06                                | 0,06               | 0,05                | 0,15                                | 0,07                | 0,05            | 0,26                                | 0,07               |
| 0,10            | 0,09                                | 0,09               | 0,10                | 0,21                                | 0,10                | 0,10            | 0,40                                | 0,10               |
| 0,20            | 0,15                                | 0,15               | 0,20                | 0,28                                | 0,14                | 0,20            | 0,61                                | 0,15               |
| 0,35            | 0,20                                | 0,20               | 0,35                | 0,37                                | 0,18                | 0,35            | 0,67                                | 0,17               |
| 0,50            | 0,25                                | 0,25               | 0,50                | 0,44                                | 0,22                | 0,50            | 0,72                                | 0,18               |
| 0,75            | 0,29                                | 0,29               | 0,75                | 0,51                                | 0,25                | 0,75            | 0,79                                | 0,20               |
| 1,00            | 0,32                                | 0,32               | 1,00                | 0,55                                | 0,27                | 1,00            | 0,85                                | 0,21               |
| 1,25            | 0,35                                | 0,35               | 1,25                | 0,58                                | 0,29                | 1,25            | 0,89                                | 0,22               |
| 1,50            | 0,36                                | 0,36               | 1,50                | 0,60                                | 0,30                | 1,50            | 0,91                                | 0,23               |
| 1,75            | 0,38                                | 0,38               | 1,75                | 0,61                                | 0,30                | 1,75            | 0,92                                | 0,23               |
| 2,00            | 0,39                                | 0,39               | 2,00                | 0,62                                | 0,31                | 2,00            | 0,93                                | 0,23               |
| 2,50            | 0,42                                | 0,42               | 2,50                | 0,64                                | 0,32                | 2,50            | 0,93                                | 0,23               |
| 3,00            | 0,43                                | 0,43               | 3,00                | 0,64                                | 0,32                | 3,00            | 0,93                                | 0,23               |
| 3,50            | 0,45                                | 0,45               | 3,50                | 0,63                                | 0,31                | 3,50            | 0,92                                | 0,23               |
| 4,00            | 0,46                                | 0,46               | 4,00                | 0,63                                | 0,31                | 4,00            | 0,92                                | 0,23               |
| 4,50            | 0,46                                | 0,46               | 4,50                | 0,62                                | 0,31                | 4,50            | 0,91                                | 0,23               |
| 5,00            | 0,47                                | 0,47               | 5,00                | 0,62                                | 0,31                | 5,00            | 0,91                                | 0,23               |
| 6,00            | 0,49                                | 0,49               | 6,00                | 0,60                                | 0,30                | 6,00            | 0,90                                | 0,22               |
| 7,00            | 0,49                                | 0,49               | 7,00                | 0,59                                | 0,29                | 7,00            | 0,89                                | 0,22               |
| 8,00            | 0,49                                | 0,49               | 8,00                | 0,58                                | 0,29                | 8,00            | 0,88                                | 0,22               |
| 9,00            | 0,49                                | 0,49               | 9,00                | 0,57                                | 0,28                | 9,00            | 0,88                                | 0,22               |
| 10,00           | 0,49                                | 0,49               | 10,00               | 0,57                                | 0,28                | 10,00           | 0,88                                | 0,22               |
| 11,00           | 0,49                                | 0,49               | 11,00               | 0,56                                | 0,28                | 11,00           | 0,88                                | 0,22               |
| 12,00           | 0,49                                | 0,49               | 12,00               | 0,56                                | 0,28                | 12,00           | 0,88                                | 0,22               |

A&M GEOTÉCNICA Y MECÁNICA DE SUELOS S.A.C.  
  
 Mario Ortiz Pacheco  
 TCO. DE LABORATORIO

A&M GEOTÉCNICA Y MECÁNICA DE SUELOS S.A.C.  
  
 Juan Carlos G. Castellano  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 112322

Anexo 38: Estudio de capacidad portante del suelo

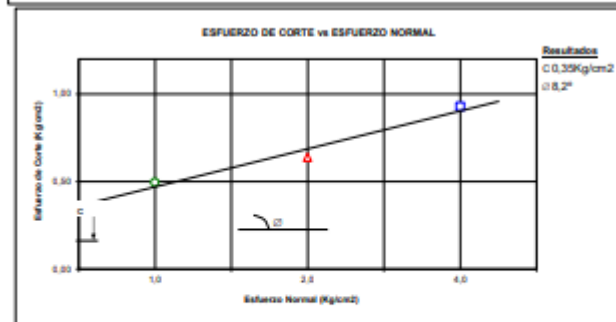
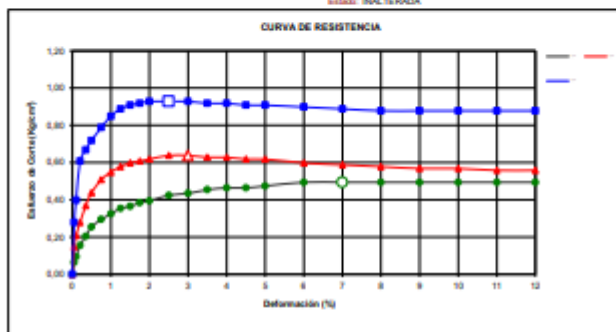


**A&M GEOTÉCNICA Y MECÁNICA DE SUELOS S.A.C.**  
 ENSAYOS DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES  
 Av. Chiclayo No. 3 Lt. 62 - S. Central Chiclayo, Telf. 074-237420 - Cel. 979644184 - RPM. 9979644184

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO**  
**ASTM - D3080**

**PROYECTO** : EVALUACION DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBES RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMI.  
**UBICACIÓN** : MIRA CONSUELO VILCHEZ DIAZ  
**FECHA** : 26/02/2022  
**CALICATA N°** : 1  
**PROFUNDIDAD** : 1.50 m.

SUCS: CL  
 Estado: INALTERADA



A&M GEOTÉCNICA Y MECÁNICA DE SUELOS S.A.C.  
 Mario Ortiz Puente  
 TICO DE LABORATORIO

A&M GEOTÉCNICA Y MECÁNICA DE SUELOS S.A.C.  
 Juan Carlos Montoya  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 112202

Anexo 39: Cálculo de la capacidad portante del suelo



**A&M GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS S.A.C.**  
 ENSAYOS DE SUELOS - CONCRETO - ASFALTO - PAVIMENTOS - CIMENTACIONES  
 Av. Chiclayo Mz. 3 Lt. 62 - S. Cantoral Chiclayo, Telf. 074-237420 - Cel. 979644184 - RPM. #979644184

**CAPACIDAD ADMISIBLE  
 CIMENTACION CUADRADA  
 FALLA LOCAL**

**PROYECTO** : EVALUACION DEL IMPACTO SOBRE EL AMBIENTE Y LA SOSTENIBILIDAD MEDIANTE LA HUELLA ECOLÓGICA ENTRE DOS EDIFICACIONES RURALES CONSTRUIDAS CON LADRILLOS ARTESANALES Y ADOBES RESPECTIVAMENTE EN MOCHUMI.

**SOLICITANTE** : MARIA CONSUELO VILCHEZ DIAZ

**FECHA** : 20/02/2022

**CALICATA** : C-1

**PROF.** : 1.50 m.

**ECUACIONES PARA LA CAPACIDAD DE CARGA SEGÚN TERZAGHI**

**FALLA LOCAL**

$$q_u = 0.867 C N'_c + q N'_q + 0.4 B N'_y$$

$$q_a = q_u / 3$$

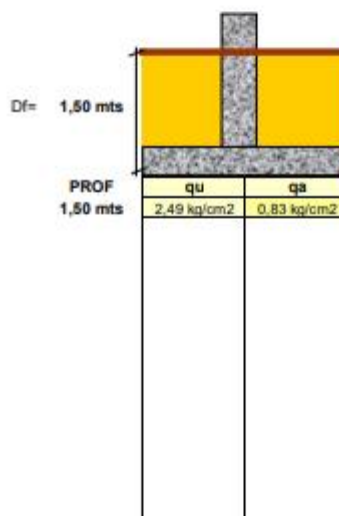
$$\text{FACTOR DE SEGURIDAD} = 3$$

**FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA**

**FALLA LOCAL**

| N' <sub>c</sub> | N' <sub>q</sub> | N' <sub>y</sub>    |
|-----------------|-----------------|--------------------|
| 6,64            | 1,64            | 0,51               |
| Φ               | 8,20            |                    |
| Φ'              | 5,49            |                    |
| C               | 0,35            | kg/cm <sup>2</sup> |
| δ               | 1,82            | t/m <sup>3</sup>   |
| B               | 1,20            | mts                |
| Df              | 1,50            | mts                |

|                |  |
|----------------|--|
| Φ              | Angulo de friccion interna                           |
| Φ'             | Angulo de friccion interna corregido por falla local |
| C              | Cohesion del suelo kg/cm <sup>2</sup>                |
| δ              | Densidad natural t/m <sup>3</sup>                    |
| B              | Ancho de cimentacion mts                             |
| Df             | Nivel de cimentacion mts                             |
| q <sub>u</sub> | Presion ultima kg/cm <sup>2</sup>                    |
| q <sub>a</sub> | Presion admisible kg/cm <sup>2</sup>                 |



A&M GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SAC  
  
 Mario Ortiz Puelles  
 TCG. DE LABORATORIO

A&M GEOTECNICA Y MECANICA DE SUELOS SAC  
  
 Juan Luis Villalobos  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIR. 132352

Anexo 40: Planos de la propuesta de albañilería

