

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**PROPUESTA DE MÓDULO DE VIVIENDA RURAL PARA
LA POBLACIÓN QUE HABITA EN EL ÁREA RURAL DEL
DISTRITO DE AZÁNGARO.**

TESIS

PRESENTADA POR:

VLADIMIR BRESSNY LARICO HUANCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2019

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**PROPUESTA DE MÓDULO DE VIVIENDA RURAL PARA LA
POBLACIÓN QUE HABITA EN EL ÁREA RURAL DEL DISTRITO DE
AZÁNGARO.**

TESIS PRESENTADA POR:

VLADIMIR BRESSNY LARICO HUANCA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:



PRESIDENTE:

.....
Ing. RAUL FERNANDO ECHEGARAY CHAMBI

PRIMER MIEMBRO:

.....
Ing. NESTOR ELOY GONZALES SUCASAIRE

SEGUNDO MIEMBRO:

.....
Ing. GLENY ZOILA DE LA RIVA TAPIA

DIRECTOR / ASESOR:

.....
M.C. GINO FRANK LAQUE CORDOVA

TEMA: Vivienda rural
ÁREA: Construcciones
LINEA: Construcciones y Gerencia

FECHA DE SUSTENTACIÓN 21 DE OCTUBRE DEL 2019

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios por darme vida y salud para que haya podido cumplir un objetivo más, y agradecer su bondad y amor infinito. A mis padres Martiniano Larico Laura e Isela Huanca Condori, que sin su apoyo lograr este objetivo hubiese significado un mayor esfuerzo, y son ellos quienes con mucho esfuerzo me brindaron el apoyo necesario durante muchos años para que yo pueda cumplir esa meta de ser un buen profesional con valores morales y éticos que me inculcaron desde pequeño el cual agradezco infinitamente . A mis hermanos Bertin, Katherin y Nayely por el apoyo y aliento que me brindaron a cada momento para que pueda concretar este trabajo. A mis abuelitos en el cielo Ciriaco Huanca Chambi, Fausta Laura Canasa y en especial para mi abuelita Saturnina Condori Mamani (QEPD).

Vladimir Bressny Larico Huanca

AGRADECIMIENTOS

Gracias a los ingenieros de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Altiplano, quienes dedican su tiempo y comparten su experiencia en la formación de excelentes profesionales en Ingeniería Civil, y a mis compañeros y amigos de la EPIC quienes también brindaron su apoyo incondicional para el desarrollo de la presente investigación.

Vladimir Bressny Larico Huanca

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS	24
ÍNDICE DE TABLAS	28
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS.....	29
RESUMEN	17
ABSTRACT.....	18
I. INTRODUCCIÓN.....	19
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	20
1.1.1 Problema general	21
1.1.2 Problemas específicos	21
1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:.....	22
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION.....	23
1.3.1 Objetivo general:	23
1.3.2 Objetivos específicos:.....	23
1.4 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	23
1.4.1 Hipótesis general	23
1.4.2 Hipótesis específicas	23
1.4.3 Operacionalización de variables	23
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	24
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	24
2.2 BASES LEGALES.....	27
2.3 BASES TEÓRICAS.....	32
2.3.1 Vivienda rural	32
2.3.2 Auto construcción:.....	32
2.3.3 Adobe	32
2.3.3.1 Definición adobe.....	32
2.3.3.2 Adobe (Técnica).	32
2.3.3.3 Condiciones de la tierra a utilizar	32
2.3.3.4 Calidad, preparación, formas y dimensiones del adobe.....	33
2.3.3.5 Calidad, preparación y espesor del mortero.....	33
2.3.3.6 Fabricación del adobe	34
2.3.4 Construcciones de adobe	36
2.3.4.1 Comportamiento sísmico de construcciones de adobe	36
2.3.4.2 Criterios de configuración de las edificaciones de tierra reforzada.....	36
2.3.4.3 Protección de construcciones de adobe	38
2.3.4.4 Sistema estructural de construcciones de adobe	38
2.3.5 Zonificación sísmica.....	42

2.3.5.1 Zonificación	42
2.3.6 Muro trombe	43
2.3.6.1 Ventajas	43
2.3.6.2 Criterios de ubicación y orientación del muro trombe	43
2.3.6.3. Instalación de calentadores solares	44
2.3.7 Diseño arquitectónico	45
2.3.7.1 Selección de variables de diseño arquitectónico.....	45
2.3.7.2 Selección de componentes de la vivienda.....	45
2.3.7.3 Programa arquitectónico.	46
2.3.7.4 Organigrama.	46
2.3.7.5 Flujograma o diagrama de circulación.....	46
2.3.7.6 Diagrama de correlaciones.....	46
2.3.7.7 Zonificación.	47
2.3.8 Sistema de eliminación de excretas	47
2.3.8.1 UBS-HSV – Unidad Básica de Saneamiento de Hoyo Seco Ventilado ..	47
2.3.8.2 UBS-COM: Unidad Básica de Saneamiento Compostera de Doble Cámara	49
2.3.8.3 UBS-TSM - Unidad Básica de Saneamiento de Tanque Séptico Mejorado	55
2.3.8.4 Sistemas complementarios de tratamiento y disposición	58
2.3.9 Energía fotovoltaica para iluminación de vivienda	61
2.3.9.1 Panel solar:.....	62
2.3.9.2 Controlador de carga.....	62
2.3.9.3 Batería.....	63
2.3.9.4 Inversor solar	63
2.3.9.5 Conectores Weidmuller PVStick.	64
2.3.9.6 Cable	64
2.3.9.7 Bornes para baterías	64
2.3.10 Sistema de bombeo de agua fotovoltaico	65
2.3.10.1 Panel solar.....	66
2.3.10.2 Controlador Bombeo Solar	66
2.3.10.3 Bombas y Tipos de bomba.....	67
2.3.11 Criterios generales de diseño bioclimático para el diseño de viviendas	68
2.3.11.1 Ubicación y orientación de las fachadas	68
2.3.11.2 Aislamiento térmico.....	68
2.3.11.3 Incidencia solar	69
2.3.11.4 La ventilación e iluminación natural	69
2.3.11.5 Aislamiento para techos.....	69

III. MATERIALES Y MÉTODOS	70
3.1 Metodología	70
3.1.1 Tipo de investigación	70
3.1.2 Nivel de Investigación	70
3.2 Población y muestra	71
3.2.1 Población	71
3.2.2 Muestra	71
3.2.3 Ubicación y descripción de zona de estudio	73
3.2.3.1 Ubicación	73
3.2.3.2 Vías de Acceso	74
3.2.3.3 Clima	74
3.2.3.4. Parámetros de suelo de la zona de estudio	76
3.2.3.5 Parámetros de diseño sismoresistente del distrito de Azángaro	77
3.2.3.6 Calidad de agua de la zona de estudio	77
3.2.4 Aspectos socioeconómicos	79
3.2.4.1 Fuente de abastecimiento de agua de consumo	79
3.2.4.2 Sistema de eliminación de excretas	79
3.2.4.3 Suministro de energía eléctrica	80
3.2.4.4 Energía o combustible que utilizan en el hogar para cocinar	80
3.2.4.5 Actividad económica	81
3.3 Sistema de Variables	82
3.3.1 Diseño de la investigación	82
3.3.2 Diseño de Instrumentos	83
3.3.2.1 Técnicas	83
3.3.2.2 Instrumentos	83
3.4 Materiales y recursos	83
3.4.1 Recursos humanos	83
3.4.2 Recursos materiales	83
3.4.3 Recursos de equipos	83
3.4.4 Otros recursos	84
3.5 Estudio de viviendas rurales de la zona con datos del INEI	84
3.5.1 Cantidad de viviendas rurales del distrito	84
3.5.2 Material predominante en muros de viviendas del área rural del distrito	85
3.5.3 Material predominante en pisos de viviendas del área rural del distrito	85
3.5.4 Material predominante en techos de viviendas del área rural del distrito	86
3.6 Descripción de viviendas rurales del distrito	86
3.6.1 Distribución de ambientes de vivienda más común	86

3.6.2 Materiales predominantes de viviendas.....	87
3.6.3 Interior de viviendas del área rural.....	90
3.6.4 Cantidad de habitaciones por vivienda del área rural del distrito	90
3.6.5 Cantidad de ocupantes por vivienda del distrito.....	91
3.6.6 Sistema de Abastecimiento de agua y eliminación de excretas	92
3.6.7 Medición de nivel freático.....	93
3.6.8 Pruebas de infiltración y muestreo de suelo	94
3.7 Procesamiento de información.....	97
3.7.1 Diseño arquitectónico de vivienda rural para cinco personas	97
3.7.2 Diseño arquitectónico de vivienda rural para tres personas	101
3.7.3 Propuestas de vivienda rural en planta	105
3.7.3.1 Propuesta de vivienda rural para cinco personas	105
3.7.3.2 Propuesta de vivienda rural para tres personas	106
3.7.4 Sistema estructural de vivienda rural de cinco personas	107
3.7.4.1 Cimentación.....	107
3.7.4.2 Sobrecimiento	107
3.7.4.3 Muros	108
3.7.4.4 Techos.....	113
3.7.5 Sistema estructural de vivienda rural de tres personas	118
3.7.5.1 Cimentación.....	118
3.7.5.2 Sobrecimiento	119
3.7.5.3 Muros	119
3.7.5.4 Techos.....	124
3.7.6 Determinación de la calidad de material para la fabricación de adobe	127
3.7.6.1 Prueba Granulométrica (Prueba de la botella).....	127
3.7.6.2 Prueba de plasticidad	129
3.7.6.3 Clasificación de la textura del suelo método triangulo textural USDA.	130
3.7.7 Aspectos constructivos de propuesta de vivienda rural.....	132
3.7.7.1 Ubicación y preparación del terreno.....	132
3.7.7.2 Preparación del terreno	132
3.7.7.3 Excavación de Zanjas	134
3.7.7.4 Cimientos corridos	134
3.7.7.5 Sobrecimientos.....	135
3.7.7.6 Piso.....	137
3.7.7.7 Muros	139
3.7.7.8 Techos.....	142
3.7.8 Criterios de diseño bioclimático para el diseño de vivienda rural.....	145

3.7.8.1 Ubicación y orientación de las fachadas	145
3.7.8.2 Colocación de calefactor solar y ventana cenital o claraboya	146
3.7.8.3 La ventilación e iluminación natural	147
3.7.8.4 Aislamiento térmico para techos y piso	148
3.7.9 Diseño de sistemas de eliminación de excretas	149
3.7.9.1 UBS doble cámara compostera para cinco personas	149
3.7.9.2 UBS doble cámara compostera para tres personas	150
3.7.9.3 UBS con arrastre hidráulico – biodigestor	151
3.7.9.4 Sistemas complementarios de tratamiento y disposición	152
3.7.9.5 Selección de tipo de UBS para cada zona de estudio del distrito de Azángaro	156
3.7.9.6 Mantenimiento y recomendaciones de uso de UBS compostera	158
3.7.9.7 Mantenimiento y recomendaciones de uso del UBS con arrastre hidráulico con biodigestor	159
3.7.10 Diseño de sistema fotovoltaico de suministro de energía	161
3.7.10.1 Diseño de iluminación para vivienda rural de cinco personas	161
3.7.10.2 Diseño de sistema fotovoltaico de suministro de energía para cinco personas	162
3.7.10.3 Diseño de iluminación para vivienda rural de tres personas	164
3.7.10.4 Diseño de sistema fotovoltaico de suministro de energía para tres personas	165
3.7.11 Diseño de sistema de bombeo fotovoltaico para UBS con arrastre hidráulico	167
3.7.11.1 Cálculo de dotación y consumo	167
3.7.11.2 Diseño de Componentes del sistema de impulsión de agua potable....	168
3.7.11.3 Cálculo y selección equipo de bombeo solar fotovoltaica.....	171
3.7.11.4 Selección de Motor-bomba solar comercial a través de software	175
3.7.12 Modelado de propuestas de vivienda rural	177
3.7.12.1 Vistas de vivienda rural para cinco personas-UBS con arrastre hidráulico	177
3.7.12.2 Vistas de vivienda rural para cinco personas-UBS compostera dos cámaras	178
3.7.12.3 Vistas de vivienda rural para tres personas-UBS con arrastre hidráulico	179
3.7.12.4 Vistas de vivienda rural para tres personas-UBS dos cámaras (compostera)	180
3.7.13 Cocina mejorada para vivienda rural.....	181
3.7.14 Evaluación de costos de propuestas de módulo de vivienda rural	182
3.7.14.1 Costo de vivienda rural para cinco personas	182

3.7.14.2 Costo de vivienda rural para tres personas por vivienda	184
3.7.14.3 Costo de cobertizo y corral de ovejas	186
3.7.14.4 Costo de UBS doble cámara para cinco personas.....	187
3.7.14.5 Costo de UBS doble cámara para tres personas	189
3.7.14.6 Costo de UBS con arrastre hidráulico – Biodigestor cinco personas ..	190
3.7.14.7 Costo de UBS con arrastre hidráulico-Biodigestor tres personas.....	192
3.7.14.8 Costo de sistema fotovoltaico para cinco personas	194
3.7.14.9 Costo de sistema fotovoltaico para tres personas	195
3.7.14.10 Costo de un sistema de bombeo fotovoltaico con tanque elevado	195
3.7.15 Propuesta de vivienda rural del PNVR-MVCS	196
3.7.15.1 Dimensiones de propuesta de vivienda rural PNVR	196
3.7.15.2 Sistema estructural de propuesta de vivienda rural PNVR.....	197
3.7.15.3 Presupuesto de Propuesta de vivienda rural PNVR.....	200
3.7.16 Comparación de propuesta de vivienda rural con propuesta de vivienda rural PNVR	201
3.7.16.1 Comparación de componentes principales de propuesta de vivienda rural	201
3.7.16.2 Área de ambientes de propuestas de vivienda rural.....	202
3.7.16.3 Presupuesto necesario para la ejecución de propuesta.....	202
3.7.17 Financiamiento del proyecto de vivienda rural	202
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	213
4.1 Ambientes de módulo de vivienda rural para cinco personas.....	213
4.2 Ambientes de modulo de vivienda rural para tres personas.....	213
4.3 Resultados de diseño de UBS doble cámara compostera para cinco personas ...	214
4.4 Resultados de diseño de UBS doble cámara compostera para tres personas	214
4.5 Resultados de diseño de UBS con arrastre hidráulico para cinco personas	214
4.6 Resultados de diseño de UBS con arrastre hidráulico para tres personas.....	215
4.7 Resultados de diseño de sistema fotovoltaico para vivienda de cinco personas.	215
4.8 Resultados de diseño de sistema fotovoltaico para vivienda de tres personas....	215
4.9 Resultados de diseño de sistema de bombeo fotovoltaico	216
4.10 Cuantificación de costos de propuestas de vivienda rural	217
V. CONCLUSIONES	218
VI. RECOMENDACIONES	219
VII. REFERENCIAS	220
ANEXOS	223

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Población censada urbana y rural por provincia 2007-2017</i>	22
<i>Figura 2. Forma de adobera</i>	34
<i>Figura 3. Llenado de adobera</i>	34
<i>Figura 4. Emparejado de superficie de adobe</i>	35
<i>Figura 5. Retiro de adobera</i>	35
<i>Figura 6. Secado y apilado de adobes</i>	35
<i>Figura 7. Prueba de resistencia del adobe</i>	36
<i>Figura 8. Límites geométricos de muros y vanos</i>	37
<i>Figura 9. Esquema de cimentación</i>	39
<i>Figura 10. Encuentros en muros de adobe</i>	40
<i>Figura 11. Mapa de zonificación sísmica</i>	42
<i>Figura 12. Esquema de Funcionamiento del muro Trombe</i>	43
<i>Figura 13. Ingreso de aire caliente a la vivienda en invierno</i>	44
<i>Figura 14. Trazo y colocación de calentador solar</i>	44
<i>Figura 15. Colocación y fijación del calentador solar</i>	44
<i>Figura 16. Sellado de aberturas de calentador solar</i>	45
<i>Figura 17. Perspectiva de cámaras composteras de una UBS-COM</i>	55
<i>Figura 18. Sección de un pozo de percolación</i>	59
<i>Figura 19. Sección de una zanja de percolación</i>	60
<i>Figura 20. Funcionamiento del sistema de energía fotovoltaica</i>	61
<i>Figura 21. Panel solar fotovoltaico</i>	62
<i>Figura 22. Controlador de carga PWM 10A 12/24V LCD Must Solar</i>	63
<i>Figura 23. Batería 12V FS70 Formula Star</i>	63
<i>Figura 24. Inversor solar Inversor Cargador 300W 12V 10A Must Solar</i>	63
<i>Figura 25. Conectores Weidmuller PVStick</i>	64
<i>Figura 26. Conectores Weidmuller PVStick</i>	64
<i>Figura 27. Bornes de batería</i>	65
<i>Figura 28. Sistema de bombeo fotovoltaico</i>	65
<i>Figura 29. Controlador de bombeo Franklin Electric</i>	66
<i>Figura 30. Equipo de bombeo solar con controlador de bombeo</i>	67
<i>Figura 31. Gráfico de orientación óptima de viviendas mayor incidencia solar</i>	68
<i>Figura 32. Esquema de la Investigación</i>	70
<i>Figura 33. Cantidad total de viviendas del área rural distrito Azángaro -2017</i>	71
<i>Figura 34. Foto satelital de puntos de muestreo</i>	72
<i>Figura 35. Mapa de la región Puno y Provincia de Azángaro</i>	73
<i>Figura 36. Ubicación de expedientes técnicos de referencia</i>	76
<i>Figura 37. Mapa de zonas sísmicas de Perú</i>	77
<i>Figura 38. Puntos de referencia de calidad del agua del distrito de Azángaro</i>	78
<i>Figura 39. Cantidad de Viviendas por tipo de procedencia de agua censo 2017</i>	79
<i>Figura 40. Cantidad de viviendas según tipo de sistema de eliminación de excretas</i> ...	80
<i>Figura 41. Cantidad de viviendas que cuentan con energía eléctrica</i>	80

<i>Figura 42. Cantidad de viviendas por tipo de energía o combustible que utilizan en el hogar para cocinar Censo 2017.....</i>	<i>81</i>
<i>Figura 43. Actividad económica del área rural del distrito de Azángaro</i>	<i>81</i>
<i>Figura 44. Cantidad de viviendas en área rural del distrito de Azángaro 2017</i>	<i>85</i>
<i>Figura 45. Cantidad de viviendas según material predominante en muros del área rural del distrito de Azángaro censo 2017.....</i>	<i>85</i>
<i>Figura 46. Número de viviendas según material predominante en piso</i>	<i>86</i>
<i>Figura 47. Cantidad de viviendas por material predominante en los techos.....</i>	<i>86</i>
<i>Figura 50. Distribución de ambientes en viviendas del área rural del distrito Azángaro</i>	<i>87</i>
<i>Figura 51. Material predominante en muros de viviendas del área rural.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 52. Material predominante en techos de viviendas del área rural.....</i>	<i>88</i>
<i>Figura 53. Material predominante de pisos de viviendas rurales del distrito</i>	<i>89</i>
<i>Figura 54. Puertas y ventanas de viviendas del área rural.....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 55. Vista interior de viviendas del área rural.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 48. Cantidad de viviendas según número de habitaciones que poseen 2017.....</i>	<i>90</i>
<i>Figura 49. Cantidad de ocupantes por vivienda distrito de Azángaro</i>	<i>91</i>
<i>Figura 56. Fuente de agua para consumo de viviendas del área rural</i>	<i>92</i>
<i>Figura 57. Sistema de eliminación de excretas del área rural del distrito de Azángaro.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 58. Medición de nivel freático en viviendas del distrito de Azángaro.....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 59. Puntos de realización de prueba de infiltración y muestreo de suelo</i>	<i>95</i>
<i>Figura 60. Realización de prueba de infiltración.....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 61. Fotografía satelital de puntos de muestreo y pruebas de infiltración.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 62. Componentes mínimos para una vivienda rural.....</i>	<i>98</i>
<i>Figura 63. Organigrama de la vivienda, Fuente: Elaboración propia.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 64. Flujograma de la vivienda.....</i>	<i>99</i>
<i>Figura 65. Diagrama de correlación de la vivienda</i>	<i>100</i>
<i>Figura 66. Zonificación de la vivienda.....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 67. Componentes mínimos para una vivienda rural.....</i>	<i>101</i>
<i>Figura 68. Organigrama de la vivienda.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 69. Flujograma de la vivienda.....</i>	<i>103</i>
<i>Figura 70. Diagrama de correlación de la vivienda</i>	<i>104</i>
<i>Figura 71. Zonificación de la vivienda.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 72. Plano de cimentación de vivienda rural para cinco personas</i>	<i>107</i>
<i>Figura 73. Sección de cimiento corrido y sobrecimiento</i>	<i>107</i>
<i>Figura 74. vista 3d de cimiento corrido y sobrecimiento.....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 75. Sección de muro de adobe</i>	<i>108</i>
<i>Figura 76. Límites geométricos de muros y vanos</i>	<i>109</i>
<i>Figura 77. Plano de planta de propuesta de vivienda para cinco personas</i>	<i>109</i>
<i>Figura 78. Viga collar en vivienda para 05 personas.....</i>	<i>111</i>
<i>Figura 79. Refuerzo de muro de adobe con sogá sintética</i>	<i>112</i>
<i>Figura 80. Vista 3D de techo de propuesta de vivienda rural para cinco personas....</i>	<i>113</i>
<i>Figura 81. Área tributaria de viga vivienda de 05 personas.....</i>	<i>115</i>
<i>Figura 82. Sección de viga de vivienda de 05 personas.....</i>	<i>115</i>

<i>Figura 83. Sección de viga de diseño</i>	115
<i>Figura 84. Diagrama de momento flector y cortante de viga</i>	116
<i>Figura 85. Plano de cimentación de vivienda rural para tres personas</i>	118
<i>Figura 86. Sección de cimiento corrido y sobrecimiento</i>	119
<i>Figura 87. vista 3d de cimiento corrido y sobrecimiento</i>	119
<i>Figura 88. Sección de muro de adobe</i>	120
<i>Figura 89. Límites geométricos de muros y vanos</i>	120
<i>Figura 90. Plano de planta de propuesta de vivienda para tres personas</i>	121
<i>Figura 91. Viga collar en propuesta de vivienda rural para 03 personas</i>	122
<i>Figura 92. Refuerzo de muro de adobe con sogas sintéticas</i>	123
<i>Figura 93. Detalle de techo de vivienda rural de 03 personas</i>	124
<i>Figura 94. Llenado de tierra y agua en botella de boca ancha</i>	127
<i>Figura 95. Agitación de botella con tierra y agua</i>	127
<i>Figura 96. Marcación de altura de arena</i>	128
<i>Figura 97. Medición de altura de limo y arcilla 24 horas después</i>	128
<i>Figura 98. Prueba de rollito para la verificación de la calidad del material</i>	129
<i>Figura 99. Triángulo textural USDA</i>	130
<i>Figura 100. Ubicación de puntos de muestra de suelo para su clasificación de textura</i>	131
<i>Figura 101. Recomendaciones de ubicación de viviendas</i>	132
<i>Figura 102. Baliza para trazo y replanteo en obra</i>	133
<i>Figura 103. Imagen de colocación de balizas para trazo y replanteo</i>	133
<i>Figura 104. Vista de plano de cimentación de vivienda rural cinco personas</i>	133
<i>Figura 105. Excavación manual para cimiento corrido en vivienda de cinco personas</i>	134
<i>Figura 106. Colocación de concreto en cimiento corrido</i>	134
<i>Figura 107. Encofrado de Sobrecimiento</i>	135
<i>Figura 108. Colocación de concreto en Sobrecimiento</i>	136
<i>Figura 109. Cimiento corrido y sobrecimiento de vivienda para tres personas</i>	137
<i>Figura 110. Relleno y compactación con material propio y pisón</i>	138
<i>Figura 111. Vista en planta y sección de detalle de piso machihembrado</i>	138
<i>Figura 112. Vista de Planta de piso machihembrado, piso de cemento frotachado y vereda exterior de vivienda de tres personas</i>	139
<i>Figura 113. Distribución de muros y visualización de encuentros en muros de vivienda de cinco personas</i>	139
<i>Figura 114. Distribución de muros y visualización de encuentros en muros de tres personas</i>	140
<i>Figura 115. Encuentro de muros de adobe de sección cuadrada</i>	140
<i>Figura 116. Arriostre horizontal en muro con viga collar en vivienda rural</i>	141
<i>Figura 117. Refuerzo de muro de adobe con malla para tarrajeo</i>	141
<i>Figura 118. Revestimiento interior y exterior de muro vivienda rural tres personas</i> ..	142
<i>Figura 119. Techo de propuesta de vivienda rural de cinco personas</i>	143
<i>Figura 120. Detalle de Tijerales y correas de vivienda rural cinco personas</i>	143
<i>Figura 121. Techo de propuesta de vivienda rural de cinco personas</i>	144

<i>Figura 122. Detalle de Tijerales y correas de vivienda rural tres personas.....</i>	<i>144</i>
<i>Figura 123. Gráfico de orientación óptima de viviendas mayor incidencia solar.....</i>	<i>145</i>
<i>Figura 124. Orientación de propuesta de vivienda rural para cinco personas</i>	<i>145</i>
<i>Figura 125. Vista de Calefactor solar y ventana cenital en techo</i>	<i>146</i>
<i>Figura 126. Detalle de calefactor solar propuesto</i>	<i>146</i>
<i>Figura 127. Ventana cenital para vivienda rural de cinco personas.....</i>	<i>147</i>
<i>Figura 128. Detalle de ventana en propuesta de vivienda rural.....</i>	<i>147</i>
<i>Figura 129. Sección de detalle de techo termo acústico de vivienda rural.....</i>	<i>148</i>
<i>Figura 130. Detalle de piso de madera machihembrada</i>	<i>148</i>
<i>Figura 131. Zonificación de propuestas de sistemas de eliminación de excretas y sistemas complementarios de tratamiento y disposición.....</i>	<i>157</i>
<i>Figura 132. UBS compostera doble cámara para cinco personas.....</i>	<i>158</i>
<i>Figura 133. Componentes de Biodigestor Rotoplast.....</i>	<i>159</i>
<i>Figura 134. Purga de lodos de biodigestor.....</i>	<i>160</i>
<i>Figura 135. Coeficientes de pérdida en accesorios</i>	<i>170</i>
<i>Figura 136. Cuadro de modelos de bombas sumergibles Franklin</i>	<i>172</i>
<i>Figura 137. Angulo de inclinación de panel solar para el distrito de Azángaro.....</i>	<i>173</i>
<i>Figura 138. Sistema de bombeo fotovoltaico diseñado</i>	<i>174</i>
<i>Figura 139. Cuadro de ingreso de datos para adopción de equipo de bombeo y panel solar</i>	<i>175</i>
<i>Figura 140. Resultados obtenidos de diseño con software</i>	<i>176</i>
<i>Figura 141. Cocina mejorada tipo Inkawasi Pichqa Fuente: Elaborado por el tesista con referencia al Manual de construcción para el instalador de las cocinas mejoradas Inkawasi Pichqa y tres hornillas EnDev-GIZ.....</i>	<i>181</i>
<i>Figura 142. Imagen de propuesta de vivienda rural PNVR.....</i>	<i>196</i>
<i>Figura 143. Plano de planta propuesta de vivienda rural PNVR</i>	<i>196</i>
<i>Figura 144. Sección típica de cimiento y sobrecimiento.....</i>	<i>197</i>
<i>Figura 145. Detalle de refuerzo Horizontal y vertical en muros</i>	<i>197</i>
<i>Figura 146. Detalle de techo de calamina tijeral y correas.....</i>	<i>198</i>
<i>Figura 147. Detalle de piso de propuesta de vivienda rural PNVR.....</i>	<i>199</i>
<i>Figura 148. Costo directo de Vivienda rural PNVR</i>	<i>200</i>
<i>Figura 149. Unidades del Programa Nacional de Vivienda Rural.....</i>	<i>203</i>
<i>Figura 150. Ámbito de intervención del PNVR.....</i>	<i>204</i>
<i>Figura 151. Acciones de Intervención del PNVR.....</i>	<i>205</i>
<i>Figura 152. Enfoque de viviendas mejoradas del PNVR</i>	<i>206</i>
<i>Figura 153. Actividades principales de la unidad de gestión social.....</i>	<i>208</i>
<i>Figura 154. Acciones de Gestión Técnica del PNVR.....</i>	<i>211</i>
<i>Figura 155. Desarrollo de actividades del PNVR, Fuente: Programa Nacional de Vivienda Rural.....</i>	<i>212</i>

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Operacionalización de variables.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabla 2. Factor de uso y densidad según tipo de edificación.....</i>	<i>37</i>
<i>Tabla 3. Dotación de agua para sistemas sin arrastre hidráulico.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 4. Dotación de agua por tipo de abastecimiento.....</i>	<i>48</i>
<i>Tabla 5. Dimensiones para la obtención de volúmenes cercanos al máximo estipulado para una cámara.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 6. Dimensiones de las paredes</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 7. Dotación de agua para sistemas con arrastre hidráulico.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 8. Cantidad de viviendas del distrito de Azángaro 2017.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabla 9. Puntos de muestreo.....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 10. Vías de acceso</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 11. Datos de clima del distrito de Azángaro-fuente Nasa.....</i>	<i>74</i>
<i>Tabla 12. Temperaturas mínimas y máximas distrito de Azángaro</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 13. Datos de precipitación del distrito de Azángaro.....</i>	<i>75</i>
<i>Tabla 14. Expedientes técnicos de referencia del distrito de Azángaro.....</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 15. Resumen de parámetros de suelo de expedientes técnicos de referencia</i>	<i>76</i>
<i>Tabla 16. Parámetros de diseño sismoresistente distrito de Azángaro.....</i>	<i>77</i>
<i>Tabla 17. Estudios referenciales de calidad de agua del distrito de Azángaro</i>	<i>78</i>
<i>Tabla 18. Cantidad de viviendas en área rural del distrito de Azángaro 2017</i>	<i>84</i>
<i>Tabla 19. Número de viviendas vs cantidad de ocupantes por vivienda.....</i>	<i>92</i>
<i>Tabla 20. Mediciones de nivel freático distrito de Azángaro.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 21. Puntos donde se realizó prueba de infiltración.....</i>	<i>94</i>
<i>Tabla 22. Resumen de pruebas de infiltración</i>	<i>96</i>
<i>Tabla 23. Programa arquitectónico</i>	<i>98</i>
<i>Tabla 24. Programa arquitectónico</i>	<i>102</i>
<i>Tabla 25. Verificación límites geométricos de muros de vivienda para 05 personas ..</i>	<i>110</i>
<i>Tabla 26. Cálculo de densidad de muros de vivienda para 05 personas</i>	<i>111</i>
<i>Tabla 27. Verificación límites geométricos de muros de vivienda para 03 personas ..</i>	<i>121</i>
<i>Tabla 28. Cálculo de densidad de muros de vivienda para 03 personas</i>	<i>122</i>
<i>Tabla 29. Resumen de resultados de prueba de la botella de muestras de suelo.....</i>	<i>128</i>
<i>Tabla 30. Resultados de prueba del rollito en muestras</i>	<i>129</i>
<i>Tabla 31. Textura de muestras de suelo de puntos de prueba de infiltración.....</i>	<i>131</i>
<i>Tabla 32. Tiempo de infiltración según el tipo de filtración del suelo.....</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 33. Valores obtenidos de infiltración en 10 puntos de muestreo</i>	<i>152</i>
<i>Tabla 34. Resumen de propuesta de diseño de zanja de percolación</i>	<i>155</i>
<i>Tabla 35. Cantidad de purga de lodos y cantidad de cal para mantenimiento cada año</i>	<i>159</i>
<i>Tabla 36. Características del panel solar</i>	<i>172</i>
<i>Tabla 37. Costo directo de propuesta de vivienda rural PNVR.....</i>	<i>200</i>
<i>Tabla 38. Áreas de propuestas de vivienda rural.....</i>	<i>202</i>
<i>Tabla 39. Comparación de presupuesto de propuesta de vivienda rural.....</i>	<i>202</i>

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

MVCS: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento

PNVR: Programa Nacional de Vivienda Rural

GL: Gobiernos Locales

GR: Gobiernos Regionales

OPS: Organización Panamericana para la Salud

UBS: Unidad básica de saneamiento

MPA: Municipalidad Provincial de Azángaro

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática

CARE: Organización Internacional de Desarrollo, sin fines de lucro

DNC: Dirección Nacional de Construcción

MDC: Municipalidad Distrital de Capachica

RNE: Reglamento Nacional de Edificaciones

MIDIS: Ministerio de Inclusión Social

RESUMEN

En el Perú un significativo número de familias habita en viviendas precarias que presentan factores de riesgos para su salud tales como: viviendas sin acceso a servicios básicos (sistemas de abastecimiento de agua potable, sistema de eliminación de excretas, sistemas de suministro de energía eléctrica) esto sumado a que las viviendas en su gran mayoría son autoconstruidas utilizando métodos tradicionales de edificación, con una distribución de espacios inadecuada, e ignorando las normas establecidas de construcción, que hacen que muchas viviendas presenten riesgos mayores ante fenómenos de la naturaleza heladas, precipitaciones, sismos. Debido a esta preocupación el presente proyecto de tesis tiene como objetivo el diseño de un módulo de vivienda rural para la población que habita en el área rural del distrito de Azángaro, su evaluación de costos y proponer alternativas de financiación. Para el desarrollo del proyecto en primer lugar se realizó las encuestas en comunidades pertenecientes a las cinco microcuencas del distrito de Azángaro, de estas se tomó como muestra a 66 viviendas, para la determinación del número de habitantes por vivienda, aspectos socioeconómicos de esta población, además se manejaron datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística e Informática y en 10 de las 66 viviendas se realizaron pruebas de infiltración y muestreo de suelo para ver la capacidad de infiltración del suelo Posteriormente se procesaron la información de encuesta y estadística con ello se procedió a realizar el diseño de la propuesta de vivienda rural. Como resultado del diseño se obtuvo dos propuestas de módulo de vivienda rural, para tres y cinco personas por vivienda, el módulo de vivienda rural incluye vivienda, sistema de eliminación de excretas UBS con arrastre hidráulico y UBS doble cámara compostera, sistema de iluminación fotovoltaica, sistema de bombeo fotovoltaico de agua, y módulos productivos cobertizo para vacas y corral para ovejas. El resultado de costos de las propuestas para cinco personas con UBS con arrastre hidráulico ascienden a 62, 501.63 soles y con UBS compostera a 62,352.79 soles, la propuesta para tres personas con UBS con arrastre hidráulico su costo asciende a 49,943.55 soles y con UBS compostera a 49,666.73 soles. Con ello se puede concluir que la propuesta de módulo de vivienda rural cumple con los requerimientos de la población y el RNE, además puede ser financiado mediante el MVCS o financiar con recursos provenientes del canon que recibe la entidad local.

PALABRAS CLAVE: Diseño de vivienda rural, costo de vivienda rural, saneamiento rural, energía fotovoltaica.

ABSTRACT

In Peru a significant number of families live in precarious homes that present risk factors for your health such as: homes without access to basic services (drinking water supply systems, excreta disposal system, electrical power supply systems) this added to the fact that the houses are mostly self-built using traditional building methods, with inadequate distribution of spaces, and ignoring established construction standards that make many homes present greater risks to frosty natural phenomena, rainfall, earthquakes. Due to this concern, this thesis project aims to design a module of rural housing for the population living in the rural area of the district of Azángaro, its cost evaluation and propose financing alternatives. For the development of the project, in the first place, surveys were carried out in communities belonging to the five microbasins of the Azángaro district, of which 66 homes were taken as a sample, for the determination of the number of inhabitants per dwelling, socio-economic aspects of this population, In addition, official data from the National Institute of Statistics and Informatics were handled and in 10 of the 66 dwellings, infiltration and soil sampling tests were carried out to see the infiltration capacity of the soil. Subsequently, the survey and statistical information were processed, thus the design of the rural housing proposal was carried out. As a result of the design, two rural housing module proposals were obtained, for three and five people per house, the rural housing module includes housing, UBS excreta disposal system with hydraulic drag and UBS double composting chamber, photovoltaic lighting system, photovoltaic water pumping system, and productive shed modules for cows and sheep pens, the cost of the proposals for five people with UBS with hydraulic drag amounts to 62, 501.63 soles and with composting UBS to 62,352.79 soles, the proposal for three people with UBS with hydraulic drag costs 49,943.55 soles and with composting UBS a 49,666.73 soles. With this it can be concluded that the proposed rural housing module meets the requirements of the population and the RNE, can also be financed through the MVCS or financed with resources from the fee received by the local entity.

KEY WORDS: Design of rural housing, cost of rural housing, rural sanitation, photovoltaic energy.

CAPITULO I

1. INTRODUCCIÓN

Las políticas de vivienda en el Perú actualmente se vienen estableciendo a través del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, con el Programa Nacional de Vivienda Rural, lo cual el resultado en relación al número de beneficiarios es muy reducido, en cada región del país, las particularidades que tiene cada región y la variedad de climas que posee hacen que el programa nacional de vivienda rural deba desarrollar aún más las propuestas de viviendas en el país para así poder cumplir con los requerimientos de la población de cada región. Esto nos conduce a que se tengan que estudiar y plantear soluciones a los requerimientos de vivienda rural de diversas regiones del país con cada una de sus características, con el presente proyecto de tesis se quiere proponer un módulo de vivienda rural, cuyo diseño este basado con los requerimientos de esta población y esta pueda ser tomado en cuenta por entidades locales, regionales o nacionales para su financiamiento y ejecución.

Para el desarrollo del proyecto se eligió 66 viviendas que están distribuidas dentro de las cinco microcuencas con las que cuenta el distrito de Azángaro en las que se realizaron encuestas, cuyos formatos están desarrollados para encontrar el número de habitantes por vivienda, el material con los que están contruidos, si cuentan o no con servicios básicos, para que con esto se pudiera hacer la propuesta de vivienda rural y el diseño. Para el diseño de las UBS se realizó también pruebas de infiltración en 10 viviendas distribuidas en las cinco microcuencas, se tomaron dos pruebas en cada microcuenca cuyos resultados se anexan al presente trabajo. Además, se procedió con el procesamiento de información modelado de propuesta de vivienda rural con el software Revit, elaboración de planos Con el Software AutoCAD, Diseño de sistema Fotovoltaico de suministro de energía a la vivienda, sistema de bombeo fotovoltaico, y el metrado de las propuestas planteadas a nivel de planos, cuyos costos se determinaron con el software S10 costos y Presupuestos.

El presente proyecto de tesis está compuesto de siete capítulos en el capítulo I se describe el análisis de la situación problemática, el planteamiento del problema y los objetivos del proyecto, el capítulo II los antecedentes de la investigación, bases legales y bases teóricas, en el capítulo III se aborda la metodología de la investigación, en el capítulo IV se muestran los resultados, en el capítulo V las conclusiones, en el VI las recomendaciones, en el VII las referencias y además se incluyen anexos al trabajo.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Perú el 11.7% de los hogares a nivel nacional tienen déficit habitacional, siendo el área rural el de mayor porcentaje de hogares con déficit habitacional con 21.3%, mientras que el área urbana presenta el 8.8%. Se considera que los hogares tienen déficit habitacional si tienen déficit cuantitativo y a su vez déficit cualitativo de vivienda, las cuales son viviendas que presentan servicios deficitarios de agua, luz, desagüe. El déficit de viviendas rurales en el Perú es de 295 305 viviendas rurales de poblaciones en pobreza y pobreza extrema. (INEI,2017)

De acuerdo a los resultados del censo 2017 se sostiene que la construcción de las viviendas del ámbito rural de la región de Puno es en su mayoría de materiales tradicionales piedra y adobe en muros con techos de planchas de calaminas y paja. Y de lo informal con la que se construyen las viviendas es decir sin asistencia técnica, ya que según datos estadísticos muestran que siete de cada diez viviendas se construyen informalmente, lo que genera condiciones de vivienda inadecuada, precariedad física y legal, e incrementa la vulnerabilidad de los hogares ante fenómenos naturales. (ENAHO, 2017)

Producto de la autoconstrucción, por desconocimiento de códigos y normas que hacen que muchas viviendas tengan deficiencias producto de su construcción, otra también es la falta de conocimiento en la población de conceptos de aprovechamiento de energías renovables tales como la energía fotovoltaica, además de viviendas que cuentan con sistemas de saneamiento inadecuados y muchas también que no cuentan con un sistema de saneamiento. De esta realidad no escapa el distrito de Azángaro ya que según el INEI. En el ámbito rural del distrito de Azángaro el porcentaje de viviendas de adobe o tapia es en porcentaje más del 94.97% con techos con planchas de calamina que en porcentaje representa el 55.94%, seguido de los techos de paja con un 43.37%, son los techos de paja principalmente quienes no cubren adecuadamente a la vivienda ya que a través de estos es que se presentan filtraciones de precipitaciones al interior de las viviendas que ponen en riesgo la salud de sus ocupantes.

Otra de los problemas que afronta la población del área rural del distrito de Azángaro es que no cuentan con agua potable, sistemas de eliminación de excretas y energía eléctrica, ya según datos estadísticos del INEI se tiene que más de 69% de esta población consume agua de pozo, con un sistema de eliminación de excretas por pozos que

representan más del 83% los cuales pueden ser los principales agentes de contaminación del agua de consumo de pozos, además de que más del 38% de esta población no cuenta con energía eléctrica.

El intenso frío que se produce en el distrito de Azángaro en los meses de junio y julio que según el SENAMHI llega a descender a temperaturas de hasta $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y las precipitaciones que se producen de diciembre a marzo hacen que la población que habita en las zonas rurales del distrito de Azángaro estén expuestas a condiciones climáticas que afectan su salud trayendo con ello enfermedades respiratorias que afectan principalmente a niños y ancianos. Es por ello también que es necesario plantear una propuesta de vivienda rural que incluya conceptos de confort térmico.

Una forma por las cuales es posible hacer frente a los fenómenos de la naturaleza es la tener una vivienda adecuada y diseñada con los requerimientos del poblador de la zona, otro es brindarle un sistema de saneamiento adecuado que no contamine el agua de consumo, un suministro de energía eléctrica con energías renovables y módulos productivos adecuados de acuerdo a la actividad a la que este dedicada esa población. De todo lo mencionado en párrafos anteriores surgen las interrogantes del proyecto de tesis.

1.1.1 Problema general

¿Cuál será la propuesta de módulo de vivienda rural para la población que habita en el área rural del distrito de Azángaro?

1.1.2 Problemas específicos

¿Cuál será el módulo de vivienda rural para la población que habita en el área rural del distrito de Azángaro?

¿Cuáles serán los costos de las propuestas de módulo de vivienda rural?

¿Cuáles serán las propuestas para la financiación de los módulos de vivienda rural?

1.2 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN:

La problemática de vivienda en el Perú en especial de Viviendas Rurales ha sido desatendida, y actualmente está siendo atendida muy superficialmente, no llegando a satisfacer todas las necesidades de esta población que en la búsqueda de mejores condiciones de vida y oportunidades emigra del campo a la ciudad, ya que a lo largo de los años esta población no tuvo una atención adecuada en lo que respecta a vivienda y servicios básicos que hasta la actualidad se tienen brechas bien altas en lo que respecta a vivienda y servicios básicos (agua potable, sistema de evacuación de excretas, energía eléctrica)

En nuestro país un significativo número de familias habita en viviendas que presentan factores de riesgos para su salud tales como: la ubicación en zonas inseguras, sin infraestructura de servicios públicos, sin acceso al agua potable, con deficiente eliminación de excretas además las condiciones de la vivienda no son las adecuadas para combatir el frío. Viviendas de este tipo no protegen la salud de sus ocupantes y propician enfermedades. (Orozco & Fuertes, 2009)

Según datos del censo 2017, la población censada en la provincia de Azángaro disminuyó, se puede apreciar que la provincia de Azángaro concentra una mayor población en el área rural, y esta provincia es la que tiene una disminución considerable de población en su mayor parte del área rural, por lo que es necesario, prestar una mayor atención a las necesidades de esta población ya que Azángaro es una provincia que tiene una mayor población en el área rural.

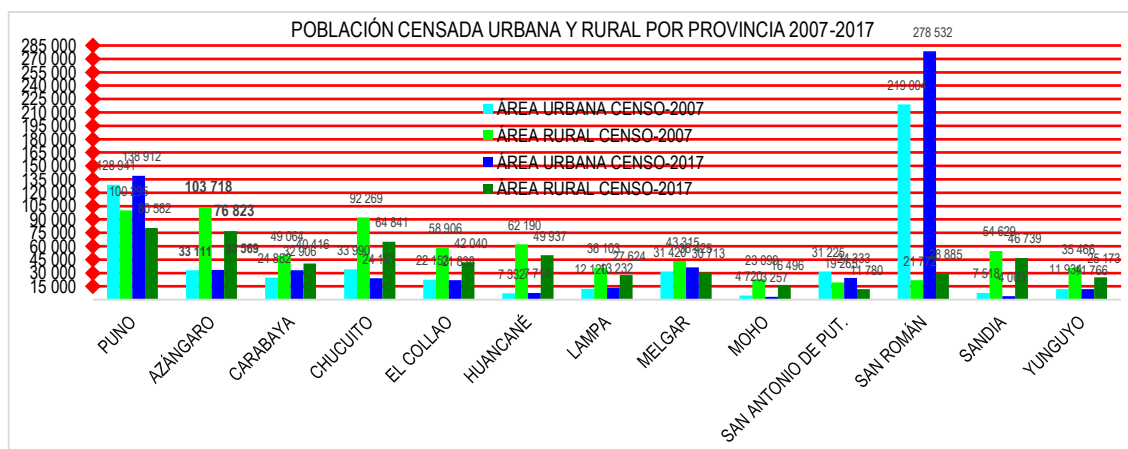


Figura 1. Población censada urbana y rural por provincia 2007-2017
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.3.1 Objetivo general:

Proponer un módulo de vivienda rural para la población que habita en el área rural del distrito de Azángaro

1.3.2 Objetivos específicos:

- Diseñar un módulo de vivienda rural para la población que habita en el área rural del distrito de Azángaro.
- Evaluar los costos de las propuestas de vivienda rural diseñadas.
- Proponer alternativas de financiación de la propuesta de vivienda rural

1.4 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1 Hipótesis general

Se logrará obtener un diseño de módulo de Vivienda Rural para esta población que habita en el área rural del distrito de Azángaro.

1.4.2 Hipótesis específicas

- El diseño de módulo de vivienda rural cumplirá con parámetros mínimos en su diseño.
- La evaluación de costos permitirá determinar los costos de las propuestas de diseño obtenidos.
- Las propuestas de vivienda rural pueden lograr su financiamiento.

1.4.3 Operacionalización de variables

Tabla 1. Operacionalización de variables

OBJETIVO	VARIABLE
Diseñar un módulo de vivienda rural para la población que habita en el área rural del distrito de Azángaro	VARIABLE DEPENDIENTE
	Modulo de vivienda rural
	VARIABLE INDEPENDIENTE
	Número de habitantes por vivienda, Nivel freático, Fuente de abastecimiento
Evaluar los costos de las propuestas de vivienda rural diseñadas.	VARIABLE DEPENDIENTE
	Costo de propuesta de módulo de vivienda rural
	VARIABLE INDEPENDIENTE
	Modulo de vivienda rural
Proponer alternativas de financiación de la propuesta de vivienda rural	VARIABLE DEPENDIENTE
	Alternativa de Financiamiento
	VARIABLE INDEPENDIENTE
	Entidades del estado

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

CAPITULO II

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Artículo

Prototipo de vivienda social bioclimática

Facultad Politécnica, Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay

Objetivo general:

Transferir las tecnologías aplicadas a un modelo virtual de una vivienda social bioclimática para ser desarrollada como prototipo de testeo en el campus de la Universidad Nacional de Asunción, para disminuir el consumo de energía. Emplear materiales adecuados a las condiciones climáticas y mejorar el confort térmico en las viviendas.

Resultados:

Una de las principales causas de la permeabilidad de las condiciones ambientales en el interior de las viviendas, es decir de las ganancias y pérdidas térmicas, se verifican en las cubiertas (40%), en la mampostería (30%) y en las ventanas (20%). Se identifican estos como puntos potenciales para mejorar el confort y a la vez potenciales de ahorro energético, de manera a controlar el 70 % de las ganancias térmicas en el interior de la vivienda; excluyendo el 20% correspondiente a las ventanas. Con los datos obtenidos de la vivienda tanto en relación a su arquitectura (conformación geométrica, materiales, etc.), como a su carga energética y la actividad probable de sus moradores, se realiza con el programa DesignBuilder la simulación del desempeño energético, de manera a calcular las demandas energéticas de los modelos, comparando una tecnología convencional (mampostería de ladrillos comunes, techo de tejas y tejuelones cerámicos) y la tecnología alternativa propuesta en esta investigación (ladrillos huecos, techo de chapas y cobertura vegetal).

Conclusiones:

Con una correcta zonificación de la vivienda se consigue optimizar el consumo energético durante todo el año, minimizando las pérdidas de calor en invierno y protegiéndonos de éste en verano. Es importante proyectar una adecuada distribución de espacios, atendiendo a consideraciones bioclimáticas, de ahorro energético y funcional.

Tesis de pregrado**Universidad Nacional del Altiplano**

Vivienda Rural Saludable como Estrategia de Desarrollo en las Comunidades de Coline, Cayco (Crucero Alto) y Alto Huancané, del distrito de Santa Lucia - Lampa – Puno”.

El autor en su investigación se plantea diseñar un prototipo de “Vivienda Rural Saludable Como Estrategia De Desarrollo”, propiciando un espacio físico que promueva condiciones satisfactorias para los integrantes de la familia, reduciendo al máximo los factores de riesgo existentes en su contexto geográfico.

Objetivo general.

- El objetivo principal es la Revalorización Físico, Social De Las Viviendas Rurales Y Mejorar la Calidad Y Condiciones De Vida De Las Comunidades Campesinas En Las Zonas Alto Andinas Del Distrito De Santa Lucia, como modelo o prototipo.

Objetivos específicos.

- Conocer la situación actual y su relación socio cultural de las comunidades alto andinas Cayco, Coline (crucero alto) y Alto Huancané, del distrito de Santa Lucia.
- Realizar un diagnóstico de las comunidades alto andinas Cayco, Coline (crucero alto) y Alto Huancané, del distrito de Santa Lucia, para conocer las características físicas y espaciales de la vivienda y materiales, como patrón arquitectónico y su relación sujeto-objeto-entorno.
- Proponer una alternativa de proyecto arquitectónico de vivienda rural saludable y segura para los pobladores de las comunidades Cayco, Coline (crucero alto) y Alto Huancané.

Conclusiones:

- El mal uso de los materiales hace que esta realidad pueda saltar a la vista, a esto se suma la falta de asistencia técnica para el mejoramiento de sus viviendas.
- La propuesta desarrollada ofrece calidad de vida, confort térmico y una buena práctica de hábitos de orden e higiene, así evitar enfermedades y muertes, revalorando a la vivienda.
- El buen uso de los materiales, los correctos procesos constructivos y sobre todo el diseño, hacen que la vivienda pueda ser aceptada por los pobladores.

Libro titulado

Confort térmico en viviendas altoandinas un enfoque integral

Desarrollado por CARE PERÚ con el objetivo de mejorar confort térmico en viviendas alto andinas con un enfoque integral.

Objetivos:

- Adecuación del módulo básico sismo-resistente propuesto por la PUCP a uno que incorpore sistemas de captación y conservación de la temperatura interna, ventilación e iluminación a estándares que la hacen saludable, especialmente en épocas de frío intenso.
- Mejorar la temperatura interna de las viviendas altoandinas, así como proporcionar un ambiente seguro y saludable para las familias, de tal modo que se pudiera proteger la salud de sus habitantes, especialmente de los niños y los adultos mayores.

Resultados:

En base a los valores obtenidos en las simulaciones y al costo que implica cada una de ellas, la mejor propuesta costo/eficiente es la combinación de las siguientes configuraciones:

- Piso: una cama de adobe de 15 cm, una cama de piedra de 15 cm, listones de madera de 3"x2" y tablas de madera de 1" de espesor.
- Ventana: ventana de madera con vidrio simple y cobertura de triplay a 5 cm.
- Techo: Plancha de fibrocemento, una cama de paja de 3" entre las correas y plástico debajo de éstas.

Conclusiones:

Considerando esta combinación de materiales, más una correcta orientación del invernadero hacia el norte y el correcto manejo de los mecanismos de ganancia de calor, ductos del invernadero y claraboyas de los techos, el cual consiste en abrirlos a las 7:00 am y cerrarlos a las 5 pm, obtenemos un modelo simulado final. Con este modelo simulado final logramos aumentar los mínimos de temperatura, con respecto a las mediciones obtenidas en el dormitorio 1 de la vivienda con Confort Térmico e Invernadero Familiar, 5°C aproximadamente, donde la menor temperatura llega hasta los 11°C. Cabe resaltar e indicar que los antecedentes anteriormente descritos y detallados son los más representativos.

2.2 BASES LEGALES

Para realizar el módulo de vivienda rural existen diferentes referencias, de las cuales se tomaron como referencia la norma de adobe, como también se citan algunas normas en el Reglamento Nacional de Edificaciones como son los siguientes:

Norma G.020 Componentes y características de los proyectos

Artículo 3.- Los proyectos de edificación se dividen por especialidades según los aspectos a que se refieren.

Norma A. 010 Condiciones generales de Diseño

Capítulo I características de diseño

Artículo 3.- Las obras de edificación deberán tener calidad arquitectónica, la misma que se alcanza con una respuesta funcional y estética acorde con el propósito de la edificación, con el logro de condiciones de seguridad, con la resistencia estructural al fuego, con la eficiencia del proceso constructivo a emplearse y con el cumplimiento de la norma vigente.

Norma A. 010 Condiciones generales de Diseño

Capitulo IX Requisitos de Ventilación y acondicionamiento Ambiental

Artículo 56.- Los requisitos para lograr un suficiente aislamiento térmico, en zonas donde la temperatura desciende por debajo de los 12 grados Celsius, serán los siguientes:

Los paramentos exteriores deberán ejecutarse con materiales aislantes que permiten mantener el nivel de confort al interior de los ambientes, bien sea por medios mecánicos o naturales.

Las puertas y ventanas al exterior deberán permitir un cierre hermético.

Decreto Supremo N° 001-2012-Vivienda

Artículo 1.- Creación del programa de apoyo al hábitat rural

Crease el Programa de apoyo al Hábitat Rural en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Bajo el ámbito del viceministerio de vivienda y Urbanismo, con el propósito de mejorar la calidad de vida de la población pobre y extremadamente pobre asentada en los centros poblados rurales o asentada de manera dispersa, mediante acciones de dotación o mejoramiento de la unidad habitacional, así como de acercamiento de los servicios de infraestructura y de equipamiento a la población, contribuyendo así, a su inclusión social, afirmando la presencia del estado en el ámbito rural.

Artículo 2.- objetivo del programa y líneas de intervención

2.1 el programa de apoyo al hábitat rural tiene como objetivo contribuir a mejorar las condiciones habitacionales de la población asentada en los centros poblados rurales o asentada de manera dispersa.

2.2 Las líneas de intervención del programa de apoyo al hábitat rural se orientan a lo siguiente:

- a) Promover el desarrollo de acciones de construcción y refacción, ampliación y/o terminación de las unidades habitacionales con que cuenta la población rural pobre y extremadamente pobre.
- b) Habilitar y poner en marcha centros de servicios de infraestructura y de equipamiento complementarios a la unidad habitacional.
- c) Promover el desarrollo de conductas para el manejo de los ambientes, elementos e instalaciones vinculados a la vivienda mejorada.
- d) Propiciar participación coordinada y concurrente de los tres niveles de gobierno como de la población beneficiaria.
- e) Fortalecimiento de las capacidades y conocimientos de los Gobiernos Locales.

Artículo 3.- Ámbito de intervención del Programa

3.1 La población asentada en centros poblados rurales, preferentemente aquella ubicada en el rango de hasta 150 habitantes y localizados sobre los 3000 msnm metros sobre el nivel del mar.

3.2 Los centros poblados rurales calificados por el sistema de Focalización de hogares.

3.3 Adicionalmente a lo establecido en los incisos 3.1 y 3.2 del presente artículo, los criterios de selección de centros poblados rurales, serán de naturaleza socioeconómica, ambiental, de accesibilidad y de nivel de organización.

3.4 se accede al programa mediante postulación concursal, según los criterios establecidos en los incisos 3.1, 3.2 y 3.3, excepto los primeros proyectos que se ejecuten.

Artículo 5.- Convenios de coordinación y concurrencia

Con la finalidad de realizar las acciones descritas en el presente dispositivo, el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento articulará sus intervenciones para lo cual podrá suscribir convenios de coordinación y concurrencia con las entidades del gobierno nacional y de los gobiernos regionales y locales.

Artículo 6.- Financiamiento del Programa

El Programa de Apoyo al Hábitat Rural será financiado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, con cargo a su Presupuesto Institucional, en el marco del equilibrio del Presupuesto del Sector Público y su modificatoria, sin demandar recursos adicionales al Tesoro Público; y así como, con recursos provenientes de donaciones, cooperación técnica internacional no reembolsable y otras fuentes de financiamiento. Los Gobiernos Regionales o los Gobiernos Locales y la comunidad, de ser el caso, podrán cofinanciar la ejecución, equipamiento, operación y/o mantenimiento de los proyectos del Programa de Apoyo al Hábitat Rural.

Decreto Supremo N° 016-2013-Vivienda / Disposición Complementaria Modificatoria

Artículo 1°. - Creación del Programa Nacional de Vivienda Rural

Créase el Programa Nacional de Vivienda Rural en el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, bajo el ámbito del Viceministerio de Vivienda y Urbanismo, con el propósito de mejorar la calidad de vida de la población pobre y extremadamente pobre asentada en los centros poblados rurales o asentada de manera dispersa, mediante acciones de dotación o mejoramiento de la unidad habitacional.

Artículo 2.- Objetivo del Programa y líneas de intervención

2.1 El Programa Nacional de Vivienda Rural tiene como objeto contribuir a mejorar las condiciones habitacionales de la población asentada en los centros poblados rurales o asentada de manera dispersa.

2.2 Las líneas de intervención del Programa Nacional de Vivienda Rural se orientan a lo siguiente:

- a) Promover y desarrollar acciones de construcción y refacción, ampliación y/o terminación de las unidades habitacionales con que cuenta la población rural pobre y extremadamente pobre.
- b) Promover el desarrollo de conductas para el manejo de los ambientes, elementos e instalaciones vinculados a la vivienda mejorada.
- c) Fortalecimiento de las capacidades y conocimientos de los Gobiernos Locales

Ley N° 30848, Ley que modifica la Ley 27506,

Ley de canon, a fin de promover el financiamiento de programas de vivienda social

Artículo 6. Utilización del canon

Los recursos que los gobiernos regionales y gobiernos locales reciban por concepto de canon serán utilizados para el financiamiento o cofinanciamiento de proyectos u obras de infraestructura de impacto regional y local, respectivamente, a cuyo efecto se establecen las cuentas destinadas a estos fines.

También podrán ser utilizados para el financiamiento de bonos familiares habitacionales (BFH) destinados a proyectos de vivienda del programa techo propio y para el financiamiento del programa nacional de vivienda rural, mediante convenios con el ministerio de vivienda, construcción y saneamiento o el fondo MIVIVIENDA, según corresponda.

Los gobiernos regionales entregarán el 20% (veinte por ciento) del total percibido por canon a las universidades públicas y el 10% (diez por ciento) del total percibido por canon a los institutos y escuelas de educación superior de su circunscripción, destinado exclusivamente a la inversión en investigación científica y tecnológica y de su respectiva infraestructura, que potencien su desarrollo. el canon petrolero mantiene las condiciones actuales de distribución conforme a ley”.

Resolución Ministerial N° 192 VIVIENDA 2018

Artículo 1.- Aprobación de la norma técnica de diseño: opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

Artículo 2.- La presente norma es de aplicación para la formulación y elaboración, de los proyectos de saneamiento en el ámbito rural, en los centros poblados rurales que no sobrepasen de dos mil habitantes.

El contenido del manual es el siguiente:

- i. Introducción
- ii. Algoritmo de selección de opciones tecnológicas
- iii. Abastecimiento de agua para consumo humano
- iv. Disposición sanitaria de excretas
- v. Evaluación de infraestructuras para recuperación

EM. 010 Instalaciones eléctricas interiores

Artículo 3.-Cálculos de iluminación, en la elaboración de proyectos de instalaciones interiores, los proyectistas están obligados a realizar cálculos de iluminación.

2.3 BASES TEÓRICAS

2.3.1 Vivienda rural

Son las viviendas ubicadas en el ámbito rural, los cuales muestran una alta dispersión de centros poblados con muy poca población, la vivienda rural se caracteriza por ser estructuralmente inadecuada, de inexistente confort térmico y vulnerable ante diversos fenómenos meteorológicos como las lluvias, el friaje y las heladas. (MVCS, 2018)

2.3.2 Auto construcción:

Hasta pocos años atrás con autoconstrucción se entendía un proceso constructivo mediante el cual, una familia y aunque ya sea sola o en coordinación con sus vecinos se abocan a construir su propia vivienda, avanzando en la medida en que van progresivamente disponiendo de recursos. Ahora se prefiere hacer una distinción. Cuando son los futuros usuarios los que realizan su propia casa, la motivación más frecuente es la falta de dinero; y cuando son los proyectistas, los investigadores o los estudiantes los que materializan sus propias ideas, participando directamente en la construcción, la inquietud central es generalmente la experimentación de métodos e instrumentos innovadores. (Humpiri, 2016)

2.3.3 Adobe

2.3.3.1 Definición adobe

Unidad de tierra cruda, que puede estar mezclada con paja u arena gruesa para mejorar su resistencia y durabilidad. (RNE, 2017)

2.3.3.2 Adobe (Técnica).

Técnica de construcción que utiliza muros de albañilería de adobes secos asentados con mortero de barro. (RNE, 2017)

2.3.3.3 Condiciones de la tierra a utilizar

- Una vez comprobada la presencia de arcilla de un suelo mediante la prueba Cinta de barro y la prueba de presencia de arcilla o resistencia seca, es necesario equilibrarla u optimizarla para que se controlen o eviten las fisuras de secado y se mejore la resistencia seca.
- Con el control de fisuras mediante la adición de paja, se controla el agrietamiento del adobe y del mortero durante el secado con paja o fibras similares.

- En ausencia de paja, para el control del agrietamiento se debe utilizar arena gruesa. Para verificar la combinación de arcilla y arena gruesa se realiza la prueba de control de fisuras o dosificación suelo-arena gruesa.
- Es importante controlar adecuadamente el contenido de humedad, para evitar o disminuir las fisuras de secado. En general, debe utilizarse la menor cantidad de agua que logre activar la arcilla existente, para alcanzar la máxima resistencia seca de los muros.
- La cantidad de agua requerida para moldear las unidades de adobe, no debe pasar del 20% respecto al peso del contenido seco.

2.3.3.4 Calidad, preparación, formas y dimensiones del adobe

- Debe recurrirse a las pruebas de campo para confirmar la presencia suficiente de arcilla y conocer la combinación adecuada de arcilla y arena gruesa.
- Se debe cernir la tierra antes de preparar el barro y luego someterla a un proceso de hidratación sostenida por lo menos 48 horas.
- El secado del bloque de adobe debe ser lento, para lo cual se realiza sobre tendales protegidos del sol y del viento.
- Sobre el tendal (que no debe ser de pasto, ni empedrado, ni de cemento) se debe espolvorear arena fina para eliminar restricciones durante el encogimiento de secado.
- El bloque de adobe terminado debe estar libre de materias extrañas, grietas u otros defectos que puedan degradar su resistencia o durabilidad.
- El bloque de adobe puede ser de planta cuadrada o rectangular y en el caso de encuentros, de formas especiales, pueden tener ángulos diferentes de 90°.
- El bloque de adobe cuadrado no debe sobrepasar los 0.40 m. de lado, por razones de peso.
- El bloque de adobe rectangular debe tener un largo igual a dos veces su ancho.
- La altura del bloque de adobe debe medir entre 0.08 m y 0.12 m.

2.3.3.5 Calidad, preparación y espesor del mortero

- Se deben remojar los bloques de adobes antes de asentarlos, durante 15 a 30 segundos.

- La humedad del mortero no debe pasar el 20 %, para evitar el agrietamiento. La cantidad de agua es la menor posible para disminuir las probabilidades de agrietamiento.
- La proporción entre paja cortada y tierra en volumen puede variar entre 1:1 y 1:2.
- Si la paja es escasa, se debe usar arena gruesa. La proporción a utilizar se debe hacer de acuerdo a la prueba de campo indicada en el Anexo N° 4: Prueba de “Control de Fisuras” o “Dosificaciones suelo-arena gruesa “.
- El espesor de los morteros pueden variar de 5 mm a 20 mm.
- Se debe evitar el secado violento de la albañilería mediante la protección del sol y del viento.
- Se debe evitar que el muro se divida en dos por juntas verticales continuas, sean estas longitudinales o transversales.

2.3.3.6 Fabricación del adobe

- Preparar la adobera, se recomienda que la adobera sea de 40cm x 40cm x 10cm.

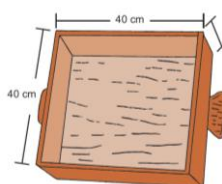


Figura 2. Forma de adobera

Fuente: Manual de construcción Edificaciones antisísmicas de adobe

- Preparar el barro y dormirlo por 2 días (en promedio).
- Agregar la paja o arena gruesa para que los adobes no se rajen.
- Llenar la adobera lanzando con fuerza porciones de barro. La adobera debe estar húmeda y rociada de arena fina para que no se peguen los adobes.



Figura 3. Llenado de adobera

Fuente: Manual de construcción Edificaciones antisísmicas de adobe

- El barro debe estar al ras de la adobera, emparejando la superficie usando una regla.



Figura 4. Emparejado de superficie de adobe

Fuente: Manual de construcción Edificaciones antisísmicas de adobe

- El terreno para el desmolde debe ser plano y seco. Debe rociarse previamente con una capa de arena.
- Retirar la adobera, levantando de ambas agarraderas y voltearlo rápidamente, teniendo cuidado que el adobe no se deforme. (DNC, 2010)

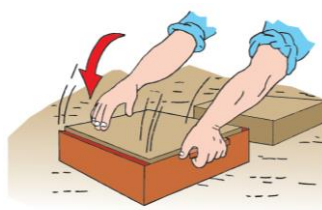


Figura 5. Retiro de adobera

Fuente: Manual de construcción Edificaciones antisísmicas de adobe

- Los adobes se rajan con el sol, por eso se debe hacer un tendal de esteras o ramas para protegerlos por lo menos durante los dos primeros días.



Figura 6. Secado y apilado de adobes

Fuente: Manual de construcción Edificaciones antisísmicas de adobe

- Los adobes no deberán tener grietas, ni estar deformados. Un buen adobe apoyado sobre otros dos, debe resistir el peso de una persona por lo menos durante un minuto. Se debe hacer esta prueba por lo menos cada 50 adobes que se fabriquen. (DNC, 2010)



Figura 7. Prueba de resistencia del adobe

Fuente: Manual de construcción Edificaciones antisísmicas de adobe

2.3.4 Construcciones de adobe

2.3.4.1 Comportamiento sísmico de construcciones de adobe

Las edificaciones de tierra deben ser construcciones reforzadas para conseguir el comportamiento siguiente:

- Durante sismos leves, las edificaciones de tierra reforzada pueden admitir la formación de fisuras en los muros.
- Durante sismos moderados, las edificaciones de tierra reforzadas pueden admitir fisuras más importantes, sin embargo están controladas por refuerzos, sin producir daños a los ocupantes. La estructura debe ser reparable con costos razonables.
- Durante la ocurrencia de sismos fuertes, se admite la posibilidad de daños estructurales más considerables, con fisuras y deformaciones permanentes, pero controladas por refuerzos. No deben ocurrir fallas frágiles y colapsos parciales o totales, que puedan significar consecuencias fatales para la vida de los ocupantes. (RNE, 2017)

2.3.4.2 Criterios de configuración de las edificaciones de tierra reforzada

Las edificaciones de tierra reforzada, deben cumplir con los siguientes criterios de configuración:

- Muros anchos para su mayor resistencia y estabilidad frente al volteo. El espesor mínimo del muro es de 0.40 m.
- Los muros deben tener arriostres horizontales, así como arriostres verticales (contrafuerte o muros transversales)
- La densidad de muros en la dirección de los ejes principales debe tener el valor mínimo indicado en la siguiente tabla.

Tabla 2. Factor de uso y densidad según tipo de edificación

Tipo de Edificaciones	Factor de Uso (U)	Densidad
NT A.030 Hospedaje	1.4	15%
NT A.040 Educación		
NT A.050 Salud		
NT A.090 Servicios comunales		
NT A.100 Recreación y deportes		
NT A.110 Transporte y Comunicaciones	1.2	12%
NT A.060 Industria		
NT A.070 Comercio		
NT A.080 Oficinas		
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	1.0	8%

FUENTE: RNE Diseño y construcción con tierra reforzada E-080

- Tener una planta simétrica respecto a los ejes principales.
- El espesor (e), densidad y altura libre de muros (H), la distancia entre arriostres verticales (L), el ancho de los vanos (a), así como los materiales y la técnica constructiva para la construcción de una edificación de tierra reforzada, deben ser aplicados de manera continua y homogénea. La siguiente figura establece los límites geométricos a ser cumplidos.
- Los vanos deben tener las proporciones y ubicación de acuerdo a lo indicado en la siguiente figura. Así mismo, se recomienda que sean pequeños y centrados.

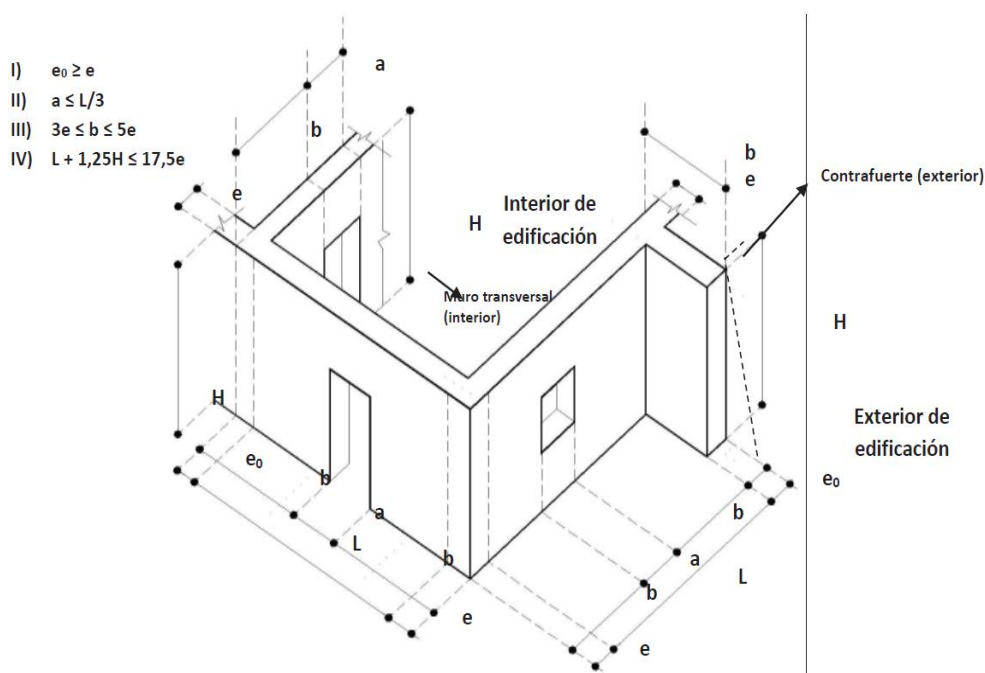


Figura 8. Límites geométricos de muros y vanos

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E-080

- Cada arriostre vertical (contrafuerte o muro transversal) puede construirse hacia el interior o hacia el exterior de la edificación, según el criterio del proyectista.
- La expresión IV relaciona la esbeltez vertical ($y_v = H/e$) con la esbeltez horizontal ($\lambda_h = L/e$), de modo que se debe cumplir la expresión: $\lambda_h + 1.25 \lambda_v \leq 17.5$.
- Los muros en general deben tener una esbeltez vertical (λ_v) igual o menor a 6 veces el espesor del muro y una esbeltez horizontal (λ_h) igual o menor a 10 veces el espesor del muro. La esbeltez vertical puede llegar a un máximo 8, si se cumple la expresión $\lambda_h + 1.25 \lambda_v \leq 17.5$.
- El contrafuerte puede ser recto o trapezoidal. En caso tenga forma trapezoidal, ver línea segmentada en contrafuerte (exterior) su base o parte inferior debe medir “b” y la parte superior (que sobresale del muro) debe medir como mínimo “b/3”.
- Tener como mínimo una viga collar en la parte superior de cada muro fijada entre sí, así como a los refuerzos, y construidos con un material compatible con la tierra reforzada (madera, caña u otros). (RNE, 2017)

2.3.4.3 Protección de construcciones de adobe

Se debe evitar el deterioro de las edificaciones de tierra reforzada, causadas por el viento, la lluvia y la humedad, protegiéndolas a través de:

- Cimientos y sobrecimientos que eviten el humedecimiento del muro.
- Recubrimientos, revestimientos o enlucidos que los protejan de la lluvia, humedad y viento, y que permitan la evaporación de la humedad del muro.
- Aleros en el techo que protejan el muro de cualquier contacto con la lluvia adecuadamente anclados y con peso suficiente para no ser levantados por el viento. (RNE, 2017)

2.3.4.4 Sistema estructural de construcciones de adobe

El sistema estructural para las edificaciones de tierra debe comprender los componentes siguientes:

Cimentación

El cimiento debe cumplir dos condiciones:

- Transmitir las cargas hasta un suelo firme de acuerdo a lo indicado por la Norma E.050 Suelos y Cimentaciones.
- Evitar que la humedad ascienda hacia los muros de tierra.

Cumpliendo las condiciones anteriormente mencionadas, todo cimiento debe tener una profundidad mínima de 0.60 m. (medida a partir del terreno natural) y un ancho mínimo de 0.60 m. Se puede utilizar los tipos de cimentación siguientes:

- Piedra grande tipo pirca compactada, acomodada con piedras pequeñas.
- Concreto Ciclópeo.
- Albañilería de piedra con mortero de cemento o cal y arena gruesa.

Sobrecimiento

El sobrecimiento debe cumplir dos condiciones:

- Debe transmitir las cargas hasta el cimiento.
- Debe proteger el muro ante la acción de la erosión y la ascensión capilar.

Cumpliendo tales condiciones, todo sobrecimiento debe elevarse sobre el nivel del terreno no menos de 0.30 metros y tener un ancho mínimo de 0.40 metros. Se pueden utilizar los tipos de sobrecimiento siguientes:

- Albañilería de piedra con mortero de cemento o cal y arena gruesa
- Concreto ciclópeo

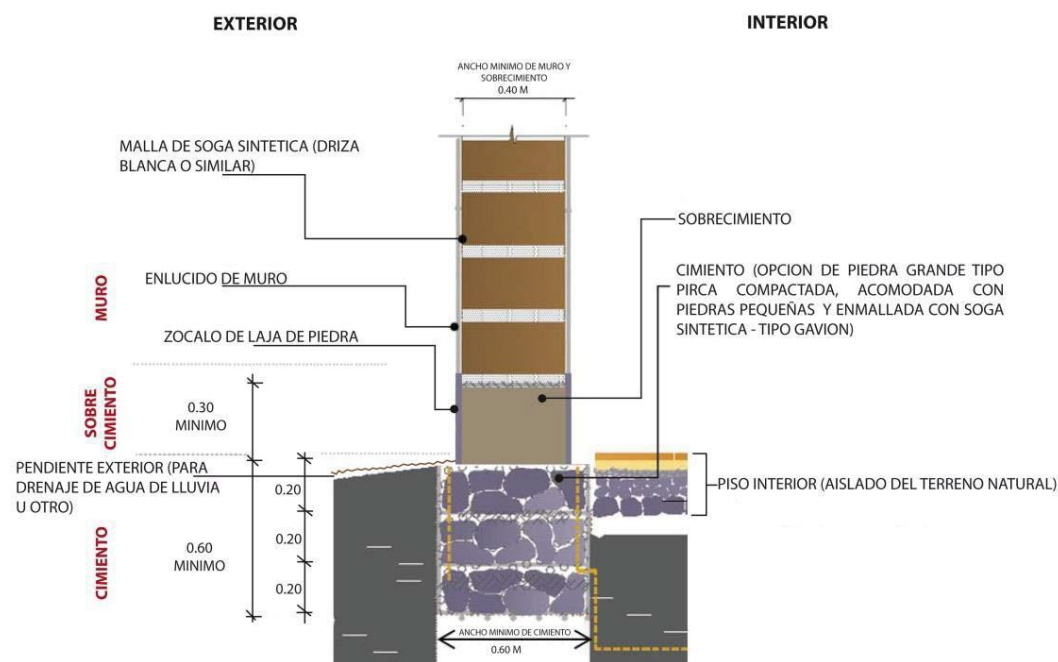


Figura 9. Esquema de cimentación

Fuente: Reglamento Nacional de edificaciones E-080

Muros

Los muros son los elementos más importantes en la resistencia, estabilidad y comportamiento sísmico de la estructura de una edificación de tierra reforzada. El diseño de los muros debe realizarse usando criterios basados en la resistencia, estabilidad y desempeño. Es posible utilizar muros curvos o muros para plantas poligonales, lo cual podría significar formas de adobe especial; si se usan adobes cuadrados o rectangulares, las juntas verticales no deben exceder de 30 mm en su parte más ancha. Todos los muros curvos deben ser igualmente reforzados como el caso de los muros rectos y deben tener viga collar superior curva o poligonal. Los muros con radios mayores a 3.00 m. se deben considerar como muros rectos para la colocación y distanciamiento de arriostres verticales, así como limitaciones de esbelteces. Para radios comprendidos entre 1.25 m y 3.00 m, deben existir muros transversales o arriostres verticales cada $12e$ del muro como máximo (es decir, doce veces el espesor del muro como máximo) y la esbeltez vertical (h/e) no debe ser mayor a 10. (RNE, 2017)

Para el diseño de muros existen algunos criterios como:

- El diseño de muros basado en la estabilidad, debe respetar los límites de grosor, esbeltez vertical y esbeltez horizontal, altura máxima, distancia entre arriostres verticales, aberturas, indicados en esta norma. (RNE, 2017)
- En el diseño de muros basado en el desempeño, debe colocarse refuerzos en las conexiones, viga collar superior, dinteles flexibles, refuerzos ortogonales en muros. (RNE, 2017)

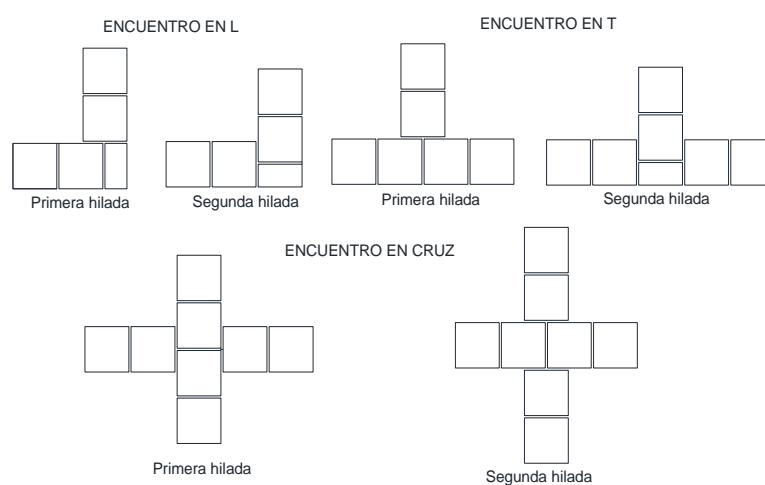


Figura 10. Encuentros en muros de adobe

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Techos

- Los techos deben ser livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de muros, evitando concentraciones de esfuerzos en los muros. Además, deben estar adecuadamente fijados a los muros a través de la viga solera.
- Deben estar contruidos mediante entramados de madera, caña o fibras vegetales, o tijerales, o diseñados para resistir las cargas verticales y para transmitir las cargas horizontales (sísmicas) a todos los muros, a través de las vigas collares superiores. (RNE, 2017)
- Los tijerales no deben crear empujes horizontales a los muros. Para evitarlo, debe utilizarse tensores horizontales inferiores.
- Se debe lograr que un techo plano actúe como un diafragma rígido añadiéndole elementos diagonales en el plano. Si el techo no es un diafragma rígido, no se le puede considerar apoyo superior de los muros, para el diseño de éstos.
- Los techos pueden ser inclinados (una o varias aguas). (RNE, 2017)
- En el diseño de los techos se debe considerar las pendientes, las características de impermeabilidad, aislamiento térmico y longitud de los aleros de acuerdo a las condiciones climáticas de cada lugar.
- En el caso de utilizar tijerales, el sistema estructural del techo debe garantizar la estabilidad lateral de los tijerales. (RNE, 2017)

Arriostres

Para que un muro se considere arriostado debe existir suficiente adherencia o anclaje entre éste y sus elementos de arriostre. Para garantizar una adecuada transferencia de esfuerzos, los elementos de arriostre deben ser horizontales y verticales. (RNE, 2017)

Arriostres horizontales

Son elementos o conjunto de elementos que deben poseer una rigidez suficiente en el plano horizontal para impedir el libre desplazamiento lateral de los muros. Los elementos de arriostre horizontal más comunes son los pisos y entrepisos de madera con elementos diagonales, se deben diseñar como apoyos del muro arriostado, considerándose al muro como una losa vertical sujeto a fuerzas horizontales perpendiculares a éste. Se debe garantizar la adecuada transferencia de esfuerzos entre el muro y sus arriostres, los que deben conformar un sistema continuo e integrado.

Arriostres verticales

Los arriostres verticales son muros transversales o contrafuertes especialmente diseñados, que deben tener una adecuada resistencia y estabilidad para transmitir fuerzas cortantes a la cimentación. Para que un muro o contrafuerte se considere como arriostre vertical debe cumplir con lo indicado en la figura de límites geométricos de muros y vanos. (RNE, 2017)

Refuerzos y conexiones

La conexión entre el muro y la cimentación, debe realizarse uniendo las mallas de refuerzo de los muros al sobrecimiento. La conexión entre el muro y el techo, debe realizarse amarrando los muros y vigas collares con las mallas de refuerzo de los muros y luego clavando o amarrando las vigas collares a las vigas principales o tijerales del techo. (RNE, 2017)

2.3.5 Zonificación sísmica

2.3.5.1 Zonificación

El territorio nacional se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Figura. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la atenuación de éstos con la distancia epicentral, así como en la información neotectónica. (RNE, 2017)

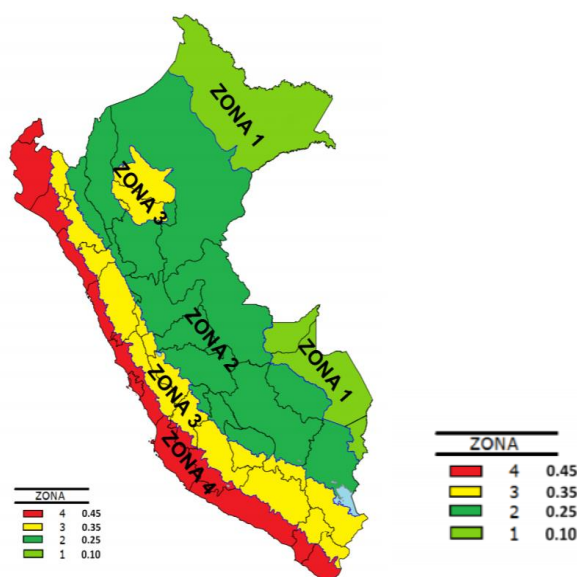
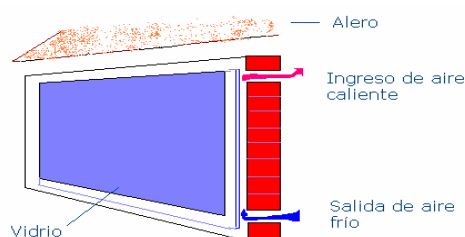


Figura 11. Mapa de zonificación sísmica

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones E-030

2.3.6 Muro trombe

El muro trombe es un colector de energía solar compuesto de una superficie vidriada o de plástico transparente, una cámara de aire y una masa térmica. El sol incide en la superficie vidriada produciendo, el calentamiento del aire de la cámara. La masa de tierra (adobe) ubicada de debajo de la cámara de aire, impide el enfriamiento y fuga del aire caliente. El aire calentado en la cámara circula por convección y se introduce en la vivienda por un sistema de tuberías. El calor se distribuye en la vivienda por radiación. (Kuroiwa, 2012)



*Figura 12. Esquema de Funcionamiento del muro Trombe.
Fuente: Ing. Carmen kuroiwa H.*

2.3.6.1 Ventajas

- a) Uso intensivo de materiales locales
- b) Bajo costo
- c) Facilidades de construcción
- d) No se requiere combustible, aplica la captación solar pasiva
- e) No contamina el ambiente

2.3.6.2 Criterios de ubicación y orientación del muro trombe

El Muro Trombe, utiliza la energía solar, por tanto, para decidir su ubicación se deberá elegir una zona con mayor incidencia de exposición al sol. Se deberá tener en cuenta que el aire caliente tiende a subir, por tanto, es preferible que el Muro Trombe esté algo más bajo que la edificación o con una cierta inclinación. (Kuroiwa, 2012)

Es posible ubicar el Muro Trombe en azoteas, siendo necesario, en el caso, la incorporación de un extractor para conducir el aire caliente hacia un nivel inferior (previa evaluación). Se coloca, por lo general, adosado a los muros de la edificación, esta práctica es común en países como Uruguay, USA, y otros. Para el caso del Altiplano peruano se consideró convencerse ubicar un Muro Trombe horizontal para mayor captación de radiación solar.

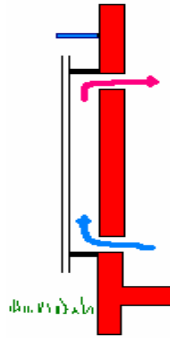


Figura 13. Ingreso de aire caliente a la vivienda en invierno

Fuente: Ing. Carmen kuroiwa H.

2.3.6.3. Instalación de calentadores solares

Se hizo un Muro en plano vertical sobre una pared exterior de una vivienda de 5 x 2.5 metros (aproximadamente). El Muro Trombe fue de 3 x 1.5 metros. Se constata que el sistema funciona bien y que se logran los objetivos de calefacción la habitación, a pesar de no existir ninguna ventana para iluminación.



Figura 14. Trazo y colocación de calentador solar

Fuente: Ing. Carmen kuroiwa H.



Figura 15. Colocación y fijación del calentador solar

Fuente: Ing. Carmen kuroiwa H.



Figura 16. Sellado de aberturas de calentador solar

Fuente: Ing. Carmen kuroiwa H.

2.3.7 Diseño arquitectónico

En la actualidad, el diseño arquitectónico debe satisfacer las necesidades de espacios habitables para el ser humano, tanto en lo estético como en lo tecnológico. Entendiendo al diseño como proceso creativo encausado hacia una meta determinada, existen ciertas bases que apoyen su desarrollo y su creatividad. Estas bases no han sido formuladas a modo de reglamento a seguirse al pie de la letra, pues se rigen por la creatividad. Para atribuirle a un diseño ciertas características, es necesario el manejo de un lenguaje basado en conceptos, más que en definiciones. Una obra diseñada puede tener uno o varios atributos interactuando entre ellos para alcanzar un objetivo. El diseño arquitectónico tiene como cometido, satisfacer las demandas por espacios habitables, tanto en lo estético, como en lo tecnológico. Presenta soluciones técnicas, constructivas, para los proyectos de arquitectura. Entre los elementos a tener en cuenta para el diseño arquitectónico, están la creatividad, la organización, el entorno físico, la construcción, etc. (Wikipedia, 2019)

Las etapas para un diseño arquitectónico son:

2.3.7.1 Selección de variables de diseño arquitectónico

Número de personas para las que se realizara el diseño, esto es un paso muy importante de esto dependerá los espacios áreas de ambientes y otros.

2.3.7.2 Selección de componentes de la vivienda

La vivienda saludable alude a un espacio de residencia caracterizado por un conjunto de condiciones que influyen de manera favorable en los procesos de restauración,

protección y promoción de la salud e incentiva la actividad creadora y el aprendizaje de sus moradores. ejemplo:

- Proporciona abrigo frente a la intemperie.
- Garantiza la seguridad y protección.
- Facilita el descanso.
- Implementa el almacenamiento, procesamiento y consumo de alimentos.
- Promueve la buena práctica de higiene personal, doméstica y el saneamiento.
- Favorece la convalecencia de los enfermos, personas mayores y discapacitados.
- Promueve el desenvolvimiento de los niños.
- Promueve el desarrollo equilibrado de la vida en el hogar.

2.3.7.3 Programa arquitectónico.

El programa es la estructura del proceso de diseño. Conforme a este se va a ir construyendo la propuesta de diseño puesto que es la lectura del usuario y su modo de vida, que compondrá de áreas o espacios la vivienda, definiendo la estructura espacial y su organización, así como la manera de agruparse los espacios, y la definición de los ambientes y áreas en sus dimensiones superficiales o análisis de áreas”. (Humpiri, 2016)

2.3.7.4 Organigrama.

Un organigrama es un esquema de la organización y relación de espacios, en función al programa arquitectónico, y que se puede asemejar a la realidad. (Humpiri, 2016)

2.3.7.5 Flujograma o diagrama de circulación.

Es un esquema de distribución de planta en un plano tridimensional a escala o proporción, que muestra dónde se realizan todas las actividades que aparecen en el Programa Arquitectónico. La ruta de los movimientos se señala por medio de líneas, cada actividad es identificada y localizada en el diagrama por el símbolo correspondiente y color. Cuando se desea mostrar el movimiento de más de un material o de una persona que interviene en el proceso en análisis sobre el mismo diagrama, cada uno puede ser identificado por líneas de diferentes colores o de diferentes trazos. (Humpiri, 2016)

2.3.7.6 Diagrama de correlaciones.

El diagrama de correlación es una herramienta que se utiliza para la interpretación de datos. A través de él se podrá examinar qué tan fuerte es la relación entre los espacios, y determinar si esta relación es directa, indirecta o nula. (Humpiri, 2016)

2.3.7.7 Zonificación.

La zonificación es la ubicación de los espacios arquitectónicos en los sitios adecuados según las necesidades que vayan a satisfacer, tomando en cuenta la disposición, coordinación y circulaciones con los demás espacios arquitectónicos de funciones afines y/o complementarias. (Humpiri, 2016)

2.3.8 Sistema de eliminación de excretas

Dentro de los sistemas de eliminación de excretas para áreas rurales tenemos:
sistemas sin arrastre hidráulico

- UBS-HSV – Unidad Básica de Saneamiento de Hoyo Seco Ventilado
- UBS-COM: Unidad Básica de Saneamiento Compostera de Doble Cámara

sistema con arrastre hidráulico

- UBS-TSM - Unidad Básica de Saneamiento de Tanque Séptico Mejorado
- UBS-Biodigestor- Unidad Básica de Saneamiento con biodigestor de polietileno

2.3.8.1 UBS-HSV – Unidad Básica de Saneamiento de Hoyo Seco Ventilado

Aspectos generales

Sistema para la disposición sanitaria de excretas sin arrastre hidráulico, que permite el confinamiento de excretas, orina y papel de limpieza anal en un hoyo ubicado bajo una losa y caseta. Una vez lleno el hoyo, la caseta sobre ella, debe trasladarse a otra ubicación. La taza especial que se utiliza permite que las excretas y orina caigan directamente dentro del hoyo. El material de fabricación de la caseta debe ser liviano y resistente para favorecer su reubicación. Para el aseo personal y de lavado de manos se considera otra caseta separada que incluya una ducha y un lavadero multiusos, este ambiente debe ser fijo ya que no es necesario su reubicación. (MVCS, 2018)

Aplicabilidad

En aquellas situaciones en donde los criterios técnicos, económicos y culturales de las comunidades a atender permitan su sostenibilidad, dentro de estos criterios debe cumplirse lo siguiente:

- Disponibilidad de agua; la dotación de agua para el diseño depende de la región geográfica donde se ubica el proyecto, para ello debe utilizarse las dotaciones según la tabla 4.

Tabla 3. Dotación de agua para sistemas sin arrastre hidráulico

REGIÓN GEOGRAFICA	DOTACIÓN para UBS-HSV (l/hab.d)
COSTA	60
SIERRA	50
SELVA	70

FUENTE: Norma técnica de diseño saneamiento en el ámbito rural

Tabla 4. Dotación de agua por tipo de abastecimiento

TECNOLOGÍA NO CONVENCIONAL	DOTACIÓN (l/hab.d)
AGUA DE LLUVIA	30

FUENTE: Norma técnica de diseño saneamiento en el ámbito rural

- Nivel Freático; cuando el nivel del acuífero se encuentra a una profundidad igual o mayor a cuatro (04) metros medidos desde la superficie del suelo.
- Pozo de agua para consumo humano, el sistema de disposición de excretas debe ubicarse a una cota por debajo y a una distancia mayor de veinticinco (25) metros del pozo de agua.
- Zona Inundable, la zona del proyecto no debe ser inundable en ninguna época del año.
- Disponibilidad de terreno, de existir suficiente espacio para soluciones individuales, se debe implementar cada caseta con ducha y lavadero con su propia zona de infiltración, caso contrario, se debe proyectar una zona de infiltración común para varias casetas.
- Suelo expansivo, el suelo no debe tener esta característica, ya que es probable que impida la infiltración de líquidos.
- Facilidad de excavación, la permeabilidad del suelo se encuentra asociada a su consistencia y dureza, un suelo rocoso o semirocoso es difícil de excavar por lo que su permeabilidad es reducida, es por ello, que si el suelo es fácil de excavar se debe optar por esta solución.

- Suelo fisurado, debe analizarse adecuadamente el suelo de la zona de estudio, un suelo fisurado debe acondicionarse, ya que los líquidos infiltrados pueden llegar rápidamente a un acuífero.
- Suelo permeable, el suelo debe permitir la filtración de las aguas grises, de su análisis se determina el uso de un Pozo de Absorción (PA) o una Zanja de Percolación (ZP), el consultor debe determinar las dimensiones de acuerdo con las condiciones técnicas del lugar.
- Posibilidad de vaciar el depósito de excretas, para esta solución, no se contempla el vaciado del hoyo donde se almacenan las excretas, ya que al llenarse el hoyo debe clausurarse, posteriormente debe excavarse un nuevo hoyo en el lugar donde se va a reubicar la caseta.
- Aprovechamiento de excretas, esta solución de saneamiento no contempla el aprovechamiento de las excretas.
- Papel blando para limpieza anal, el uso de papel higiénico es recomendado para este tipo de solución de saneamiento.
- Gastos de mantenimiento, Este tipo de solución de saneamiento es la que menos costos de operación tiene, de optarse por esta alternativa, debe comunicarse adecuadamente a las familias beneficiarias.
- Aceptabilidad de la solución, es cuando la familia acepta la solución de saneamiento seleccionada por el proyecto. (MVCS, 2018)

2.3.8.2 UBS-COM: Unidad Básica de Saneamiento Compostera de Doble Cámara

Aspectos generales

Sistema de disposición sanitaria de excretas sin arrastre hidráulico, el cual permite el almacenamiento de las excretas generadas durante su uso, al mismo tiempo que permite eliminar los organismos patógenos por ausencia de humedad, alta temperatura y ausencia de oxígeno, las excretas adecuadamente secas pueden utilizarse como mejorador de suelos. Por otro lado, la taza especial con separador de orina permite conducir la orina hacia un sistema de almacenamiento, infiltración o tratamiento posterior. (MVCS, 2018)

Aplicabilidad

En aquellas situaciones en donde los criterios técnicos, económicos y culturales de las comunidades a atender permitan su sostenibilidad, dentro de estos criterios debe cumplirse:

- Disponibilidad de agua, la dotación de agua depende de la región geográfica en donde se ubica el proyecto, para ello debe utilizarse las dotaciones para sistemas de letrinas sin arrastre hidráulico según la Tabla 17, y en aquellos lugares en donde el abastecimiento sea por agua de lluvia, debe considerarse la Tabla 18
- El nivel freático se encuentra a una distancia menor a 4 metros del nivel del suelo.
- De existir un pozo de agua para consumo humano, el sistema de filtración debe ubicarse a una cota por debajo y a una distancia menor de 25 metros del pozo de agua.
- Zona Inundable, la zona del proyecto no debe ser inundable.
- Disponibilidad de terreno, de existir suficiente espacio para soluciones individuales, se debe implementar tantas zonas de filtración como soluciones de saneamiento se proyecten, caso contrario al no existir la suficiente disponibilidad de terreno, se debe optar por conectar más de una solución de saneamiento a una sola zona de infiltración.
- Suelo expansivo, el tipo de suelo si presenta esta característica.
- Facilidad de excavación, si el suelo es difícil de excavar, es recomendable esta opción.
- Suelo fisurado, debe analizarse adecuadamente el suelo de la zona de estudio, un suelo fisurado debe acondicionarse.
- Suelo permeable, si el suelo presenta tiempos de filtración sobre 12 minutos, es recomendable este tipo de solución.
- Posibilidad de vaciar el depósito de excretas, esta solución contempla el vaciado del hoyo, ya que las cámaras son reutilizables.
- Aprovechamiento de excretas, esta solución de saneamiento contempla el aprovechamiento de las excretas.
- Papel blando para limpieza anal, no es recomendable arrojar el papel higiénico dentro de la cámara, ya que ocupa volumen de excretas.
- Gastos de mantenimiento, Este tipo de solución de saneamiento es la que presenta costos de operación mayores, por el uso de un producto deshidratador de excretas como es la cal viva, de optarse por esta alternativa, debe comunicarse adecuadamente a las familias beneficiarias.

- Aceptabilidad de la solución, tal vez el criterio más importante de todos es cuando la familia beneficiaria acepta la solución de saneamiento seleccionada por el proyecto. (MVCS, 2018)

Disposición final de aguas grises y excretas

- Dependiendo de la permeabilidad del suelo, las aguas grises provenientes de la ducha y lavadero multiusos se pueden infiltrar en el suelo directamente o con un tratamiento previo, la permeabilidad del terreno es calculada mediante un test de percolación y los sistemas de infiltración a utilizar, pueden ser entre un Pozo de Absorción (PA) o una Zanja de Percolación (ZP).
- La orina es separada de las excretas y puede aprovecharse por separado para mejorador de suelos, caso contrario se mezcla con las aguas grises para infiltrarse o tratarse en conjunto con fines de riego.
- El manejo adecuado de las excretas es de responsabilidad de cada familia, siendo inclusive también la decisión de su aprovechamiento o eliminación posterior, para ello debe contar con la asesoría de la organización comunal a cargo de la operación del sistema. (MVCS, 2018)

Criterios de diseño

Requisitos previos: Como requisitos previos se deben considerar los siguientes:

- La fuente de agua debe otorgar una dotación mínima según la tabla 4 o tabla 8.
- La profundidad del nivel freático debe ser menor a cuatro (04) metros de la superficie del suelo.
- De existir un pozo de agua, la zona de infiltración para las aguas grises debe ubicarse como mínimo a veinticinco (25) metros del pozo de agua y a un nivel por debajo de éste.
- La zona de infiltración debe ubicarse en una zona alta que no sea vulnerable de quedar inundada por agua de lluvia.
- El test de percolación de la zona de infiltración debe registrar tiempos mayores de 12 minutos.
- La UBS-COM puede instalarse anexa a la vivienda, con las compuertas de las cámaras hacia el exterior para facilitar su operación, o en todo caso en una zona

alta cercana a la vivienda, de tal forma que no se acumula agua cerca de las cámaras.

- Las cámaras pueden ser construidas con ladrillo, concreto, bloques de hormigón o ser prefabricadas, en cualquier caso, debe asegurar el almacenamiento seguro de las excretas, permitir su secado, evitando la filtración de humedad hacia el interior de la cámara, asimismo debe soportar el peso de la persona que lo use.
- La UBS-COM se encuentra conformado en su parte inferior por dos cámaras independientes que almacenan las excretas y el material secante, cada cámara posee tres aberturas: i) para el ingreso de las excretas a través de la taza especial, ii) para la ventilación con una tubería de 4" y iii) para la extracción de las excretas según lo siguiente:
 - ✓ En el caso que la UBS-COM se ubique sobre el nivel del terreno, la abertura es de 0,50 x 0,50 m² y es por donde se extraen las excretas secas al cabo de 2 años en promedio, incluye una tapa removible que evita la salida de olores o ingreso de animales o insectos.
 - ✓ En el caso que la UBS-COM se ubique de forma semienterrada, la abertura debe permitir extraer las excretas secas al cabo de 2 años en promedio, debe incluir una tapa removible que evite olores o ingreso de animales e insectos. (MVCS, 2018)
- Las cámaras deben ser accesibles para facilitar su mantenimiento, limpieza y extracción de excretas secas (compost).
- Las excretas almacenadas en las cámaras que han sido adecuadamente tratadas evitando la humedad con el material secante recomendado, pueden ser empleados por la familia para fines agrícolas, siempre y cuando así lo hayan aceptado caso contrario deberán ser eliminadas adecuadamente.
- Debe incluir una taza especial que permita la separación de la orina y su conducción hacia el lugar destinado para su recolección y posterior tratamiento o disposición final.
- Debe incluir un lavatorio, un urinario, una ducha y un lavadero multiusos.

Para la eliminación de las aguas grises y orina, se considera un PA en caso el tipo de suelo permita la infiltración y cuyo diseño depende de los resultados de un test de percolación; caso contrario, si el tipo de suelo no es tan permeable, se considera el uso de un Humedal antes de su aprovechamiento en riego. (MVCS, 2018)

Cámara compostera

Su función principal es la de almacenar las excretas para deshidratarlas por la ausencia de humedad y alta temperatura, al mismo tiempo que elimina los patógenos presentes en ellas. Su implementación puede ser en ladrillo, concreto o material prefabricado, en todos los casos la operación debe ser la misma. Considera el uso de 2 cámaras independientes que trabajan alternadamente, en donde el tiempo promedio de uso continuo de una cámara es de dos (02) años (un año de operación y un año sellado), sin ingreso de excretas adicionales, antes que sea vaciada para volverse a utilizar. En caso de que las cámaras sean construidas in situ, debe cumplirse con los siguientes requisitos:

- Las paredes de las cámaras deben construirse dejando 0,075 m libres en todo el perímetro de la losa inferior.
- Las paredes serán construidas con ladrillo y serán protegidas tanto en su cara interna como externa, de tal forma que evite el paso de humedad.
- En la parte posterior de cada cámara se debe ubicar una ventana para la extracción de las excretas, que luego deben ser cubiertas por tapas removibles.
- Las cámaras deben tener una losa de techo cuyas dimensiones soporten el peso de una persona y de los aparatos sanitarios y la caseta en el caso las cámaras se construyan sobre piso.

En caso de que las cámaras sean prefabricadas, deben cumplirse con los siguientes requisitos:

- Las cámaras deben ser independientes y su volumen se calcula de la misma forma que el método convencional.
- El material de fabricación de la cámara debe ser resistente a su contacto directo con las excretas y los gases producidos durante su tratamiento, asimismo debe ser impermeable y ser resistente durante el procedimiento de extracción de las excretas tratadas, mayor detalle en las especificaciones técnicas.
- Las cámaras prefabricadas, deben de tener una apertura para el ingreso de excretas, otra para la ventilación.

- El cálculo del volumen de las cámaras se debe realizar de la siguiente manera:
- El volumen requerido por cada cámara se calcula por la multiplicación del factor de volumen por el número de personas que utilizarán la UBS-COM, se estima un periodo de diseño de un año como mínimo (tiempo de vida útil proyectado para la cámara antes de su clausura).
- Volumen interno/útil de una cámara: (MVCS, 2018)

$$V_c = f * (N * F_v) \quad \dots 2.5$$

Donde:

V_c : volumen requerido para una retención de excretas por un período de tiempo determinado.

f : factor de seguridad al objeto de tener un 75% de la cámara llena al cabo del mismo período de tiempo.

N : número de personas usuarias de la UBS-COM

F_v : factor de volumen donde

Se debe estimar como mínimo 0,20 m³ residuos/año, ese valor mínimo ya contempla la reducción de volumen por la acción de los microorganismos en ese plazo.

- El volumen útil de la cámara se define según lo siguiente:
 - Volumen mínimo: 1,10 m³.
 - Volumen máximo 2,23 m³.
- Conociendo el volumen útil de las cámaras, las dimensiones de esta serán las siguientes:

Tabla 5. Dimensiones para la obtención de volúmenes cercanos al máximo estipulado para una cámara.

ANCHO	LARGO (m)	ANCHO
1.30	1.70	1.00
1.30	1.70	1.00

FUENTE: Norma técnica de diseño saneamiento en el ámbito rural

Tabla 6. Dimensiones de las paredes

TIPO DE PARAMENTO	VALOR MÍNIMO (m)
Espesor Losa Inferior	0.100
Espesor Pared Inferior (entre camaras)	0.150
Espesor pared exterior	0.075

FUENTE: Norma técnica de diseño saneamiento en el ámbito rural

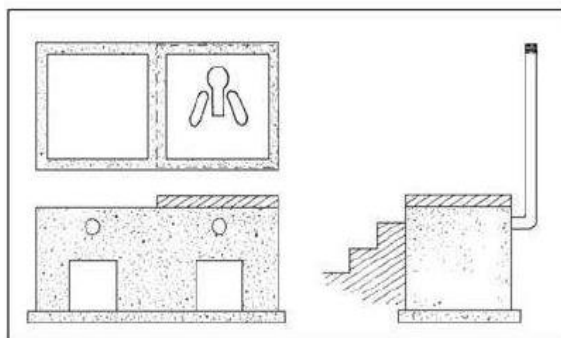


Figura 17. Perspectiva de cámaras composteras de una UBS-COM

Fuente: Norma técnica de diseño de saneamiento en el ámbito rural

2.3.8.3 UBS-TSM - Unidad Básica de Saneamiento de Tanque Séptico Mejorado

Aspectos Generales

Sistema para la disposición adecuada de excretas con arrastre hidráulico, el mismo que incluye un dispositivo prefabricado para el tratamiento primario, diseñado bajo la norma IS.020 Tanque Séptico, el cual consiste en la separación de los sólidos y líquidos presentes en el agua residual que ingresa a dicha unidad. El agua residual ingresa a través de una tubería de PVC de 4", los sólidos decantan en el interior almacenándose en el fondo de la unidad, la parte líquida sale nuevamente a través de una tubería de 2" por el lado opuesto de la entrada al dispositivo; los sólidos retenidos en el fondo se degradan hasta convertirse en líquido al cabo de 18 meses, éstos son extraídos mediante la apertura de una válvula de PVC de 2". La textura del lodo digerido es fluida, tanto que puede filtrarse dentro de una caja habilitada para tal efecto. Los líquidos antes de salir hacia la zona de filtración pasan por un filtro, que permite mejorar aún más su calidad antes de ser filtradas en el suelo. (MVCS, 2018)

Los aparatos sanitarios que incluye esta solución son: inodoro, urinario, lavatorio y ducha dentro del ambiente y un lavadero multiusos fuera de la caseta. El efluente tratado debe ser eliminado en una zona de infiltración, previamente evaluada o puede ser aprovechada a través del uso de un Humedal.

Aplicabilidad

En aquellas situaciones en donde los criterios técnicos, económicos y culturales de las comunidades a atender permitan su sostenibilidad, dentro de estos criterios deben cumplirse los siguientes:

- Disponibilidad de agua, la dotación de agua para diseño depende de la región geográfica donde se ubica el proyecto, para ello, debe utilizarse las dotaciones para sistemas de saneamiento con letrinas de arrastre hidráulico según la siguiente tabla.

Tabla 7. Dotación de agua para sistemas con arrastre hidráulico

REGIÓN GEOGRAFICA	DOTACIÓN para UBS-HSV (l/hab.d)
COSTA	90
SIERRA	80
SELVA	100

FUENTE: Norma técnica de diseño de saneamiento en el ámbito rural

- Nivel freático, cuando el nivel superior del acuífero se encuentra a una profundidad igual mayor a 4 metros medidos desde la superficie del suelo.
- Pozo de agua para consumo humano, el sistema de saneamiento debe ubicarse a una cota por debajo y a una distancia mayor de 25 metros del pozo de agua.
- Zona Inundable, la zona del proyecto no debe ser inundable.
- Disponibilidad de terreno, de existir suficiente espacio, se considera desarrollar soluciones individuales con sus propias zonas de filtración, caso contrario, se debe optar por conectar más de una solución de saneamiento a una zona de infiltración.
- Suelo expansivo, el tipo de suelo no debe ser expansivo.
- Facilidad de excavación, la permeabilidad del suelo se encuentra asociada a su consistencia y dureza, un suelo rocoso o semirocoso es difícil de excavar por lo que su permeabilidad es reducida, es por esto que si el suelo es fácil de excavar se debe optar por esta solución.
- Suelo fisurado, debe analizarse adecuadamente el suelo de la zona de estudio, un suelo fisurado debe acondicionarse para optar por soluciones con sistemas de infiltración moderada, caso contrario debe optarse por soluciones secas.
- Suelo permeable, el suelo debe permitir la filtración del efluente producido, pero debe de cumplirse que el tiempo estimado de percolación según el test, no debe de exceder de 12 minutos, de dicho análisis se determina el uso de un Pozo de Absorción (PA) o una Zanja de Percolación (ZP).
- Posibilidad de vaciar el depósito de excretas, los sólidos digeridos y transformados en lodo, son purgados mediante la apertura de una válvula cada 18 meses.

- Aprovechamiento de excretas, esta solución de saneamiento no contempla el aprovechamiento de las excretas, ya que el lodo digerido es tan fluido que en la caja de lodos termina por infiltrarse en el suelo.
- Papel blando para limpieza anal, el uso de papel higiénico es recomendado para este tipo de solución de saneamiento, pero no deben ser eliminados por el inodoro. (MVCS, 2018)
- Gastos de mantenimiento, Este tipo de solución de saneamiento utiliza agua para su funcionamiento, pero a su vez, el mantenimiento del tanque séptico mejorado no tiene costo, ya que solamente depende de la apertura de una válvula.
- Aceptabilidad de la solución, el criterio más importante de todos es cuando la familia beneficiaria acepta la solución de saneamiento seleccionada por el proyecto. (MVCS, 2018)

Disposición final de las aguas grises

El efluente tratado y del lodo tratado el tanque séptico mejorado, puede instalarse de dos formas, en una de ellas solamente produce agua residual y en la segunda, produce tanto agua residual como aguas grises, siendo ellas las siguientes:

- Forma de instalación completa, cuando todos los aparatos sanitarios se conectan a un colector principal de 4", el cual permite tratar el 100% del agua residual producida a través del tanque séptico mejorado y su posterior eliminación por infiltración. Bajo esta forma de instalación el tanque séptico mejorado, sólo puede atender a la cantidad de personas demostradas en los cálculos con el uso de la norma IS.020 tanque séptico, para el volumen del dispositivo utilizado.
- Forma de instalación parcial, cuando el tanque séptico mejorado recibe sólo el agua residual del inodoro y las aguas grises de los demás aparatos sanitarios, son conducidos directamente a la zona de filtración. bajo esta forma de instalación el tanque séptico mejorado, sólo puede atender a la cantidad de personas demostradas en los cálculos con el uso de la norma IS.020 tanque séptico, para el volumen del dispositivo utilizado. Por otro lado, el lodo tratado es eliminado a través de la caja de lodos, y solamente durante la purga del dispositivo de tratamiento, cada 18 meses de uso de este y mediante la apertura de una válvula. La zona de infiltración es seleccionada según la permeabilidad del suelo, previa realización de un test de percolación puede ser un PA o ZP. (MVCS, 2018)

Criterios de Diseño

Previo a la selección de una tecnología de arrastre hidráulico, debe confirmarse que la fuente de agua otorga una dotación según la Tabla N° 7

- El nivel freático debe encontrarse a una profundidad igual o mayor a 4 metros de la superficie del suelo.
- La estructura del tanque séptico mejorado puede instalarse anexa a los servicios higiénicos o a la vivienda.
- El tanque séptico mejorado debe instalarse con la parte superior del techo a 0,05 metros sobre el nivel del terreno.
- La caseta de la UBS-TSM puede ubicarse anexa a la vivienda.
- La zona de infiltración debe ubicarse como mínimo a 6 metros de la vivienda.
- De existir un pozo de agua, la zona de infiltración debe ubicarse como mínimo a 25 metros del pozo y a un nivel por debajo de éste, al mismo tiempo, mantener la distancia definida hacia la vivienda.
- La zona de infiltración debe ubicarse en una zona alta que no sea susceptible de quedar inundada por agua de lluvia.
- El tipo de infiltración debe seleccionarse por la permeabilidad del suelo determinada por un test de percolación y por su desnivel al encontrarse por debajo de la ubicación de la caseta.
- El test de percolación de la zona de infiltración debe registrar tiempos menores a 12 minutos. (MVCS, 2018)

2.3.8.4 Sistemas complementarios de tratamiento y disposición

Se considera dos (02) formas de eliminación adecuada de efluentes líquidos, las cuales se seleccionan en base a la permeabilidad del suelo, siendo estos Pozo de Absorción (PA) o Zanja de Percolación (ZP).

Pozo de Absorción

De seleccionarse un Pozo de Absorción, debe considerarse lo siguiente:

- Se selecciona cuando no se cuente con área suficiente para una Zanja de Percolación cuando el suelo sea impermeable dentro del primer metro de profundidad, existiendo estratos favorables de infiltración.

- El área efectiva de filtración comprende el área lateral cilíndrica del hoyo (no se considera el fondo), la altura queda definida por la distancia entre el punto de ingreso de las aguas grises y el fondo del hoyo.
- El diámetro mínimo del pozo debe ser de 1,00 metro y una profundidad como mínimo de 2,00 metros.
- El Pozo de Absorción puede desarrollarse bajo 2 modelos:
- Modelo formado con paredes de mampostería con juntas laterales separadas, en donde el espacio entre muro y terreno natural se debe rellenar con grava de 2,5 cm y una losa de la tapa con concreto armado, pueden instalarse más de 2 pozos para lo cual debe existir una caja repartidora de caudales que separe el líquido en partes iguales, en todo caso la distancia máxima de distancia entre los ejes de dichos pozos es de 6,00 metros.
- Modelo bajo los criterios de diseño de la Zanja de Percolación, en este caso no se incluye un muro de mampostería, ya que el hoyo se encuentra lleno de grava, en el eje del hoyo se prolonga de forma vertical el tubo de salida de líquidos de la caseta de aseo personal, este tubo se encuentra perforado lo que facilita a que el fluido comience a filtrarse desde la parte superior del hoyo hasta el fondo. Los últimos 0,20 metros del hoyo son cubiertos con terreno natural de la zona.

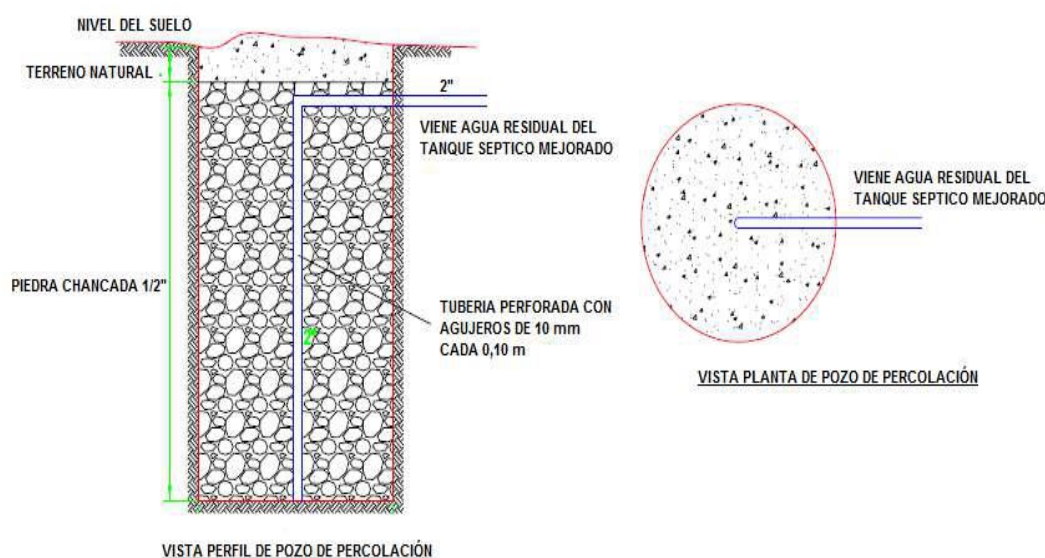


Figura 18. Sección de un pozo de percolación

Fuente: Norma técnica de diseño de saneamiento en el ámbito rural

Zanja de Percolación

De seleccionarse una Zanja de Percolación, debe considerarse lo siguiente:

- Si se determina que un suelo permite una filtración por encima de los 12 minutos, debe considerarse otra solución para la disposición final de los efluentes líquidos.
- La profundidad mínima de las zanjas es de 0,60 metros y la separación mínima de fondo de zanja y nivel freático es de 2,00 metros.
- En ancho de las zanjas debe ser de 0,45 a 0,90 metros.
- La longitud máxima por dren es de 30,00 metros y se debe procurar que todos los drenes tengan la misma longitud.
- Como mínimo debe considerarse 2 drenes y el espaciamiento entre ejes es de 2,00 metros medidos desde el eje de cada dren.
- La pendiente mínima de los drenes es de 1,50 ‰ (1,5 por mil) y un valor máximo de 5,00 ‰ (5 por mil).
- El material filtrante por utilizar dentro de la zanja es grava o piedra triturada con una granulometría de 1,5 a 5 cm y tubería de PVC de 110 mm de diámetros con juntas abiertas o perforaciones que permitan una distribución uniforme del líquido en el fondo de las zanjas.

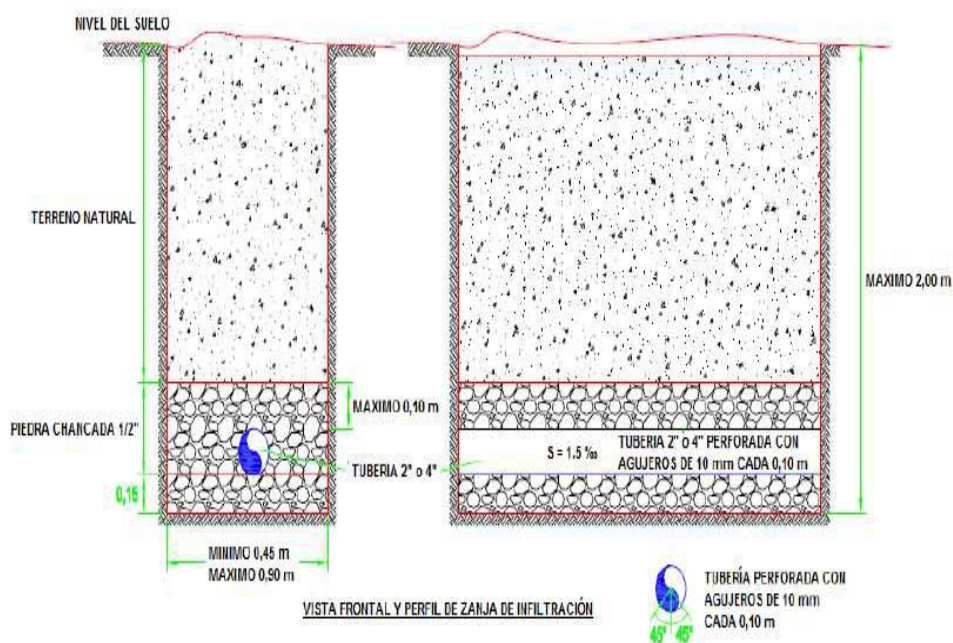


Figura 19. Sección de una zanja de percolación

Fuente: Norma técnica de diseño de saneamiento en el ámbito rural

- Caja dren o conjunto de drenes, debe llevar en su inicio una caja de inspección de 0,60 x 0,60 m² como mínimo, la función de esta caja es la de permitir regular o inspeccionar el funcionamiento de cada uno de los drenes.
- Debe procurarse que el flujo se reparta uniformemente, esto se obtiene, por medias cañas en el fondo o pantallas distribuidoras de flujo u otros sistemas debidamente justificado.
- Las salidas hacia los drenes en las cajas distribuidoras deben estar al mismo nivel salvo que se utilicen vertederos para el reparto de caudales.
- No se permite que ninguna salida de una caja de distribución se ubique directamente frente a la tubería de ingreso.

2.3.9 Energía fotovoltaica para iluminación de vivienda

Los componentes de una instalación de energía fotovoltaica domestica requiere de algunos componentes para poder utilizarla a continuación mostramos la figura en la que se muestra cómo funciona el sistema.

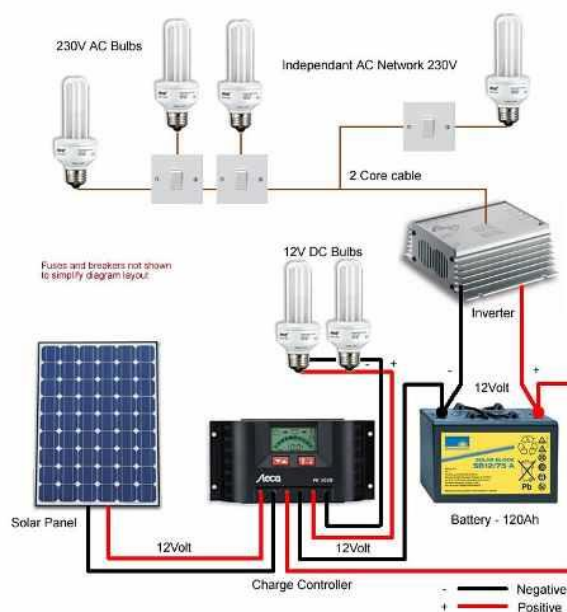


Figura 20. Funcionamiento del sistema de energía fotovoltaica
Fuente: ISA Electricistas

Los componentes para el funcionamiento de un sistema fotovoltaico son varios como se visualiza claramente en la figura 20. A continuación mostraremos y describiremos a detalle cada uno de los componentes que conforman el sistema fotovoltaico.

2.3.9.1 Panel solar:

Un panel solar o módulo solar es un dispositivo que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento. El término comprende a los colectores solares, utilizados usualmente para producir energía solar térmica, y a los paneles solares, utilizados para generar electricidad mediante energía solar fotovoltaica. (Wikipedia, 2019)

Tipos de paneles solares:

En función de cómo sea la tecnología de las células fotovoltaicas, podemos distinguir entre: placas solares monocristalinas y placas solares policristalinas o multicristalinas, es importante tener claro las diferencias entre los paneles solares monocristalinos y los paneles solares policristalinos ya que en función del lugar de instalación puede ser más indicada una tecnología sobre la otra, o también por motivos económicos.

Aplicación y utilidad del Panel Solar 100W 12V Policristalino

Es muy frecuente instalar este tipo de paneles en lugares o viviendas aisladas de la red eléctrica o que sirven para alimentar pequeños consumos en 12V. Su tecnología policristalina ofrece unas excelentes características de eficiencia a la vez que un precio muy económico, suficiente con varias unidades de este panel para llevar los pequeños consumos de una casita con poco requerimiento eléctrico. Muchos fabricantes ofrecen multitud de paneles de diferentes características dentro de esta la potencia, para zonas remotas y aisladas de la red y los clientes han muestran su satisfacción con el buen rendimiento que entregan. (AutoSolar, 2019)



Figura 21. Panel solar fotovoltaico

Fuente: Autosolar.pe

2.3.9.2 Controlador de carga

Es un controlador de carga para energía solar capaz de trabajar con 12V o 24V que incorpora una pantalla LCD que indica el estado de carga de las baterías en tiempo real, así como la potencia de carga de paneles y la energía del sistema. implementa tecnologías de carga más fiables y es perfecta para el cuidado y control de la batería conectada a este regulador de carga. Dichos controladores de carga son instalados entre los paneles solares y la batería. (AutoSolar, 2019)



Figura 22. Controlador de carga PWM 10A 12/24V LCD Must Solar

Fuente: Autosolar.pe

2.3.9.3 Batería

Es la que tiene la función de acumulación de energía producida por los paneles fotovoltaicos, para sistemas fotovoltaico con baterías de acumulación de energía, es muy recomendable que la batería no se descargue habitualmente más de un 30% de su capacidad total. De esta forma prolongaremos la vida útil de la misma y nos acercaremos a los ciclos de vida estimados por el fabricante. La capacidad de la batería se mide en Amperios/hora, cifra que le indica la cantidad de amperios que podemos extraer de la batería por unidades de tiempo concretas. (AutoSolar, 2019)



Figura 23. Batería 12V FS70 Formula Star

Fuente: Autosolar.pe

2.3.9.4 Inversor solar

Los inversores fotovoltaicos o inversores solares son un componente imprescindible para que la energía obtenida por las placas solares se transforme en corriente alterna para ser consumida o almacenada según las necesidades y tipo de instalación fotovoltaica. Los inversores se dividen en dos tipologías: Inversores de onda senoidal pura e inversores. (AutoSolar, 2019)



Figura 24. Inversor solar Inversor Cargador 300W 12V 10A Must Solar

Fuente: Autosolar.pe

2.3.9.5 Conectores Weidmuller PVStick.

Son un tipo de conector que no requiere ninguna herramienta para poderlo ensamblar con el cable, son muy útiles ya que tienen compatibilidad con los conectores que de serie llevan la gran mayoría de paneles solares, los conectores MC4. Solamente debemos pelar el cable 1,5cm aproximadamente e introducirlo por el orificio del conector. Una vez introducido, debemos de apretar fuertemente hacia dentro del conector con el cable hasta que se escuche un click. En este momento sabremos que el conector ha sido bien instalado porque si tiramos del cable ya no saldrá.



Figura 25. Conectores Weidmuller PVStick

Fuente: Autosolar.pe

2.3.9.6 Cable

El cable se utiliza en las instalaciones solares como cable de transporte de la corriente desde las placas solares hasta el regulador de carga o repartidor de corriente en el caso de que existan más de un panel solar. Cuando se dispone de más de un panel solar, es muy recomendable que se instale este un tipo de cable de mayor sección, dado que un cable de sección menor podría llegar a calentarse en los días de mucha producción solar. (AutoSolar, 2019)



Figura 26. Conectores Weidmuller PVStick

Fuente: Autosolar.pe

2.3.9.7 Bornes para baterías

El borne para batería es de gran utilidad para poder realizar conexiones de cableados con las baterías. Para poder hacer la conexión en la batería mediante este tipo de terminales, será necesaria que se adjunten los terminales de ojo para poder anclarse al borne de batería. Se facilita de un borne para el polo positivo y otro para el polo negativo. Los bornes de batería sólo se adjuntarán en el kit cuando la batería disponga de este tipo de terminales, por lo que en baterías con tornillo roscado o con otro tipo de borne más especial. (AutoSolar, 2019)



Figura 27. Bornes de batería

Fuente: Autosolar.pe

2.3.10 Sistema de bombeo de agua fotovoltaico

El sistema de bombeo tiene como objeto elevar la presión del fluido a conducir. Un sistema de bombeo fotovoltaico, los sistemas fotovoltaicos permiten mover directamente una bomba para agua con la energía que producen los paneles solares. En función de la potencia de la bomba y de la tensión de trabajo, se ofrecen distintos sistemas para que puedan trabajar de manera directa con el sol, sin necesidad de red eléctrica ni generadores eléctricos. Este sistema tiene una garantía de funcionamiento muy elevada y está conformado por varios componentes.

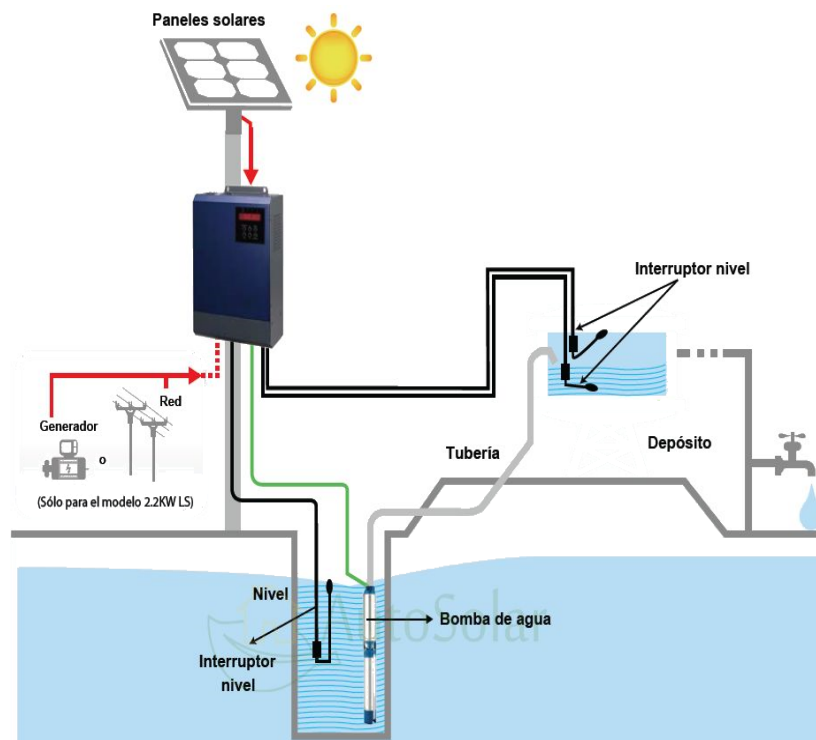


Figura 28. Sistema de bombeo fotovoltaico

Fuente: Autosolar.pe

2.3.10.1 Panel solar

El Panel Solar es un módulo solar fabricado en silicio policristalino de gran calidad, estos paneles solares cuentan con potencias variables de 100w, 200w 300w de acuerdo al requerimiento y diseño que se efectuó, con unas dimensiones variables también de acuerdo a la potencia del panel. Los paneles solares no requieren de un especial mantenimiento, aunque sí es importante que se mantenga limpio para tener un funcionamiento satisfactorio y obtener la máxima energía fotovoltaica.

2.3.10.2 Controlador Bombeo Solar

El controlador de bombeo es un inversor solar el cual es un componente imprescindible para que la energía obtenida por las placas solares se transforme en corriente alterna para ser consumida. Existen en el mercado equipos de bombeo solar que incluyen el controlador de bombeo o también se puede encontrar de forma individual.

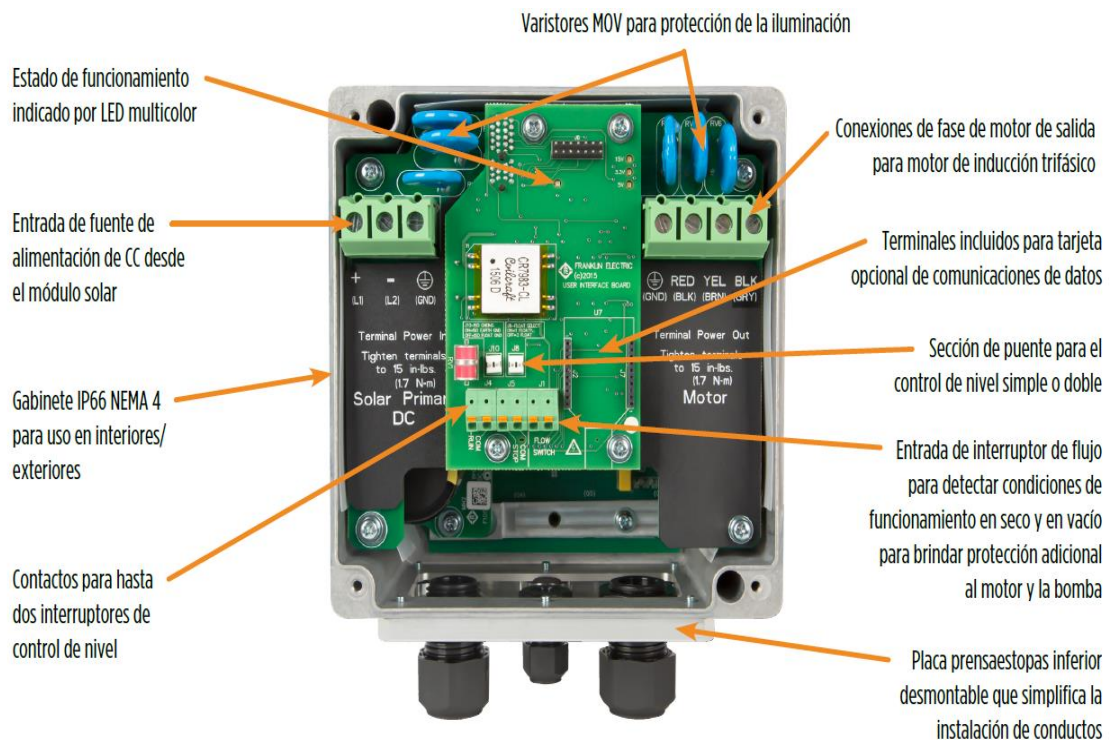


Figura 29. Controlador de bombeo Franklin Electric

Fuente: Franklin Electric

2.3.10.3 Bombas y Tipos de bomba

Los equipos de impulsión de agua o comúnmente bombas de impulsión de agua, tienen los siguientes objetivos:

- Levantar el agua de un nivel inferior a otro superior
- Aumentar la presión del líquido

Existen dos tipos básicos de bomba

- Bombas de desplazamiento positivo o volumétricas
- Bombas centrífugas.

Las bombas de desplazamiento positivo tienen un contorno móvil que, por cambios de volumen, obliga al fluido a avanzar a través de la máquina. Se abre una cavidad en la que el fluido penetra a través de una toma y después se cierra expulsando el fluido por la abertura de salida.

Las bombas centrífugas añaden simplemente cantidad de movimiento al fluido por medio de paletas o alabes giratorios. Estas bombas son útiles cuando hay que bombear agua a poca altura, y por ello se las utilizan para extraer agua de ríos, arroyos o lagos. Incrementos substanciales en el valor de la altura, requieren valores muy elevados para la potencia a instalarse. (Hanco, 2017)



Figura 30. Equipo de bombeo solar con controlador de bombeo

Fuente: Franklin Electric

2.3.11 Criterios generales de diseño bioclimático para el diseño de viviendas

2.3.11.1 Ubicación y orientación de las fachadas

Es importante orientar la edificación de forma perpendicular al eje Norte y Sur, de tal manera que permita tener superficies verticales expuestas el Este y Oeste, y reciba la radiación solar directamente desde el Norte. El lado Sur es el de menor incidencia solar, y por lo tanto el más frío. En los lados Norte, Nor-Oeste y Nor-Este las viviendas deberían estar libres de obstrucciones que dificulten la incidencia solar, sin embargo se debe proteger estas orientaciones de los vientos fríos provenientes de las mismas. En lo posible se debe diseñar formas compactas y proporcionales en lugar de rectangulares, como se muestra en la figura C, correspondiente a climas “muy fríos”. (Barrantes, 2014)

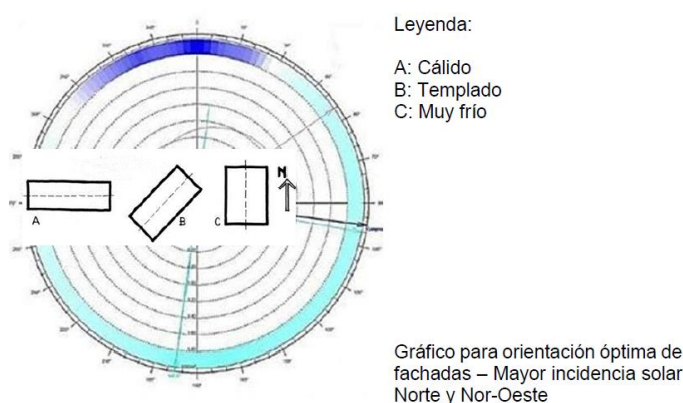


Figura 31. Gráfico de orientación óptima de viviendas mayor incidencia solar

Fuente: Diseño de vivienda rural bioclimática-Sandra Barrantes Pucci

2.3.11.2 Aislamiento térmico

La compacidad de la vivienda contribuye a la reducción de pérdida de calor por conducción, y la correcta orientación de la vivienda evitando el riesgo de sobrecalentamiento. Se sugiere que la ubicación de dormitorios esté orientada adecuadamente para mantener estos ambientes calientes. Se recomienda el uso de marcos de madera y que las uniones entre materiales sean lo más herméticas posibles para evitar el ingreso de aire frío y por ende, la pérdida de calor durante la noche. De ser posible las puertas deberán ser de madera sólida y deberán contar con algún cerramiento hermético, por ejemplo, bandas de jebe. (Barrantes, 2014).

2.3.11.3 Incidencia solar

La orientación que recibe mayor incidencia solar a lo largo del año es la fachada Norte, por lo que se debe ubicar en esta los dormitorios, que son los ambientes donde es indispensable contar con un confort térmico adecuado. La fachada Sur recibe también incidencia solar, pero por lo general el ángulo de inclinación genera que esta impacte principalmente en el techo de la vivienda, como muestra la vista lateral de la Proyección Esférica. Es por esto que los ambientes orientados al Sur serán los más fríos. (Barrantes, 2014)

2.3.11.4 La ventilación e iluminación natural

En zonas donde el clima es muy frío se busca principalmente la mayor protección del viento, pero es importante tomar en cuenta que debe ser posible una óptima ventilación de los ambientes. La circulación del aire se puede fomentar durante el día, en que el clima es menos crudo, abriendo las teatinas o claraboyas de los techos y las ventanas, que de preferencia deberán ubicarse en orientaciones protegidas de los vientos del Nor-Este y del Norte. (Barrantes, 2014)

2.3.11.5 Aislamiento para techos

Actualmente hay en el mercado diversas alternativas de planchas onduladas, de diversos materiales, colores y formas parecidas a los tradicionales techos de teja. La alternativa óptima es la utilización de tejas de arcilla como cobertura de techos, ya que presentan una efectividad térmica considerable y contribuyen a mantener la armonía visual del entorno. En todo caso se debe evitar el uso de calaminas de fibrocemento, que contienen asbesto. Debe considerarse un ángulo de inclinación mínimo 40% para los techos. (Barrantes, 2014)

CAPITULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Metodología

3.1.1 Tipo de investigación


Por la naturaleza del proyecto está enmarcada dentro de la **Investigación Cualitativa**; que persigue describir sucesos complejos en su medio natural. Los principales tipos de investigación cualitativa son:

- **Investigación-acción:** es un tipo de investigación aplicada, destinada a encontrar soluciones a problemas que tenga un grupo, una comunidad, una organización. Los propios afectados participan en la misma. (Leyton & Mendoza, 2012)

3.1.2 Nivel de Investigación

El nivel de conocimiento que se desea alcanzar es descriptivo, ya que este se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad. Su preocupación primordial radica en describir algunas características fundamentales de conjuntos homogéneos de fenómenos. Las investigaciones descriptivas utilizan criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio. <http://www.aibarra.org>, “Metodología de la Investigación”.

3.1.3 Esquema de la investigación



Concepción	<ul style="list-style-type: none"> • El problema • Los objetivos
Diagnostico	<ul style="list-style-type: none"> • Adquisición de datos de la población con encuestas y entrevistas verbales. • Manejo de datos de campo y datos estadísticos de INEI
Sistematización	<ul style="list-style-type: none"> • Determinación de la cantidad de población área rural del distrito. • Determinación de habitantes por vivienda • Determinación de la fuente de abastecimiento de agua • Determinar el sistema de eliminación de excretas zona • Materiales utilizados en la construcción de viviendas
Propuesta	<ul style="list-style-type: none"> • Diseño de propuesta de vivienda rural • Diseño de sistema de eliminación de excretas • Diseño de sistema fotovoltaico • Diseño de sistema de bombeo fotovoltaico
Evaluacion de costo	<ul style="list-style-type: none"> • Cuantificación del costo de propuesta de vivienda rural

Figura 32. Esquema de la Investigación

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

Según datos estadísticos el distrito de Azángaro tiene un total de 5519 viviendas entre casas independientes, chozas o cabañas y locales no destinados para vivir. Distribuidas en las comunidades de sus cinco microcuencas del distrito de Azángaro.

Tabla 8. Cantidad de viviendas del distrito de Azángaro 2017

Número de viviendas del área rural distrito de Azángaro 2017	
Total	5519
Casa independiente	3572
Choza o cabaña	1946
Local no destinado para	1

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática

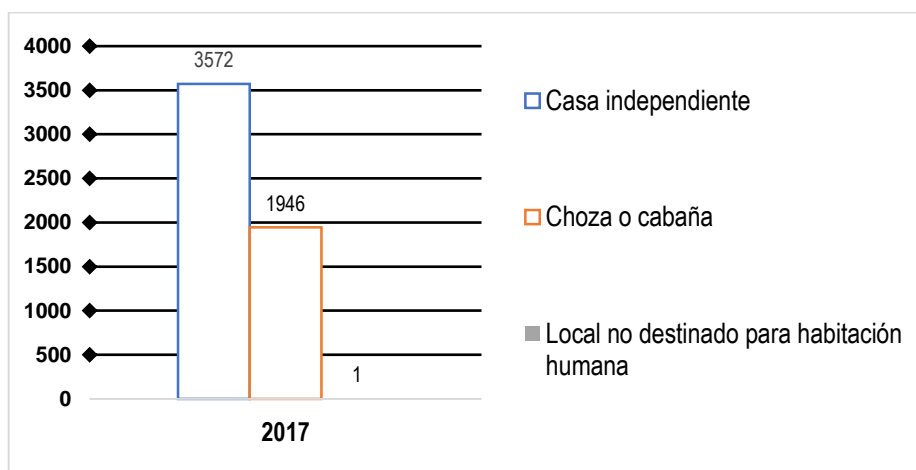


Figura 33. Cantidad total de viviendas del área rural distrito Azángaro -2017

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.2.2 Muestra.

La muestra que se tomo es de 66 viviendas estas correspondientes a las cinco microcuencas del distrito de Azángaro, esto porque las características de las viviendas en su mayoría son similares. En esta etapa de muestreo, se seleccionó comunidades de una mayor altitud de las cinco microcuencas del distrito de Azángaro:

- a) Microcuenca Azángaro I
- b) Microcuenca Azángaro II
- c) Microcuenca San José.
- d) Microcuenca Surupana
- e) Microcuenca Yanamayo

Tabla 9. Puntos de muestreo

PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)	ELEVACION	DESCRIPCION	MICROCUCIENCA	PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)	ELEVACION	DESCRIPCION	MICROCUCIENCA
1	374444	8384297	3926	COMUNIDA D HUA Y RA PA TA	SA N JOSE	34	365188	8350537	4065	COMUNIDA D A JSA RA YA	A ZA NGA RO II
2	374302	8384349	3925	COMUNIDA D HUA Y RA PA TA	SA N JOSE	35	364792	8350242	4070	COMUNIDA D A JSA RA YA	A ZA NGA RO II
3	373209	8363078	3923	COMUNIDA D VILLA MERCEDES	SA N JOSE	36	362986	8349035	4126	PRIMER CHIMPA JILA HUA TA	A ZA NGA RO II
4	372461	8359531	3893	COMUNIDA D HUA NCA RANI	SA N JOSE	37	361695	8351344	4124	COMUNIDA D ALTO JURINSA YA	A ZA NGA RO II
5	372362	8359872	3893	COMUNIDA D HUA NCA RANI	SA N JOSE	38	361614	8351539	4116	COMUNIDA D ALTO JURINSA YA	A ZA NGA RO II
6	373671	8357474	3885	COMUNIDA D COLLANA	SA N JOSE	39	367686	8350565	4019	GA ST SA N FRANCISCO	A ZA NGA RO II
7	375355	8354308	3882	CHA LPI SA HUA CA SI	SA N JOSE	40	367729	8353749	3869	GA ST HUERTA	A ZA NGA RO II
8	375314	8354392	3883	CHA LPI SA HUA CA SI	SA N JOSE	41	369550	8352649	3875	VILA CUNCA VILCA PA MPA	A ZA NGA RO II
9	372650	8360731	3898	CRISTA NI - HUA RCA PA TA	SA N JOSE	42	370750	8353940	3862	PA RCI A LIDA D LIRA Y JALIA PISI	A ZA NGA RO II
10	372388	8359676	3907	ROSA RIO HUA NCA RANI	SA N JOSE	43	365756	8361659	3878	PUNTA JALIA PISI	A ZA NGA RO II
11	373987	8363581	3923	ESPERANZA SAN TA MA RIA	SA N JOSE	44	376837	8354205	3880	COMUNIDA D PIRIPIRINI	SURUPANA
12	375352	8354074	3881	MA CA YA PIRIPIRINI	SA N JOSE	45	378259	8354777	3875	COMUNIDA D TA HUA CA CHI	SURUPANA
13	384193	8347010	3871	TIRIUY O SA N TA MA RIA	YANA MAYO	46	378586	8354696	3879	COMUNIDA D TA HUA CA CHI	SURUPANA
14	384380	8347015	3872	TIRIUY O SA N TA MA RIA	YANA MAYO	47	378774	8354419	3880	COMUNIDA D TA HUA CA CHI	SURUPANA
15	386109	8346378	3854	ALTO JILA HUA TA 1	YANA MAYO	48	379756	8355700	3897	COMUNIDA D CHA LUPISA HUA CA SI -	SURUPANA
16	386278	8345896	3860	ALTO JILA HUA TA 2	YANA MAYO	49	378368	8355176	3881	COMUNIDA D CHA LUPISA HUA CA SI -	SURUPANA
17	386579	8345641	3884	ALTO JILA HUA TA 3	YANA MAYO	50	378292	8355378	3879	COMUNIDA D CHA LUPISA HUA CA SI I	SURUPANA
18	388162	8344662	4122	ALTO JILA HUA TA	YANA MAYO	51	381607	8355340	3884	COMUNIDA D TINTIRI	SURUPANA
19	388557	8343893	4167	COMUNIDA D HUA RA CONI	YANA MAYO	52	382428	8356016	3884	COMUNIDA D INQUILLA NI	SURUPANA
20	389254	8343917	4197	COMUNIDA D HUA RA CONI	YANA MAYO	53	382566	8356161	3883	COMUNIDA D INQUILLA NI	SURUPANA
21	389589	8343686	4177	COMUNIDA D HUA RA CONI	YANA MAYO	54	387821	8353828	3933	COMUNIDA D TIRA MA SA	SURUPANA
22	385579	8349539	3902	PRIMER JILA HUA TA	YANA MAYO	55	387907	8353790	3932	COMUNIDA D TIRA MA SA	SURUPANA
23	385587	8349456	3899	PRIMER JILA HUA TA	YANA MAYO	56	390894	8352629	4068	COMUNIDA D TICA NI	SURUPANA
24	381559	8347451	3874	SEGUNDO JILA HUA TA	YANA MAYO	57	390932	8352467	4146	COMUNIDA D TICA NI	SURUPANA
25	381491	8347402	3881	SEGUNDO JILA HUA TA	YANA MAYO	58	369361	8349475	3866	PA NCA QUIA	A ZA NGA RO I
26	380624	8348070	3866	SEGUNDO CHOLQUECHA MBI	YANA MAYO	59	370113	8345854	3867	COMUNIDA D PUNTA SA HUA CA SI	A ZA NGA RO I
27	380591	8348117	3866	SEGUNDO CHOLQUECHA MBI	YANA MAYO	60	370183	8345563	3867	COMUNIDA D PUNTA SA HUA CA SI	A ZA NGA RO I
28	378267	8349366	3880	PRIMER CHOLQUECHA MBI	YANA MAYO	61	369982	8344732	3926	COMUNIDA D HUA Y LLA CUNCA	A ZA NGA RO I
29	376949	8349965	3865	PRIMER CHOLQUECHA MBI	YANA MAYO	62	369764	8344904	3932	COMUNIDA D HUA Y LLA CUNCA	A ZA NGA RO I
30	373732	8349676	3864	SAN MARTIN	YANA MAYO	63	371287	8345002	3853	PUNTA SA HUA CA SI	A ZA NGA RO I
31	373589	8349707	3869	SAN MARTIN	YANA MAYO	64	371214	8344561	3856	PUNTA SA HUA CA SI	A ZA NGA RO I
32	383675	8347568	3872	LLA COCHA TA	YANA MAYO	65	372479	8342310	3856	SEGUNDO SA HUA CA SI	A ZA NGA RO I
33	362844	8348994	4124	SEGUNDO CHIMPA JILA HUA TA	A ZA NGA RO II	66	373091	8341097	3849	SEGUNDO SA HUA CA SI	A ZA NGA RO I

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

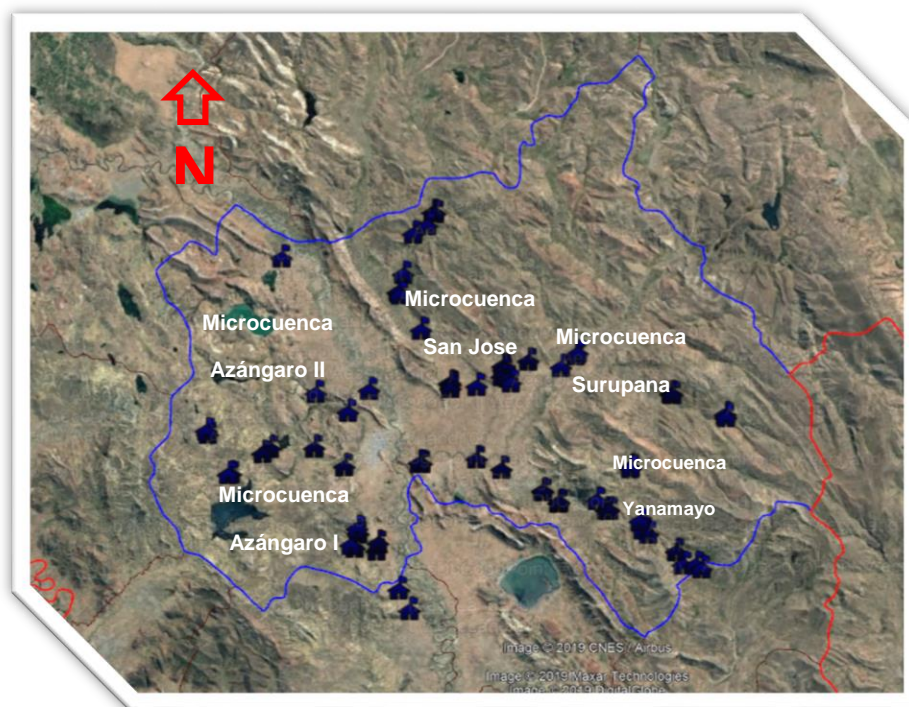


Figura 34. Foto satelital de puntos de muestreo
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.2.3 Ubicación y descripción de zona de estudio.

3.2.3.1 Ubicación

Región : Puno

Provincia : Azángaro

Distrito : Azángaro

El distrito peruano de Azángaro es uno de los 15 distritos que conforman la Provincia de Azángaro, ubicada en el Departamento de Puno, bajo la administración del Gobierno regional de Puno, en el sudeste del Perú. Además, limita con algunos distritos ya que este se encuentra al centro de la provincia de Azángaro limitando por el norte con el distrito de San Jose, por el este con el distrito de Muñani y la provincia de San Antonio de Putina, por el Nor-oeste con el distrito de Asillo, por el oeste con el distrito de Tirapata, por el sur con los distritos de Jose Domingo Choquehuanca, Santiago de Pupuja, Salinas y Arapa.

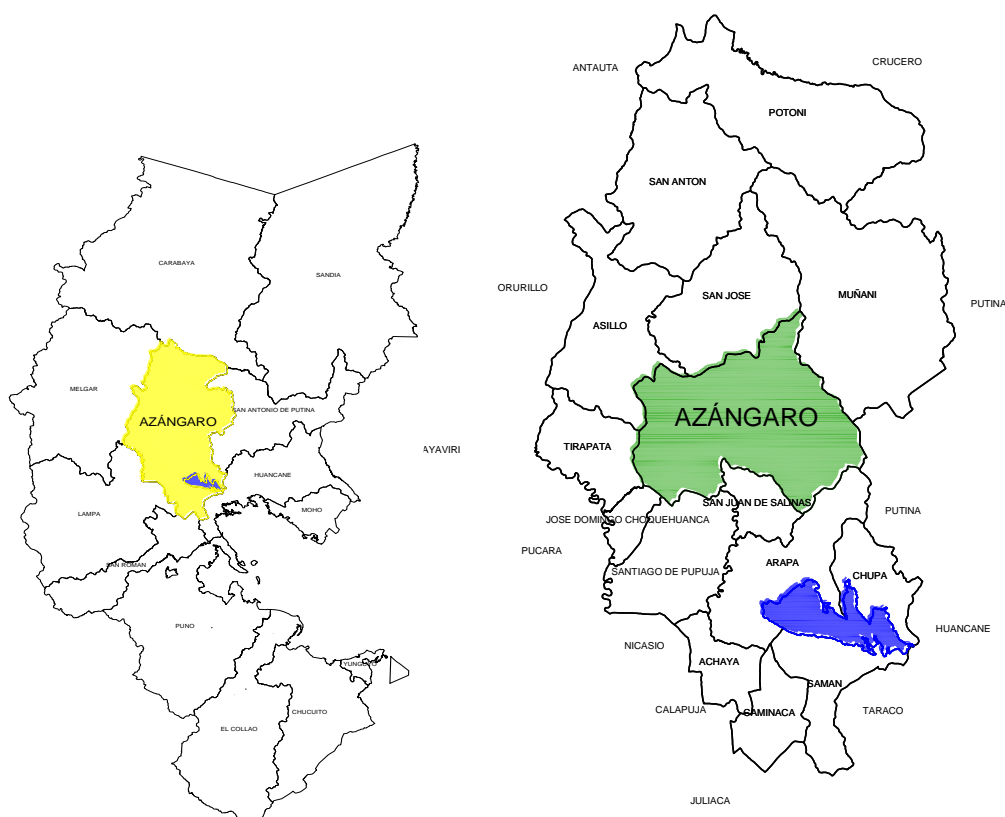


Figura 35. Mapa de la región Puno y Provincia de Azángaro

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.2.3.2 Vías de Acceso

Tabla 10. Vías de acceso

Desde a	Tipo de vía	Medio de transporte	Km	Tiempo
Puno-Juliaca	Asfaltada	Automovil	61	42min
Juliaca-Azángaro	Asfaltada	Automovil	70	60min
Azangaro-Microcuenca Azangaro I	Trocha	Automovil-Motocicleta	10	25min
Azangaro-Microcuenca Azangaro II	Trocha	Automovil-Motocicleta	12	40min
Azangaro-Microcuenca Yanamayo	Trocha	Automovil-Motocicleta	20	60min
Azangaro-Microcuenca San Jose	Trocha	Automovil-Motocicleta	12	45min
Azangaro-Microcuenca Surupana	Trocha	Automovil-Motocicleta	18	50min

FUENTE. Elaborado por el equipo de trabajo

3.2.3.3 Clima

En Azángaro los veranos son cortos, frescos y nublados y los inviernos son cortos, muy frío, secos y parcialmente nublados. Durante el transcurso del año, la temperatura generalmente varía de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $18\text{ }^{\circ}\text{C}$ y pudiendo descender a menos de $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$ o subir a más de $21\text{ }^{\circ}\text{C}$. Podemos ver en la tabla 12 y 13 que los meses que el frío es más intenso son los meses de abril, mayo, junio, julio, agosto, y setiembre y los meses de más precipitación son diciembre, enero, febrero y marzo. En la tabla 10 se puede apreciar datos que se utilizaran para el diseño, por ejemplo, los datos de hora solar pico que en el caso para Azángaro es de 5.22HSP en el mes de febrero se toma el valor mínimo, este dato es importante en el diseño de sistemas fotovoltaicos, además tenemos datos de la velocidad del viento, temperatura y precipitación, datos muy confiables tomados de la página oficial de la Nasa.

Tabla 11. Datos de clima del distrito de Azángaro-fuente Nasa

PARAMETER	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
#¿NOMBRE?	HEADER-												
EQVLNT_NO_SUN_BLACKDAYS_MONTH	4.56	3.53	3.65	4.53	4.88	4.48	5.69	3.37	3.19	3.95	6.42	3.97	-999
T2M_MAX = TEMPERATURA MÁXIMA	14.58	14.55	14.43	14.27	13.91	13.03	13.01	14.01	14.91	15.53	16.13	15.55	14.49
T2M_MIN= TEMPERATURA MÍNIMA	1.65	1.32	1.09	0.35	-1.43	-2.73	-3.27	-2.37	-0.85	0.67	1.34	1.71	-0.21
WD10M	37.81	35.57	41.41	20.82	290.87	293.29	299.63	315	325.57	356.66	43.73	54.32	345.06
WS10M	2.37	2.38	2.25	2.01	2.11	2.46	2.61	2.61	2.58	2.43	2.39	2.48	2.39
WS50M	2.97	3.04	2.93	2.71	2.98	3.49	3.68	3.56	3.33	3.02	2.97	3.06	3.15
PRECTOT	3.9	3.7	2.56	1.19	0.37	0.25	0.16	0.27	0.56	1.17	1.58	2.61	1.53
SL_EF_TILTED_SURFACE_NEG1	2.33	1.69	2.22	3.28	4.78	5.43	5.27	4.11	2.86	1.8	2.36	2.58	3.23
SL_EF_TILTED_SURFACE_0	5.51	5.36	5.52	5.5	5.6	5.38	5.58	5.85	6.23	6.33	6.49	6	5.78
SL_EF_TILTED_SURFACE_14	5.54	5.22	5.57	5.87	6.39	6.35	6.49	6.43	6.45	6.22	6.52	6.08	6.09
SL_EF_TILTED_SURFACE_29	5.32	4.84	5.36	5.95	6.87	7.02	7.11	6.71	6.34	5.8	6.22	5.87	6.12
SL_EF_TILTED_SURFACE_90	2.33	1.69	2.22	3.28	4.78	5.43	5.27	4.11	2.86	1.8	2.36	2.58	3.23
SL_EF_OPTIMAL	5.56	5.36	5.58	5.96	6.97	7.28	7.3	6.72	6.45	6.33	6.54	6.09	6.34
SL_EF_OPTIMAL_ANG	9	0	-10	-25	-39	-45	-43	-32	-17	-2	8	11	-15
SL_EF_TILTED_ANG_ORT	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	N
SL_EF_TILTED_ANG_ORT	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	N
PRECIPITATION (mm)	138	108	102	50	10	4	3	8	30	45	69	104	55.92

FUENTE: (NASA, 2019)

Tabla 12. Temperaturas mínimas y máximas distrito de Azángaro

AÑO	01-Ene		02-Feb		03-Mar		04-Abr		05-May		06-Jun		07-Jul		08-Ago		09-Set		10-Oct		11-Nov		12-Dic	
	T min °C	T max °C	T min °C	T max °C	T min °C	T max °C	T min °C	T max °C	T min °C	T max °C	T min °C	T max °C	T min °C	T max °C	T min °C	T max °C	T min °C	T max °C	T min °C	T max °C	T min °C	T max °C	T min °C	T max °C
1993	2	18.2	1.2	18	2.4	17.4	-0.2	18.8	-6	18.5	-10	17.8	-9.8	18.5	-11	18.2	-4.8	18.8	0.2	19.5	2	19.6	1.8	19.8
1994	0.2	19	3.4	18	0.6	17	0	0	-4	17.5	-11	17.2	-11	17.6	-11	20	-4.4	19.4	-4.4	20.6	0.8	20.8	0.2	20
1995	1.8	20	1	19.6	2	17	-2.8	19.5	-8.8	19.8	-8.4	17.6	-8	19	-6.8	21	-5.4	20.6	-0.6	21	-3.2	22.6	1.2	18.8
1996	1.4	20.6	1.6	18	1.8	19	-1.4	18.4	-4.7	18	-12	18	-8.8	17.2	-10	18.8	-7.6	20.2	-3.4	20.8	0	19	2.2	19.8
1997	0.4	17.8	1.2	17.6	1.5	17.2	-2.2	17.6	-6.6	17	-9.6	17.9	-8	17.8	-4.3	18.2	-4.2	21	-0.5	21.4	1.8	20.2	3.2	21.6
1998	2.2	20.5	4.6	21.4	2.6	20.6	0	19.7	-6.3	20.4	-6.5	19.7	-7.2	18.8	-8.8	20.4	-8	20.8	-1.5	20.7	-2.6	20.4	1.2	20.6
1999	3	20.4	1.5	17.6	2.6	18	-0.4	18.2	-5.8	18	-12	18.2	-6.4	18.2	-6.2	18.4	-3.8	19.4	0.4	18.8	-0.5	20.7	0.4	22.2
2000	3.20	19.9	2.4	18	0.8	17.8	-3	18.5	-5	19.8	-8.3	17.8	-12	17.4	-7.6	20.9	-4.8	20.4	-3.2	19.8	-1	22	0.6	19.6
2001	2.80	16.5	2.8	17.4	0.3	17	-1.8	17.4	-7.1	17.8	-8.3	17.8	-12	17.8	-9.6	18	-2.2	20.8	-0.2	21.4	0.4	21.4	-0.2	20
2002	1.20	18.8	4.2	18.4	2.6	17.8	-0.1	18.5	-4.8	18	-5	18	-9.1	17.8	-6.7	18	-2.4	20.2	0	19.5	-0.6	20	3.1	20.2
2003	3.10	18.2	2	18	1	17.4	-2.5	18.8	-6.5	18.5	-9.6	17.8	-10	18.5	-8.9	18.2	-6.2	18.8	-6.8	19.5	-2.7	19.6	0.1	19.8
2004	2.00	18.8	2.8	18.5	-0.3	19.8	-1.4	19.4	-11	19	-8.7	16.8	-11	18.7	-9	19.2	-2.4	19.3	-2.7	22	1.8	21.6	0.2	23.5
2005	0.80	22.2	3.3	20.4	1.3	20.4	-3.2	18.8	-8.2	18.8	-11	17.9	-8.6	19.4	-7.8	19.9	-7	20.6	0.6	20.6	-0.9	21.9	1.3	22
2006	1.00	18.8	2.8	20	0	20.2	-2.5	18.4	-8.5	18.2	-8	17.4	-12	19.2	-6.7	19.6	-7.3	20.7	-0.7	21.2	0.7	21.1	2.8	21.5
2007	3.00	20.8	1.5	21.4	2.2	18.4	-0.7	18.2	-4.2	17.8	-7.1	18	-9	18.4	-6.5	21.2	-0.1	19.2	-2.8	22.5	-3.9	21.8	-0.6	20.1
2008	3.40	18.2	0.6	20.1	-1.6	18.9	-3.7	18.9	-8.8	19.2	-8.2	18.9	-12	18.2	-9.2	21	-6.8	21.2	0.2	21.5	-0.2	22	0.6	19.4
2009	0.40	19.2	1.5	19.6	-1.2	18.5	-2.6	18.6	-5	18.2	-10	18.2	-8	18.7	-11	19.6	-8.2	21.8	-0.8	22.6	-1.4	23.8	0.8	21.8
2010	1.40	19.4	2.4	21.6	0.4	20	-1.6	20.8	-6	19.7	-6.4	21	-9.2	20	-8.8	21.1	-6	22.6	-5	22.4	-5	22.2	-0.2	23.4
2011	2.50	21.8	3.2	18.8	2.2	18.2	-2.3	18.6	-8	19.4	-9	19.4	-8	18.2	-6.8	20	-3.4	20.4	-2.1	21	-1	22.4	0	21.4
2012	1.80	17.9	-0.4	18.4	0.6	18	-1.8	18	-8.6	18	-7.7	19.4	-9.2	18.4	-10	18.9	-5.2	20.5	-2	21.8	0.6	21.6	1.2	18.8
2013	3.40	17.6	3.6	18	1.4	18.6	-3.2	19	-5.8	18.8	-10	17.6	-8.2	18.2	-7.6	19.6	-9.4	21.4	-0.6	21	-1.1	22.2	2	19.4
2014	2.10	19.1	0.2	19	-0.4	20	-2.4	18.8	-8.2	19.2	-6.6	19.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V. MAX.	0.2	22.2	-0.4	21.6	-1.6	20.6	-3.7	20.8	-11	20.4	-12	21	-12	20	-11	21.2	-9.4	22.6	-6.8	22.6	-5	23.8	-0.6	23.5
T Prom.	11.2	10.6	9.5	8.55	4.7	4.4	3.8	5.1	6.6	7.9	9.4	11.45												

FUENTE: Procesado por el tesista con datos de Senamhi 1993-2014

Tabla 13. Datos de precipitación del distrito de Azángaro

AÑO	01-Ene	01-Feb	01-Mar	01-Abr	01-May	01-Jun	01-Jul	01-Ago	01-Set	01-Oct	01-Nov	01-Dic	A.P.A. Anual
1993	27.00	13.90	14.00	22.30	4.00	4.30	0.80	2.80	11.00	24.90	21.00	24.50	170.50
1994	19.00	37.80	20.30	0.00	0.50	0.01	0.00	6.30	6.50	12.30	17.20	19.10	139.01
1995	18.90	23.00	16.60	1.70	0.10	0.00	0.00	0.60	2.50	9.80	52.90	16.90	143.00
1996	21.10	9.40	29.20	6.40	6.10	0.30	2.00	1.50	7.80	13.10	21.20	21.10	139.20
1997	20.40	23.50	27.80	14.00	5.80	0.00	0.00	7.30	14.10	7.80	26.10	25.70	172.50
1998	15.40	25.80	23.40	15.50	0.00	6.10	0.00	0.00	7.20	17.20	20.60	7.60	138.80
1999	30.30	11.20	28.80	11.20	2.00	0.70	0.00	0.50	7.20	17.70	11.40	12.50	133.50
2000	15.60	14.10	8.00	8.00	1.70	3.90	0.50	15.00	0.40	12.40	8.00	7.90	95.50
2001	25.60	19.90	32.60	8.20	10.50	0.00	3.80	5.50	7.60	10.40	15.60	58.80	198.50
2002	27.50	13.40	61.80	13.70	4.10	1.70	4.30	3.60	6.20	34.10	21.10	37.40	228.90
2003	15.00	21.90	23.10	24.50	2.90	5.70	0.60	2.20	5.30	9.00	15.10	61.90	187.20
2004	22.40	21.20	15.40	5.80	10.00	0.01	2.20	13.10	14.40	3.80	19.70	13.30	141.31
2005	9.20	29.60	17.90	15.60	0.30	0.00	0.00	4.80	10.00	14.50	8.50	13.00	123.40
2006	22.20	16.90	11.20	5.10	0.20	1.30	0.00	2.10	8.10	25.20	14.30	13.60	120.20
2007	29.00	14.60	20.60	13.80	5.40	0.20	0.30	0.80	11.80	4.80	18.20	21.80	141.30
2008	10.00	29.00	7.90	0.90	3.10	0.00	0.00	0.00	12.80	12.10	28.50	29.70	134.00
2009	20.00	13.60	33.90	29.60	4.20	0.00	0.30	0.00	3.80	9.60	19.50	24.80	159.30
2010	32.40	17.40	28.10	21.70	3.10	5.80	0.30	2.30	0.00	15.00	21.10	12.50	159.70
2011	17.20	28.00	9.10	13.00	0.30	0.00	1.90	3.20	27.10	7.50	9.60	10.30	127.20
2012	15.70	19.60	20.10	8.80	14.60	0.00	0.00	1.30	3.60	19.90	8.50	15.60	127.70
2013	13.90	34.30	57.60	7.50	24.70	0.60	0.30	6.30	0.60	14.70	10.40	25.00	195.90
APM. mensual	20.37	20.86	24.16	11.78	4.93	1.46	0.82	3.77	8.00	14.09	18.50	22.52	

FUENTE: Senamhi 1993-2013

3.2.3.4. Parámetros de suelo de la zona de estudio

La zona de estudio presenta suelos arenosos arcillosos, arena gravoso, arena mal graduada los que se muestran en la tabla 15, para esto se tomó como referencia algunos estudios de suelos de expedientes técnicos ejecutados y en ejecución del distrito de Azángaro, cuyos estudios se anexaran al presente trabajo, de estos extrajimos los parámetros de diseño sismo resistente y el cálculo de capacidad de carga de los suelos que se muestran en la tabla 14.

Tabla 14. Expedientes técnicos de referencia del distrito de Azángaro

Nº	EXPEDIENTE TÉCNICO DE REFERENCIA
1	MEJORAMIENTO DE SERVICIO EDUCATIVO DE LA I.E.P. Nº 72762 DEL CENTRO POBLADO DE TINTIRI, DISTRITO DE AZÁNGARO, PROVINCIA DE AZÁNGARO-PUNO.
2	CREACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA INICIAL Nº 104. COMUNIDAD PUNTA JALLAPISI, DEL DISTRITO DE AZÁNGARO, PROVINCIA DE AZÁNGARO-PUNO.
3	MEJORAMIENTO DEL ORNATO DE LA PLAZA DE ARMAS DE LA CIUDAD DE AZÁNGARO, PROVINCIA DE AZÁNGARO-PUNO.
4	CONSTRUCCION DE CONEXIONES DOMICILIARIAS DE AGUA POTABLE Y CONEXIÓN DOMICILIARIA DE ALCANTARILLADO, EN LA EPS NOR PUNO S.A. BARRIO MAGISTERIAL ZONA DESTE DISTRITO DE AZÁNGARO, PROVINCIA DE AZÁNGARO, DEPARTAMENTO DE PUNO.
5	AMPUACION Y MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE AGUA POTABLE Y DISPOSICION SANITARIA DE EXCRETAS EN LA MICROCUENCA YANAMAYO, DEL DISTRITO DE AZÁNGARO, DEL DISTRITO DE AZÁNGARO-AZÁNGARO-PUNO.

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 15. Resumen de parámetros de suelo de expedientes técnicos de referencia

Nº EXPEDIENTE	ESTE(X)	NORTE(Y)	ELEVACION	NF	TIPO SUELO	PARAMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE				CAPACIDAD DE CARGA		
						ZONA	FACTOR DE ZONIFICACION	FACTOR DE AMPLIFICACION SISMICA	PERIODO PREDOMINANTE DEL SUELO	C-1	C-2	Df
1	380499	8355627	3876	1.50	SUELO LIMO ARCILLOSO MC	2	0.25	S3=1.4	Tp=1 TL=1.6	-	-	-
2	365759	8361666	3884	18.00	ARENA ARCILLOSA SC	2	0.30	S3=1.4	Tp=0.95	1.06	1.04	1.20
3	371395	8351347	3873	más 1.50	ARENA MALGRADUADA SP	2	0.30	S3=1.4	Tp=0.95	1.16	-	1.50
4	371432	8350133	3865	3.00	SW-GW ANENA BIEN GRADUADA GRAVA BIEN GRADUADA	2	0.25	S2=1.2	TP=0.65	1.17	0.92	2.00
5	384952	8347185	3876	3.00	SUELO LIMO ARCILLOSO MC	2	0.30	S2=1.4	Tp=0.95	-	-	-

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

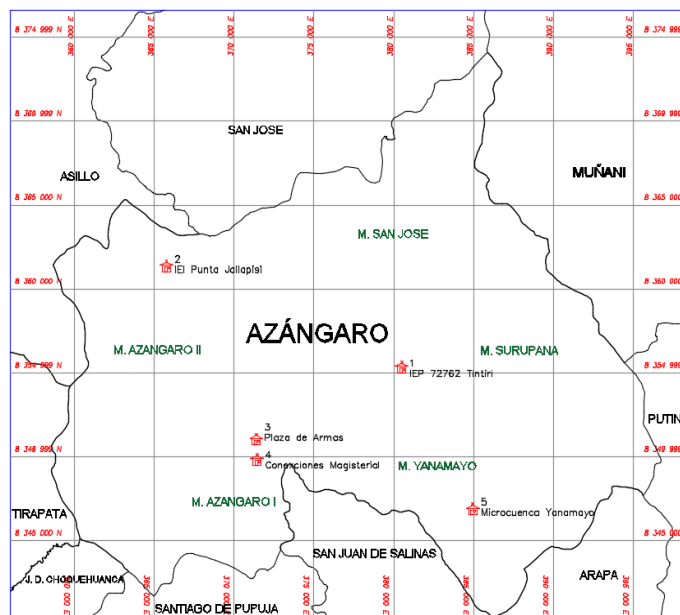


Figura 36. Ubicación de expedientes técnicos de referencia

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.2.3.5 Parámetros de diseño sismoresistente del distrito de Azángaro

El territorio peruano está dividido en cuatro zonas, según el reglamento nacional de edificaciones E-030, el distrito de Azángaro perteneciente a la provincia de Azángaro región Puno está ubicada en la zona dos como se visualiza en la siguiente figura.



Figura 37. Mapa de zonas sísmicas de Perú

Fuente: RNE E-030 diseño sismoresistente

Tabla 16. Parámetros de diseño sismoresistente distrito de Azángaro

PARAMETROS DE DISEÑO SISMORESISTENTE				
ZONA	FACTOR DE ZONIFICACION	PERFIL DE SUELO	PARAMETROS DE SITIO	
			FACTOR DE AMPLIFICACION DEL SUELO "S"	PERIODO PREDOMINANTE DEL SUELO
2	0.25	S2: Suelos intermedios	1.20	Tp=0.6S Tl=2.0S

FUENTE: Elaborado por el tesista con referencia a la norma E-030

3.2.3.6 Calidad de agua de la zona de estudio

Como referencia de algunos estudios de calidad del agua del distrito de Azángaro, se recopiló estudios de calidad del agua del expediente:

- Construcción de conexiones domiciliarias de agua potable y conexión domiciliar de alcantarillado, en la EPS NOR PUNO S.A. barrio Magisterial zona oeste distrito de Azángaro, provincia de Azángaro, departamento de Puno.

- Ampliación y mejoramiento de los servicios de agua potable y disposición sanitaria de excretas en la microcuenca Yanamayo, del distrito de Azángaro, del distrito de Azángaro-Azángaro-puno.

Tabla 17. Estudios referenciales de calidad de agua del distrito de Azángaro

PUNTO	DESCRIPCION	ESTE(X)	NORTE(Y)	ELEVACION	CALIDAD DEL AGUA	PARAMETROS FÍSICO QUÍMICOS Y BACTERIOLÓGICOS	TRATAMIENTO
1	RIO AZÁNGARO	372258	8352289	3865	RIO AZÁNGARO	SE ENCUENTRA N DENTRO DE LOS PERMISIBLES	DESINFECCION
2	COMUNIDAD SAN MARTIN	375428	8350573	3832	RIO SAN JOSE-COM SAN MARTIN	SE ENCUENTRA N DENTRO DE LOS PERMISIBLES	DESINFECCION
3	TIRUYO SANTA MARIA	385523	8345082	3980	CAPTACION DE CUJO DE AGUA SANTA MARIA PACANI	SE ENCUENTRA N DENTRO DE LOS PERMISIBLES	DESINFECCION
4	ALTO JILAHUATA	388231	8344609	4139	CAPTACION MANANTIAL YANAJA MISKILINDO	SE ENCUENTRA N DENTRO DE LOS PERMISIBLES	DESINFECCION

Fuente: Elaboración Propia con referencia de expedientes técnicos

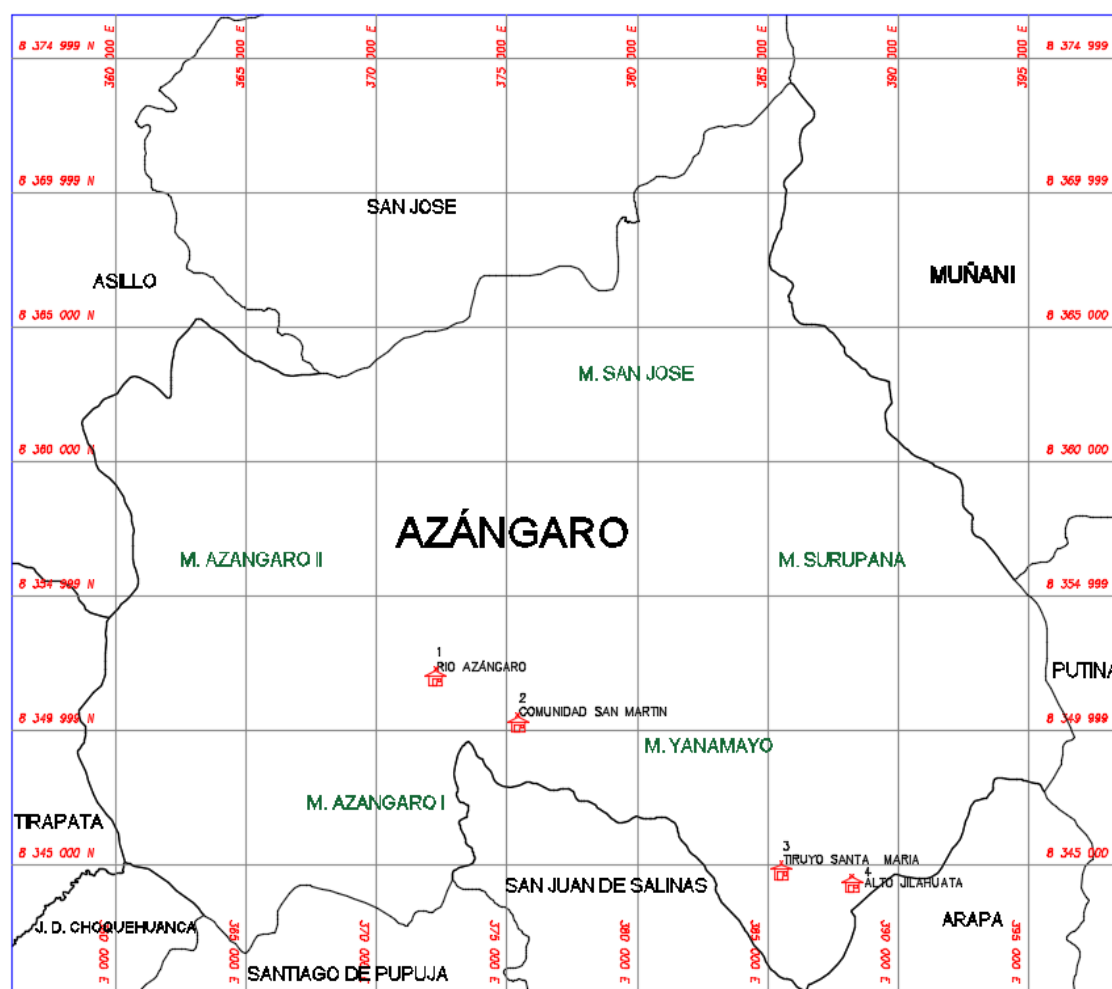


Figura 38. Puntos de referencia de calidad del agua del distrito de Azángaro

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.2.4 Aspectos socioeconómicos

3.2.4.1 Fuente de abastecimiento de agua de consumo

La fuente de abastecimiento de agua de la población del área rural del distrito de Azángaro es un pozo lo que representa el 64.93%, red pública dentro de la vivienda que representa el 9.65%, pilón o pileta de uso público representa el 8.15%, manantial, puquio o río representan el 7.71%, acequia lago o laguna representa el 5.61%, red pública fuera de la vivienda representa el 3.64%, camión cisterna y otros representan el 0.31%, de lo cual se puede ver que gran cantidad de población no cuenta con agua potable, según datos oficiales del Instituto Nacional de estadística e informática 2017.

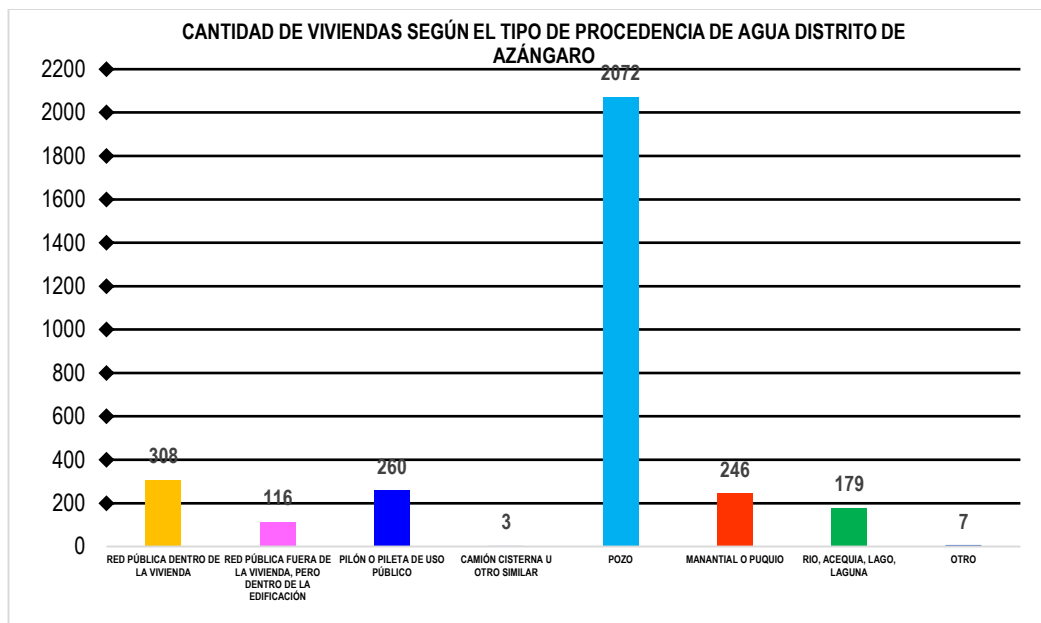


Figura 39. Cantidad de Viviendas por tipo de procedencia de agua censo 2017

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

3.2.4.2 Sistema de eliminación de excretas

El sistema de eliminación de excretas de las viviendas del ámbito rural del distrito de Azángaro en su mayoría son los pozos ciegos o negros que representan en porcentaje 83.74%, campo abierto o al aire libre el 10.34%, las letrinas representan 4.70%, pozo séptico o biodigestor representa el 0.56%, todos los que restan en conjunto representan el 0.66%, según estos datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística e Informática, que se tienen grandes brechas en lo que se refiere a implementación de sistemas de eliminación de excretas en viviendas del área rural del distrito de Azángaro.

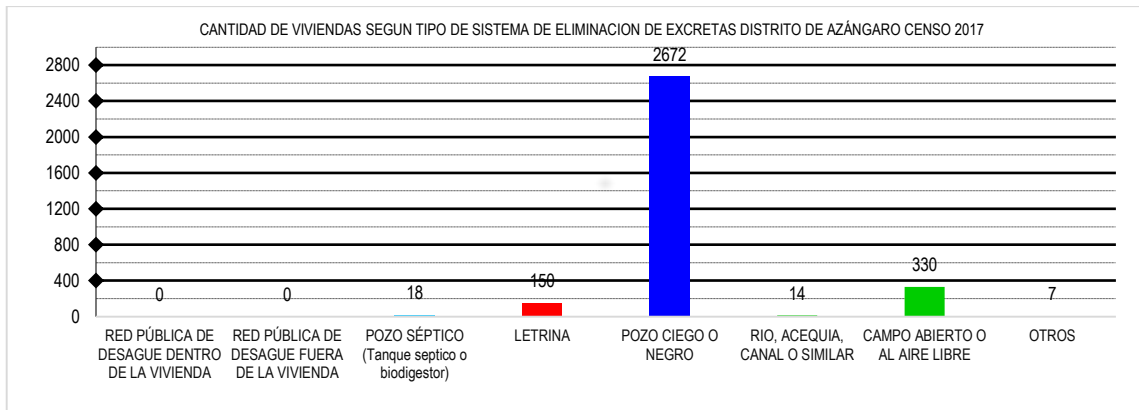


Figura 40. Cantidad de viviendas según tipo de sistema de eliminación de excretas

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

3.2.4.3 Suministro de energía eléctrica

La energía eléctrica es una fuente de energía que es muy indispensable para el ser humano, entre los años 2007 a 2017 según datos oficiales del INEI, se redujo las brechas de energía eléctrica para la población del área rural del distrito de Azángaro, sin embargo, cabe indicar que existe todavía una buena cantidad de viviendas que no cuentan con este servicio.

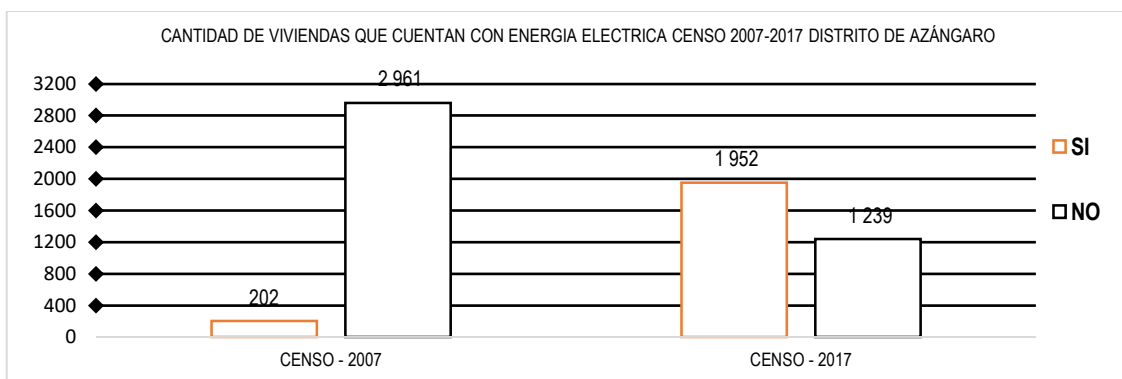


Figura 41. Cantidad de viviendas que cuentan con energía eléctrica

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

3.2.4.4 Energía o combustible que utilizan en el hogar para cocinar

Más del 84.35% de viviendas del área rural del distrito de Azángaro su principal combustible o energía es a través de la bosta o estiércol de los animales, el segundo combustible más usado es el gas GLP que representa el 10.02%, la leña un 4.76% y otros que representan un 0.87% estos datos también entonces deben ser considerados para la propuesta de vivienda rural.

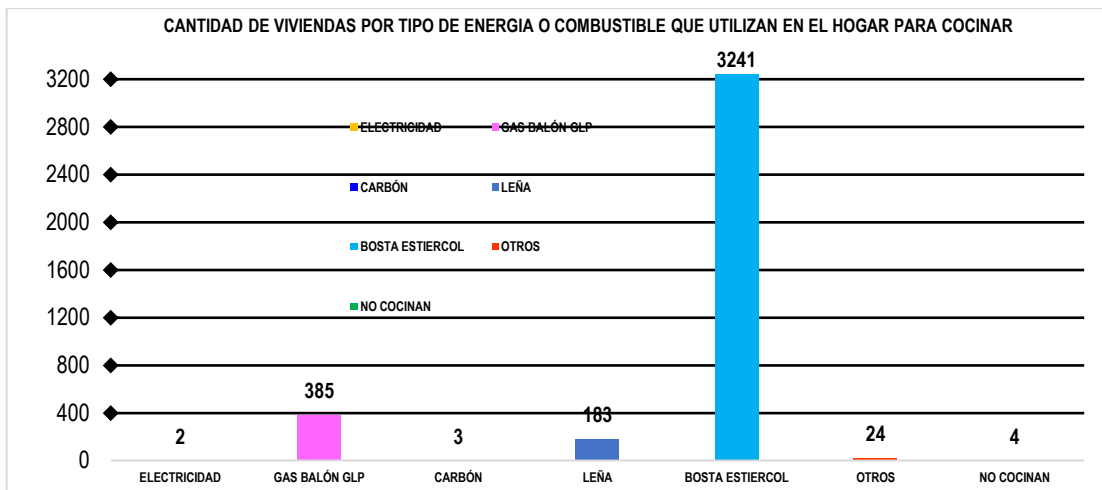


Figura 42. Cantidad de viviendas por tipo de energía o combustible que utilizan en el hogar para cocinar Censo 2017

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

3.2.4.5 Actividad económica

La actividad económica principal de la población que habita en el área rural del distrito de Azángaro es netamente agrícola y ganadera, la economía de esta población está basada a la crianza de ganado ovino y vacuno principalmente, y la agricultura en el cultivo de papa, quinua, cañihua, cebada, avena, y otros cuya producción es significativa dentro de la región.

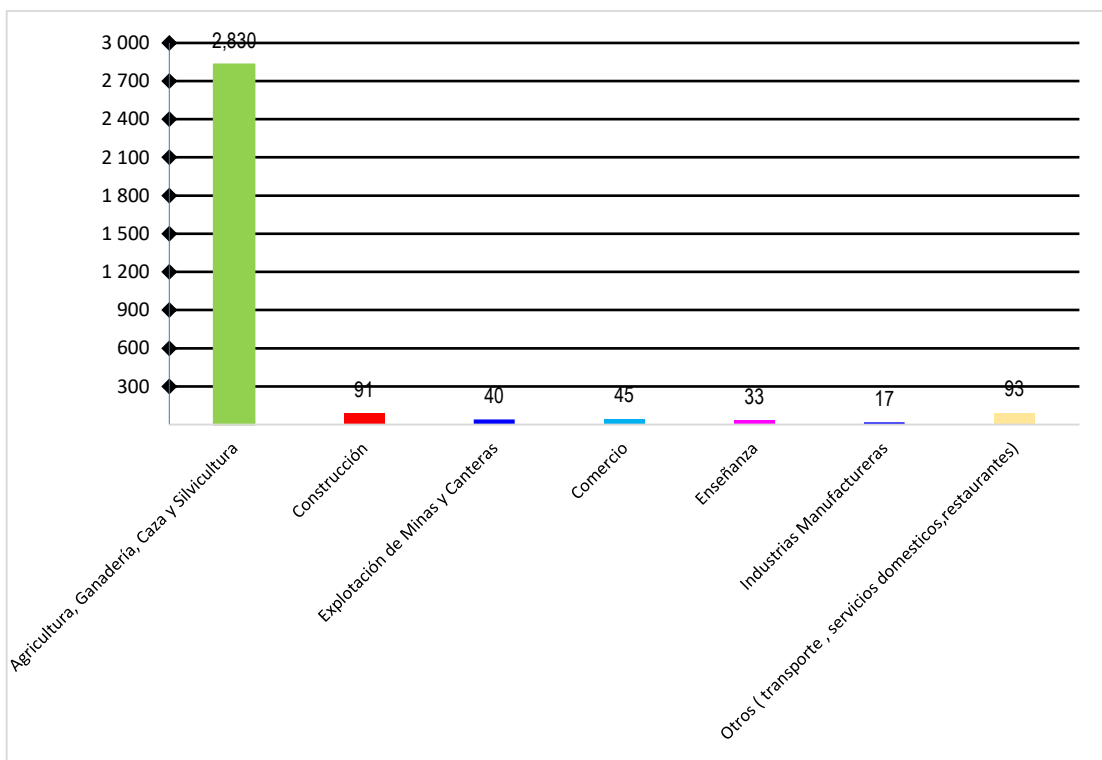


Figura 43. Actividad económica del área rural del distrito de Azángaro

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

3.3 Sistema de Variables

Variable independiente

- Número de habitantes por vivienda
- Nivel freático
- Fuente de abastecimiento de agua
- Dotación de agua
- Actividad económica
- Consumo de energía
- Hora solar pico

Variable dependiente

- Vivienda rural

3.3.1 Diseño de la investigación

Son los procesos que se ejecutó en el transcurso del proyecto de investigación dentro de estos tenemos:

- Adquisición de datos a través de formatos de encuesta y observación en el mismo lugar, de la población con encuestas y entrevistas verbales.
- Manejo de datos de campo y datos estadísticos de INEI
 - Determinación de habitantes del distrito
 - Determinación de habitantes por vivienda
 - De la fuente de abastecimiento de agua
 - Del tipo de sistema de eliminación de excretas
 - De la fuente de suministro de energía eléctrica
- Procesamiento de información en computadora
 - Diseño de propuesta de vivienda rural
 - Diseño de sistema de eliminación de excretas
 - Diseño de sistema fotovoltaico
 - Diseño de sistema de bombeo fotovoltaico
 - Cuantificación de costos
 - Redacción de proyecto de investigación.
 - Sustentación de proyecto de investigación.

3.3.2 Diseño de Instrumentos.

Para la recolección de datos, se procedió a ubicar las fuentes de datos. Se precisaron las técnicas e instrumentos para la captación de la información requerida.

3.3.2.1 Técnicas

- **Formatos de levantamiento de información**

Los formatos se elaboraron en base a formatos elaborados en otras investigaciones, también se tomó como referencia los formatos de encuesta del Instituto Nacional de Estadística e Informática.

- **Encuesta**

La encuesta aplicada a los pobladores del área rural del distrito

- **La observación**

El investigador conoce el problema y el objeto de investigación, la observación configura la base de conocimiento de toda ciencia

3.3.2.2 Instrumentos

- Formato de levantamiento de información

3.4 Materiales y recursos

3.4.1 Recursos humanos.

- Investigador.
- Asesor

3.4.2 Recursos materiales.

- Materiales de oficina (Cd's, USB's, hojas, etc.).
- Información del área de estudio

3.4.3 Recursos de equipos.

- Equipos de cómputo.
- Equipo topográfico GPS GARMIN
- Cámara digital.
- Impresora.

3.4.4 Otros recursos.

- Software Microsoft Excel versión 2016.
- Software Microsoft Word versión 2016.
- Software AUTOCAD versión 2016.
- Software AUTOCAD Civil 3D Versión 2016.
- Software S10
- Software Revit 2018
- Software Lumion
- Software Global Mapper 18
- Servicio de internet
- Motocicleta para traslado a zona de estudio
- Software Power Point versión 2016
- Fotocopias, impresión, ploteos,
- Anillados y empastados.

3.5 Estudio de viviendas rurales de la zona con datos del INEI

3.5.1 Cantidad de viviendas rurales del distrito

Actualmente existen gran número de chozas o cabañas que no reúnen las condiciones para brindar una buena calidad de vida a sus habitantes, las cuales presentan bastante precariedad en los techos, muros, pisos, puertas los cuales les hacen no saludables principalmente para los más vulnerables niños y ancianos que a causa de ello se les presenta muchas enfermedades.

Tabla 18. Cantidad de viviendas en área rural del distrito de Azángaro 2017

Número de viviendas del área rural distrito de Azángaro 2017	
Total	5519
Casa independiente	3572
Choza o cabaña	1946
Local no destinado para	1

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática

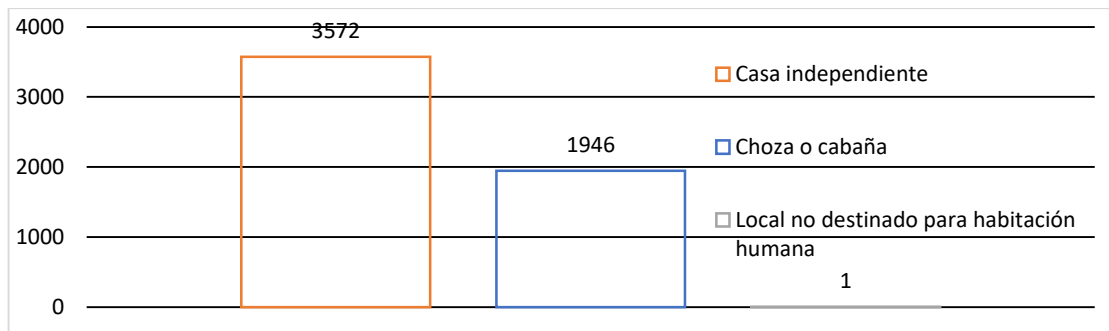


Figura 44. Cantidad de viviendas en área rural del distrito de Azángaro 2017
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

3.5.2 Material predominante en muros de viviendas del área rural del distrito

El material predominante de muros de la mayoría de viviendas del ámbito rural del distrito de Azángaro son de adobe o tapia con un porcentaje de más del 94.97%, seguido de mampostería de piedra con barro con un 4.36% de viviendas y una mínima cantidad de viviendas con material de ladrillo o estera juntos haciendo un porcentaje de 0.67% según se puede apreciar en la figura 45.

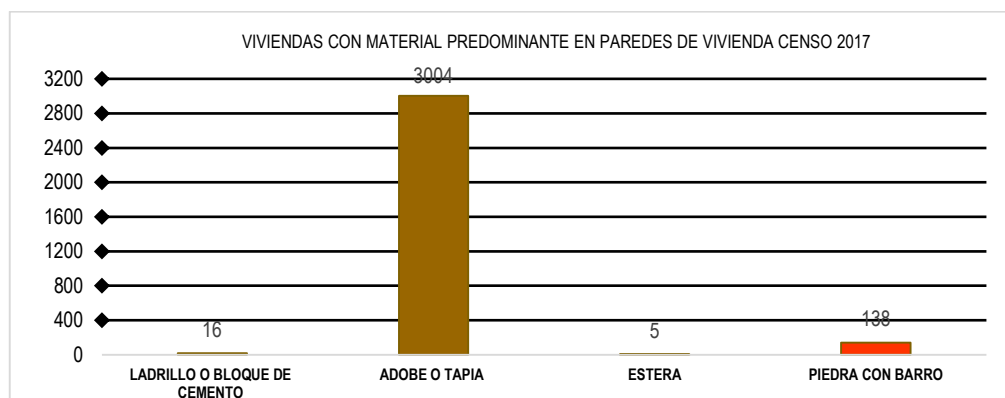


Figura 45. Cantidad de viviendas según material predominante en muros del área rural del distrito de Azángaro censo 2017
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

3.5.3 Material predominante en pisos de viviendas del área rural del distrito

El material predominante del piso de la mayoría de las viviendas del ámbito rural del distrito de Azángaro es de tierra alcanzando un porcentaje de 94.12% de viviendas según el último censo 2017, seguido de los pisos de cemento haciendo un porcentaje 5.88% a continuación veamos la figura 46.

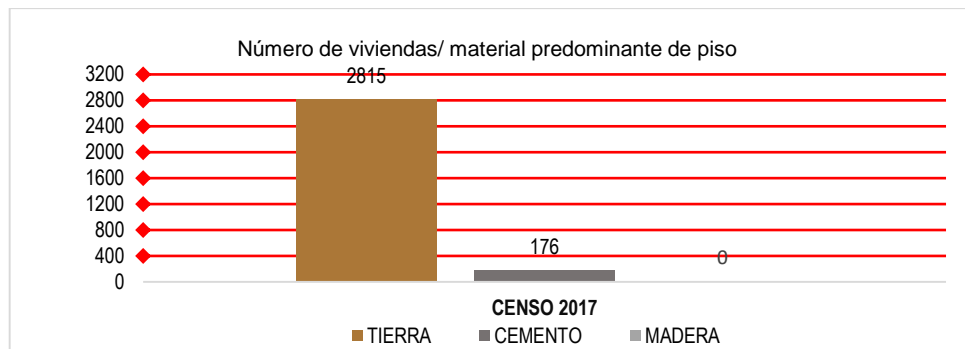


Figura 46. Número de viviendas según material predominante en piso
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

3.5.4 Material predominante en techos de viviendas del área rural del distrito

El material predominante de los techos de la vivienda del ámbito rural del distrito de Azángaro es de techos con planchas de calamina que en porcentaje representa el 55.94%, seguido de los techos de paja el 43.37% y todas las demás tejas, concreto armado, madera, caña o estera, triplay hacen un porcentaje mínimo de 0.69%, a continuación, veamos la figura 47.

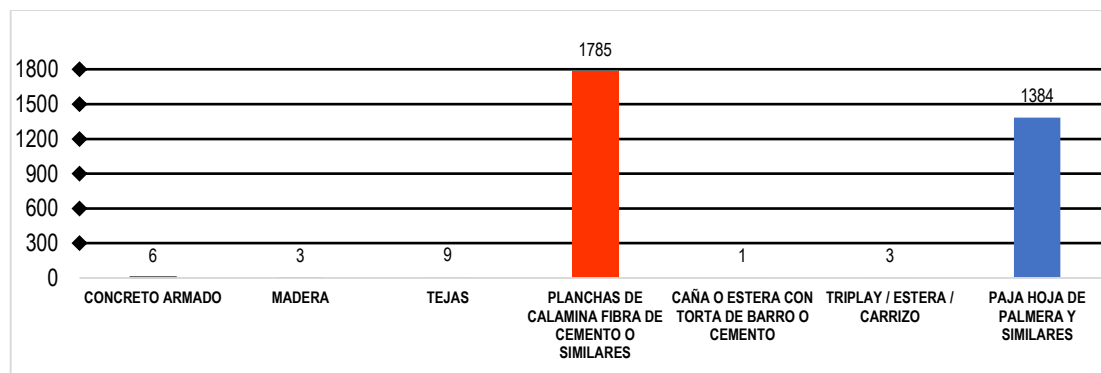


Figura 47. Cantidad de viviendas por material predominante en los techos
Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

3.6 Descripción de viviendas rurales del distrito

3.6.1 Distribución de ambientes de vivienda más común

La distribución de ambientes de las viviendas del ámbito rural del distrito de Azángaro, tienen gran similitud, tanto en su distribución, como en los materiales utilizados para su construcción, la diferencia está en que algunos tienen más habitaciones, tienen letrinas, tanques sépticos, fuente de agua y además de ello es su topografía, a continuación, veremos algunas imágenes de la distribución de ambientes de viviendas del ámbito rural del distrito de Azángaro.



Figura 48. Distribución de ambientes en viviendas del área rural del distrito Azángaro
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.6.2 Materiales predominantes de viviendas

Los materiales predominantes de las viviendas del ámbito rural del distrito de Azángaro son tradicionales de la zona y de la región puno a continuación damos detalle de estos en referencia a la figura 49.

Muros: Los muros de las viviendas del ámbito rural del distrito de Azángaro, más del noventa por ciento son de muros de adobe, además existen viviendas que tienen sus muros de mampostería de piedra y muy pocas con muros de ladrillo o bloques de concreto y además más del noventa y cinco por ciento no tienen acabados o tarrajeo de los muros tanto exteriores como interiores.



Figura 49. Material predominante en muros de viviendas del área rural
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Techos:

Los techos de las viviendas del área rural del distrito de Azángaro, son de materiales tradicionales tales como el ichu o paja, las calaminas, o la combinación de estas, cuya estructura de soporte son las vigas, rollizos de eucalipto y otros. Veamos las figuras anteriores figura 50, 51. Además no cuentan con cielos rasos lo cual hacen que el frío penetre con mayor facilidad al interior de las viviendas veamos figura 50.



Figura 50. Material predominante en techos de viviendas del área rural
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Pisos:

Los pisos de las viviendas del área rural del distrito de Azángaro son en su mayoría pisos de tierra, no tienen ningún acabado veamos la figura 51.



Figura 51. Material predominante de pisos de viviendas rurales del distrito

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Puertas y ventanas:

Las puertas y ventanas de las viviendas rurales de la mayoría de las viviendas del distrito de Azángaro son muy precarias muchas de estas están fabricadas por los mismos campesinos de planchas de calamina y marcos de madera, y las ventanas de la mayoría de viviendas por el tamaño que estos tienen no brindan una buena visibilidad para los ambientes interiores. Veamos la figura 52.



Figura 52. Puertas y ventanas de viviendas del área rural

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.6.3 Interior de viviendas del área rural

El reducido espacio de la vivienda hace que en su mayoría tengan la característica de estar desorganizados, también la falta de otros ambientes para determinadas actividades como la de ambiente de preparación de alimentos, y comedor.



Figura 53. Vista interior de viviendas del área rural

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.6.4 Cantidad de habitaciones por vivienda del área rural del distrito

La cantidad de habitaciones con las que cuentan las viviendas del área rural del distrito de Azángaro según el Instituto Nacional de Estadística e Informática son en su mayoría de dos habitaciones lo cual representa en porcentaje el 31.17%, seguido los de tres habitaciones lo cual representa el 28.11%, los de cuatro habitaciones representan el 19.63%, los de una habitación representan el 12.80%, las viviendas de cinco habitaciones representan el 7.33%.

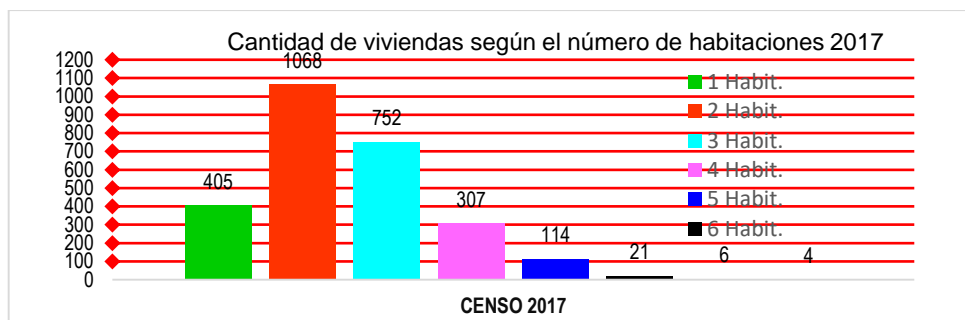


Figura 54. Cantidad de viviendas según número de habitaciones que poseen 2017

Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática

3.6.5 Cantidad de ocupantes por vivienda del distrito

La cantidad de ocupantes por vivienda están en su mayoría viviendas de tres cuatro y cinco ocupantes, y un número mínimo de viviendas en las que se pudo encontrar a dos habitantes que generalmente eran mayores de edad. En las 66 viviendas encuestadas se encontró a 267 personas, si realizamos un promedio de personas por vivienda se tiene que de las 66 viviendas en promedio por vivienda hay 4 personas, pero como se muestra en la figura existen una mayor cantidad de viviendas de 5 y 3 personas. De acuerdo a estos datos se diseñarán las propuestas de vivienda rural.

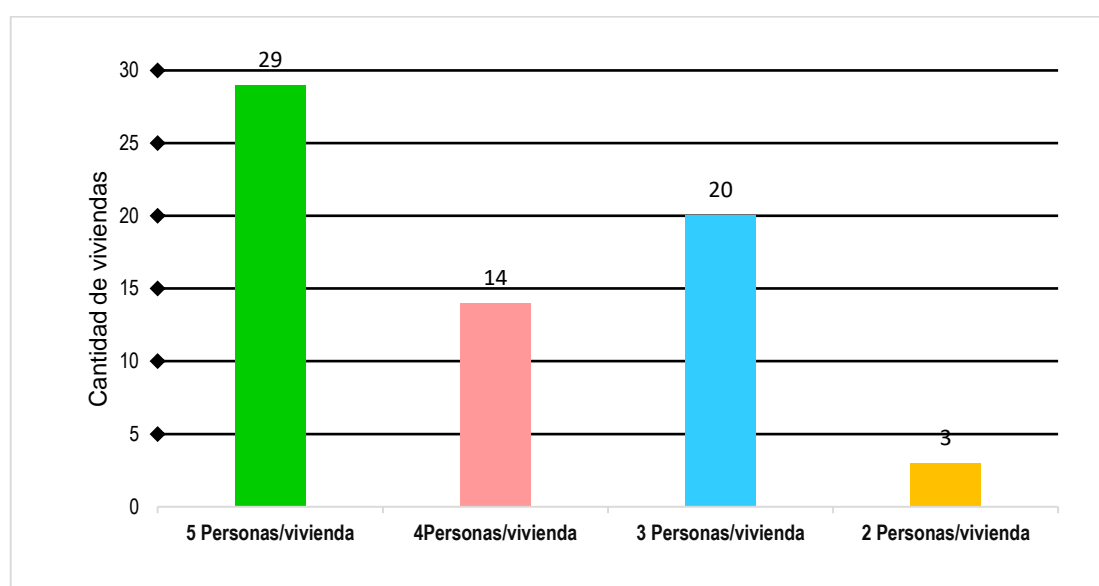


Figura 55. Cantidad de ocupantes por vivienda distrito de Azángaro

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

También se hará un análisis a los datos del INEI, en este caso se puede apreciar la tabla que no existen específicamente los datos de número de ocupantes por vivienda solo existen las cantidades totales de las cuales es posible obtener valores con la cantidad de viviendas particulares y la cantidad de ocupantes presentes el cual nos da un valor calculado de 3.56, además se puede hacer un cálculo para viviendas particulares y chozas o cabañas. Entonces se puede apreciar que los valores obtenidos por datos del INEI y los datos de encuesta se aproximan un poco. Sin embargo, se tomará los datos obtenidos en las encuestas elaborados por el tesista, en las cuales se aprecian una mayor cantidad de viviendas con cinco ocupantes y viviendas con tres ocupantes, entonces se realizará la propuesta de vivienda rural para viviendas de cinco y tres ocupantes.

Tabla 19. Número de viviendas vs cantidad de ocupantes por vivienda

TIPO DE VIVIENDA	NUMERO DE HABITACIONES DE LA VIVIENDA	TOTAL	1 Habit.	2 Habit.	3 Habit.	4 Habit.	5 Habit.	6 Habit.	7 Habit.	8 Y MÁS Habit.
TOTAL	VIVIENDAS PARTICULARES	3191	910	1068	752	307	114	30	6	4
	OCUPANTES PRESENTES	9374	2106	3111	2474	1109	432	93	33	16
	CANTIDAD DE OCUPANTES POR VIVIENDA	3.56487	2.31	2.91	3.29	3.61	3.79	3.10	5.50	4.00
CASA INDEPENDIENTE	VIVIENDAS PARTICULARES	2259	602	754	531	245	87	30	6	4
	OCUPANTES PRESENTES	6723	1398	2223	1767	892	301	93	33	16
	CANTIDAD DE OCUPANTES POR VIVIENDA	3.53735	2.32	2.95	3.33	3.64	3.46	3.10	5.50	4.00
CHOZA O CABAÑA	VIVIENDAS PARTICULARES	931	307	314	221	62	27	-	-	-
	OCUPANTES PRESENTES	2650	707	888	707	217	131	-	-	-
	CANTIDAD DE OCUPANTES POR VIVIENDA	2.08524	2.30	2.83	3.20	3.50	4.85	-	-	-
LOCAL NO DESTINADO PARA HABITACION	VIVIENDAS PARTICULARES	1	1	-	-	-	-	-	-	-
	OCUPANTES PRESENTES	1	1	-	-	-	-	-	-	-

FUENTE: Instituto Nacional de Estadística e Informática

3.6.6 Sistema de Abastecimiento de agua y eliminación de excretas

Sistema de abastecimiento de agua

Muy pocas viviendas cuentan con agua potable, una gran parte consume agua mediante pozos y otro través del rio o lagunas y muy pocas viviendas tienen piletas o el agua en su domicilio, veamos la figura 56.



Figura 56. Fuente de agua para consumo de viviendas del área rural
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Sistema de eliminación de excretas

El sistema de eliminación de la gran mayoría de viviendas del área rural del distrito de Azángaro es mediante letrinas o pozo seco sin ventilación, y estos a su vez están indicando también que en la actualidad se viene ejecutando el proyecto de abastecimiento de agua potable y sistema de eliminación de excretas en la microcuenca Yanamayo.



Figura 57. Sistema de eliminación de excretas del área rural del distrito de Azángaro
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.6.7 Medición de nivel freático

Las mediciones de nivel freático se realizaron de un pozo debido a que esta es la fuente de abastecimiento más común del distrito de Azángaro, sin embargo, también existen algunas comunidades que tienen fuentes de abastecimientos diferentes a la de un pozo como los manantes, ríos y muchas familias de las zonas altas también que tiene mucha dificultad para captar el agua debido a que se encuentran en lugares muy lejanos.



Figura 58. Medición de nivel freático en viviendas del distrito de Azángaro
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 20. Mediciones de nivel freático distrito de Azángaro

PUNTO	DESCRIPCION	MICROCUCNCA	FUENTE DE AGUA				SISTEMA DE ELIMINACION DE EXCRETAS				ENERGIA ELECTRICA		PUNTO	DESCRIPCION	MICROCUCNCA	FUENTE DE AGUA				SISTEMA DE ELIMINACION DE EXCRETAS				ENERGIA ELECTRICA		N.F.
			POZO	RIO	OJO	PILETA	SI	NO	SI	NO	SI	NO				POZO	RIO	OJO	PILETA	SI	NO	SI	NO	SI	NO	
1	COMUNIDAD HUAYRAPATA	SAN JOSE	x				x			x	3.5	34	COMUNIDAD AJSARAYA	AZANGARO II		x				x	x	x	-			
2	COMUNIDAD HUAYRAPATA	SAN JOSE	x				x			x	3.2	35	COMUNIDAD AJSARAYA	AZANGARO II		x				x	x	x	-			
3	COMUNIDAD VILA MERCEDES	SAN JOSE			x			x	x		-	36	PRIMER CHIMPA JIJAHUATA	AZANGARO II		x				x	x	x	18.0			
4	COMUNIDAD HUANCARAN	SAN JOSE	x				x	x		x	3.4	37	COMUNIDAD ALTO JURINSAYA	AZANGARO II		x			x	x	x	x	-			
5	COMUNIDAD HUANCARAN	SAN JOSE	x				x	x		x	3.4	38	COMUNIDAD ALTO JURINSAYA	AZANGARO II		x			x	x	x	x	-			
6	COMUNIDAD COJANA	SAN JOSE		x		x		x		x	3.0	39	GAST SAN FRANCISCO	AZANGARO II			x		x	x	x	x	NE			
7	CHALPI SAHUACASI	SAN JOSE	x				x		x		8.0	40	GAST HUERTA	AZANGARO II		x			x		x	1.8				
8	CHALPI SAHUACASI	SAN JOSE	x				x		x		9.0	41	VILACUNCA WICAPAMPA	AZANGARO II		x				x	x	3.8				
9	CRISTANI - HUANCAPATA	SAN JOSE		x				x		x	4.0	42	PARCIALDAD URAY JALLAPISI	AZANGARO II		x				x	x	5.0				
10	ROSARIO HUANCARAN	SAN JOSE	x				x		x		3.5	43	PUNTA JALLAPISI	AZANGARO II		x			x	x	x	18.0				
11	ESPERANZA SANTA MARIA	SAN JOSE	x				x		x		4.5	44	COMUNIDAD PIRIPIRINI	SURUPANA			x			x	x	x	9.0			
12	MACAYA PIRIPIRINI	SAN JOSE	x				x	x		x	9.5	45	COMUNIDAD TAHUACACHI	SURUPANA					x	x	x	7.5				
13	TIRUYO SANTA MARIA	YANAMAYO			x			x		x	1.8	46	COMUNIDAD TAHUACACHI	SURUPANA					x	x	x	6.5				
14	TIRUYO SANTA MARIA	YANAMAYO	x				x		x		2.2	47	COMUNIDAD TAHUACACHI	SURUPANA					x	x	x	-				
15	ALTO JIJAHUATA1	YANAMAYO			x			x			-	48	COMUNIDAD CHALPISAHUACASI 4	SURUPANA					x	x	x	11.0				
16	ALTO JIJAHUATA2	YANAMAYO			x			x		x	8.0	49	COMUNIDAD CHALPISAHUACASI 5	SURUPANA					x	x	x	9.6				
17	ALTO JIJAHUATA3	YANAMAYO			x			x		x	-	50	COMUNIDAD CHALPISAHUACASI E	SURUPANA					x	x	x	-				
18	ALTO JIJAHUATA	YANAMAYO			x			x		x	10.0	51	COMUNIDAD TINTIRI	SURUPANA					x	x	x	4.5				
19	COMUNIDAD HUARACONI	YANAMAYO			x			x		x	-	52	COMUNIDAD INQUILLAN	SURUPANA					x	x	x	-				
20	COMUNIDAD HUARACONI	YANAMAYO			x			x		x	12.0	53	COMUNIDAD INQUILLAN	SURUPANA					x	x	x	-				
21	COMUNIDAD HUARACONI	YANAMAYO			x			x		x	-	54	COMUNIDAD TIRAMASA	SURUPANA					x	x	x	3.6				
22	PRIMER JIJAHUATA	YANAMAYO	x			x		x	x		2.8	55	COMUNIDAD TIRAMASA	SURUPANA					x	x	x	4.1				
23	PRIMER JIJAHUATA	YANAMAYO	x			x		x	x		3.2	56	COMUNIDAD TICANI	SURUPANA					x	x	x	9.0				
24	SEGUNDO JIJAHUATA	YANAMAYO	x			x		x	x		2.8	57	COMUNIDAD TICANI	SURUPANA					x	x	x	-				
25	SEGUNDO JIJAHUATA	YANAMAYO	x			x		x	x		3.1	58	PANCAQUIA	AZANGARO I		x			x	x	x	2.5				
26	SEGUNDO CHOQUECHAMBI	YANAMAYO			x			x		x	-	59	COMUNIDAD PUNTA SAHUACASI	AZANGARO I		x			x	x	x	3.2				
27	SEGUNDO CHOQUECHAMBI	YANAMAYO			x			x		x	-	60	COMUNIDAD PUNTA SAHUACASI	AZANGARO I		x				x	x	-				
28	PRIMER CHOQUECHAMBI	YANAMAYO			x			x		x	-	61	COMUNIDAD HUAYLACUNCA	AZANGARO I		x			x	x	x	-				
29	PRIMER CHOQUECHAMBI	YANAMAYO			x			x	x		-	62	COMUNIDAD HUAYLACUNCA	AZANGARO I		x			x	x	x	-				
30	SAN MARTIN	YANAMAYO	x					x	x		3.2	63	PUNTA SAHUACASI	AZANGARO I		x			x	x	x	4.2				
31	SAN MARTIN	YANAMAYO	x					x	x		3.8	64	PUNTA SAHUACASI	AZANGARO I			x		x	x	x	3.8				
32	UACCHATA	YANAMAYO	x			x		x	x		2.0	65	SEGUNDO SAHUACASI	AZANGARO I		x			x	x	x	2.8				
33	SEGUNDO CHIMPA JIJAHUATA	AZANGARO II		x		x		x	x		16.0	66	SEGUNDO SAHUACASI	AZANGARO I		x			x	x	x	2.5				

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

En la tabla se puede visualizar que existen zonas en las que el nivel freático está a poca altura como el caso de la microcuenca San Jose, Azángaro I, Azangaro II esto se debe a que estas microcuencas están ubicadas cerca al río.

3.6.8 Pruebas de infiltración y muestreo de suelo

Las pruebas de infiltración y la toma de muestra de suelo se desarrollaron en 10 puntos distribuidos en las cinco microcuencas del distrito de Azángaro, a continuación, se muestra la tabla de los puntos en los que se realizó la prueba de infiltración y la toma de muestra de suelo, el número de punto está en referencia a la tabla anterior.

Tabla 21. Puntos donde se realizó prueba de infiltración

NOMBRE POBLADOR	PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)	ELEVACION	DESCRIPCION	MICROCUCNCA	FUENTE DE AGUA				SISTEMA DE ELIMINACION DE EXCRETAS		ENERGIA ELECTRICA	NIVEL FREATICO
							POZO	RIO	OJO	PILETA	SI	NO		
FRANCISCO MA SOTO JUSTO	10	372388	8359676	3907	RESEA RIO HUANCAPATA	SAN JOSE	x				x		x	3.5
DORA ADELINA LIBA COTA CALAPA	12	375352	8354074	3881	MACAYA PIRIPIRINI	SAN JOSE	x					x	x	9.5
FLORA CALINA PORTILLO	18	388162	8344662	4122	ALTO JIJAHUATA	YANAMAYO			x		x		x	10.0
FLORA ZAMATA CALINA	32	383675	8347568	3872	UACCHATA	YANAMAYO	x			x	x		x	2.0
GREGORIO VAÑAS MAÑANI	39	367696	8350565	4019	GAST SAN FRANCISCO	AZANGARO II		x			x		x	NE
GABRIEL QUISEP CALINA	40	367729	8353749	3869	GAST HUERTA	AZANGARO II		x			x		x	1.8
JOSE FREDY CALINA CHOQUEMAMAN	55	387907	8353790	3932	COMUNIDAD TIRAMASA	SURUPANA				x	x		x	4.1
LIDIA BANAÑAS CALINA	56	390894	8352629	4068	COMUNIDAD TICANI	SURUPANA		x	x		x		x	9.0
CARLOS LA RICA HANCCO	58	369361	8349475	3866	PANCAQUIA	AZANGARO I		x				x	x	2.5
CELESTINO LA RICA HANCCO	59	370113	8345854	3867	COMUNIDAD PUNTA SAHUACASI	AZANGARO I		x				x	x	3.2

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

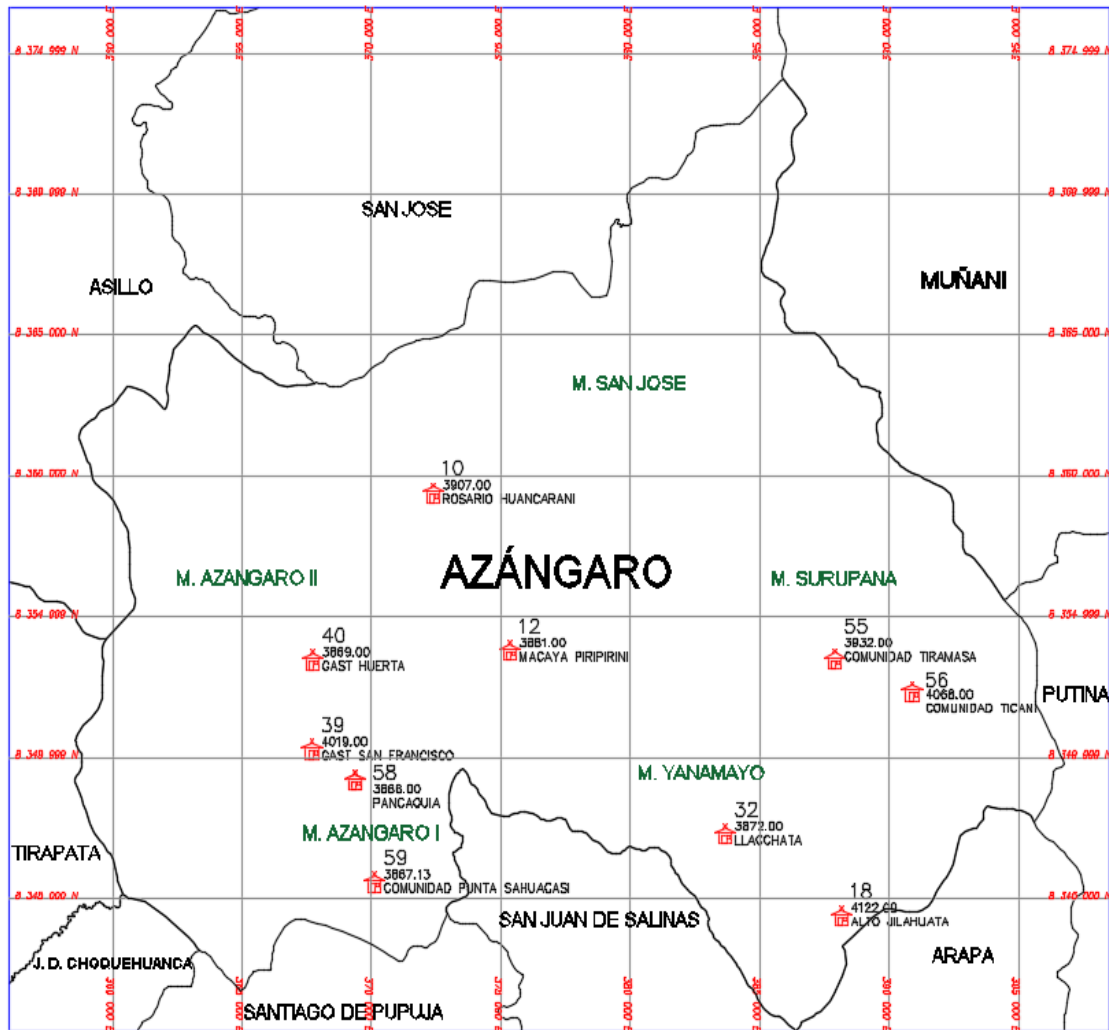


Figura 59. Puntos de realización de prueba de infiltración y muestreo de suelo
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

La prueba de infiltración se desarrolló de la siguiente manera:

- Se realizó la ubicación de la zona de excavación teniendo en cuenta la lejanía mínima y cota inferior a la fuente de agua para consumo que debe ubicarse.
- Excavación del hoyo de 1.00mx1.00mx1.00m y uno al centro de 30x30cm
- Medición del descenso de nivel que ocurre cada 15 min por un periodo de una hora. Además, se obtuvo muestra de suelo del fondo de excavación.



Figura 60. Realización de prueba de infiltración
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 22. Resumen de pruebas de infiltración

NOMBRE POBLADOR	PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)	ELEVACION	DESCRIPCION	MICROCUECNA	NIVEL FREATICO	TASA DE INFILTRACION MIN/CM
FRANCISCO MASCO JUSTO	10	372388	8359876	3907	ROSARIO HUANCARANI	SAN JOSE	3.5	8.6
DORA ADEUNA UBA COTACALLAPA	12	375352	8354074	3881	MACAYA PIRIPIRINI	SAN JOSE	9.5	11.9
FLORA CALCINA PORTILLO	18	388162	8344662	4122	ALTO JILAHUATA	YANAMAYO	10.0	10.6
FLORA ZAMATA CALCINA	32	383675	8347568	3872	LACCHATA	YANAMAYO	2.0	12.5
GREGORIO VARGAS MAMANI	39	367896	8350565	4019	GAST SAN FRANCISCO	AZANGARO II	NE Roca	15.9
GABRIEL QUIESPE CALCINA	40	367729	8353749	3869	GAST HUERTA	AZANGARO II	1.8	11.3
JOSE FREDY CALCINA CHOQUEMAMANI	55	387907	8353790	3932	COMUNIDAD TIRAMASA	SURUPANA	4.1	13.8
LIDIA BANEGAS CAHUA	56	390894	8352629	4068	COMUNIDAD TICANI	SURUPANA	9m roca	15.4
CARLOS LARICO HANCCO	58	369361	8349475	3866	PANCAQUIA	AZANGARO I	2.5	9.8
CELESTINO LARICO HANCCO	59	370113	8345854	3867	COMUNIDAD PUNTA SAHUACASI	AZANGARO I	3.2	10.4

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

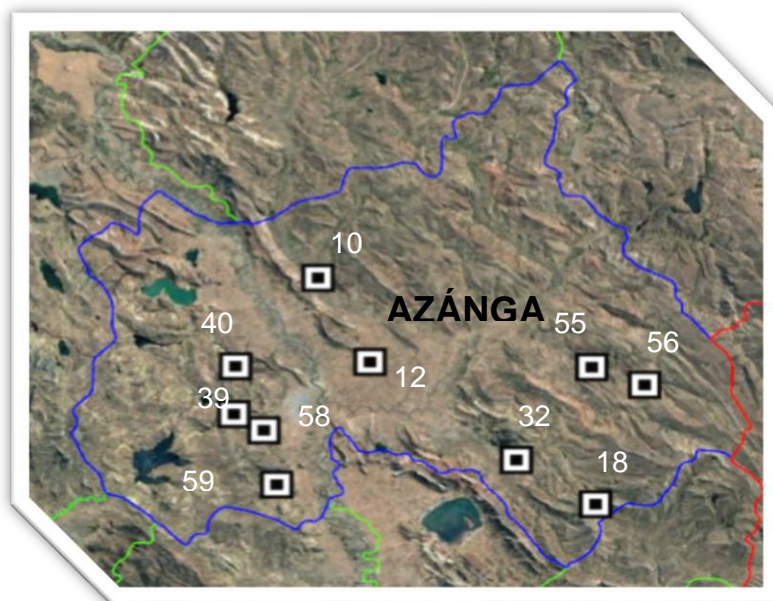


Figura 61. Fotografía satelital de puntos de muestreo y pruebas de infiltración
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7 Procesamiento de información

Luego de recopilar la información y procesar algunos datos estadísticos se empezó al procesamiento de los datos, empleando programas de ingeniería como el programa de dibujo automatizado AutoCad, Revit, Lumion, hojas de cálculo en el programa Microsoft Excel elaborados para el diseño y el programa de textos Microsoft Word utilizando formulas necesarias expuestas en el marco teórico.

3.7.1 Diseño arquitectónico de vivienda rural para cinco personas

Variables de diseño arquitectónico de una vivienda rural

Número de personas para las que se diseñara es de cinco

Componentes mínimos para una vivienda rural

Los componentes de una vivienda que les permita el logro de una vida digna, una salud física, y confort son las siguientes:

- Habitaciones
- Sistema de eliminación de excretas
- Iluminación y energía eléctrica
- Acceso a agua segura
- Módulos productivos



Figura 62. Componentes mínimos para una vivienda rural
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Programa arquitectónico.

Este programa arquitectónico es la guía y base de todo Arquitecto o persona que quiera diseñar o realizar un proyecto. El programa arquitectónico básicamente es un estudio y un compendio de necesidades espaciales, vinculación y jerarquización de espacios y elementos. En pocas palabras el proyecto arquitectónico es en concepto el proyecto mismo. (Arquinetpolis, 2018)

Tabla 23. Programa arquitectónico

NECESIDAD	ACTIVIDAD	ESPACIO	N° USUARIOS	N° ESPACIOS	ÁREA	ZONA
Sociabilizar	Reunirse y recibir visitas	Patio	10	1	25.00 m2	SOCIAL
Cocinar y alimentarse	Preparar alimentos, alimentarse	Cocina Comedor	5	1	12.75 m2	SOCIAL
Descanzo	Dormir, reposar	Dormitorio principal padres	2	1	12.00 m2	INTIMA
Descanzo	Dormir, reposar	Dormitorio hijos	2	1	12.00 m2	INTIMA
Descanzo	Dormir, reposar	Dormitorio Hijas	2	1	12.00 m2	INTIMA
Guardar y almacenar	Almacenar productos agrícolas, herramientas	Deposito	2	1	3.00 m2	SERVICIO
Aseo	Bañarse, necesidades fisiologicas	Baño, Servicios Higienicos	1	1	3.50 m2	INTIMA
Descanzo y seguridad de ganado ovino	Descanzo, proteccion de animales	Corral de ovejas	15	1	37.00 m2	SERVICIO
Descanzo y seguridad de ganado vacuno	Descanzo, proteccion de animales	Cobertizo	2	1	30.00 m2	SERVICIO

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

Organigrama.

Un organigrama es un esquema de la organización y relación de espacios, en función al programa arquitectónico, y que se puede asemejar a la calidad.

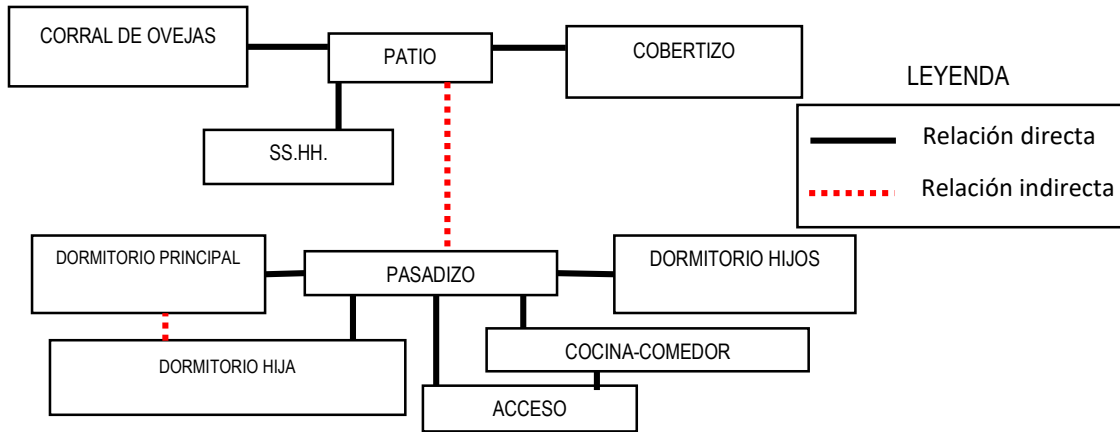


Figura 63. Organigrama de la vivienda, Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Flujograma o diagrama de circulación

Es un esquema de distribución de planta en un plano tridimensional a escala o proporción, que muestra donde se realizaran todas las actividades que aparecen en el programa arquitectónico cabe indicar que en este diagrama se pueden hacer dos tipos de análisis:

El primero, de seguimiento al hombre, donde se analizan los movimientos y las actividades de la persona que efectúa la operación.

El segundo, de seguimiento a los productos, el cual analiza las mecanizaciones, los movimientos y las transformaciones que sufre la materia prima. (Humpiri, 2016)

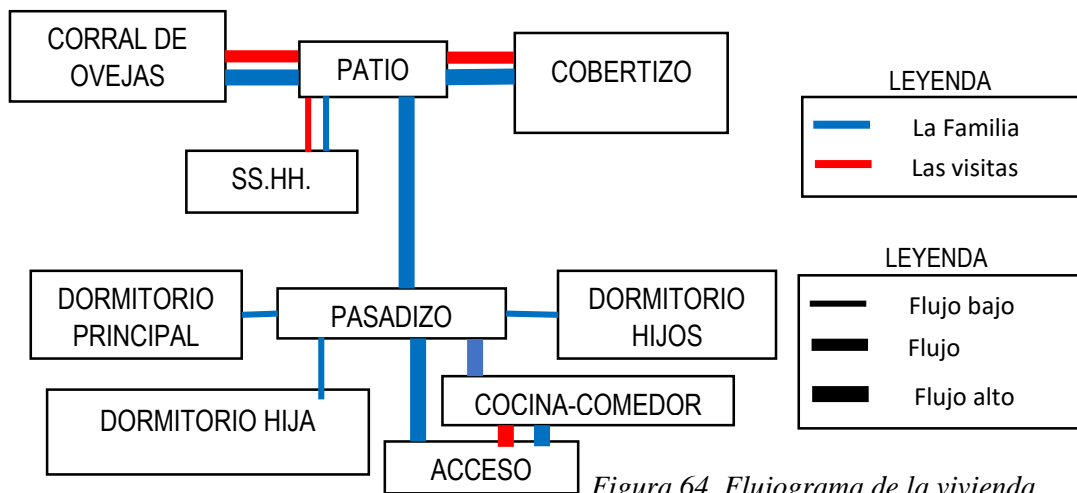


Figura 64. Flujograma de la vivienda Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Diagrama de correlaciones

El diagrama de correlación es una herramienta que se utiliza para la interpretación de datos. A través de él se podrá examinar que tan fuerte es la relación entre los espacios, y determinar si esta relación es directa, indirecta o nula.

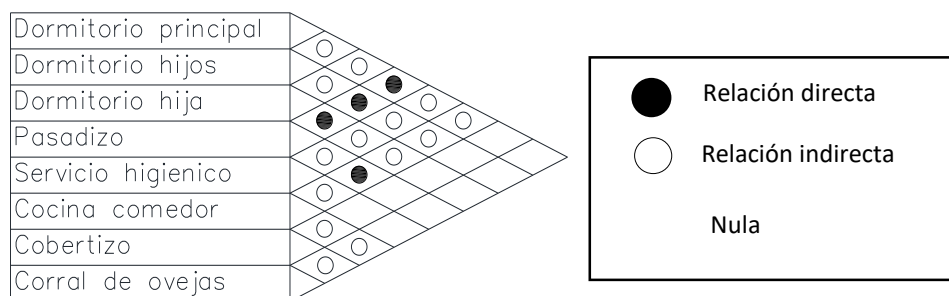


Figura 65. Diagrama de correlación de la vivienda

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Zonificación.

La zonificación es la ubicación de los espacios arquitectónicos en los sitios adecuados según las necesidades que vayan a satisfacer, tomando en cuenta la disposición, coordinación y circulaciones con los demás espacios arquitectónicos de funciones y/o complementarios

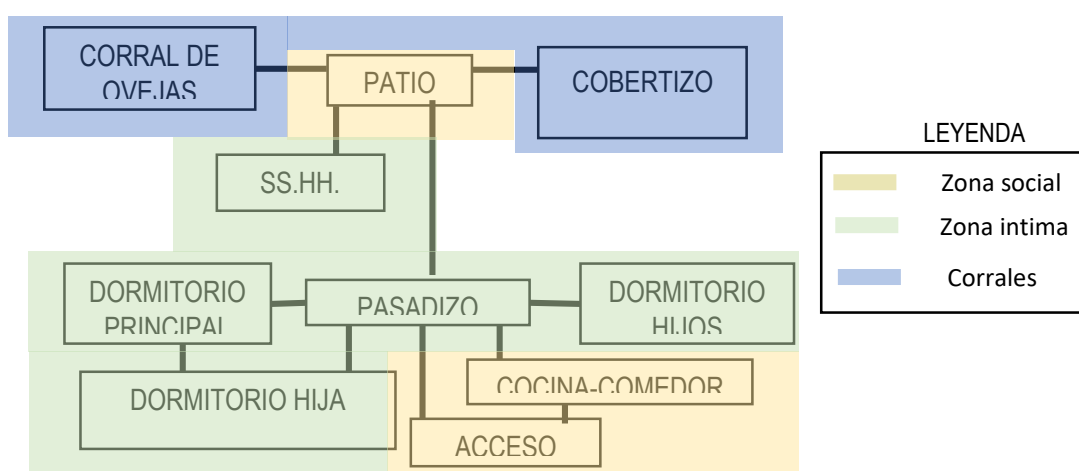


Figura 66. Zonificación de la vivienda

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.2 Diseño arquitectónico de vivienda rural para tres personas

Variables de diseño arquitectónico de una vivienda rural

Número de personas para las que se diseñara es de tres

Componentes mínimos para una vivienda rural

Los componentes de una vivienda que les permita el logro de una vida digna, una salud física, y confort son las siguientes:

- Habitaciones
- Sistema de eliminación de excretas
- Iluminación y energía eléctrica
- Acceso a agua segura
- Módulos productivos

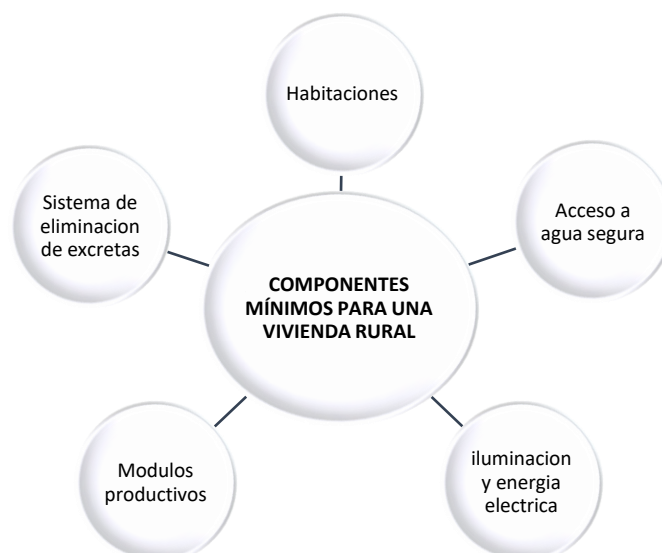


Figura 67. Componentes mínimos para una vivienda rural

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Programa arquitectónico.

Este programa arquitectónico es la guía y base de todo Arquitecto o persona que quiera diseñar o realizar un proyecto. El programa arquitectónico básicamente es un estudio y un compendio de necesidades espaciales, vinculación y jerarquización de espacios y elementos. En pocas palabras el proyecto arquitectónico es en concepto el proyecto mismo. (Arquinetpolis, 2018)

Tabla 24. Programa arquitectónico

NECESIDAD	ACTIVIDAD	ESPACIO	N° USUARIOS	N° ESPACIOS	ÁREA	ZONA
Sociabilizar	Reunirse y recibir visitas	Patio	10	1	25.00 m2	SOCIAL
Cocinar y alimentarse	Preparar alimentos, alimentarse	Cocina Comedor	5	1	12.75 m2	SOCIAL
Descanzo	Dormir, reposar	Dormitorio principal padres	2	1	12.00 m2	INTIMA
Descanzo	Dormir, reposar	Dormitorio hijo(a)	1	1	11.00 m2	INTIMA
Guardar y almacenar	Almacenar productos agrícolas, herramientas	Deposito	2	1	3.00 m2	SERVICIO
Aseo	Bañarse, necesidades fisiológicas	Baño, Servicios Higienicos	1	1	3.50 m2	INTIMA
Descanzo y seguridad de ganado ovino	Descanzo, proteccion de animales	Corral de ovejas	15	1	37.00 m2	SERVICIO
Descanzo y seguridad de ganado vacuno	Descanzo, proteccion de animales	Cobertizo	2	1	30.00 m2	SERVICIO

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Organigrama.

Un organigrama es un esquema de la organización y relación de espacios, en función al programa arquitectónico, y que se puede asemejar a la calidad. (Humpiri, 2016)

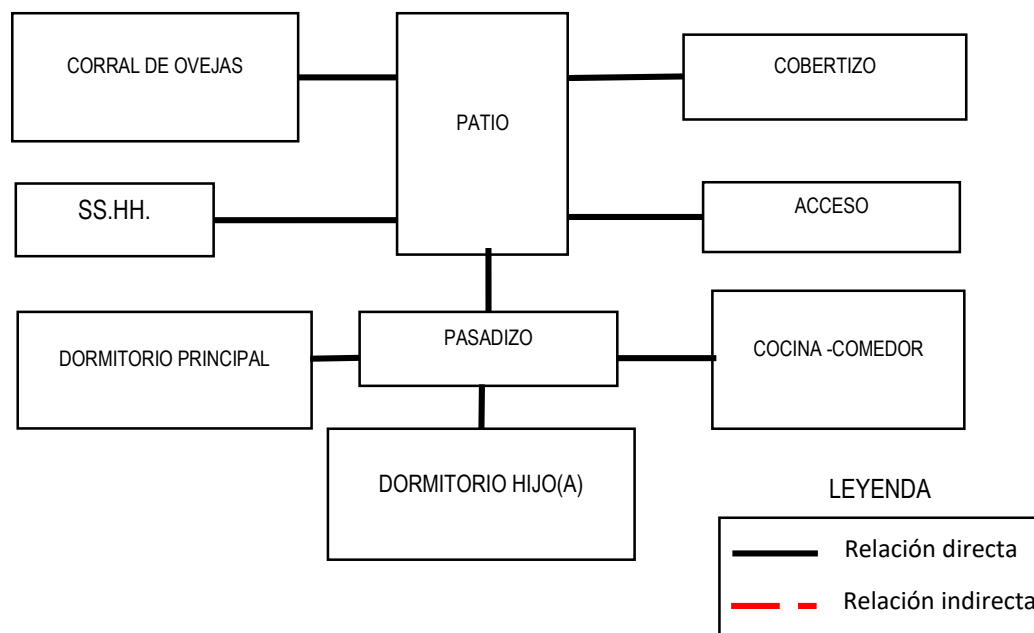


Figura 68. Organigrama de la vivienda

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Flujograma o diagrama de circulación

Es un esquema de distribución de planta en un plano tridimensional a escala o proporción, que muestra donde se realizarán todas las actividades que aparecen en el programa arquitectónico cabe indicar que en este diagrama se pueden hacer dos tipos de análisis:

El primero, de seguimiento al hombre, donde se analizan los movimientos y las actividades de la persona que efectúa la operación.

El segundo, de seguimiento a los productos, el cual analiza las mecanizaciones, los movimientos y las transformaciones que sufre la materia prima. (Humpiri, 2016)

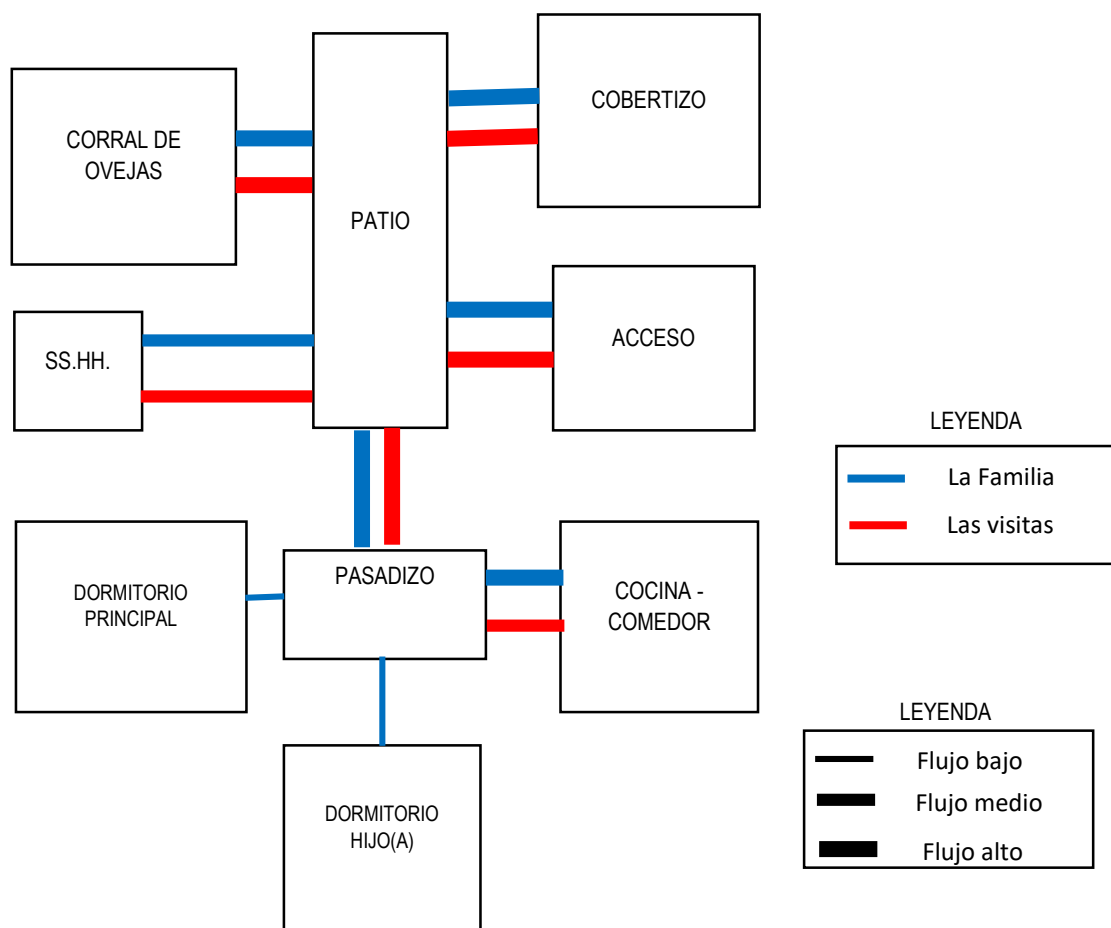


Figura 69. Flujograma de la vivienda

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Diagrama de correlaciones

El diagrama de correlación es una herramienta que se utiliza para la interpretación de datos. A través de él se podrá examinar que tan fuerte es la relación entre los espacios, y determinar si esta relación es directa, indirecta o nula.

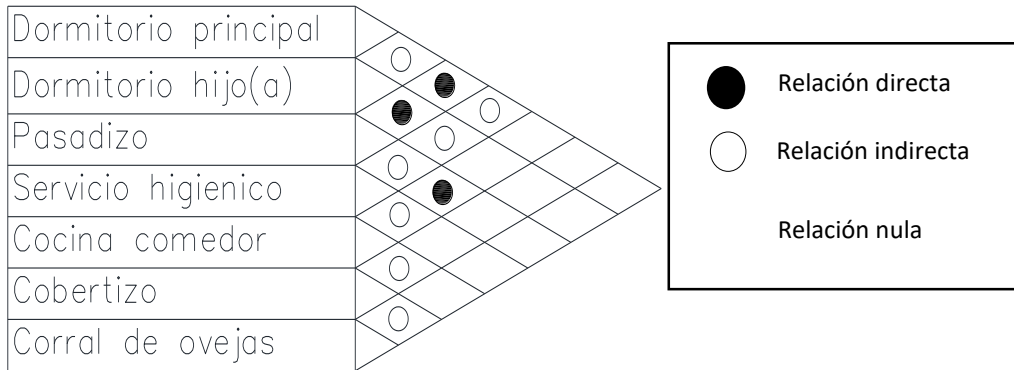


Figura 70. Diagrama de correlación de la vivienda

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Zonificación.

La zonificación es la ubicación de los espacios arquitectónicos en los sitios adecuados según las necesidades que vayan a satisfacer, tomando en cuenta la disposición, coordinación y circulaciones con los demás espacios arquitectónicos de funciones y/o complementarios.

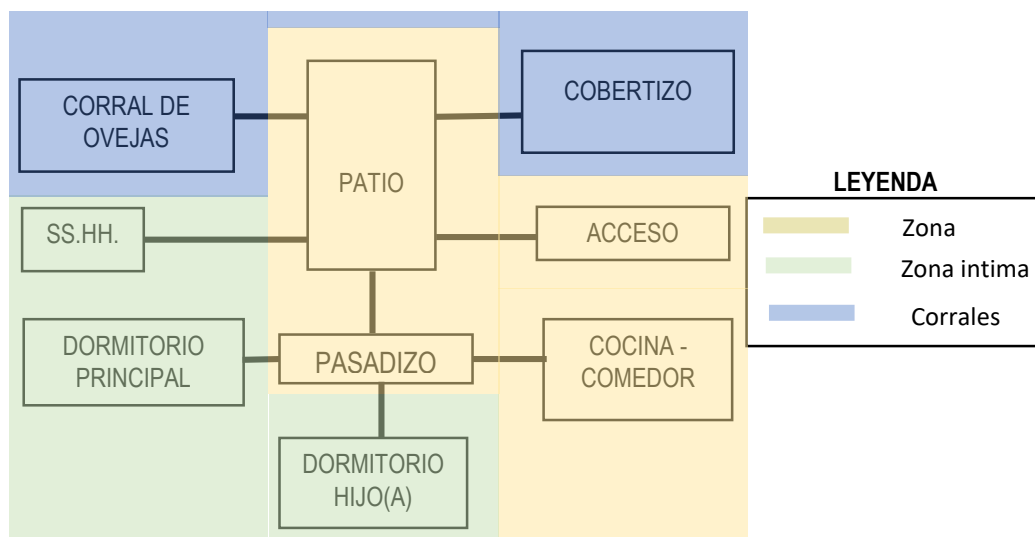


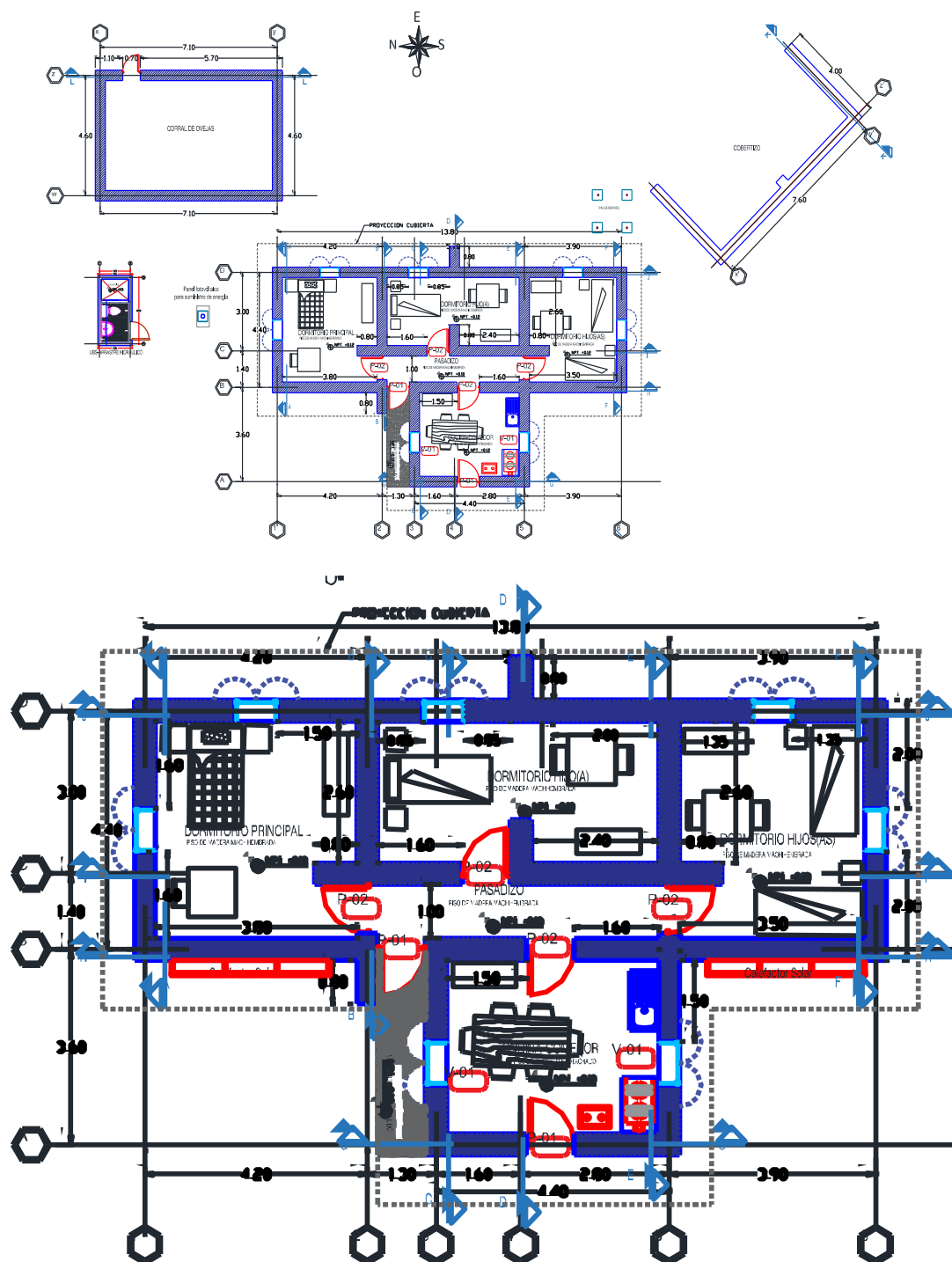
Figura 71. Zonificación de la vivienda

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.3 Propuestas de vivienda rural en planta

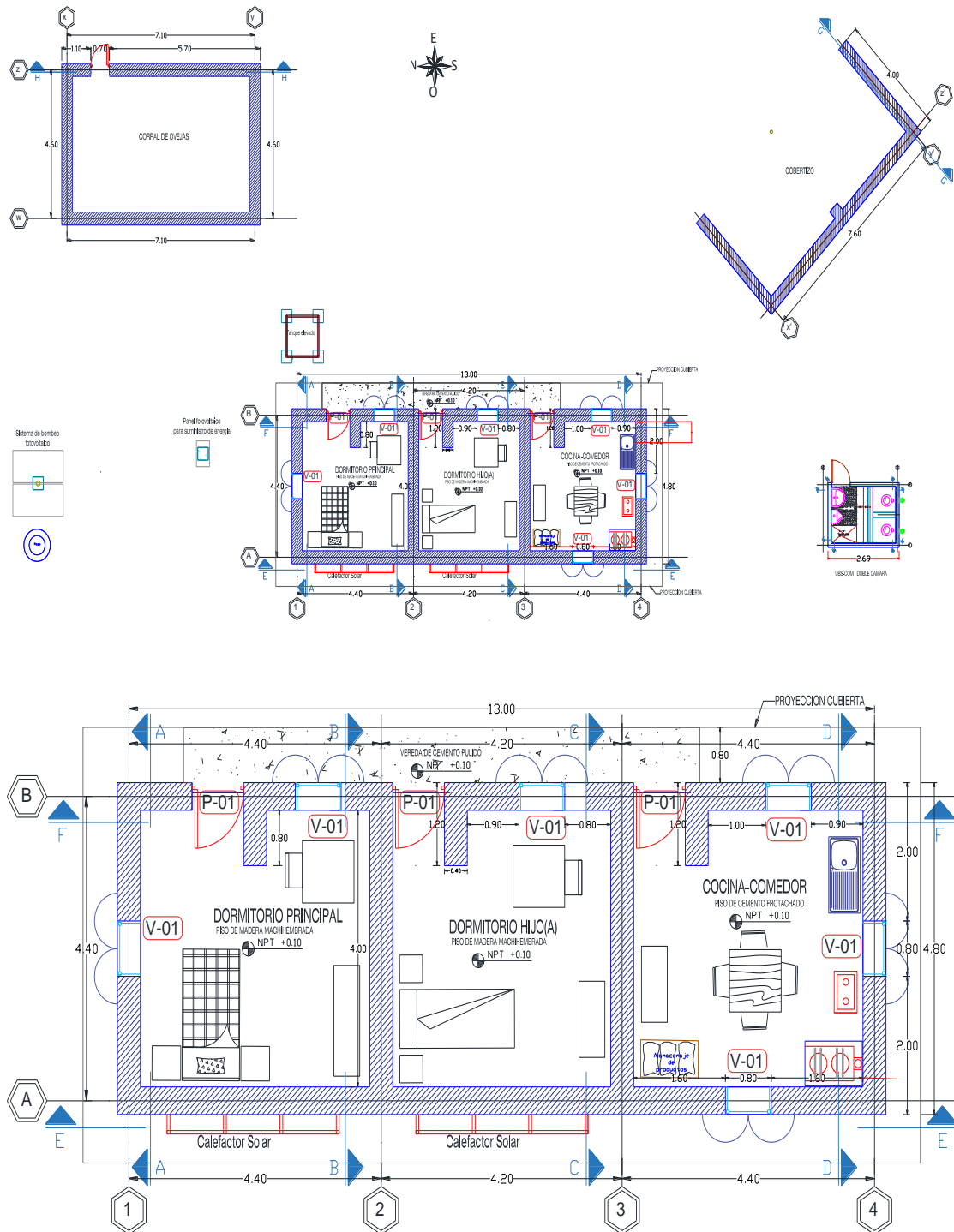
Se realizó el diseño considerando el número de personas por vivienda, de acuerdo a lo calculado en el ítem 3.2.5.6, además se tendrá en consideración el tipo de sistema de eliminación de excretas, a plantear.

3.7.3.1 Propuesta de vivienda rural para cinco personas



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.3.2 Propuesta de vivienda rural para tres personas



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.4 Sistema estructural de vivienda rural de cinco personas

3.7.4.1 Cimentación

De acuerdo a la norma E-080 todo cimiento debe tener una profundidad mínima de 0.60m medida a partir del terreno natural y un ancho mínimo de 0.60m en la siguiente figura se muestra la sección de cimentación.

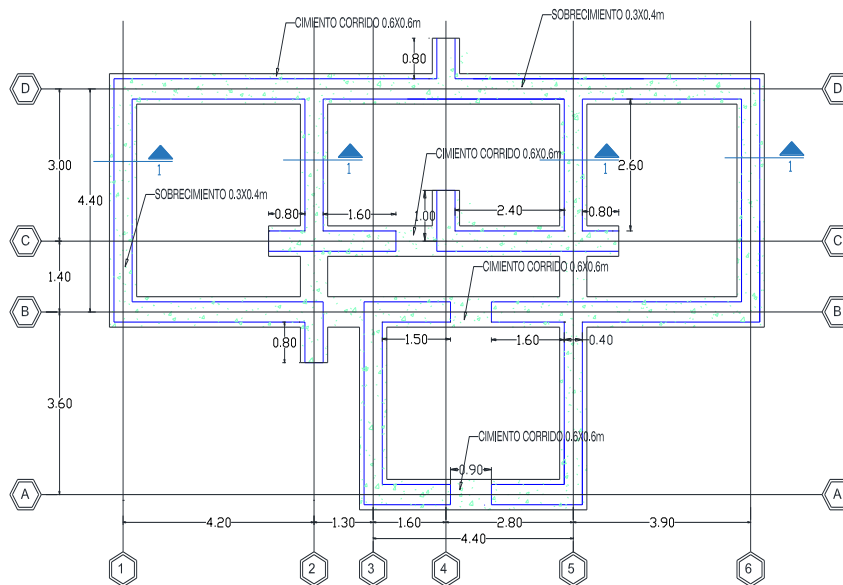


Figura 72. Plano de cimentación de vivienda rural para cinco personas
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.4.2 Sobrecimiento

De acuerdo a la norma E-080 Diseño y construcción con tierra reforzada todo sobrecimiento debe elevarse sobre el nivel de terreno no menos de 0.30m y tener un ancho mínimo de 0.40metros.

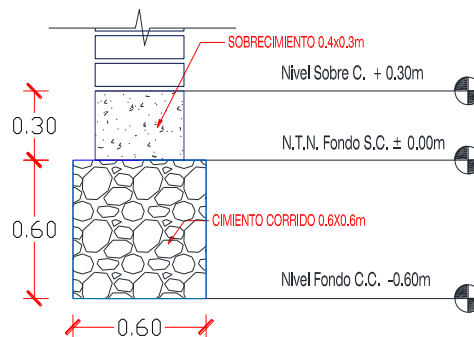


Figura 73. Sección de cimiento corrido y sobrecimiento
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

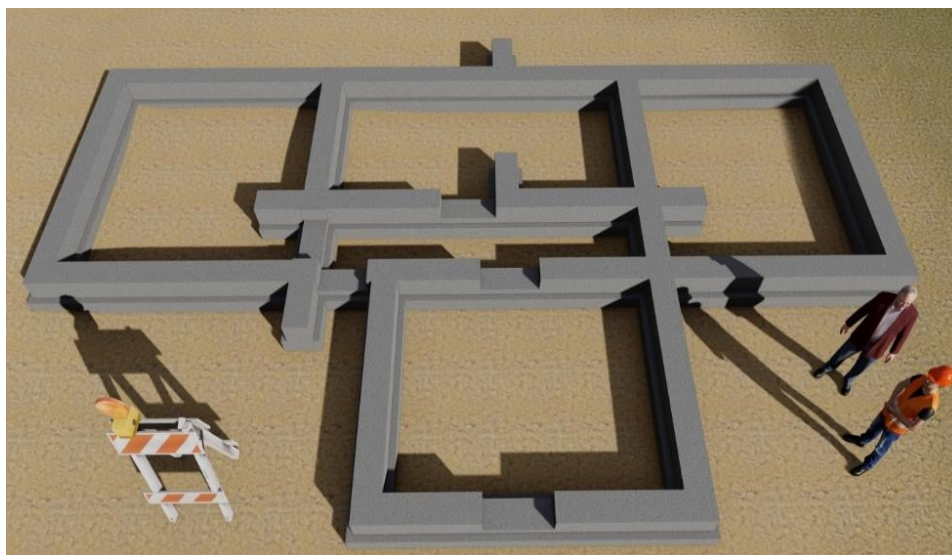


Figura 74. vista 3d de cimiento corrido y sobrecimiento

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.4.3 Muros

Los muros son los elementos más importantes en la resistencia, estabilidad y comportamiento sísmico de la estructura de una edificación de tierra reforzada. El diseño de los muros debe realizarse usando criterios basados en la estabilidad y desempeño. (RNE,2017)

Diseño de muros basado en la estabilidad

El espesor de muro

El espesor de muro debe ser de 0.40m para una mayor resistencia y estabilidad frente al volteo.

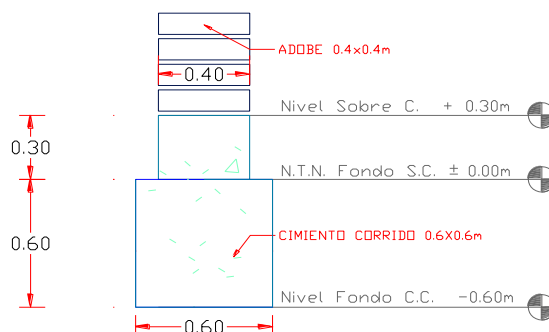


Figura 75. Sección de muro de adobe

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Limites geométricos de muros y vanos

Las edificaciones de tierra reforzada, deben cumplir con los criterios de configuración que se muestran en la siguiente figura:

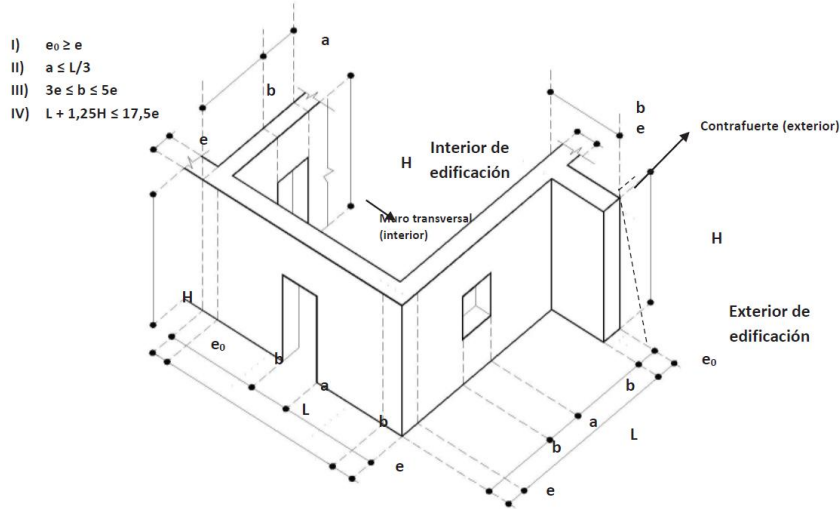


Figura 76. Limites geométricos de muros y vanos

Fuente: RNE E-080

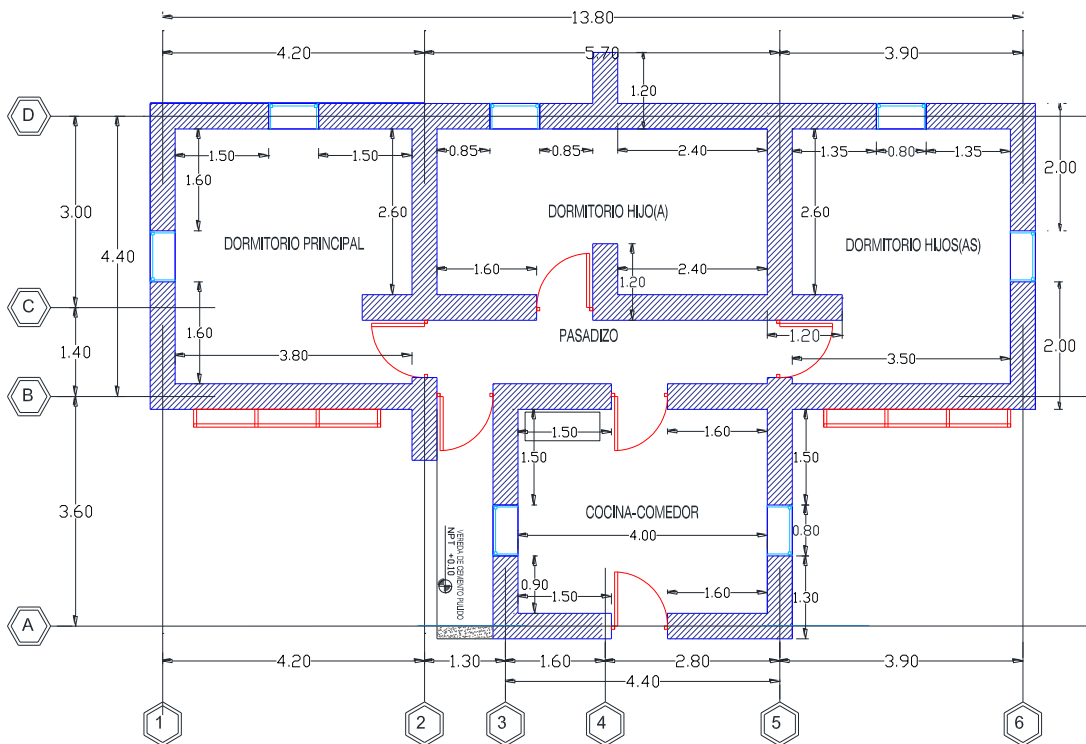


Figura 77. Plano de planta de propuesta de vivienda para cinco personas

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

De acuerdo a los límites geométricos de muros que se muestran en la figura 76 del reglamento nacional de edificaciones a continuación se tiene la aplicación de la misma para el diseño de muros de la propuesta de vivienda rural para cinco personas.

Tabla 25. Verificación límites geométricos de muros de vivienda para 05 personas

EJE	TRAMO	L (Largo efectivo)	H (Altura libre de muro)	a ≤ L/3		3e ≤ b ≤ 5e		L + 1.25H ≤ 17.5e		
				a (apertura)	verificación	b	verificación	L + 1.25H	17.5*e	verificación
I-I	B-D	4.00 m	1.80 m	0.80 m	OK	2.00 m	OK	6.25	7.00	OK
2-2	C-D	2.60 m	1.80 m	0.00 m	OK	0.00 m	OK	4.85	7.00	OK
3-3	A-B	3.20 m	1.80 m	0.80 m	OK	1.90 m	OK	5.45	7.00	OK
5-5	A-B	3.20 m	1.80 m	0.80 m	OK	1.30 m	OK	5.45	7.00	OK
5-5	C-D	2.60 m	1.80 m	0.00 m	OK	0.00 m	OK	4.85	7.00	OK
6-6	B-D	4.00 m	1.80 m	0.80 m	OK	2.00 m	OK	6.25	7.00	OK
A-A	3-5	4.00 m	1.80 m	0.90 m	OK	2.00 m	OK	6.25	7.00	OK
B-B	1-2	3.80 m	1.80 m	0.00 m	OK	0.00 m	OK	6.05	7.00	OK
B-B	3-5	4.00 m	1.80 m	0.90 m	OK	1.90 m	OK	6.25	7.00	OK
B-B	5-6	3.50 m	1.80 m	0.00 m	OK	0.00 m	OK	5.75	7.00	OK
C-C	2-4	2.50 m	1.80 m	0.90 m	Revisar	2.00 m	OK	4.75	7.00	OK
C-C	4-5	2.40 m	1.80 m	0.00 m	OK	0.00 m	OK	4.65	7.00	OK
D-D	1-2	3.80 m	1.80 m	0.80 m	OK	1.90 m	OK	6.05	7.00	OK
D-D	2-4	2.50 m	1.80 m	0.80 m	OK	1.25 m	OK	4.75	7.00	OK
D-D	4-5	2.40 m	1.80 m	0.00 m	OK	0.00 m	OK	4.65	7.00	OK
D-D	5-6	3.50 m	1.80 m	0.80 m	OK	1.75 m	OK	5.75	7.00	OK

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

En la tabla anterior se puede apreciar que la última condición todos los tramos de muro cumplen con las restricciones, sin embargo en el eje C-C tramo 2-4 no cumple con una condición, sin embargo este trabajara como arriostre vertical o contrafuerte y además cumplen con la última condición.

Densidad de muros en ejes principales

Cociente entre la suma de áreas transversales de los muros paralelos a cada eje principal de la planta de la construcción y el área total techada (RNE;2017). A continuación, se muestra el cuadro y suma de áreas transversales de muros de los ejes principales y el cálculo de la densidad de muros.

Tabla 26. *Calculo de densidad de muros de vivienda para 05 personas*

EJE	TRAMO	Longitud de muro	Espesor	Area transversal de muro	A (Area total techada)	Densidad de muro calculado %	Densidad de muro norma % E-080	Verificacion
1-1	B-D	4.40 m	0.40 m	1.76 m ²	90.45 m ²	1.95%	8.00%	Cumple con lo requerido
2-2	A-B	5.50 m	0.40 m	2.20 m ²		2.43%		
2'-2'	D-E	4.00 m	0.40 m	1.60 m ²		1.77%		
3-3	A-C	4.40 m	0.40 m	1.76 m ²		1.95%		
4-4	A-B	9.10 m	0.40 m	3.64 m ²		4.02%		
5-5	B-D	4.40 m	0.40 m	1.76 m ²		1.95%		
TOTAL				12.72 m ²	90.45 m ²	14.06%		

FUENTE: *Elaborado por el equipo de trabajo*

Diseño de muros basado en el desempeño

En el diseño de muros basado en el desempeño, debe colocarse refuerzos en las conexiones, viga collar superior, dinteles flexibles, refuerzos en muros. (RNE,2017)

Viga collar en muros

La viga collar tiene como misión mantener conectados los muros entre si durante un sismo. (RNE,2017)



Figura 78. *Viga collar en vivienda para 05 personas*

Fuente: *Elaborado por el equipo de trabajo*

Refuerzo en muros

Los refuerzos serán con mallas de sogas sintéticas (driza blanca o similar) cuyas consideraciones se mencionan en la norma E-080.

- Utilizar diámetros de sogas sintéticas igual o mayores a 5/32” (3.97mm), salvo las sogas para unir las mallas de ambas caras del muro, cuyo diámetro debe ser mínimo de 1/8” (3.17mm).
- La separación entre las sogas horizontales debe ser menor a 0.40m en promedio para el tercio inferior a la altura del muro, 0.30m en promedio para el tercio central y 0.20 en promedio para el tercio superior (sin coincidir con la junta horizontal). La separación entre las sogas verticales debe ser menor a 0.40m.

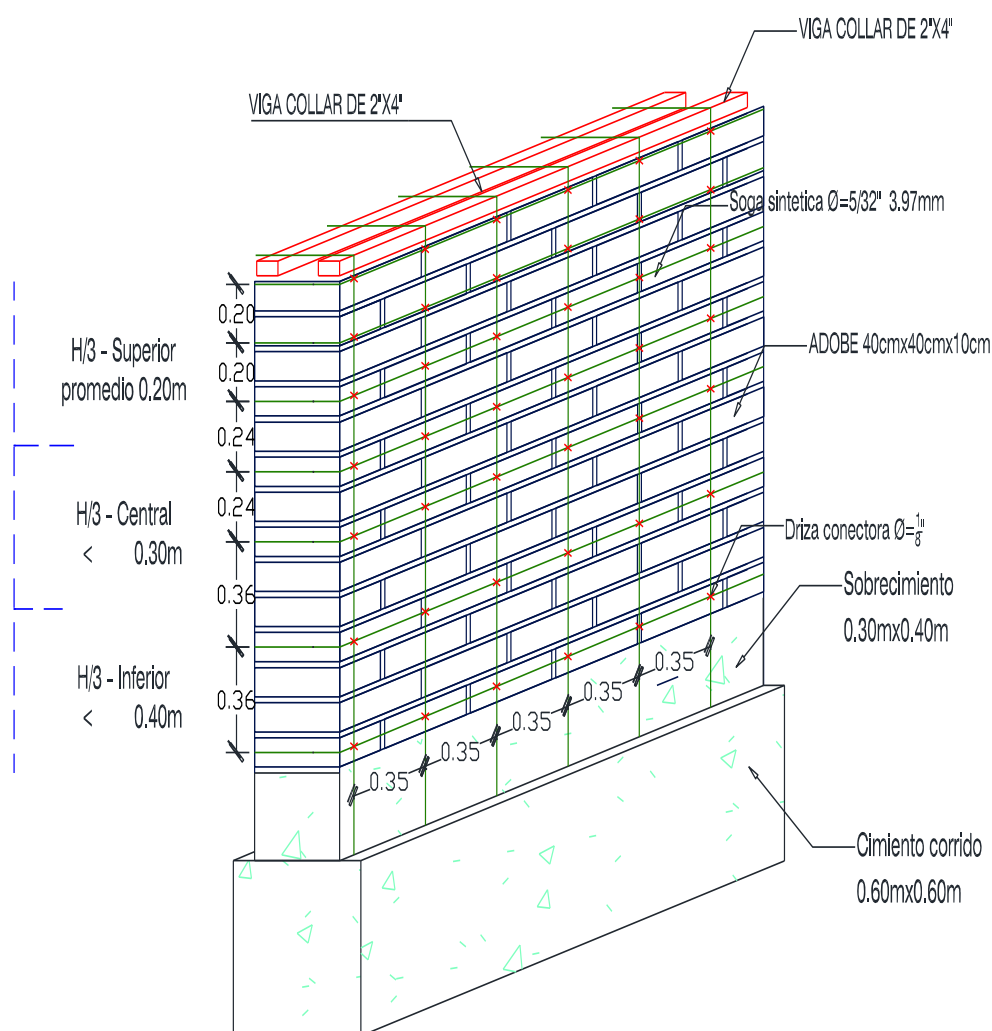


Figura 79. Refuerzo de muro de adobe con soga sintética

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.4.4 Techos

Los techos deben ser livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de muros, deben estar adecuadamente fijados a los muros a través de la viga solera.

Se deberá evitar el deterioro de edificaciones de tierra reforzada causadas por la lluvia protegiéndolas a través de:

- Cimientos y sobrecimientos
- Aleros en el techo que protejan el muro de cualquier contacto con la lluvia.
- Zócalos exteriores (RNE, 2017)



Figura 80. Vista 3D de techo de propuesta de vivienda rural para cinco personas

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Diseño de viga de madera

Para el diseño de vigas de madera se realizará en base al reglamento nacional de edificaciones la E-010 y la E-020.

Metrado de cargas

La madera a utilizarse será madera tornillo, cuya densidad básica es de 0.45g/cm³ cuya clasificación está en el grupo C de la tabla de densidades básicas de la norma E-010.

Peso propio

Peso de la viga (Pv)

Longitud de la viga	Seccion de la viga		Densidad	Peso de la viga
	b	h		
381.00 cm	5.00 cm	15.00 cm	0.45 g/cm ³	12.86 Kg

Peso de las correas (Pc)

Numero de correas	Longitud de correas	Seccion de la viga		Densidad	Peso de la viga
		b	h		
11	98.00 cm	5.00 cm	5.00 cm	0.45 g/cm ³	12.13 Kg

Peso de cielo raso (Pcr)

Longitud de cielo raso	Ancho	Area de cielo raso	Peso de cielo raso/m ²	Peso de cielo raso triplay 4mm y lana f.v.
3.81 m	0.98 m	3.73 m ²	3.40 Kg/m ²	12.69 Kg

Peso de la teja asfáltica (Pt)

Longitud de techo	Ancho	Area de techo	Peso de teja asfáltica/m ²	Peso techo de teja asfáltica
3.81 m	0.98 m	3.73 m ²	3.97 Kg/m ²	14.82 Kg

Cargas de nieve. (Qs)

En este caso se diseñarán con la inclusión de carga de nieve ya que en la zona de estudio se presentan granizadas que sobrecargan los techos.

Longitud de techo	Ancho	Area de techo	Peso de Carga Viva RNE	Peso de Carga Viva en techo
3.81 m	0.98 m	3.73 m ²	40.00 Kg/m ²	149.35 Kg

Por lo que la carga sobre la viga será la suma de estas cargas

$$CT = Pv + Pc + Pcr + Pt + Qs = 12.86 + 12.13 + 12.69 + 14.82 + 149.35 = 201.86 \text{ Kg}$$

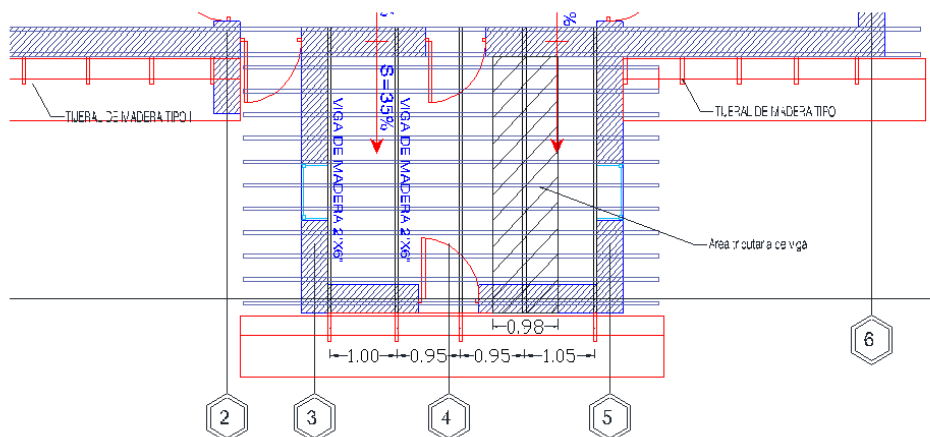


Figura 81. Área tributaria de viga vivienda de 05 personas

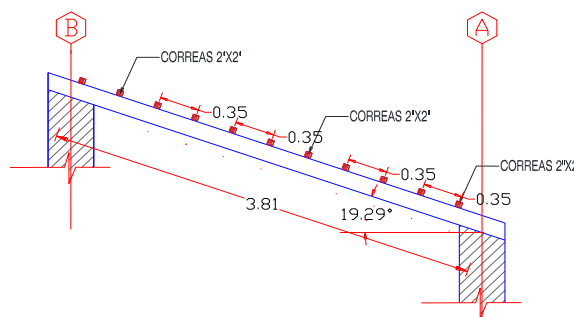


Figura 82. Sección de viga de vivienda de 05 personas

Ahora distribuiremos la carga en la viga

$$q = 201.86 * 0.98 = 197.82 \text{ kg/m}$$

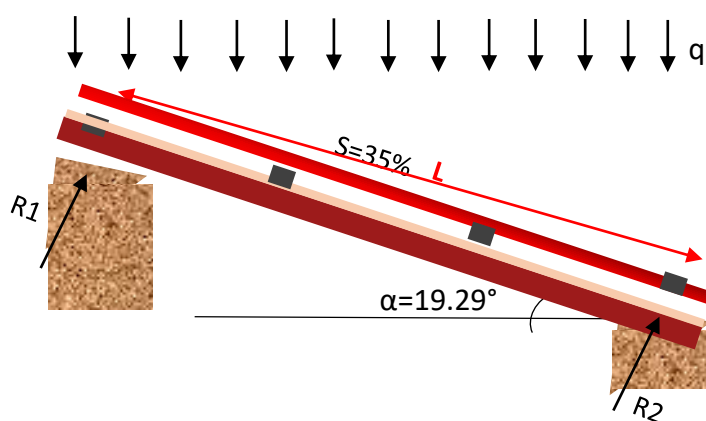


Figura 83. Sección de viga de diseño

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

A continuación, realizamos los diagramas de cortante y momento flector

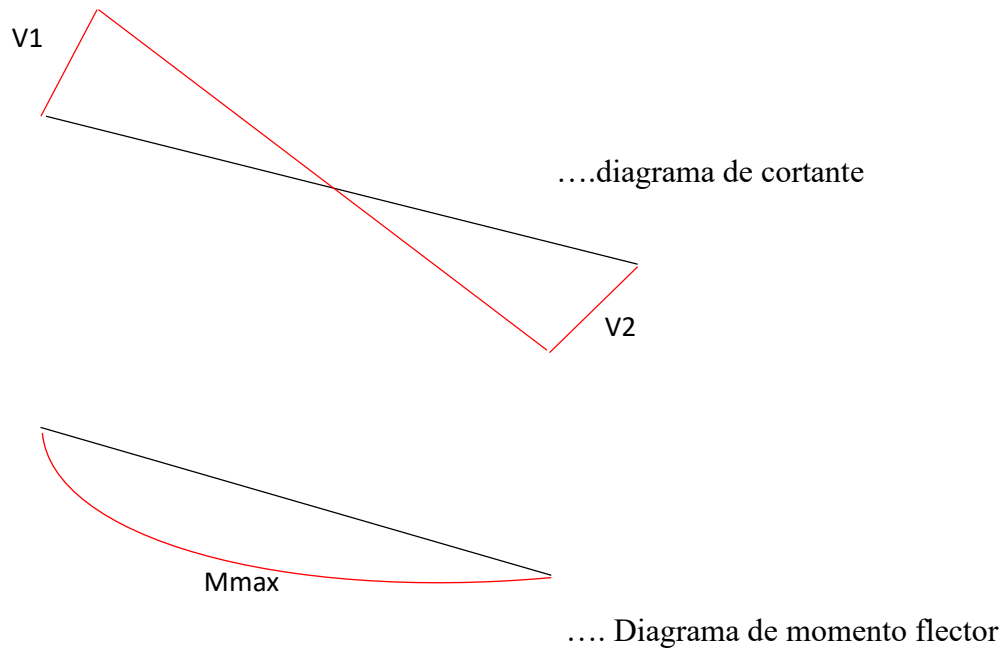


Figura 84. Diagrama de momento flector y cortante de viga

$$R1 = V1 = \frac{q * \cos \alpha * L}{2} \quad \dots 03.01$$

$$Mmax = \frac{q * L^2 * \cos \alpha}{8} \quad \dots 03.02$$

Reemplazando valores en las ecuaciones anteriores se tiene que:

$$V1 = \frac{197.82 * \cos 19.29^\circ * 3.81}{2} = 355.69 \text{kg}$$

$$Mmax = \frac{q * L^2 * \cos \alpha}{8} = \frac{197.82 * 3.81^2 * \cos 19.29}{8} = 338.79 \text{ kg * m}$$

El esfuerzo máximo está dado por la formula siguiente:

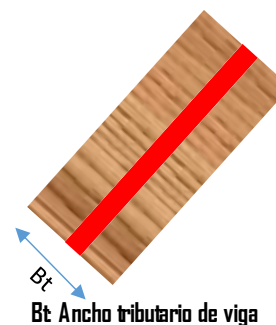
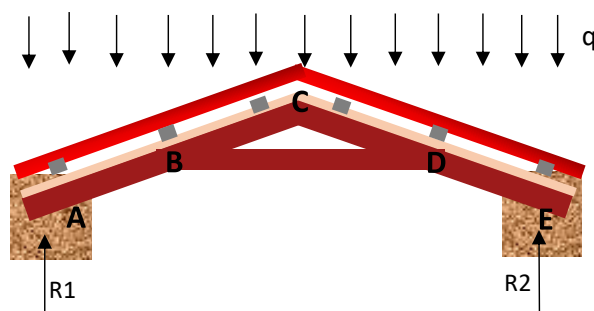
$$\sigma_{max} = \frac{M * C}{I} \dots \dots 03.03 \quad \sigma_{max} = \frac{338.79 * 0.075}{\frac{0.05 * 0.15^3}{12}} = 180.69 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{max} \leq \sigma_{adm} \dots \dots 03.04 \quad \sigma_{max} = 180.69 \text{ kg/cm}^2 \leq \frac{576 \text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ ok}$$

El esfuerzo máximo a cortante para secciones rectangulares de viga está dado por:

$$\tau_{max} = \frac{3 * V}{2 * A} \dots \dots 03.05 \quad \tau_{max} = \frac{3 * 355.69}{2 * 5 * 15} = \frac{7.11 \text{Kg}}{\text{cm}^2} \leq \frac{81 \text{kg}}{\text{cm}^2} \text{ Ok}$$

Diseño de tijeral de madera



seccion de elementos de tijeral $\left\{ \begin{array}{l} B_t = 0.95 \text{ m} \\ b = 5.00 \text{ cm} \\ h = 15.00 \text{ cm} \end{array} \right.$

Nº de correas
L: Longitud de techo
b':
h':

$\left. \begin{array}{l} 20 \\ 4.60 \text{ m} \\ 5.00 \text{ cm} \\ 5.00 \text{ cm} \end{array} \right\}$ seccion de correas

1. Metrado de cargas

Peso del tijeral

ELEMENTO	Seccion de la viga		Longitud del elemento	Densidad basica madera tornillo	Peso de de cada elemento	Peso total del tijeral
	b	h				
AB	5.00 cm	15.00 cm	121.00 cm	0.45 g/cm ³	4.08 Kg	22.58 Kg
BC	5.00 cm	15.00 cm	109.00 cm	0.45 g/cm ³	3.68 Kg	
BD	5.00 cm	15.00 cm	209.00 cm	0.45 g/cm ³	7.05 Kg	
CD	5.00 cm	15.00 cm	109.00 cm	0.45 g/cm ³	3.68 Kg	
DE	5.00 cm	15.00 cm	121.00 cm	0.45 g/cm ³	4.08 Kg	

Peso de correas

Numero de correas	Longitud de correas	Seccion de la viga		Densidad basica madera tornillo	Peso de las correas
		b'	h'		
20	95.00 cm	5.00 cm	5.00 cm	0.45 g/cm ³	21.38 Kg

Peso de techo

Longitud de techo	Ancho	Area de techo	Peso de teja asfaltica/m ²	Peso techo de teja asfaltica
4.60 m	0.95 m	4.37 m ²	3.97 Kg/m ²	17.35 Kg

Peso de cielo raso

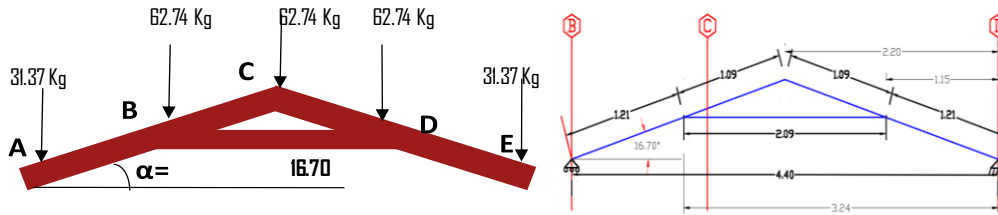
Longitud de techo	Ancho	Area de cielo raso	Peso de cielo raso/m ²	Peso de cielo raso triplay y lana fibra 5cm
4.60 m	0.95 m	4.37 m ²	3.40 Kg/m ²	14.86 Kg

Carga de nieve

Longitud de techo	Ancho	Area de techo	Peso de Carga Viva RNE carga de nieve	Peso de Carga Viva en techo
4.60 m	0.95 m	4.37 m ²	40.00 Kg/m ²	174.80 Kg

Carga Total: 250.96 Kg

2. Distribucion de cargas en nodos



3. Calculo de fuerzas en elementos

Elemento	Valor calculado	Tension o compresion	Area de seccion	Longitud del elemento	Esfuerzo Normal	$P_{cr} = E \cdot I \cdot \pi^2 / L^2$	F.S.
RA	125.34 Kg	-	-				
AB	-327.00 Kg	Compresion	0.0075 m ²	121.00 cm	4.36 Kg/cm ²	5793.11 Kg	17.7158
BC	-108.67 Kg	Compresion	0.0075 m ²	109.00 cm	1.45 Kg/cm ²	738.87 Kg	65.6931
CD	-109.66 Kg	Compresion	0.0075 m ²	109.00 cm	1.46 Kg/cm ²	738.87 Kg	65.0986
BD	-209.12 Kg	Compresion	0.0075 m ²	209.00 cm	2.79 Kg/cm ²	1941.73 Kg	9.2851
DE	-328.00 Kg	Compresion	0.0075 m ²	121.00 cm	4.37 Kg/cm ²	5793.11 Kg	17.6622

Elemento	Valor calculado	Tension o compresion	Area de seccion	Longitud del elemento	Esfuerzo Normal	σ_{adm} compresion RNE	F.S.
AB	-327.00 Kg	Compresion	0.0075 m ²	121.00 cm	4.36 Kg/cm ²	15.00 Kg	Ok
BC	-108.67 Kg	Compresion	0.0075 m ²	109.00 cm	1.45 Kg/cm ²	15.00 Kg	Ok
CD	-109.66 Kg	Compresion	0.0075 m ²	109.00 cm	1.46 Kg/cm ²	15.00 Kg	Ok
BD	-209.12 Kg	Compresion	0.0075 m ²	209.00 cm	2.79 Kg/cm ²	15.00 Kg	Ok
DE	-328.00 Kg	Compresion	0.0075 m ²	121.00 cm	4.37 Kg/cm ²	15.00 Kg	Ok

3.7.5 Sistema estructural de vivienda rural de tres personas

3.7.5.1 Cimentación

De acuerdo a la norma E-080 todo cimiento debe tener una profundidad mínima de 0.60m medida a partir del terreno natural y un ancho mínimo de 0.60m en la figura 85 se muestra la sección de cimentación.

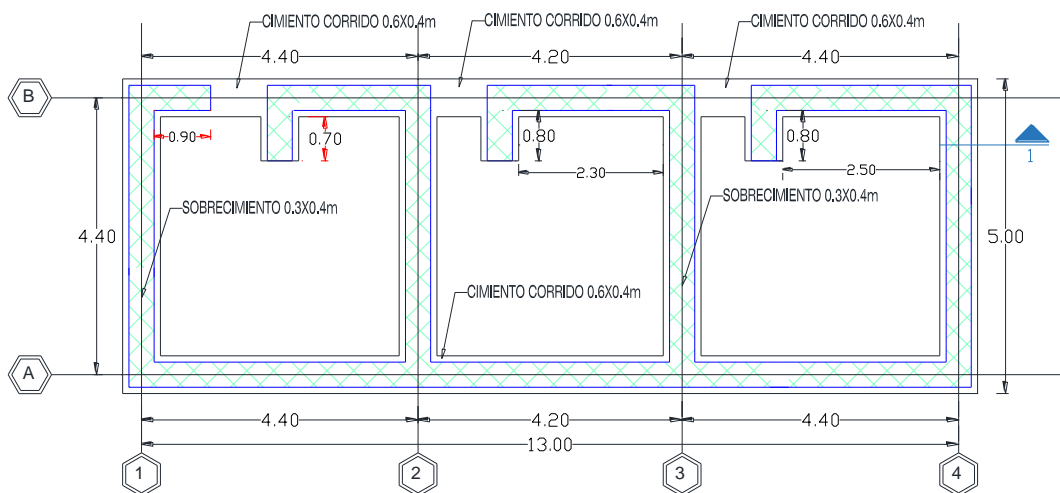


Figura 85. Plano de cimentación de vivienda rural para tres personas

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.5.2 Sobrecimiento

De acuerdo a la norma E-080 Diseño y construcción con tierra reforzada todo sobrecimiento debe elevarse sobre el nivel de terreno no menos de 0.30m y tener un ancho mínimo de 0.40metros.

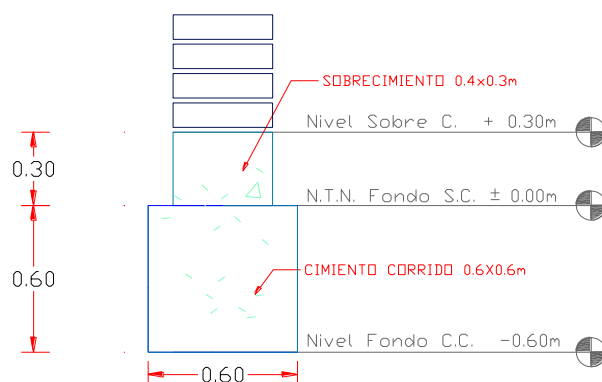


Figura 86. Sección de cemento corrido y sobrecimiento



Figura 87. vista 3d de cemento corrido y sobrecimiento

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.5.3 Muros

Los muros son los elementos más importantes en la resistencia, estabilidad y comportamiento sísmico de la estructura de una edificación de tierra reforzada. El diseño de los muros debe realizarse usando criterios basados en la estabilidad y desempeño. (RNE,2017)

Diseño de muros basado en la estabilidad

El espesor de muro

El espesor de muro debe ser de 0.40m para una mayor resistencia y estabilidad frente al volteo.

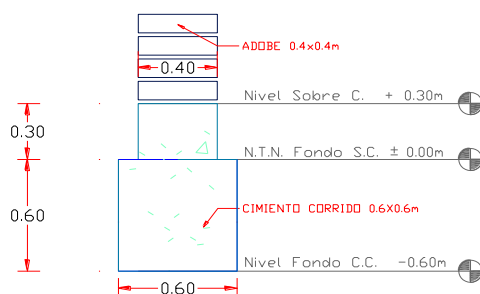


Figura 88. Sección de muro de adobe

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Limites geométricos de muros y vanos

Las edificaciones de tierra reforzada, deben cumplir con los criterios de configuración que se muestran en la siguiente figura:

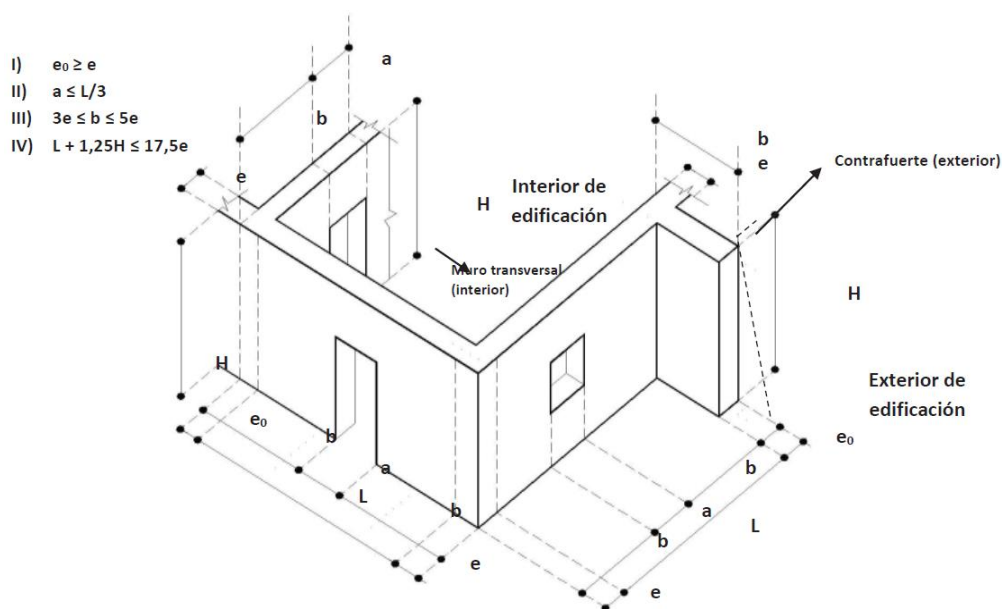


Figura 89. Limites geométricos de muros y vanos

Fuente: RNE E-080

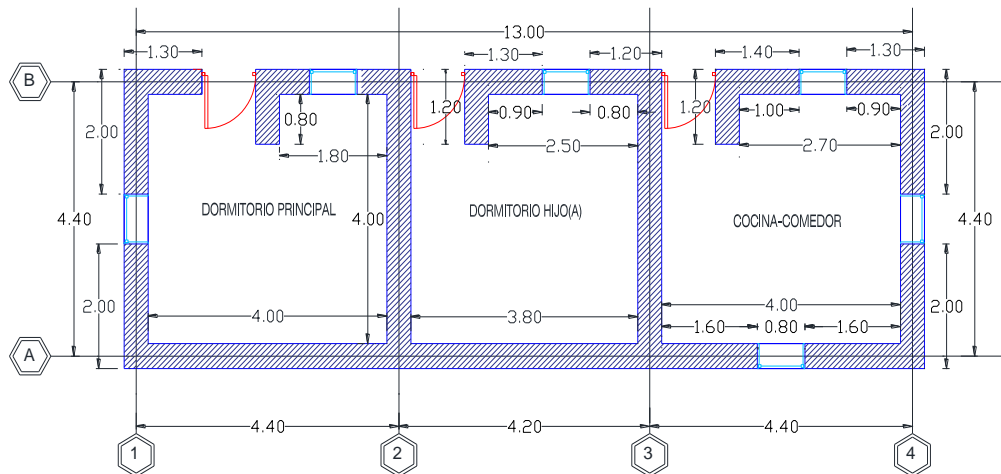


Figura 90. Plano de planta de propuesta de vivienda para tres personas

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

De acuerdo a los límites geométricos de muros que se muestran en la figura 89 del reglamento nacional de edificaciones a continuación se tiene la aplicación de la misma para el diseño de muros de la propuesta de vivienda rural para cinco personas.

Tabla 27. Verificación límites geométricos de muros de vivienda para 03 personas

EJE	TRAMO	L (Largo efectivo)	H (Altura libre de muro)	$a \leq L/3$		$3e \leq b \leq 5e$		$L + 1.25H \leq 17.5e$		
				a (apertura)	verificación	b	verificación	$L + 1.25H$	$17.5e$	verificación
I-I	A-B	4.00 m	1.70 m	0.80 m	OK	2.00 m	OK	6.125	7.00	OK
2-2	A-B	4.00 m	1.70 m	0.00 m	OK	0.00 m	OK	6.125	7.00	OK
3-3	A-B	4.00 m	1.70 m	0.00 m	OK	0.00 m	OK	6.125	7.00	OK
4-4	A-B	4.00 m	1.70 m	0.80 m	OK	2.00 m	OK	6.125	7.00	OK
A-A	1-2	4.00 m	1.70 m	0.00 m	OK	0.00 m	OK	6.125	7.00	OK
A-A	2-3	3.80 m	1.70 m	0.00 m	OK	0.00 m	OK	5.925	7.00	OK
A-A	3-4	4.00 m	1.70 m	0.80 m	OK	0.00 m	OK	6.125	7.00	OK
B-B	1-2	1.80 m	1.70 m	0.80 m	Revisar	0.90 m	Revisar	3.925	7.00	OK
B-B	2-3	2.50 m	1.70 m	0.80 m	OK	1.20 m	OK	4.625	7.00	OK
B-B	3-4	2.70 m	1.70 m	0.80 m	OK	1.30 m	OK	4.825	7.00	OK

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

En la tabla anterior se puede apreciar que la última condición todos los tramos de muro cumplen con las restricciones, sin embargo en el eje B-B tramo 1-2, no cumplen sin embargo estos cumplen con la última condición y además estos trabajaran con arriostre vertical.

Densidad de muros en ejes principales

Cociente entre la suma de áreas transversales de los muros paralelos a cada eje principal de la planta de la construcción y el área total techada (RNE, 2017). A continuación, se muestra el cuadro y suma de áreas transversales de muros de los ejes principales y el cálculo de la densidad de muros.

Tabla 28. *Calculo de densidad de muros de vivienda para 03 personas*

EJE	TRAMO	Longitud de muro	Espesor	Area transversal de muro	A (Area total techada)	Densidad de muro calculado %	Densidad de muro norma % E-080	Verificacion
1-1	B-D	4.80 m	0.40 m	1.92 m ²	64.29 m ²	2.99%	8.00%	Cumple con lo requerido
2-2	A-B	4.80 m	0.40 m	1.92 m ²		2.99%		
3-3	A-C	4.80 m	0.40 m	1.92 m ²		2.99%		
4-4	A-B	4.80 m	0.40 m	1.92 m ²		2.99%		
TOTAL				7.68 m ²	64.29 m ²	11.95%		

FUENTE: *Elaborado por el equipo de trabajo*

Diseño de muros basado en el desempeño

En el diseño de muros basado en el desempeño, debe colocarse refuerzos en las conexiones, viga collar superior, dinteles flexibles, refuerzos en muros. (RNE,2017)

Viga collar en muros

La viga collar tiene como misión mantener conectados los muros entre si durante un sismo. (RNE,2017)



Figura 91. *Viga collar en propuesta de vivienda rural para 03 personas*

Fuente: *Elaborado por el equipo de trabajo*

Refuerzo en muros

Los refuerzos serán con mallas de sogas sintéticas (driza blanca o similar) cuyas consideraciones se mencionan en la norma E-080.

- Utilizar diámetros de sogas sintéticas igual o mayores a 5/32” (3.97mm), salvo las sogas para unir las mallas de ambas caras del muro, cuyo diámetro debe ser mínimo de 1/8” (3.17mm).
- La separación entre las sogas horizontales debe ser menor a 0.40m en promedio para el tercio inferior a la altura del muro, 0.30m en promedio para el tercio central y 0.20 en promedio para el tercio superior (sin coincidir con la junta horizontal). La separación entre las sogas verticales debe ser menor a 0.40m.

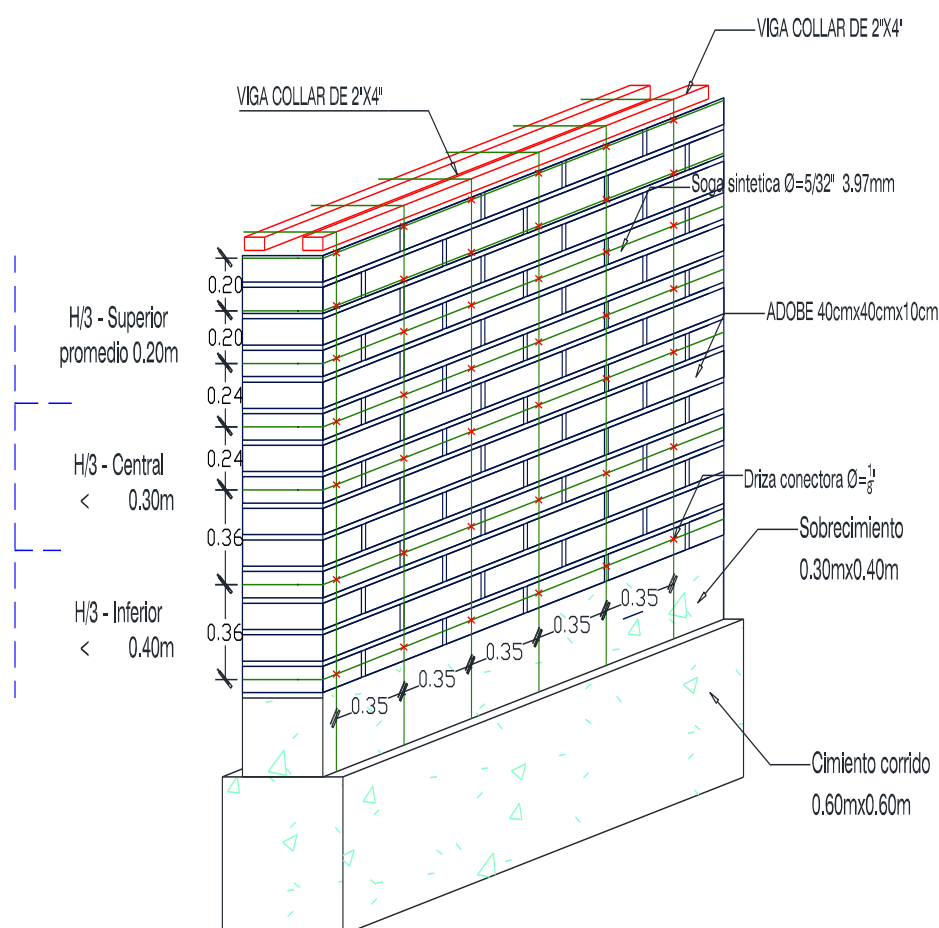


Figura 92. Refuerzo de muro de adobe con sogas sintéticas

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.5.4 Techos

Los techos deben ser livianos, distribuyendo su carga en la mayor cantidad posible de muros, deben estar adecuadamente fijados a los muros a través de la viga solera.

Se deberá evitar el deterioro de edificaciones de tierra reforzada causadas por la lluvia protegiéndolas a través de:

- Cimientos y sobrecimientos
- Aleros en el techo que protejan el muro de cualquier contacto con la lluvia.
- Zócalos exteriores (RNE, 2017)

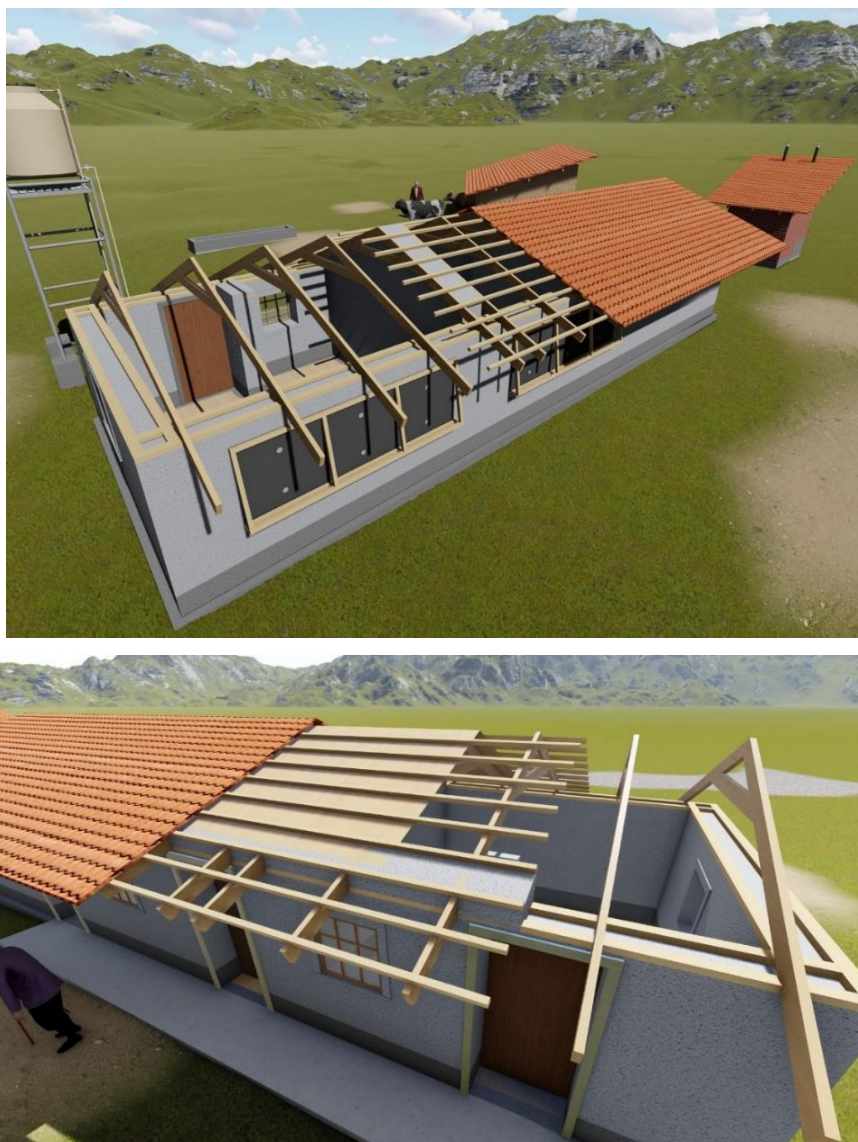
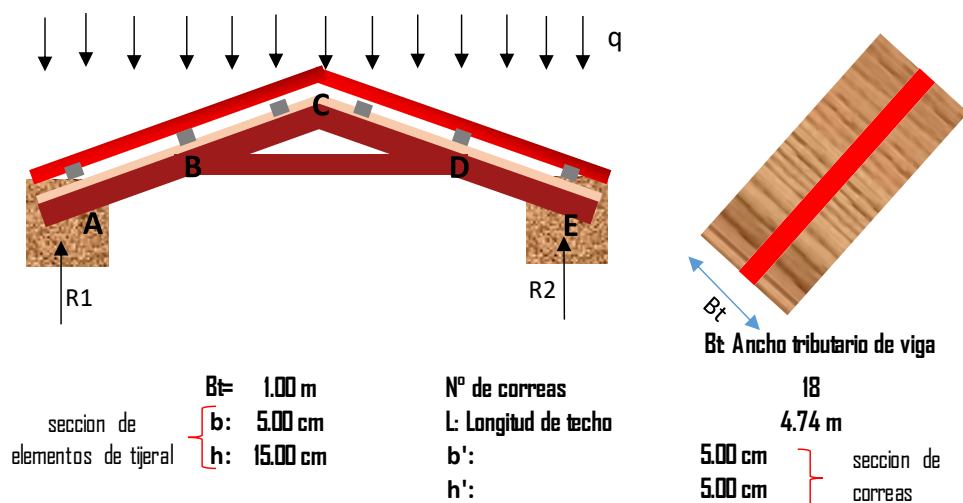


Figura 93. Detalle de techo de vivienda rural de 03 personas

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Diseño de tijeral de madera



1. Metrado de cargas

Peso del tijeral

ELEMENTO	Seccion de la viga		Longitud del elemento	Densidad basica madera tornillo	Peso de de cada elemento	Peso total del tijeral
	b	h				
AB	5.00 cm	15.00 cm	130.00 cm	0.45 g/cm ³	4.39 Kg	22.75 Kg
BC	5.00 cm	15.00 cm	107.00 cm	0.45 g/cm ³	3.61 Kg	
BD	5.00 cm	15.00 cm	200.00 cm	0.45 g/cm ³	6.75 Kg	
CD	5.00 cm	15.00 cm	107.00 cm	0.45 g/cm ³	3.61 Kg	
DE	5.00 cm	15.00 cm	130.00 cm	0.45 g/cm ³	4.39 Kg	

Peso de correas

Numero de correas	Longitud de correas	Seccion de la viga		Densidad basica madera tornillo	Peso de las correas
		b'	h'		
18	100.00 cm	5.00 cm	5.00 cm	0.45 g/cm ³	20.25 Kg

Peso de techo

Longitud de techo	Ancho	Area de techo	Peso de teja asfaltica/m ²	Peso techo de teja asfaltica
4.74 m	1.00 m	4.74 m ²	3.97 Kg/m ²	18.82 Kg

Peso de cielo raso

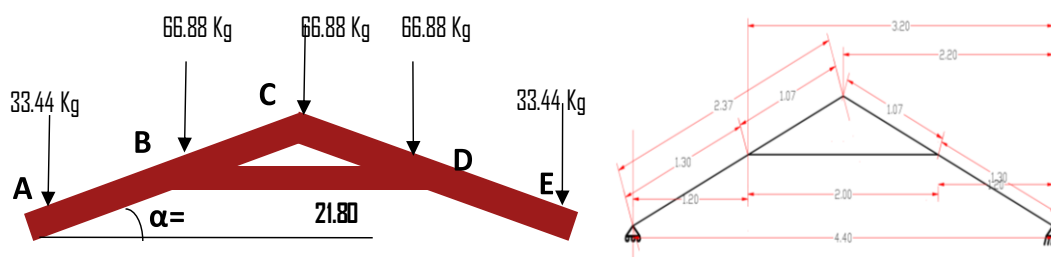
Longitud de techo	Ancho	Area de cielo raso	Peso de cielo raso/m ²	Peso de cielo raso triplay y lana fibra 5cm
4.74 m	1.00 m	4.74 m ²	3.40 Kg/m ²	16.12 Kg

Carga de nieve

Longitud de techo	Ancho	Area de techo	Peso de Carga Viva RNE carga de nieve	Peso de Carga Viva en techo
4.74 m	1.00 m	4.74 m ²	40.00 Kg/m ²	189.60 Kg

Carga Total:- 267.53 Kg

2. Distribucion de cargas en nodos



3. Calculo de fuerzas en elementos

Elemento	Valor calculado	Tension o compresion	Area de seccion	Longitud del elemento	Esfuerzo Normal	$P_{cr} = E \cdot I \cdot \pi^2 / L^2$	F.S.
RA	133.77 Kg	-	-				
AB	-270.15 Kg	Compresion	0.0075 m ²	130.00 cm	3.60 Kg/cm ²	5018.75 Kg	18.5778
BC	-90.05 Kg	Compresion	0.0075 m ²	107.00 cm	1.20 Kg/cm ²	7408.24 Kg	82.2687
CD	-90.05 Kg	Compresion	0.0075 m ²	107.00 cm	1.20 Kg/cm ²	7408.24 Kg	82.2687
BD	-167.22 Kg	Compresion	0.0075 m ²	200.00 cm	2.23 Kg/cm ²	2120.42 Kg	12.6805
DE	-270.15 Kg	Compresion	0.0075 m ²	130.00 cm	3.60 Kg/cm ²	5018.75 Kg	18.5778

Elemento	Valor calculado	Tension o compresion	Area de seccion	Longitud del elemento	Esfuerzo Normal	σ_{adm} compresion RNE	Verificacion
AB	-270.15 Kg	Compresion	0.0075 m ²	130.00 cm	3.60 Kg/cm ²	15.00 Kg	Ok
BC	-90.05 Kg	Compresion	0.0075 m ²	107.00 cm	1.20 Kg/cm ²	15.00 Kg	Ok
CD	-90.05 Kg	Compresion	0.0075 m ²	107.00 cm	1.20 Kg/cm ²	15.00 Kg	Ok
BD	-167.22 Kg	Compresion	0.0075 m ²	200.00 cm	2.23 Kg/cm ²	15.00 Kg	Ok
DE	-270.15 Kg	Compresion	0.0075 m ²	130.00 cm	3.60 Kg/cm ²	15.00 Kg	Ok

3.7.6 Determinación de la calidad de material para la fabricación de adobe

Para el procesamiento de la información se desarrolló la prueba de la botella con las muestras que se obtuvieron en la excavación para el desarrollo de las pruebas de infiltración, y con este material se desarrollaron algunas pruebas para la determinación de los porcentajes de arcilla limo y arenas, para determinar la calidad del material y además de ello se clasificó el suelo con el método de las tres líneas con lo cual se obtuvo los siguientes resultados.

3.7.6.1 Prueba Granulométrica (Prueba de la botella)

Este procedimiento sirve para determinar la proporción de los componentes principales (arena, limos, Arcilla) de la tierra. (Morales, Torres, Rengifo, & Irala, 1993)

- El procedimiento consiste en llenar una botella de un litro con tierra hasta la mitad de su altura y la parte restante de agua limpia.



Figura 94. Llenado de tierra y agua en botella de boca ancha

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

- Se agita vigorosamente la botella hasta que todas las partículas de tierra estén en suspensión.



Figura 95. Agitación de botella con tierra y agua

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Colocar la botella sobre una superficie plana y esperar unos 40 segundos para realizar la anotación de la altura de arena ya que estos son los que asentarán en los primeros 40 segundos.



Figura 96. Marcación de altura de arena
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

- La anotación de la altura de limo, arcilla se realiza 24 horas después de realizada la marca de altura de arena y se medirá las capas de limo y arcilla.



Figura 97. Medición de altura de limo y arcilla 24 horas después
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 29. Resumen de resultados de prueba de la botella de muestras de suelo

FECHA	VIVIENDA	ARENA 40seg.		24 HORAS DESPUES				RNE (E-080)		
		Arena (cm)	Arena (%)	LIMO		ARCILLA		ARENA	LIMO	ARCILLA
				Limo (cm)	Limo (%)	Arcilla (cm)	Arcilla (%)	55-70%	10-25%	10-20%
27/06/2019	12	3.0 cm	27.27%	7.0 cm	63.64%	1.0 cm	9.09%	No cumple con porcentajes		
27/06/2019	10	6.5 cm	72.22%	1.0 cm	11.11%	1.5 cm	16.67%	No cumple con porcentajes		
27/06/2019	58	5.0 cm	55.56%	1.0 cm	11.11%	3.0 cm	33.33%	No cumple con porcentajes		
28/06/2019	32	3.0 cm	33.33%	4.5 cm	50.00%	1.5 cm	16.67%	No cumple con porcentajes		
28/06/2019	18	3.0 cm	33.33%	4.0 cm	44.44%	2.0 cm	22.22%	No cumple con porcentajes		
28/06/2019	55	6.0 cm	66.67%	1.0 cm	11.11%	2.0 cm	22.22%	No cumple con porcentajes		
29/06/2019	39	5.0 cm	62.50%	1.0 cm	12.50%	2.0 cm	25.00%	No cumple con porcentajes		
29/06/2019	56	4.0 cm	42.11%	3.0 cm	31.58%	2.5 cm	26.32%	No cumple con porcentajes		
29/06/2019	59	5.0 cm	47.62%	4.0 cm	38.10%	1.5 cm	14.29%	No cumple con porcentajes		
30/06/2019	40	3.5 cm	36.84%	3.0 cm	31.58%	3.0 cm	31.58%	No cumple con porcentajes		

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.6.2 Prueba de plasticidad

Esta prueba sirve para determinar la calidad de la tierra y nos permite saber si esta es arcillosa, arenosa o arcillo arenosa y si es adecuada para la fabricación de adobes. Esta prueba consiste en tomar con tierra humedecida un rollo de 1.5 cm de diámetro, suspenderlo en el aire y medir la longitud del extremo que se rompe. (Morales, Torres, Rengifo, & Irala, 1993)



Figura 98. Prueba de rollito para la verificación de la calidad del material

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Tabla 30. Resultados de prueba del rollito en muestras

VIVIENDA	LONGITUD DE EXTREMO QUE SE ROMPE	ARENOSA (0-5cm)	ARCILLO-ARENOSA (6-15cm)	ARCILLOSA >15cm
		INADECUADA	ADECUADA	INADECUADA
12	21.0 cm			X
10	3.0 cm	X		
58	4.0 cm	X		
32	4.5 cm	X		
18	4.0 cm	X		
55	4.0 cm	X		
39	4.5 cm	X		
56	5.0 cm	X		
59	16.0 cm			X
40	20.0 cm			X

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Entonces de las pruebas realizadas (prueba de la botella y prueba de plasticidad) se puede apreciar claramente en las tablas anteriores que para la fabricación de adobes se deberá realizar una adición de materiales arcilla en algunos y arena en otros, para que de esta forma estos cumplan con los porcentajes establecidos en la norma E-080 y se tenga un buen material para la elaboración de adobes de buena calidad.

3.7.6.3 Clasificación de la textura del suelo método triangulo textural USDA

Para la clasificación de texturas de suelos de las diferentes muestras de suelo se desarrolló en base al método del triángulo textural USDA (Departamento de agricultura de los Estados Unidos), con los resultados obtenidos de los porcentajes de material de la prueba de la botella o prueba granulométrica, a continuación se muestra el desarrollo.

Para la clasificación de la textura del suelo por este método es necesario tener los porcentajes de composición del suelo arcilla, limo y arena. Con los porcentajes de la tabla 29 se va a la figura y se puede obtener el tipo de suelo.

A continuación, utilizaremos el porcentaje de la vivienda 12 cuyos porcentajes de arena es 27.27%, limo 63.64% y arcilla 9.09%.

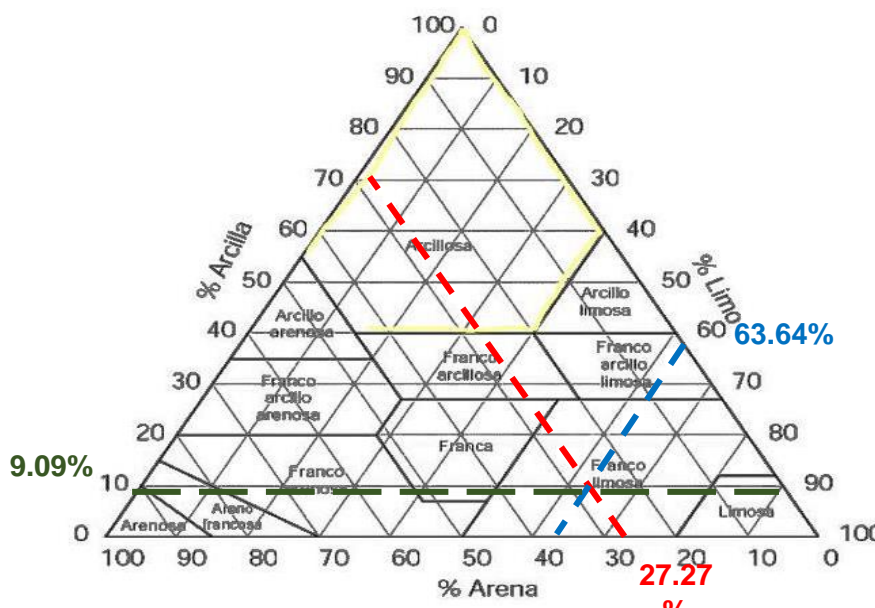


Figura 99. Triángulo textural USDA

Fuente: (Hernandez, 2015)

Para la muestra de la vivienda 12 se tiene un suelo cuya textura corresponde a un suelo franco limoso. De esta forma se desarrolló con los otros suelos cuyos resultados de texturas se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 31. Textura de muestras de suelo de puntos de prueba de infiltración

VIVIENDA	ARENA	LIMO	ARCILLA	TEXTURA DE SUELO
	Arena (%)	Limo (%)	Arcilla (%)	
12	27.3%	63.64%	9.09%	Franco limosa
10	72.2%	11.11%	16.67%	Areno francosa
58	55.6%	11.11%	33.33%	Franco arcillo arenosa
32	33.3%	50.00%	16.67%	Franco limosa
18	33.3%	44.44%	22.22%	Franca
55	66.7%	11.11%	22.22%	Franco arcillo arenosa
39	62.5%	12.50%	25.00%	Franco arcillo arenosa
56	42.1%	31.58%	26.32%	Franco Arcillosa
59	47.6%	38.10%	14.29%	Franca
40	36.8%	31.58%	31.58%	Franco Arcillosa

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

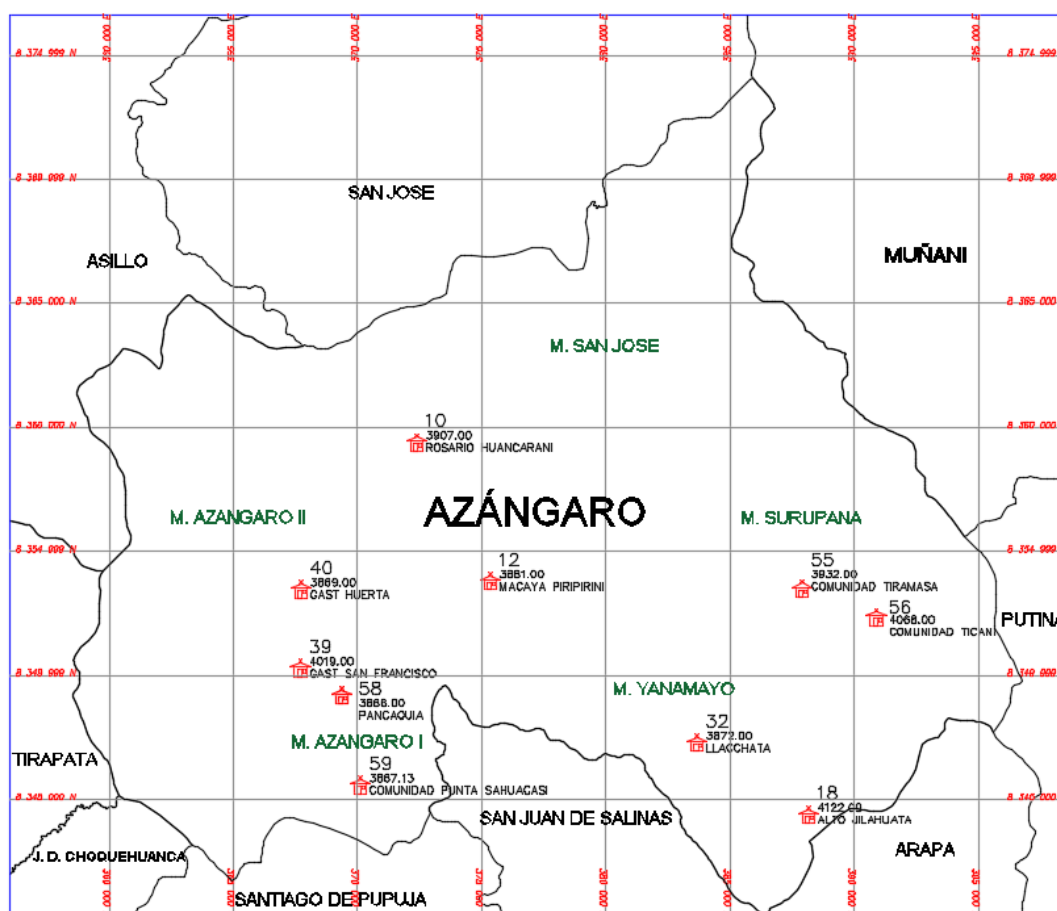


Figura 100. Ubicación de puntos de muestra de suelo para su clasificación de textura

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.7 Aspectos constructivos de propuesta de vivienda rural

3.7.7.1 Ubicación y preparación del terreno

El terreno de cimentación debe corresponder en lo posible a suelo firme, no se construirán en suelos blandos. Debe evitarse construir en, zonas inundables, zonas cercanas a cauces de río, zonas bajas, terrenos con mucha pendiente.

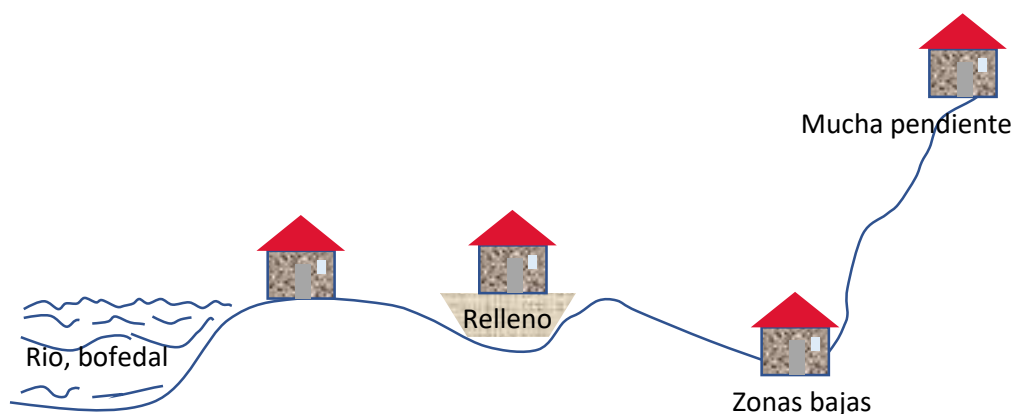


Figura 101. Recomendaciones de ubicación de viviendas

Fuente: Elaboración propia referencia Manual para la construcción de viviendas de adobe ing. Roberto Morales Morales & Dr Rafael Torres Cabrejos, Ing Luis A. Rengifo, Ing. Carlos Irala Candiotti.,1993.

3.7.7.2 Preparación del terreno

Las actividades preliminares de una construcción con adobe son las comunes a toda obra, limpieza, nivelación y trazado. Una vez desarrollado la limpieza y nivelación de terreno se procede con el trazado

Para iniciar el trazo, debemos chequear los alineamientos, debemos construir y colocar las balizas en las esquinas del terreno y en el cruce de muros. Éstas se colocan fuera del lote, en base a los planos de la vivienda de tal manera que podamos realizar los trabajos de excavación libremente y luego volver a demarcar o replantear sin perder la ubicación de los ejes.

Baliza: Las balizas son elementos que se construyen con dos estacas de madera de 2" x 2" x 60 cm (5 x 5 x 60 cm) y una tabla de 15 x 60 cm de superficie y 2 cm de espesor, que se pone horizontalmente en la parte superior, uniendo las dos estacas, para que sobre la tabla se pueda clavar y referenciar adecuadamente los ejes y se pueda realizar el trazado y el replanteo.

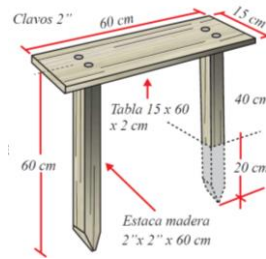


Figura 102. Baliza para trazo y replanteo en obra
Fuente: Manual del maestro constructor Aceros Arequipa

Una vez colocadas y niveladas las balizas, amarramos cordeles entre ellas, de tal forma que se va dibujando los ejes de los muros que nos servirán de guía. Para bajar los ejes sobre el terreno, se coloca una plomada en un extremo del cordel y luego, en el otro, para así marcar dos puntos sobre el suelo. Después, se trazará una línea con ayuda de un cordel y de una tiza, de esta forma obtenemos el marcado de los ejes que figuran en los planos

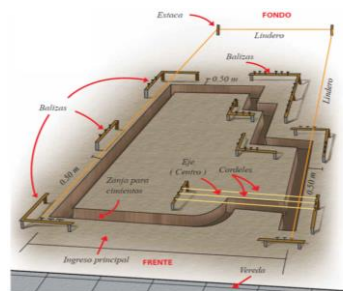


Figura 103. Imagen de colocación de balizas para trazo y replanteo
Fuente: Manual del maestro constructor Aceros Arequipa

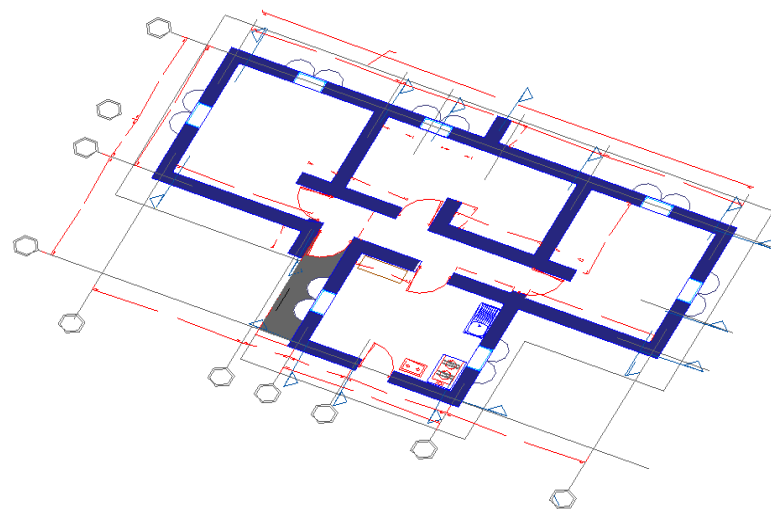


Figura 104. Vista de plano de cimentación de vivienda rural cinco personas
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.7.3 Excavación de Zanjas

La excavación de las zanjas se realiza de acuerdo al trazo, respetando los anchos y profundidades indicados en los planos. La profundidad de excavación nunca debe ser menor a 60 cm medida del terreno natural. El ancho mínimo de cimentación es de 40cm.



*Figura 105. Excavación manual para cimiento corrido en vivienda de cinco personas
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo*

3.7.7.4 Cimientos corridos

Antes de iniciar el vaciado del concreto, se debe verificar que la zanja esté limpia. Si hay zonas con encofrado, deberá verificarse que estén debidamente apuntaladas; luego, se deberá humedecer las paredes y el fondo de la zanja. Esto evitará que el terreno seco absorba el agua de la mezcla.

Asimismo, es necesario prever los lugares por donde van a pasar las tuberías de desagüe. En estos puntos, habrá que dejar los pases correspondientes. Generalmente se hace dejando papel de bolsas de cemento.

Para la preparación del concreto, se deberá utilizar de preferencia una mezcladora pudiéndolo hacer también a mano en una zona plana y limpia de desperdicios. La proporción recomendable para este tipo de concreto es de una bolsa de cemento por 3 1/3 buggies de hormigón. Adicionalmente, se debe incorporar piedra de zanja en una proporción equivalente a una tercera parte del volumen a vaciar.



*Figura 106. Colocación de concreto en cimiento corrido
Fuente: Manual del maestro constructor Aceros Arequipa*

Durante la colocación del concreto, deberá compactarse de preferencia con una vibradora. En caso de no contar con una, se hará con la ayuda de una varilla de fierro o puntal de madera.

Al terminar el vaciado, la superficie de concreto deberá quedar nivelada. Es recomendable rayar la superficie sobre la cual se va a vaciar el sobrecimiento, esto mejorará la adherencia entre ambos concretos.

Se debe mojar constantemente el cimientto durante los 7 primeros días después del vaciado. Esto nos asegurará que el concreto alcance la resistencia necesaria y disminuirá la aparición de grietas y rajaduras en la superficie.

3.7.7.5 Sobrecimientos

Encofrado

Una vez que se empiece con la colocación del encofrado, se deberá verificar que las tablas a utilizar se encuentren en buen estado, limpias y no arqueadas. Los costados de los encofrados están formados por tablas de 1" o 1½" de espesor y de anchos variables, de acuerdo a las alturas de los sobrecimientos. Estas tablas, por su cara exterior, se unen a través de barrotes de madera de 2" x 3", separados cada uno por 60 cm. Para asegurar la verticalidad y estabilidad del encofrado, se usan otros barrotes, también de 2" x 3", los cuales se aseguran contra una solera fijada con estacas al suelo.

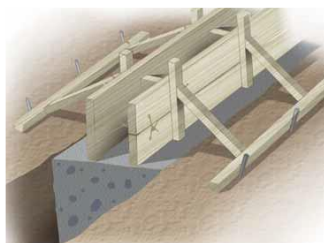


Figura 107. Encofrado de Sobrecimiento

Fuente: Manual del maestro constructor Aceros Arequipa

Al terminar de armar todos los encofrados, se debe hacer una verificación de ejes y niveles, ya que una vez vaciado el concreto será muy complicado hacer las correcciones. Igualmente, se debe verificar la verticalidad de los encofrados con ayuda de una plomada.

Colocación de concreto

el concreto a usarse deberá ser de una mayor calidad. La resistencia debe ser $f'c = 175 \text{ kg/cm}^2$, por lo que la mezcla se preparará usando arena gruesa y piedra chancada en

vez de hormigón. La proporción recomendable es de una bolsa de cemento, con 1 buggy de arena gruesa y 1 buggy de piedra chancada, además de una cantidad de agua que fluctúa entre 20 y 40 litros, de acuerdo a la humedad de los agregados.

En la parte superior del cimiento se construirá el sobrecimiento. Éste tendrá el mismo ancho que el muro que soportará. La altura de los sobrecimientos variará de acuerdo a las características del terreno. Esta altura depende de la diferencia entre el nivel de la superficie del cimiento y el nivel escogido para el piso.

El vaciado de la mezcla se realizará por capas, es decir, se vaciará una capa de concreto, y luego, sobre ésta se colocarán las piedras y así sucesivamente hasta llegar a la altura que indica el plano. Las piedras deberán ser colocadas a mano, asegurándose que todas queden completamente cubiertas por la mezcla sin que ninguna piedra quede pegada a otra. El traslado del concreto hacia el sobrecimiento debe hacerse a través de latas o buggies. No se deben utilizar otros recipientes que puedan absorber o escurrir el agua de la mezcla, pues esto quitaría resistencia al concreto. Antes de vaciar el concreto al interior del encofrado, debemos revisar que este espacio se encuentre limpio de desperdicios y proceder luego a humedecer el cimiento para evitar que absorba el agua de la mezcla.

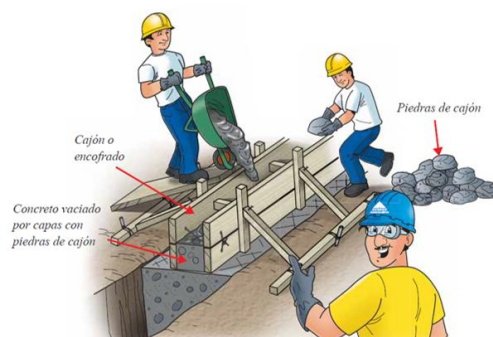


Figura 108. Colocación de concreto en Sobrecimiento

Fuente: Manual del maestro constructor Aceros Arequipa

Mientras se coloca el concreto, será necesario compactarlo con la ayuda de una vibradora. Si no se tuviese este equipo, se puede hacer con un pedazo de fierro de construcción de tamaño manejable, introduciéndolo verticalmente a la mezcla y sacándolo repetidamente. Esto la hará más compacta

Una vez concluido el vaciado del concreto, y aproximadamente después de unas 3 horas, se deberá rayar la superficie del sobrecimiento con el objetivo de que exista una mejor adherencia al mortero de asentado en la primera hilada de adobes.

Desencofrado

Una vez que se haya desencofrado, se debe mojar constantemente el sobrecimiento durante los primeros 7 días. Esto nos asegurará que el concreto alcance la resistencia que especifica el plano y ayudará a disminuir las grietas y rajaduras en la superficie.

Curado del concreto

Al día siguiente del vaciado, el encofrado puede ser totalmente retirado. En ese momento, se debe inspeccionar que no exista ninguna cangrejera de consideración. Si existiese alguna, habrá que proceder a repararla lo antes posible, pudiendo usar una mezcla de 1 volumen de cemento por 4 de arena gruesa.



Figura 109. Cimiento corrido y sobrecimiento de vivienda para tres personas

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.7.6 Piso

Frecuentemente, el falso piso se hace al final de todo el proceso constructivo; sin embargo, es mucho mejor construirlo después de los sobrecimientos. Esto nos permite trabajar en forma más limpia y ordenada, mejora el tránsito de la gente y de las carretillas, permite la recuperación de materiales que se caen al piso y le da más estabilidad a los puntales y los andamios de trabajo.

Material de relleno

Lo más aconsejable es usar material de afirmado; sin embargo, debido a que este relleno sólo servirá de apoyo al falso piso, se podrá utilizar también el material extraído de las excavaciones de la cimentación, teniendo el cuidado de quitar las piedras con tamaños mayores a 5 cm y los materiales de desmonte, plásticos y basura, si los hubiere. Este material debe ser humedecido por lo menos con un día de anticipación antes de ser

usado. Esto permitirá que el agua penetre, de tal manera que cuando se le manipule hasta su lugar de colocación, esta humedad se uniformice en todo el material.

La compactación debe hacerse por capas, con un espesor máximo de 15 cm. Lo ideal es usar una plancha compactadora, pero si no se dispone de una, podremos hacerlo con la ayuda de un pisón.

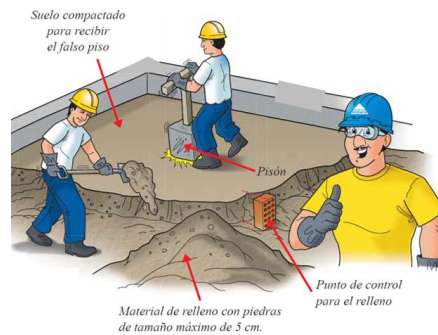


Figura 110. Relleno y compactación con material propio y pisón

Fuente: Manual del maestro constructor Aceros Arequipa

El piso será de madera machihembrada, para lo cual en primer lugar se colocará las vigas soleras de madera espaciadas a 40cm y en los espacios se completará con material excedente de excavación, para que sobre las vigas soleras vayan clavadas las tablillas de madera de 3/4” x 10cm.

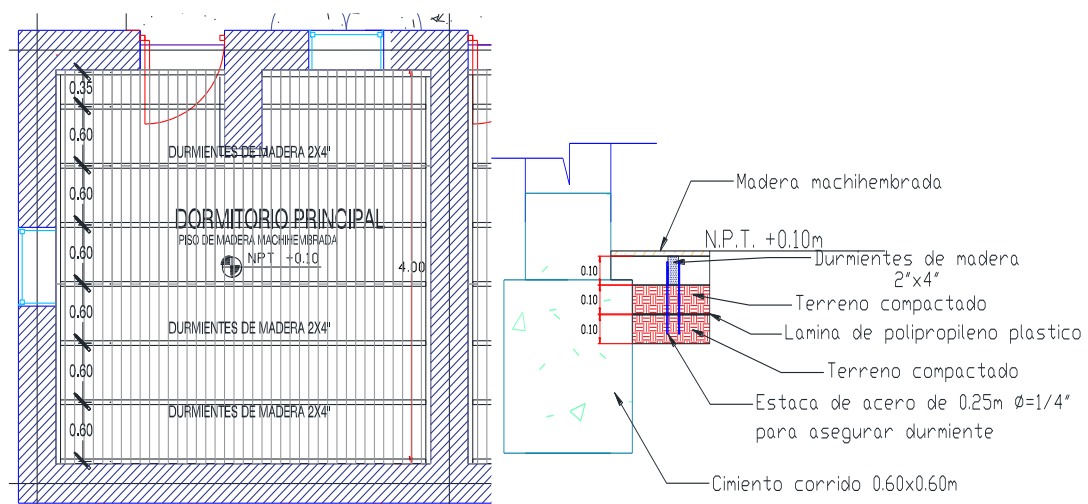


Figura 111. Vista en planta y sección de detalle de piso machihembrado

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo



Figura 112. Vista de Planta de piso machihembrado, piso de cemento frotachado y vereda exterior de vivienda de tres personas

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.7.7 Muros

Se deberá tener algunas consideraciones indicadas en la norma E-080 referente a la longitud máxima del muro entre arriostres verticales cuyo valor no debe sobrepasar 10 veces el espesor del muro y la altura que depende de los tipos de refuerzo y arriostres que se planteen.

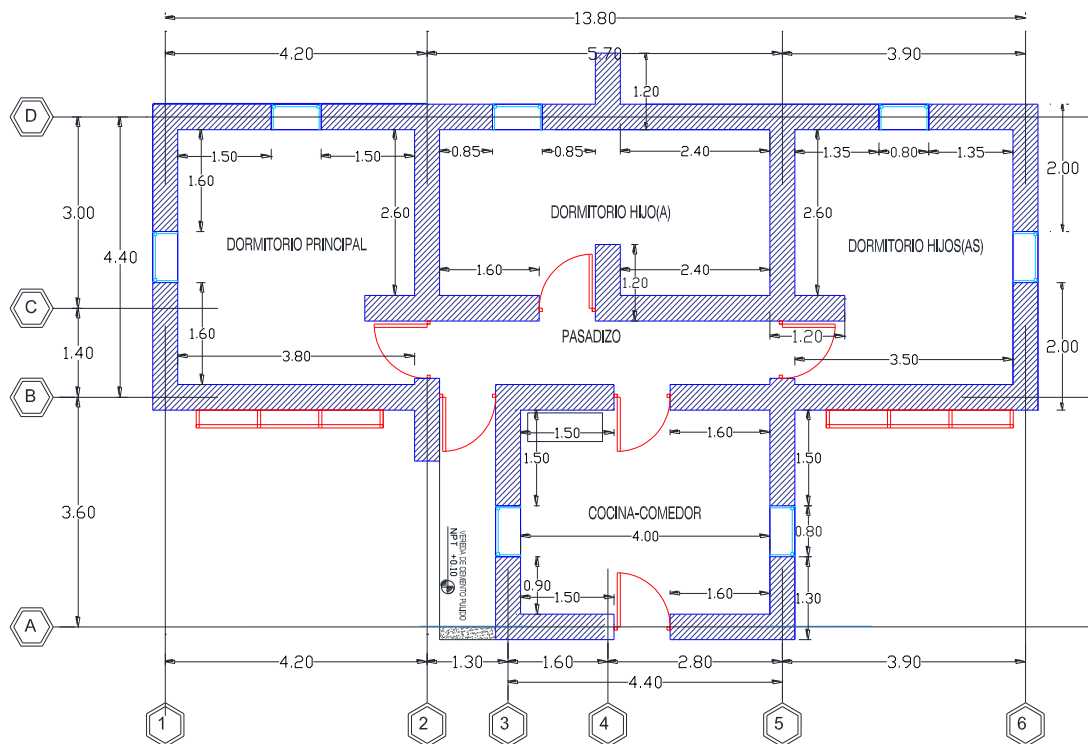


Figura 113. Distribución de muros y visualización de encuentros en muros de vivienda de cinco personas

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

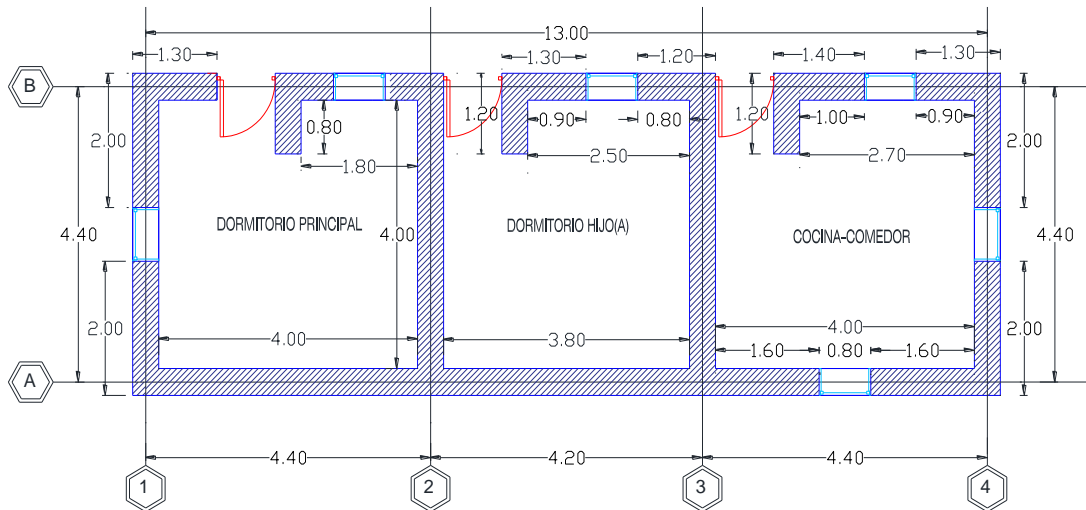


Figura 114. Distribución de muros y visualización de encuentros en muros de tres personas

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

Encuentros de muros más frecuentes

Los encuentros entre hiladas más frecuentes son en “L”, en “T” y en “cruz”, a continuación, se presentan estos encuentros para los amarres de adobes para el proyecto se utilizarán adobes de 40cmx40cmx10cm y 40cmx19cmx10cm que cumplen con la norma E-080 del Reglamento Nacional de Edificaciones:

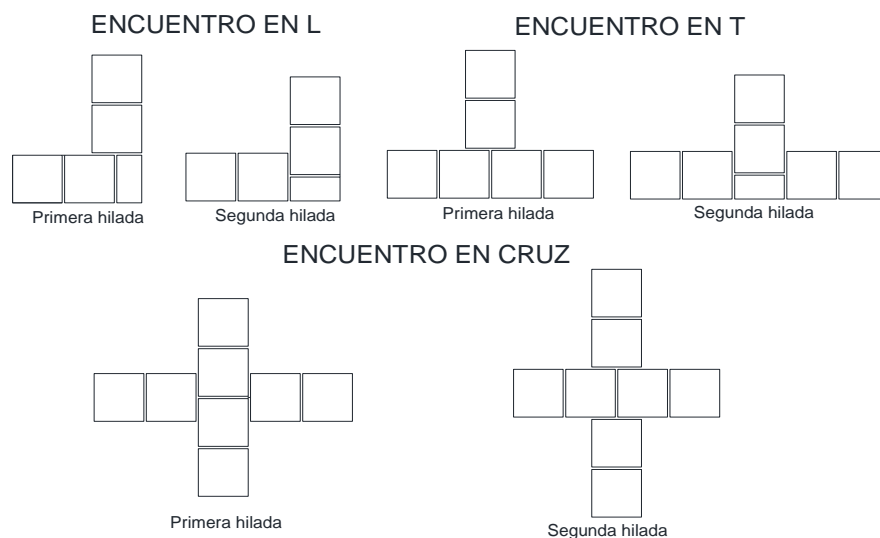


Figura 115. Encuentro de muros de adobe de sección cuadrada

Fuente: Elaboración Propia con referencia al RNE E-080

Arriostre de muros

Arriostre horizontal

Los elementos de arriostre más comunes son las vigas collar y son las que se utilizaran en el proyecto de propuesta de vivienda rural, la viga collar es de madera cuya sección es de 2”x4” y en cuyo interior se colocara mortero de barro, y completar con las hiladas de adobe en el tímpano de muro.

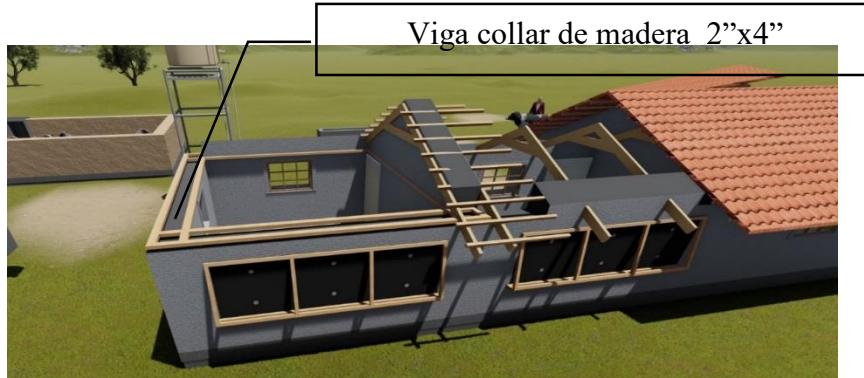


Figura 116. Arriostre horizontal en muro con viga collar en vivienda rural
Fuente: Elaboración propia

Refuerzo de muro de adobe

Para el refuerzo de muro se utilizará malla para tarrajeo y estos se colocarán en la cara exterior del muro para luego proceder con el trabajo de revestimiento con mortero de cemento de 2cm de espesor. Esta solución permitirá darle un refuerzo y ante una acción sísmica se pueda retardar el colapso de la estructura.

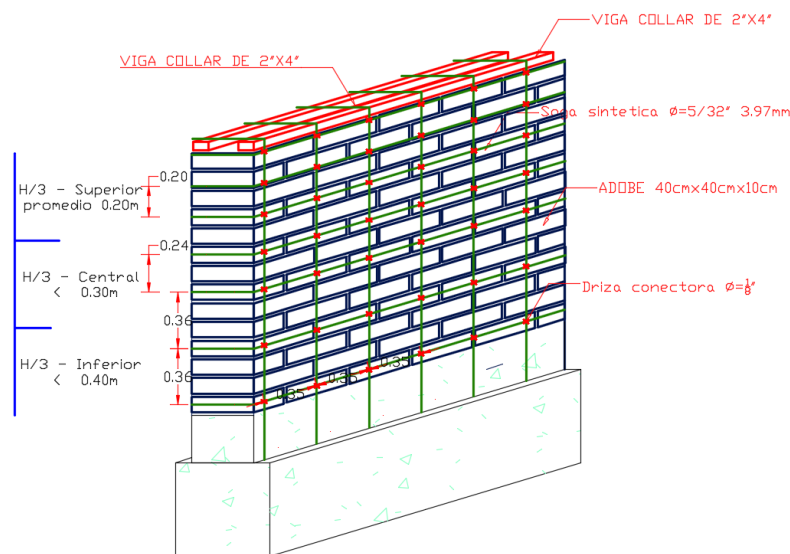


Figura 117. Refuerzo de muro de adobe con malla para tarrajeo
Fuente: Elaboración propia

Revestimiento de muros

El revestimiento de muros interiores como exteriores es con yeso con un espesor mínimo de 1.5cm. además en el muro exterior se tiene un zócalo de cemento para prevenir y proteger al muro del contacto con el agua. Para ello previamente se deberá haber colocado la malla para tarrajeo y proceder con el trabajo de revestimiento con mortero de cemento de 2cm de espesor.

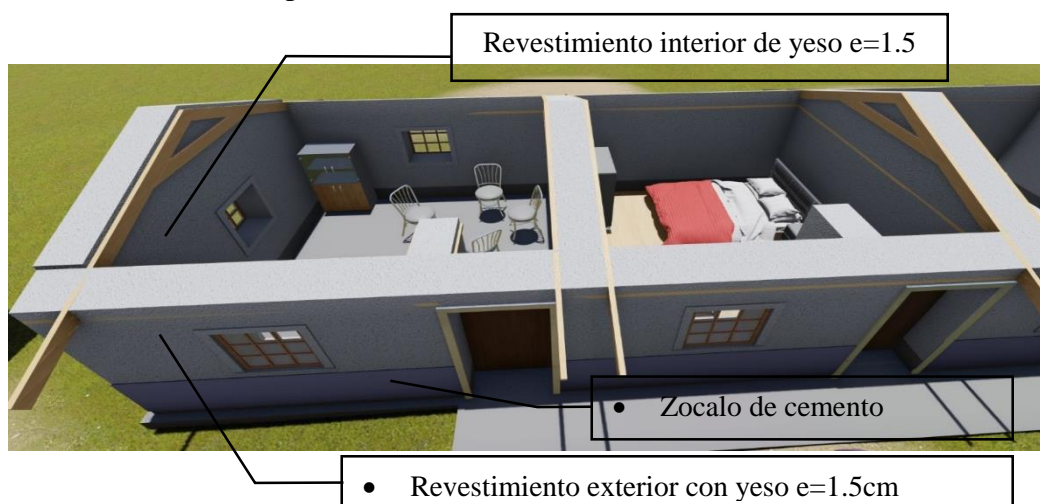


Figura 118. Revestimiento interior y exterior de muro vivienda rural tres personas
Fuente: Elaboración propia

3.7.7.8 Techos

Los techos de las propuestas de módulo de vivienda rural para cinco personas están compuestos de:

- Tijerales de madera de sección 2"x6"
- Vigas de madera de sección de 2"x6" y 2"x4"
- Correas de madera de 2"x2"
- Teja asfáltica, la cual tiene muchas bondades tales como la reducir el sonido al interior de la vivienda, y su mejor aspecto estético comparándolo con materiales tradicionales.

Los techos de la propuesta de módulo de vivienda rural tienen pendientes que van de los 30% a 35% para evitar la acumulación prolongada de granizada en los techos y evitar la filtración al interior de la vivienda. Además, considerando que en el distrito de Azángaro las precipitaciones son moderadas a fuertes durante los meses de diciembre a marzo. En los anexos se pueden ver los planos a más detalle.

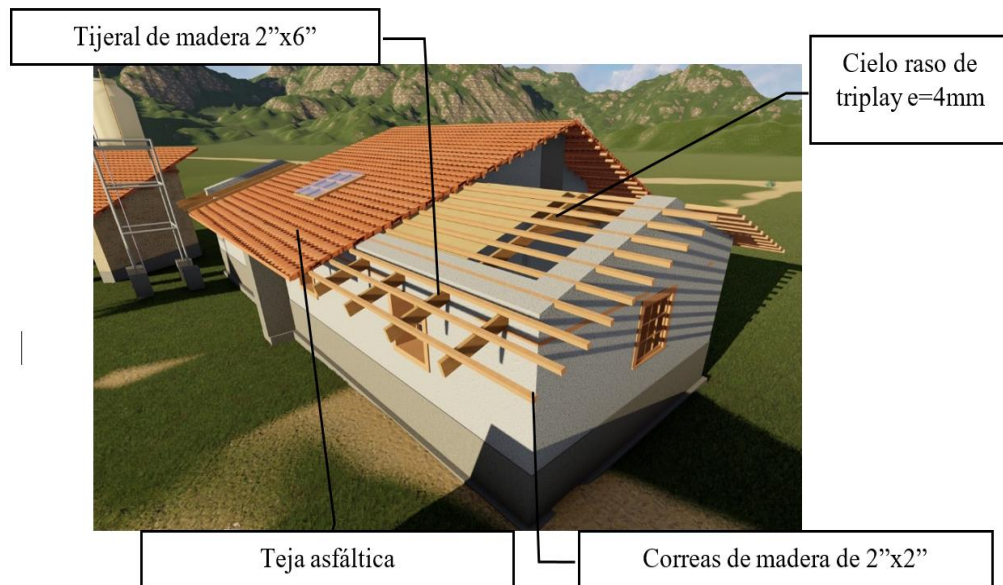


Figura 119. Techo de propuesta de vivienda rural de cinco personas
Fuente: Elaboración propia



Figura 120. Detalle de Tijerales y correas de vivienda rural cinco personas
Fuente: Elaboración propia

Los techos de las propuestas de módulo de vivienda rural para tres personas están compuestos de:

- Tijerales de madera de sección 2"x6"
- Vigas de madera de sección de 2"x6" y 2"x4"
- Correas de madera de 2"x2"
- Teja asfáltica, la cual tiene muchas bondades tales como la reducir el sonido al interior de la vivienda, y su mejor aspecto estético comparándolo con materiales tradicionales.

Los techos de la propuesta de módulo de vivienda rural tienen pendientes que van de los 30% a 40% para evitar la acumulación prolongada de granizada en los techos y evitar la filtración al interior de la vivienda. Además, considerando que en el distrito de Azángaro las precipitaciones son moderadas a fuertes durante los meses de diciembre a marzo. En los anexos se pueden ver los planos a más detalle.



Figura 121. Techo de propuesta de vivienda rural de cinco personas

Fuente: Elaboración propia



Figura 122. Detalle de Tijerales y correas de vivienda rural tres personas

Fuente: Elaboración propia

3.7.8 Criterios de diseño bioclimático para el diseño de vivienda rural

3.7.8.1 Ubicación y orientación de las fachadas

Es importante orientar adecuadamente una vivienda, en lo posible se debe diseñar formas compactas y proporcionales en lugar de rectangulares, como se muestra en la figura C, correspondiente a climas “muy fríos”. (Barrantes, 2014)



Figura 123. Gráfico de orientación óptima de viviendas mayor incidencia solar
 Fuente: Diseño de vivienda rural bioclimática-Sandra Barrantes Pucci

La orientación de la propuesta de vivienda rural es como se muestra en la siguiente figura ello principalmente porque de acuerdo al diseño planteado se quiere mejorar la temperatura interior en los dormitorios de las viviendas en las que se colocaran calefactores solares que fueron patentados por SENCICO y dentro de la propuesta también se quiere adoptar esta tecnología. La cual captara la radiación solar que incidirán por la tarde y mantendrán una temperatura adecuada durante la noche en los dormitorios.

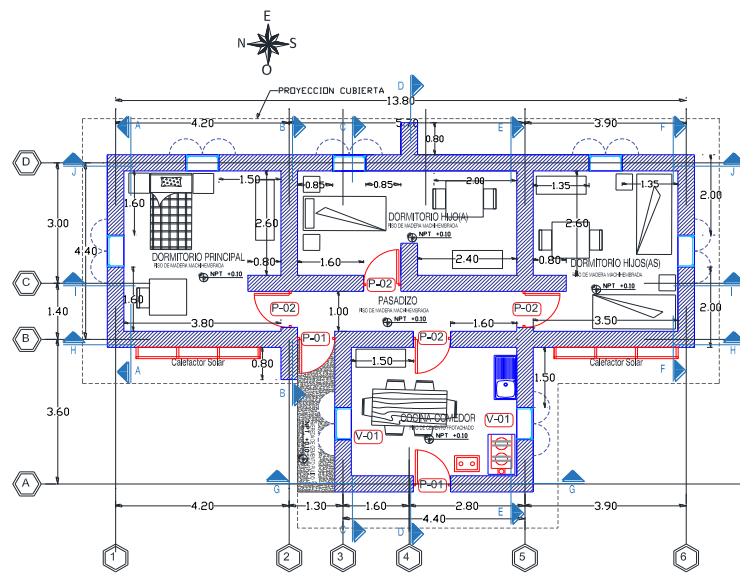


Figura 124. Orientación de propuesta de vivienda rural para cinco personas

Fuente: Elaborado por el tesista

3.7.8.2 Colocación de calefactor solar y ventana cenital o claraboya

El calefactor solar SENCICO es un muro trombe que colecta la energía solar compuesto de una superficie vidriada o de plástico transparente, una cámara de aire y una masa térmica. El sol incide en la superficie vidriada produciendo, el calentamiento del aire de la cámara. La masa de tierra (adobe) ubicada de debajo de la cámara de aire, impide el enfriamiento y fuga del aire caliente. El aire calentado en la cámara circula por convección y se introduce en la vivienda por un sistema de tuberías. El calor se distribuye en la vivienda por radiación. (Kuroiwa, 2012)

También se colocará una ventana cenital en el techo para que al interior del dormitorio pueda ingresar energía y durante la noche se tenga una temperatura interior adecuada.

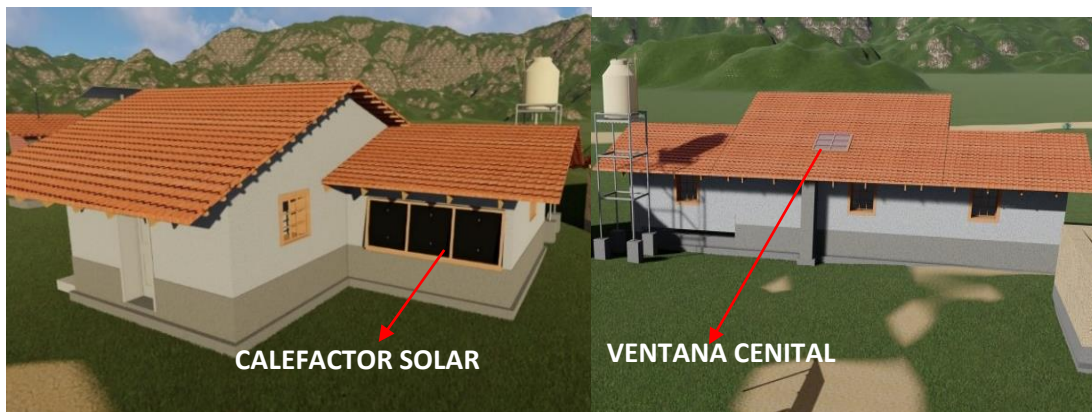


Figura 125. Vista de Calefactor solar y ventana cenital en techo
Fuente: Elaborado por el tesista

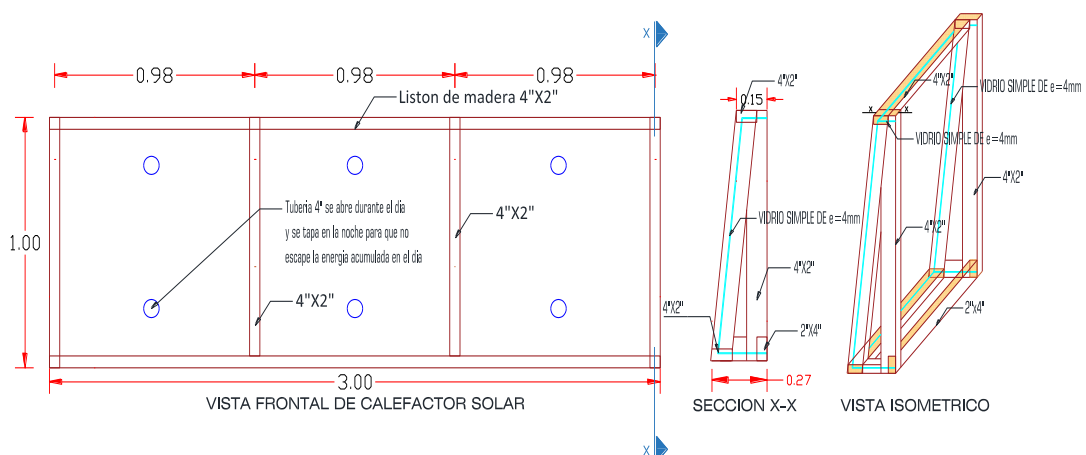


Figura 126. Detalle de calefactor solar propuesto
Fuente: Elaborado por el tesista

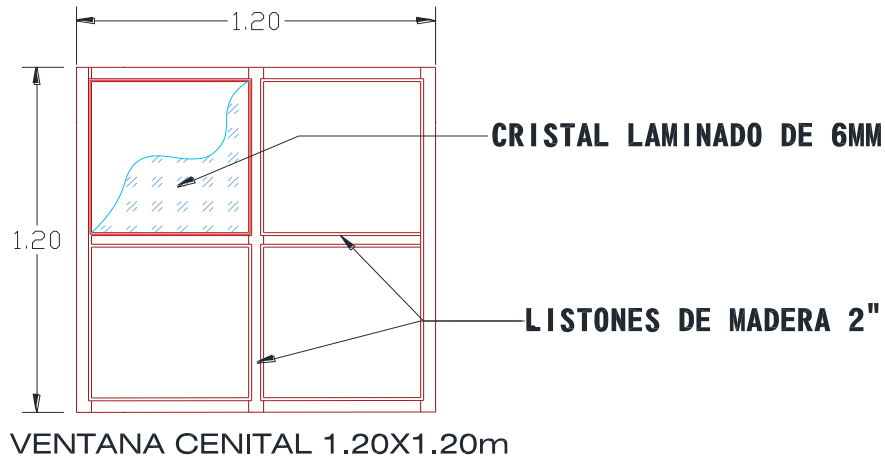


Figura 127. Ventana cenital para vivienda rural de cinco personas

Fuente: Elaborado por el tesista

3.7.8.3 La ventilación e iluminación natural

Para la ventilación e iluminación en el interior de la vivienda se plantea el uso de ventanas con marco de madera y vidrio doble para iluminación interior y evitar la pérdida de calor mediante vidrio doble.

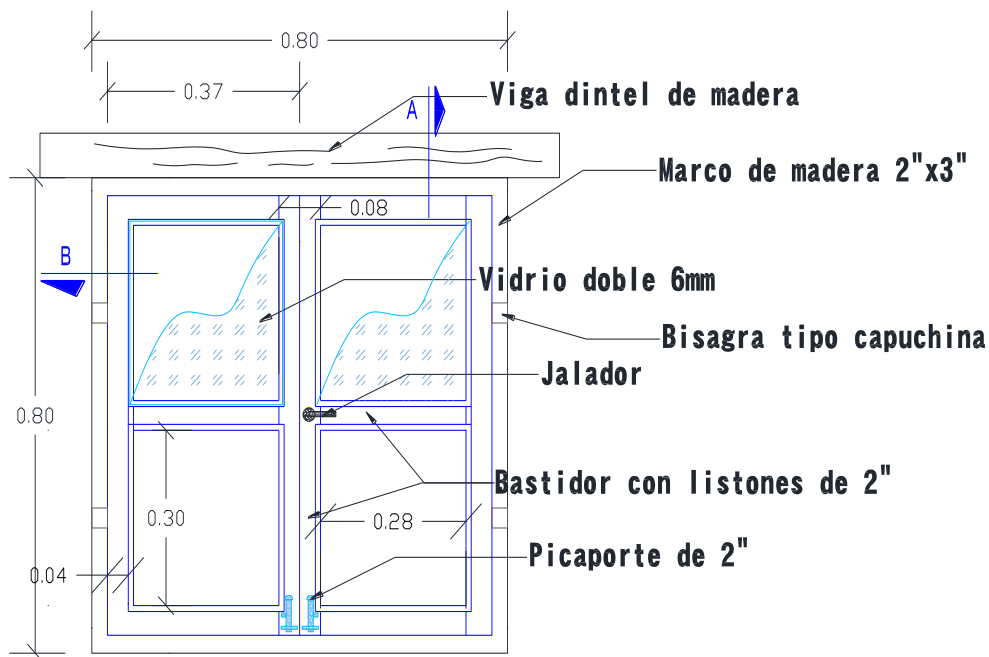


Figura 128. Detalle de ventana en propuesta de vivienda rural

Fuente: Elaborado por el tesista

3.7.8.4 Aislamiento térmico para techos y piso

Actualmente hay en el mercado diversas alternativas de planchas onduladas, de diversos materiales, colores y formas parecidas a los tradicionales techos de teja. La alternativa óptima es la utilización de tejas de arcilla como cobertura de techos, ya que presentan una efectividad térmica considerable y contribuyen a mantener la armonía visual del entorno. En todo caso se debe evitar el uso de calaminas de fibrocemento, que contienen asbesto. Debe considerarse un ángulo de inclinación mínimo 40% para los techos. (Barrantes, 2014)

Para el aislamiento térmico y acústico en los techos se plantea cobertura de teja asfáltica y entre correas se colocará lana de fibra de vidrio y cielo raso de triplay lo cual darán un mayor aislamiento térmico y acústico.

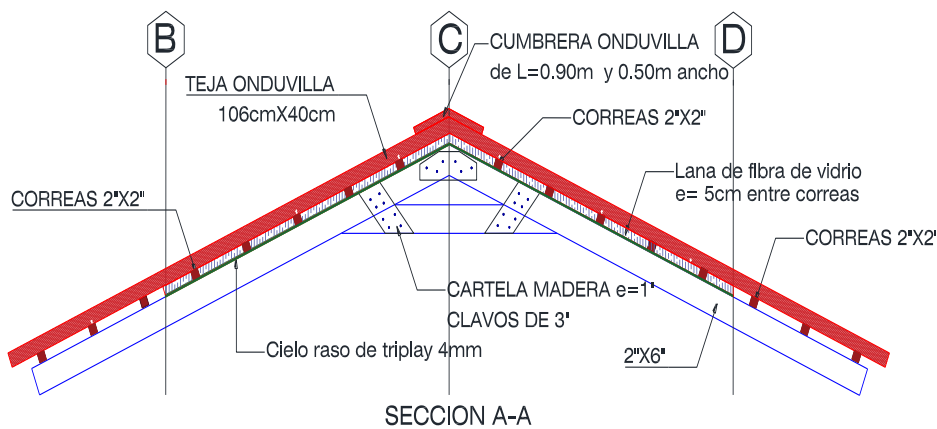


Figura 129. Sección de detalle de techo termo acústico de vivienda rural
 Fuente: Elaborado por el tesista

Para el aislamiento térmico en piso se propone un piso de madera machihembrada el cual también aportara para que las habitaciones tengan una temperatura adecuada para combatir las bajas temperaturas.

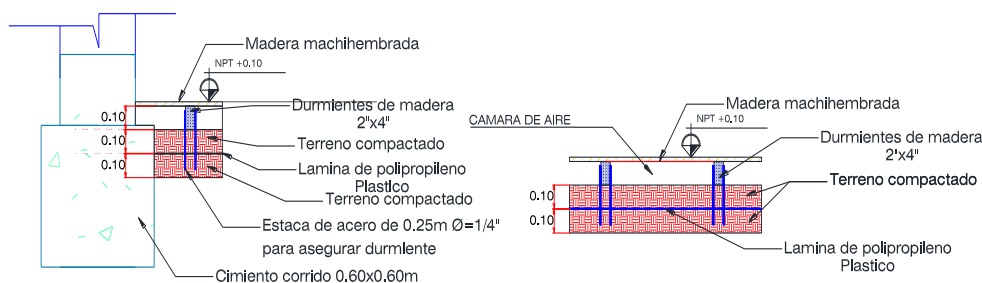


Figura 130. Detalle de piso de madera machihembrada
 Fuente: Elaborado por el tesista

3.7.9 Diseño de sistemas de eliminación de excretas

3.7.9.1 UBS doble cámara compostera para cinco personas

1.- Cálculo de la cámara compostera

Donde:

$$V_c = (N * F_v) \quad \begin{matrix} N: & \text{Número de personas usuarias UBS-COM} & = & 5 \text{ personas} \\ F_v: & \text{Factor de volumen} & = & 0.20\text{m}^3 \text{ res/año} \end{matrix}$$

- Se debe estimar como mínimo $F_v = 0,20\text{m}^3\text{residuos/año}$

El volumen util de la cámara se define según lo siguiente

- Volumen mínimo: 1.10m³
- Volumen máximo: 2.23m³

Dimensiones para la obtencion de volúmenes cercanos al máximo

Ancho(m)	Largo(m)	Alto(m)
1.3	1.7	1
1.2	1.5	1.1

Dimensiones de las paredes

tipo de paramento	Valor mínimo (m)
espesor de losa inferior	0.1000
espesor pared interior entre camaras	0.1500
espesor pared exterior	0.0750

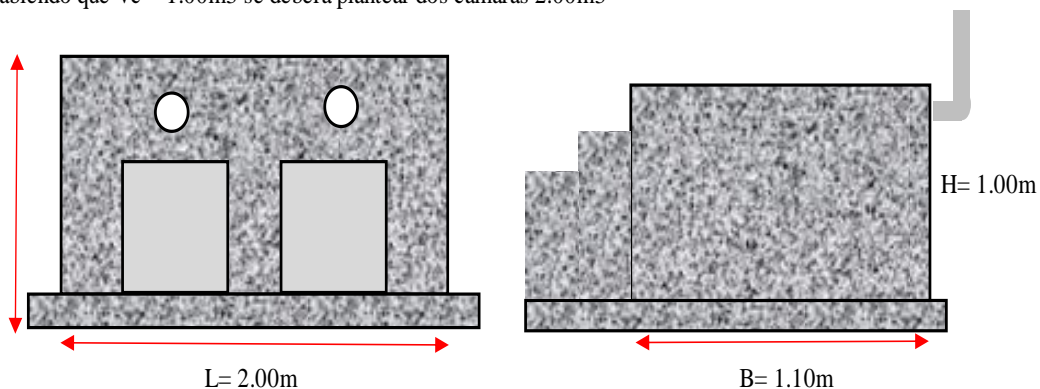
Calculo de la cámara compostera

$V_c =$ Volumen requerido para una retencion de excretas por un tiempo determinado

$$V_c = (N * F_v)$$

$$V_c = 1.00\text{m}^3$$

Sabiendo que $V_c = 1.00\text{m}^3$ se debera plantear dos camaras 2.00m^3



$V_{Cc} =$ El volumen de la cámara compostera $= B * L * H$

$$V_{Cc} = 2.20\text{m}^3 \quad \text{Diseño Correcto!!}$$

3.7.9.2 UBS doble cámara compostera para tres personas

El diseño de UBS doble cámara se realizó para tres personas, entonces será el volumen de la cámara que variara ya que en este caso son tres personas

1.- Cálculo de la cámara compostera

Donde:

$$V_c = (N * F_v)$$

N: Número de personas usuarias UBS-COM = 3 personas
 Fv: Factor de volumen = 0.20m³ res/año

- Se debe estimar como mínimo $F_v = 0,20m^3\text{residu/año}$

El volumen util de la cámara se define según lo siguiente

- Volumen mínimo: 1.10m³
- Volumen máximo: 2.23m³

Dimensiones para la obtencion de volúmenes cercanos al máximo

Ancho(m)	Largo(m)	Alto(m)
1.3	1.7	1
1.2	1.5	1.1

Dimensiones de las paredes

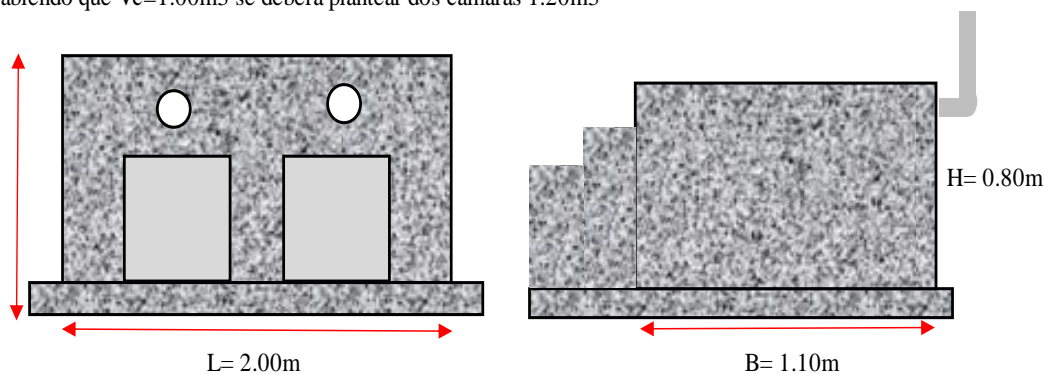
tipo de paramento	Valor mínimo (m)
espesor de losa inferior	0.1000
espesor pared interior entre camaras	0.1500
espesor pared exterior	0.0750

Calculo de la cámara compostera

$$V_c = (N * F_v)$$

$$V_c = 0.60m^3$$

Sabiendo que $V_c = 1.00m^3$ se debera plantear dos camaras 1.20m³



$V_{Cc} = \text{El volumen de la cámara compostera} = B * L * H$
 $V_{Cc} = 1.76m^3$ Diseño Correcto!!

3.7.9.3 UBS con arrastre hidráulico – biodigestor

El diseño será el mismo para cinco personas y tres personas, ya que el volumen producido es mínimo y para ambos casos un biodigestor de 600 litros puede cubrir la demanda.

1.- Cálculo de biodigestor

N° de familia	N° de Beneficiarios	Cantidad de excretas KG/día	Cantidad total de excretas KG/día	Relacion KG Excreta/KG Agua 1:2	Cantidad total de Liquido KG/día	Biomasa Disponible KG/día/familia	Biomasa Disponible M3/día/familia
1	5	0.4	2	2	4	6	0.006

Fuente: Instalación del servicio de agua potable y disposición sanitaria de excretas en los sectores rurales del CP de Isañura distrito de Capachica

Tiempo de retención de biomasa

Dado que el material biodegradable requiere de un tiempo para su descomposición total en sus elementos principales, se procedera a su determinacion, para en ultima instancia calcular el volumen de trabajo del biodigestor. Bajo la accion de las bacterias mesofilicas se estima que en un reactor normal a 30°C el tiempo requerido para biodegradar la materia prima alimentada es de 20 días, tiempo que se puede afectar por las variaciones de la temperatura ambiental.

$$TR = 20 \text{ DIAS} \times 1.3 = 26 \text{ Días}$$

El factor 1.3 es un coeficiente que depende de la temperatura, y para garantizar un funcionamiento óptimo del biodigestor en cualquier época del año se ha asumido el valor de 25°C

Volumen de Digestión de Biomasa

$$VD = 0.0060 \text{ m}^3/\text{día} \times 26 \text{ días} = 0.1560 \text{ m}^3$$

Volumen de almacenamiento de gas

La capacidad requerida en el biodigestor para la acumulación de la biomasa es de 0.1404 m³, de modo que será necesario determinar cuál es el volumen requerido para acumular el gas producido diariamente

$$\begin{aligned} \text{Cant. Total de excreta kg/día/familia} &= 2 \text{ kg} \\ \text{Rendimiento de Biogas (M}^3\text{/excreta) Humanos} &= 0.07 \\ \text{VG} &= 2 \times 0.07 = 0.1400 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Volumen Total del Biodigestor

$$VBD = VD + VG = 0.2960 \text{ m}^3$$

Volumen comercial del biodigestor del Biodigestor

$$VBD = 0.600 \text{ m}^3$$

Fuente: (MDC, Instalación del servicio de agua potable y disposición sanitaria de excretas en los sectores rurales del C.P. de Isañura, distrito de Capachica Puno – Puno, 2016)

3.7.9.4 Sistemas complementarios de tratamiento y disposición

Se considera dos formas de eliminación adecuada de efluentes líquidos, las cuales se seleccionarán en base a la permeabilidad del suelo, siendo estos pozos de absorción y zanjas de infiltración.

Para la determinación del sistema de percolación, ya sea pozo de absorción o zanja de percolación, debe considerarse la siguiente tabla, en donde en suelos clasificados como rápidos o medios se considera pozo de absorción como solución, y en un suelo de filtración lenta se considera Zanja de percolación.

Tabla 32. Tiempo de infiltración según el tipo de filtración del suelo

TIPO DE FILTRACION DEL SUELO	TIEMPO DE INFILTRACION PARA EL DESCENSO DE 1CM
Rápidos	De 0 a 4 minutos
Medios	De 4 a 8 minutos
Lentos	De 8 a 12 minutos

Fuente: Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

De lo mencionado en la norma técnica de diseño opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural que en suelos clasificados como rápidos y medios se considera el pozo de absorción como solución y en un suelo de filtración lenta se considera zanja de percolación.

Tabla 33. Valores obtenidos de infiltración en 10 puntos de muestreo

NOMBRE POBLADOR	PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)	ELEVACION	DESCRIPCION	MICROCUEENCA	NIVEL FREATICO	TASA DE INFILTRACION MIN/CM
FRANCISCO MASCO JUSTO	10	372388	8359676	3907	ROSARIO HUANCARANI	SAN JOSE	3.5	8.6
DORA ADELUNA UBA COTACALLAPA	12	375352	8354074	3881	MACAYA PIRIPIRINI	SAN JOSE	9.5	11.9
FLORA CALCINA PORTILLO	18	388162	8344662	4122	ALTO JILAHUATA	YANAMAYO	10.0	10.6
FLORA ZAMATA CALCINA	32	383675	8347568	3872	LLACCHATA	YANAMAYO	2.0	12.5
GREGORIO VARGAS MAMANI	39	367696	8350565	4019	GAST SAN FRANCISCO	AZANGARO II	Roca	15.9
GABRIEL QUISEP CALCINA	40	367729	8353749	3869	GAST HUERTA	AZANGARO II	1.8	11.3
JOSE FREDY CALCINA CHOQUEMAMANI	55	387907	8353790	3932	COMUNIDAD TIRAMASA	SURUPANA	4.1	13.8
UDIA BANEGAS CAHUA	56	390894	8352629	4068	COMUNIDAD TICANI	SURUPANA	9m roca	15.4
CARLOS LARICO HANCCO	58	369361	8349475	3866	PANCAQUIA	AZANGARO I	2.5	9.8
CELESTINO LARICO HANCCO	59	370113	8345854	3867	COMUNIDAD PUNTA SAHUACASI	AZANGARO I	3.2	10.4

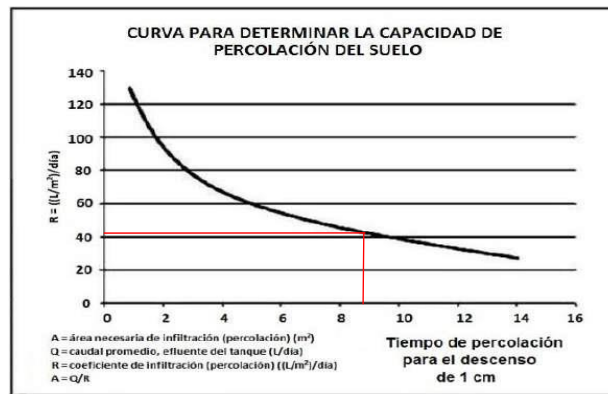
FUENTE: Elaboración propia con datos de pruebas de infiltración

De las pruebas realizadas tenemos que en su mayoría son suelos de filtración lenta sin embargo realizaremos el diseño para el punto 10 de la comunidad Rosario Huancarani que se muestra en la tabla anterior cuya taza se infiltración es de 8.6min/cm.

Diseño de pozo de Absorción

1.- Cálculo de pozo de absorcion

- A= ? A: Área necesaria de infiltracion (percolación) (m2)
 - Q= 320 Q: Caudal promedio efluente de servicios de ducha y lavadero (l/d)
 - R= 45 R: Coeficiente de infiltración (l/m2.d)
 - C: Coeficiente de retorno 0.8
 - N: Número de Habitantes
- Q= (Dotacion*N*C)=80*5*0.8



$$A = 320 / 45 = 7.11 \text{ m}^2$$

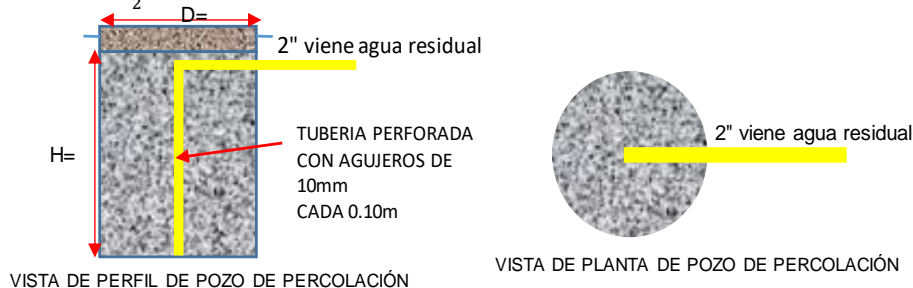
Se selecciona cuando no se cuente con area suficiente para una Zanja de percolacion o cuando el suelo sea impermeable dentro del primer metro de profundidad, existiendo estratos favorables de infiltracion.

- D= Diametro minimo del pozo debe ser de 1.00m **D= 1.20 m**
- H= Profundidad minima del pozo 2.00m **H= 2.10 m**

Ae= Area efectiva de filtracion area lateral cilindrica del hoyo no se considera el fondo

Se debe verificar que $A_e \geq A$

$$A_e = 2 * \pi * \frac{D}{2} * H = 7.92 \text{ m}^2 \quad \text{Diseño Correcto....}$$



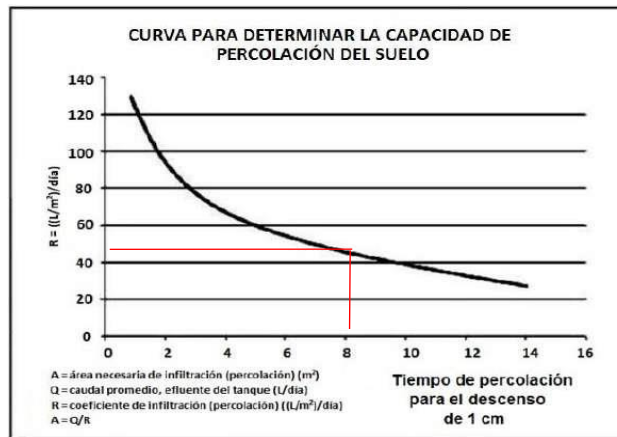
Diseño de Zanja de infiltración

Ahora según la norma técnica de diseño opciones tecnológicas de sistemas de saneamiento del ámbito rural indica que para suelos de filtración lenta que son suelos con taza de infiltración superior a 8 min debe considerarse zanja de percolación. A continuación, diseñaremos una zanja de infiltración para el punto 10 de la tabla 33. Cuya taza de infiltración es de 8.6min/cm.

1.- Cálculo de Zanja de percolación

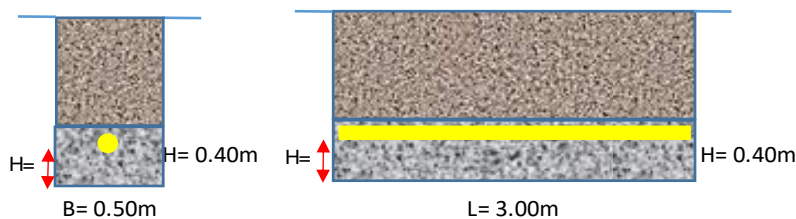
- A= ? A: Área de absorción (m²)
- Q= 320 Q: Caudal promedio efluente de servicios de ducha y lavadero (l/d)
- R= 45 R: Coeficiente de infiltración (l/m².d)
- C: Coeficiente de retorno 0.8
- N: Número de Habitantes

Q= (Dotacion*N*C)=80*5*0.8



A=Q/R= 320 / 45 = 7.11m²

Distribución del área en numero de zanjas



B=(0.45@0.9)
L=(Lmax=30m)

La separacion minima de fondo de zanja y Nivel freatico es de 2.00 m

Area util de la zona de filtracion incluye paredes internas y fondo debajo de la tuberia

Area de una zanja= B*L+2*H*B= 3.90 m²

Número de Zanjas= 1.82 zanjas

Número de Zanjas= 2.00 zanjas

Separacion de Zanjas= 2.00 m

Pendiente de tuberia cribada= 1.5/1000

Tuberia PVC 110mm agujeros de 10mm cada 0.10m de

Grava o piedra triturada de 1.5 @ 5cm para filtracion

FUENTE:EXPEDIENTE TECNICO INSTALACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE Y DISPOSICION SANITARIA DE EXCRETAS EN LOS SECTORES RURALES DEL C.P. DE ISAÑURA, DISTRITO DE CAPACHICA, PUNO-PUNO

El diseño de zanjas de percolación de igual forma como se desarrolló para el punto 10 se desarrolló con los demás puntos considerando el valor de la tasa de infiltración y adoptando un valor “R” en base a la curva para determinar la capacidad de percolación del suelo. Para ello se realizó el diseño para UBS que están diseñados para tres personas y UBS que están diseñados para cinco personas.

El diseño se desarrolló en base a lo que se muestra en la siguiente tabla donde:

B: Es el ancho de la zanja de percolación

H: Es la altura entre fondo de la zanja de percolación y fondo de tubería cribada

L: Es el largo que debe tener la zanja de percolación

Tabla 34. Resumen de propuesta de diseño de zanja de percolación

DISEÑO DE ZANJA DE PERCOLACION PARA CINCO HABITANTES					
B	H	L	Nº DE ZP REQUERIDO	VALOR DE "R" ADOPTADO DE CURVA	Nº DE ZANJAS DE PERCOLACION ADOPTADO
0.50 m	0.40 m	5.00 m	1.09	45	2
0.50 m	0.40 m	5.00 m	1.54	32	2
0.50 m	0.40 m	5.00 m	1.41	35	2
0.50 m	0.40 m	5.00 m	1.64	30	2
0.50 m	0.40 m	5.00 m	1.97	25	2
0.50 m	0.40 m	5.00 m	1.59	31	2
0.50 m	0.40 m	5.00 m	1.76	28	2
0.50 m	0.40 m	5.00 m	1.82	27	2
0.50 m	0.40 m	5.00 m	1.26	39	2
0.50 m	0.40 m	5.00 m	1.3	38	2
DISEÑO DE ZANJA DE PERCOLACION PARA TRES HABITANTES					
B	H	L	Nº DE ZP REQUERIDO	VALOR DE "R" ADOPTADO DE CURVA	Nº DE ZANJAS DE PERCOLACION ADOPTADO
0.50 m	0.40 m	3.00 m	1.09	45	2
0.50 m	0.40 m	3.00 m	1.54	32	2
0.50 m	0.40 m	3.00 m	1.41	35	2
0.50 m	0.40 m	3.00 m	1.64	30	2
0.50 m	0.40 m	3.00 m	1.97	25	2
0.50 m	0.40 m	3.00 m	1.59	31	2
0.50 m	0.40 m	3.00 m	1.76	28	2
0.50 m	0.40 m	3.00 m	1.82	27	2
0.50 m	0.40 m	3.00 m	1.26	39	2
0.50 m	0.40 m	3.00 m	1.3	38	2

De la tabla anterior se puede visualizar que para cinco habitantes se requiere de dos zanjas de percolación de dimensiones B=0.50m, H=0.40m y la longitud de la Zanja de 5.00m y para tres habitantes la zanja de percolación es de B=0.50m, H= 0.4 y la longitud de la zanja de percolación debe ser de 3.00m con estas dimensiones las zanjas de percolación trabajaran adecuadamente en ambos diseños.

3.7.9.5 Selección de tipo de UBS para cada zona de estudio del distrito de Azángaro

En base a datos obtenidos de campo se realizó la selección de tipo de sistema UBS compostera doble cámara, UBS con arrastre hidráulico, y el sistema complementario de tratamiento y disposición PA pozo de absorción o ZP zanja de percolación tomando en cuenta las recomendaciones de la Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural aprobada con RM N° 192-2018-vivienda.

PUNTO	COORDENADAS DE UBICACIÓN			DESCRIPCION	MICROCUENCA	N.F.	TAZA DE INFILTRACION MIN/CM	SISTEMA DE ELIMINACION DE EXCRETAS PROPUESTO		SISTEMA COMPLEMENTARIO DE TRATAMIENTO Y DISPOSICION	
	ESTE (X)	NORTE (Y)	ELEVACION					UBS COMPOSTERA	UBS ARRASTRE HIDRAULICO	POZO DE ABSORCION	ZANJA DE PERCOLACION
1	374444	8364297	3926	COMUNIDAD HUAYRAPATA	SAN JOSE	3.5	-	UBS-COM			ZP
2	374302	8364349	3925	COMUNIDAD HUAYRAPATA	SAN JOSE	3.2	-	UBS-COM			ZP
3	373209	8363078	3923	COMUNIDAD VILLA MERCEDES	SAN JOSE	-	-	UBS-COM			ZP
4	372461	8359531	3893	COMUNIDAD HUANCARANI	SAN JOSE	3.4	-	UBS-COM			ZP
5	372362	8359672	3893	COMUNIDAD HUANCARANI	SAN JOSE	3.4	-	UBS-COM			ZP
6	373371	8357474	3885	COMUNIDAD COLLANA	SAN JOSE	3.0	-	UBS-COM			ZP
7	375355	8354308	3882	CHALUPI SAHUACASI	SAN JOSE	8.0	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
8	375314	8354392	3883	CHALUPI SAHUACASI	SAN JOSE	9.0	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
9	372650	8360731	3898	CRISTANI - HUARCAPATA	SAN JOSE	4.0	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
10	372388	8359676	3907	ROSARIO HUANCARANI	SAN JOSE	3.5	8.6	UBS-COM			ZP
11	373987	8363581	3923	ESPERANZA SANTA MARIA	SAN JOSE	4.5	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
12	375352	8354074	3881	MACAYA PIRIPIRINI	SAN JOSE	9.5	11.9		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
13	384493	8347010	3871	TIRUYO SANTA MARIA	YANAMAYO	1.8	-	UBS-COM			ZP
14	384380	8347015	3872	TIRUYO SANTA MARIA	YANAMAYO	2.2	-	UBS-COM			ZP
15	386109	8346378	3954	ALTO JILAHUATA1	YANAMAYO	-	-		UBS-ARRASTRE		ZP
16	386278	8345896	3960	ALTO JILAHUATA2	YANAMAYO	8.0	-		UBS-ARRASTRE		ZP
17	386579	8345641	3984	ALTO JILAHUATA3	YANAMAYO	-	-		UBS-ARRASTRE		ZP
18	388162	8344662	4122	ALTO JILAHUATA	YANAMAYO	10.0	10.6		UBS-ARRASTRE		ZP
19	388557	8343893	4167	COMUNIDAD HUARACONI	YANAMAYO	-	-		UBS-ARRASTRE		ZP
20	389254	8343917	4197	COMUNIDAD HUARACONI	YANAMAYO	12.0	-		UBS-ARRASTRE		ZP
21	389589	8343686	4177	COMUNIDAD HUARACONI	YANAMAYO	-	-		UBS-ARRASTRE		ZP
22	385579	8349539	3902	PRIMER JILAHUATA	YANAMAYO	2.8	-	UBS-COM			ZP
23	385587	8349456	3899	PRIMER JILAHUATA	YANAMAYO	3.2	-	UBS-COM			ZP
24	381559	8347451	3874	SEGUNDO JILAHUATA	YANAMAYO	2.8	-	UBS-COM			ZP
25	381491	8347402	3881	SEGUNDO JILAHUATA	YANAMAYO	3.1	-	UBS-COM			ZP
26	380624	8348070	3866	SEGUNDO CHOQUECHAMBI	YANAMAYO	-	-	UBS-COM			ZP
27	380591	8348117	3866	SEGUNDO CHOQUECHAMBI	YANAMAYO	-	-	UBS-COM			ZP
28	378267	8349366	3880	PRIMER CHOQUECHAMBI	YANAMAYO	-	-	UBS-COM			ZP
29	376849	8349965	3865	PRIMER CHOQUECHAMBI	YANAMAYO	-	-	UBS-COM			ZP
30	373732	8349676	3864	SAN MARTIN	YANAMAYO	3.2	-	UBS-COM			ZP
31	373589	8349707	3869	SAN MARTIN	YANAMAYO	3.8	-	UBS-COM			ZP
32	383675	8347568	3872	ILACCHATA	YANAMAYO	2.0	12.5	UBS-COM			ZP
33	362844	8348994	4124	SEGUNDO CHIMPA JILAHUATA	AZANGARO II	16.0	-	UBS-COM			ZP
34	365188	8350537	4055	COMUNIDAD AJSARAYA	AZANGARO II	-	-	UBS-COM			ZP
35	364792	8350242	4070	COMUNIDAD AJSARAYA	AZANGARO II	-	-	UBS-COM			ZP
36	362996	8349035	4126	PRIMER CHIMPA JILAHUATA	AZANGARO II	18.0	-	UBS-COM			ZP
37	361695	8351344	4124	COMUNIDAD ALTO JURINSAYA	AZANGARO II	-	-	UBS-COM			ZP
38	361614	8351539	4116	COMUNIDAD ALTO JURINSAYA	AZANGARO II	-	-	UBS-COM			ZP
39	367696	8350565	4019	GAST SAN FRANCISCO	AZANGARO II	NE	15.9	UBS-COM			ZP
40	367729	8353749	3869	GAST HUERTA	AZANGARO II	1.8	11.3	UBS-COM			ZP
41	369550	8352649	3875	VILACUNCA VILCAPAMPA	AZANGARO II	3.8	-	UBS-COM			ZP
42	370750	8353940	3862	PARCIALIDAD URAY JALLAPISI	AZANGARO II	5.0	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
43	365756	8361659	3878	PUNTA JALLAPISI	AZANGARO II	18.0	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
44	376837	8354205	3880	COMUNIDAD PIRIPIRINI	SURUPANA	9.0	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
45	378259	8354777	3875	COMUNIDAD TAHUACACHI	SURUPANA	7.5	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
46	378586	8354696	3879	COMUNIDAD TAHUACACHI	SURUPANA	6.5	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
47	378774	8354419	3880	COMUNIDAD TAHUACACHI	SURUPANA	-	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
48	379756	8355700	3897	COMUNIDAD CHALUPISAHUACA	SURUPANA	11.0	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
49	378368	8355176	3881	COMUNIDAD CHALUPISAHUACA	SURUPANA	9.6	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
50	378292	8355378	3879	COMUNIDAD CHALUPISAHUACA	SURUPANA	-	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
51	381607	8355340	3884	COMUNIDAD TINTIRI	SURUPANA	4.5	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
52	382428	8356016	3884	COMUNIDAD INQUILLANI	SURUPANA	-	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
53	382556	8356161	3883	COMUNIDAD INQUILLANI	SURUPANA	-	-		UBS-ARRASTRE	PA	ZP
54	387821	8353828	3933	COMUNIDAD TIRAMASA	SURUPANA	3.6	-	UBS-COM			ZP
55	387907	8353790	3932	COMUNIDAD TIRAMASA	SURUPANA	4.1	13.8	UBS-COM			ZP
56	390894	8352629	4068	COMUNIDAD TICANI	SURUPANA	9.0	15.4	UBS-COM			ZP
57	390932	8352467	4146	COMUNIDAD TICANI	SURUPANA	-	-	UBS-COM			ZP
58	369361	8349475	3866	PANCAQUIA	AZANGARO I	2.5	9.8	UBS-COM			ZP
59	370113	8345854	3867	COMUNIDAD PUNTA SAHUACA	AZANGARO I	3.2	10.4	UBS-COM			ZP
60	370183	8345563	3867	COMUNIDAD PUNTA SAHUACA	AZANGARO I	-	-	UBS-COM			ZP
61	369982	8344732	3926	COMUNIDAD HUAYLLACUNCA	AZANGARO I	-	-	UBS-COM			ZP
62	369764	8344904	3932	COMUNIDAD HUAYLLACUNCA	AZANGARO I	-	-	UBS-COM			ZP
63	372187	8345002	3853	PUNTA SAHUACASI	AZANGARO I	4.2	-		UBS-ARRASTRE		ZP
64	37214	8344561	3856	PUNTA SAHUACASI	AZANGARO I	3.8	-	UBS-COM			ZP
65	372479	8342310	3856	SEGUNDO SAHUACASI	AZANGARO I	2.8	-	UBS-COM			ZP
66	373091	8341097	3849	SEGUNDO SAHUACASI	AZANGARO I	2.5	-	UBS-COM			ZP

Selección adoptada por el Nivel freático cercano

Selección adoptada por el criterio de terreno rocoso

A continuación, se muestra en la figura una zonificación de sistemas de eliminación de excretas propuestos para las diferentes zonas del distrito de Azángaro, en las cuales se agruparon los sistemas que son similares, además cabe aclarar también que las descripciones de los sistemas propuestos están elaboradas en base al cuadro mostrado anteriormente y los números que aparecen en la figura son los números de punto del cuadro anterior. Ahora describiremos las etiquetas que se muestran en la figura siguiente.

COMZP : UBS compostera de doble cámara y Zanja de percolación

ARRASTZP : UBS con arrastre hidráulico y Zanja de percolación

ARRASTPAZP : UBS con arrastre hidráulico y pozo de absorción o zanja de percolación en este caso se puede optar por un Pozo de absorción o zanja de percolación.

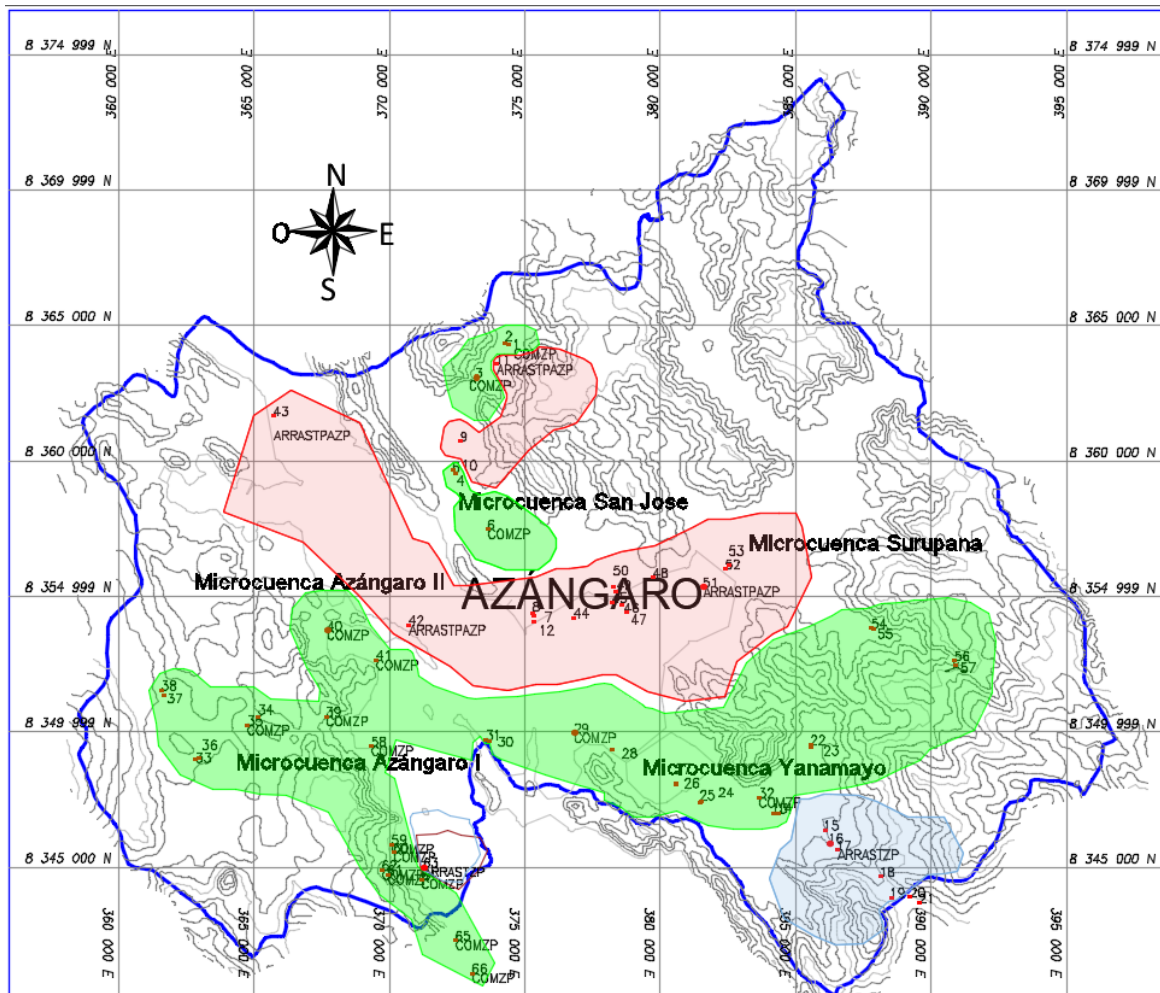


Figura 131. Zonificación de propuestas de sistemas de eliminación de excretas y sistemas complementarios de tratamiento y disposición

Fuente: Elaborado por el tesista

3.7.9.6 Mantenimiento y recomendaciones de uso de UBS compostera

Mantenimiento de UBS compostera doble cámara

La función principal de la cámara compostera es la de almacenar las excretas para deshidratarlas por la ausencia de humedad y alta temperatura, al mismo tiempo que elimina los patógenos presentes en ellas, en todos los casos la operación debe ser la misma.

Para el diseño se consideró el uso de dos cámaras independientes que trabajan alternadamente, en donde el tiempo promedio de uso continuo de una cámara es de dos (02) años (un año de operación y un año sellado), sin ingreso de excretas adicionales, antes que sea vaciada para volverse a utilizar.

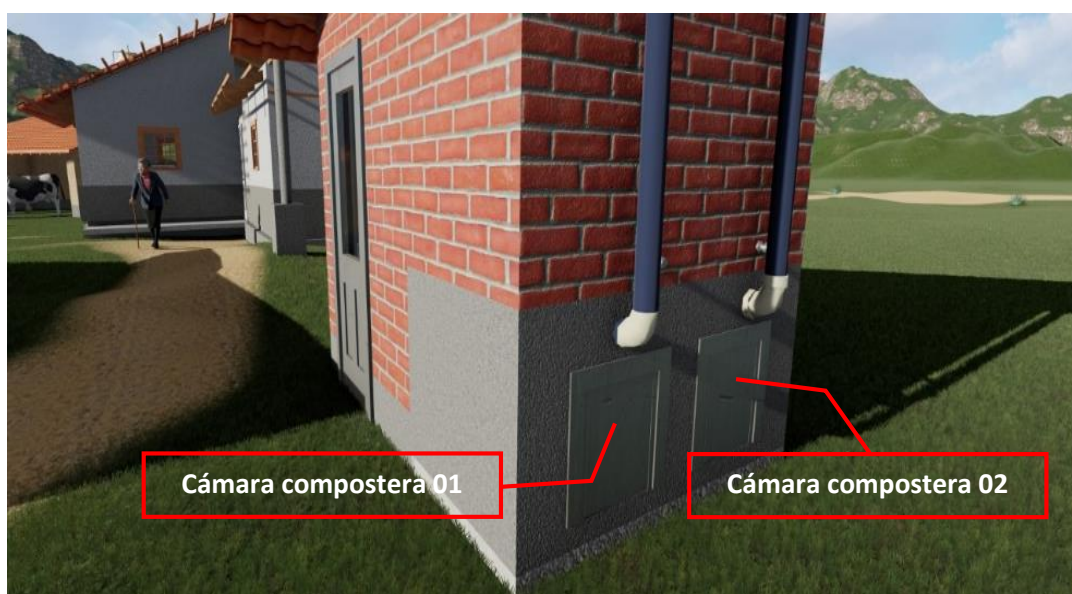


Figura 132. UBS compostera doble cámara para cinco personas

Fuente: Elaborado por el tesista

Recomendaciones de uso de la UBS compostera

- Para controlar el olor y deshidratar las excretas, después de cada uso es necesario agregar cenizas o cal viva para optimizar el proceso de degradación de la materia orgánica. Después de un año de sellado se retirará las excretas tratadas y se pueden volver a utilizar.
- Se utilizará papel blando para limpieza anal, no es recomendable arrojar el papel higiénico dentro de la cámara, ya que ocupa volumen de excretas.

3.7.9.7 Mantenimiento y recomendaciones de uso del UBS con arrastre hidráulico con biodigestor

Las recomendaciones de uso y mantenimiento que se dan respecto del UBS con arrastre hidráulico con biodigestor es principalmente el mantenimiento y uso que se le debe dar al biodigestor para su correcto uso a continuación se muestra una figura del biodigestor.

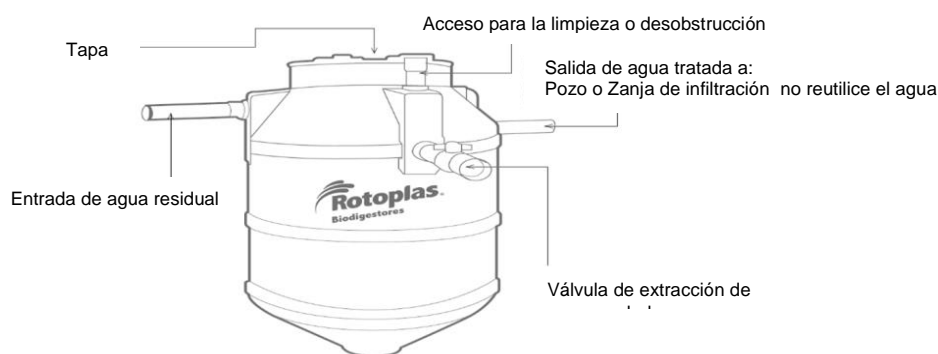


Figura 133. Componentes de Biodigestor Rotoplast
Fuente: Rotoplast <https://rotoplas.com.mx/>

Limpieza y mantenimiento

Cada año abra la válvula #4 que se visualiza en la siguiente figura para que el lodo acumulado y digerido, fluya al Registro de Lodos. Una vez hecha la purga, cierre la válvula y manténgala así hasta el siguiente mantenimiento. Los lodos son espesos y negros. Esto tardará de 3 a 10 minutos. Si vuelve a salir lodo café, cierre la válvula, esto significa que ya salió todo el lodo digerido. Adicionar cal en polvo al lodo extraído para eliminar los microorganismos. La cantidad de ambos depende del tamaño del Biodigestor y la frecuencia del mantenimiento. (Ver tabla siguiente tabla).

Tabla 35. Cantidad de purga de lodos y cantidad de cal para mantenimiento cada año

Modelo del Biodigestor	RP-600L	RP-1300L	RP-3000L
Usuarios (Zona rural)	5	10	25
Purgue anual (L)	100	200	400
Cal para mezclado (Kg)	10	20	40

Espolvoree un poco de cal sobre toda la superficie de lodos para evitar moscas. Tape el registro y deje secar el lodo por 2 meses o hasta que sea fácil su manejo con pala. Se recomienda excavar un hoyo, rellenar con el lodo (seco o húmedo) y tapar con tierra; otra opción es enviar estos desechos al relleno sanitario.

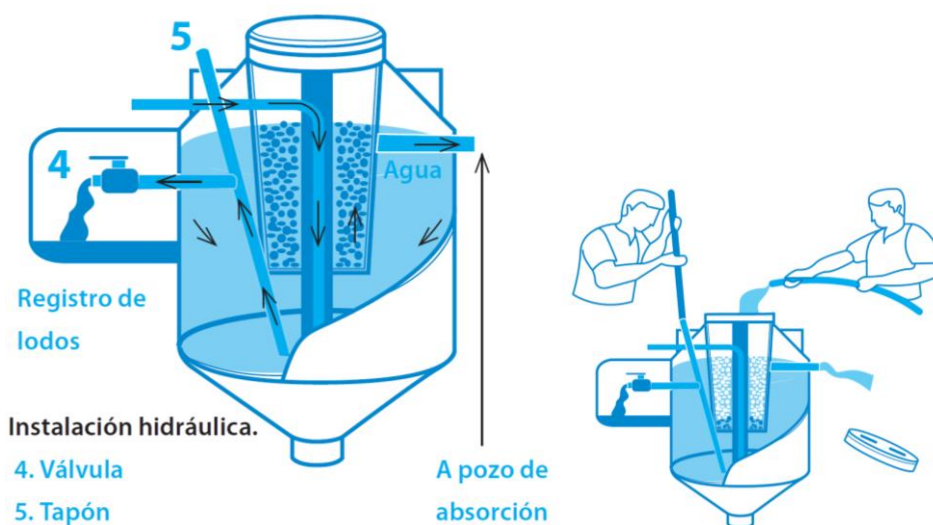


Figura 134. Purga de lodos de biodigestor

Fuente: Rotoplast <https://rotoplas.com.mx/>

Recomendaciones de uso y mantenimiento

Para el mantenimiento del Biodigestor y el manejo de lodos, siempre utilice guantes, botas y cubre bocas.

- Lávese las manos perfectamente después de cada mantenimiento.
- Los lodos líquidos nunca deberán ser enviados a ríos humedales o ríos, lagos o mares.
- Es recomendable rellenar con agua el biodigestor después de extraer los lodos.
- El lodo tratado aún tiene cierta cantidad de microorganismos; utilice protección personal y evite el contacto con los niños.
- No tire basura en la taza del baño (papel, toallas sanitarias ni otros sólidos), ya que se pueden obstruir los conductos.
- No retire el plástico en la parte central del tanque, ya que éste es el material filtrante del Biodigestor.
- Mantenga bien tapado el Biodigestor.

3.7.10 Diseño de sistema fotovoltaico de suministro de energía

Para realizar el diseño de un sistema fotovoltaico el número de ambientes que están relacionados con el número de habitantes por vivienda es muy importante previamente se realizara un diseño de iluminación.

3.7.10.1 Diseño de iluminación para vivienda rural de cinco personas

1.- CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EN AMBIENTES DE LA VIVIENDA

DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE	VALORES MINIMOS DE ILUMINACION (LUX)	ÁREA DE AMBIENTE (m2)	FLUJO LUMINOSOS REQUERIDO (lm)
DORMITORIO PRINCIPAL	200 Lux	15.20 m2	3040 lm
DORMITORIO HIJO(A)	200 Lux	13.78 m2	2756 lm
DORMITORIO HIJOS(AS)	200 Lux	14.00 m2	2800 lm
COCINA-COMEDOR	220 Lux	12.80 m2	2816 lm
SERVICIOS HIGIENICOS	100 Lux	4.66 m2	466 lm
PASADIZO INTERIOR	50 Lux	5.30 m2	265 lm
TOTAL			

2.- ELECCIÓN DE LUMINARIA DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS

Flujo luminoso mínimo (lm)	Consumo de potencia eléctrica mínimo (Watts)		
	Incandescente (no halógena)	Fluorescente compacta	Lámpara LED
200.00	25	03 - 05	3 - 3
450.00	40	09 - 11	5 - 8
800.00	60	13 - 15	8 - 12
1100.00	75	18 - 20	12 - 16
1600.00	100	24 - 28	14 - 17
2400.00	150	30 - 52	24 - 30
3100.00	200	49 - 75	32 - 32
4000.00	300	75 - 100	40.5 - 40.5

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Lumen>

DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE DE LA VIVIENDA	LUMENES REQUERIDOS	TIPO DE LUMINARIA	CONSUMO DE POTENCIA ELÉCTRICA DE LAMPARA / Watts
DORMITORIO PRINCIPAL	3040 lm	Lámpara LED	32 Watts
DORMITORIO HIJO(A)	2756 lm	Lámpara LED	30 Watts
DORMITORIO HIJOS(AS)	2800 lm	Lámpara LED	32 Watts
COCINA-COMEDOR	2816 lm	Lámpara LED	32 Watts
SERVICIOS HIGIENICOS	466 lm	Lámpara LED	12 Watts
PASADIZO	265 lm	Lámpara LED	12 Watts
TOTAL	12143 lm		150 Watts

3.7.10.2 Diseño de sistema fotovoltaico de suministro de energía para cinco personas

Número de personas de vivienda rural

1.- CÁLCULO DE POTENCIA REQUERIDA DURANTE EL DÍA

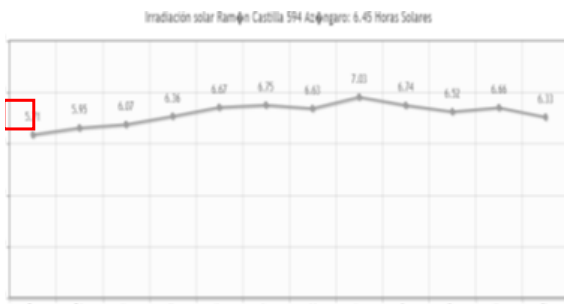
EQUIPO	POTENCIA (WATTS)	CANTIDAD	TIEMPO DE USO DIARIO (HORAS)	E= Wh/Día
Lámpara LED dormitorio principal	32 Watts	1	2	64 Wh/Día
Lámpara LED dormitorio hijo(a)	30 Watts	1	2	60 Wh/Día
Lámpara LED dormitorio hijos(as)	32 Watts	1	2	64 Wh/Día
Lámpara LED cocina-comedor	32 Watts	1	1	32 Wh/Día
Lámpara LED servicios higienicos	12 Watts	1	1	12 Wh/Día
Lámpara LED pasadizo	12 Watts	1	1	12 Wh/Día
Bateria de celular (cargar)	13 Watts	5	2	130 Wh/Día
Radio portatil	10 Watts	1	2	20 Wh/Día
TOTAL				394 Wh/Día

2.- CÁLCULO DE NÚMERO DE PANELES REQUERIDOS

Donde:

$$N^{\circ} \text{ PANELES} = \frac{E(\text{Wh/Día}) \times K}{\text{HSP} \times W_p}$$

$E(\text{Wh/Día})$: Potencia requerida durante el día = 394.00 W
 K : Factor de seguridad de consumo optamos $k=1.3$ = 1.3
 HSP : Numero de horas solar pico/ por zona = 5 HSP
 W_p : Potencia comercial del panel =



PARAMETER	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
#MONTHS?	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
EQVANT_NO_SUN_BLACKDAYS_MONTH	4.56	3.53	3.65	4.53	4.88	4.48	5.69	3.37	3.19	3.95	6.42	3.97	499
TOTL_MAX_TEMPERATURA_MAXIMA	14.08	14.55	14.43	14.27	13.91	13.03	13.01	14.01	14.91	15.53	16.13	15.55	14.48
TOTL_MIN_TEMPERATURA_MINIMA	1.05	1.33	1.09	0.55	-0.43	-2.73	-3.27	-3.37	-3.05	-1.67	1.34	1.71	-0.21
INDTSM	37.81	35.57	41.41	100.82	280.87	280.19	289.63	315	325.57	356.66	457.3	543.1	345.06
WISDOM	2.97	2.98	2.25	2.01	1.11	2.45	2.61	2.61	2.58	2.43	2.39	2.48	2.39
WISSOM	2.97	3.04	2.93	2.71	2.98	3.49	3.68	3.56	3.33	3.02	2.97	3.06	3.15
PRECIPOT	3.9	3.7	2.56	1.19	0.37	0.25	0.16	0.27	0.56	1.17	1.58	2.61	1.53
IS_SF_TILTED_SURFACE_NED1	2.33	1.69	2.22	3.28	4.78	5.43	5.27	4.11	2.86	1.8	2.36	2.58	3.23
IS_SF_TILTED_SURFACE_0	5.31	5.38	5.52	5.5	5.6	5.38	5.58	5.85	6.23	6.33	6.49	6	5.78
IS_SF_TILTED_SURFACE_14	5.34	5.22	5.57	5.87	6.39	6.35	6.49	6.43	6.45	6.22	6.52	6.08	6.09
IS_SF_TILTED_SURFACE_20	5.32	4.84	5.36	5.95	6.87	7.02	7.11	6.71	6.34	5.8	6.22	5.87	6.12
IS_SF_TILTED_SURFACE_30	2.33	1.69	2.22	3.28	4.78	5.43	5.27	4.11	2.86	1.8	2.36	2.58	3.23
IS_SF_OPTIMAL	5.36	5.38	5.58	5.96	6.97	7.28	7.3	6.72	6.45	6.33	6.54	6.09	6.34
IS_SF_OPTIMAL_ANGLE	9	0	-10	-25	-39	-45	-43	-32	-17	-2	8	11	-15
IS_SF_TILTED_ANGLE_SORT	5	N	N	N	N	N	N	N	N	N	5	5	N
IS_SF_TILTED_ANGLE_SORT	5	N	N	N	N	N	N	N	N	N	5	5	N

Fuente: <https://franklin.config.intelliquip.com/>

FUENTE: <https://power.larc.nasa.gov/>

Numero de paneles= 0.853666667 = 1 Panel de

3.- CÁLCULO Y SELECCIÓN DE BATERIAS

$$I_d = \frac{E_{Wh/dia}}{V_t} = 32.83 \text{ A}$$

$E_{Wh/dia}$: Potencia requerida durante el día
 I_d : Corriente en batería
 V_t : Voltage de batería

$$C_B = \frac{D_{dias} * I_d}{0.7} = 93.81 \text{ A}$$

C_B : Corriente requerida en días de autonomia
 D_{dias} : Días de autonomia que se quiere tener en batería = 2 Días
 I_d : Corriente de batería/ día

Características de la batería de mercado

Voltaje = 12 V
 Corriente = 95 Ah
 N° Baterias = 1 Bateria

4.- SELECCIÓN DE CONTROLADOR DE CARGA

Selección de regulador de carga se resuelve la ecuación

$$I_r = K_c \cdot I_{sp}$$

I_r : Corriente de entrada del regulador
 I_{sp} : Corriente de salida de los paneles $I_{sp} = 10.00 \text{ A}$
 K_c : Factor de seguridad de 1.15 @ 1.30
 Por lo tanto optamos por un valor de $K_c = 1.2$

Del valor obtenido de I_r seleccionamos uno de = 10A

5.- SELECCIÓN DE INVERSOR SOLAR

Para la elección del inversor verificamos la potencia del panel y el número de paneles

Por lo tanto elegimos un inversor de $P_{inversor} = 1 \text{ PANEL} \times 120 \text{ Watts} = 120 \text{ W}$

Elegimos una comercial de una potencia de 150W

Tensión de entrada: = 12V
 Tensión de salida: = 110V/220V
 Potencia: = 300W se eligió este de 300w por que es el mínimo del mercado

6.- RESUMEN DE KIT FOTOVOLTAICO DISEÑADO

Panel solar:

Nº de paneles 1 Panel
 Potencia del panel 120W / 12V

Baterías:

Nº de baterías 1 Bateria
 Voltaje de batería 12 V
 Corriente de batería 95 Ah

Controlador de carga

Nº de controlador de carga 1 controlador
 Voltaje de trabajo 12V-24V
 Corriente de carga 10A-20A

Inversor solar

Nº inversor solar 1 inversor
 Tensión de entrada 12V
 Tensión de salida 110V/220V
 Potencia 300W

7.- COSTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	SUB TOTAL
Panel solar:	Und.	1	340	S/340.00
Baterías:	Und.	1	510	S/510.00
Controlador de carga	Und.	1	150	S/150.00
Inversor solar	Und.	1	560	S/560.00
Conectores Weidmuller PvsTick	Und.	1	15	S/15.00
Cable Unifilar 6 mm ² SOLAR PV ZZ-F Rojo	m	10	5	S/50.00
Cable Unifilar 6 mm ² SOLAR PV ZZ-F Negro	m	10	5	S/50.00
Estructura de soporte de panel solar	Glb.	1	150	S/150.00
Servicio de Instalación	Glb.	1	150	S/150.00
TOTAL (Soles)				S/1,975.00

Fuente: Precios tomados <https://autosolar.pe>

3.7.10.3 Diseño de iluminación para vivienda rural de tres personas

De acuerdo a la norma EM 010 de iluminancias mínimas a considerar

1.- CÁLCULO DE ILUMINACIÓN EN AMBIENTES DE LA VIVIENDA

DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE	VALORES MÍNIMOS DE ILUMINACIÓN (LUX)	ÁREA DE AMBIENTE (m ²)	FLUJO LUMINOSO REQUERIDO (lm)
DORMITORIO PRINCIPAL	200 Lux	15.67 m ²	3134 lm
DORMITORIO HIJO(A)	200 Lux	14.87 m ²	2974 lm
COCINA-COMEDOR	220 Lux	15.67 m ²	3447 lm
SERVICIOS HIGIENICOS	100 Lux	4.20 m ²	420 lm
TOTAL			9975 lm

2.- ELECCIÓN DE LUMINARIA DE ACUERDO A LOS REQUERIMIENTOS

Flujo luminoso mínimo (lm)	Consumo de potencia eléctrica mínimo (Wattios)						
	Incandescente (no halógena)	Fluorescente compacta			Lámpara LED		
200.00	25	03	-	05	3	-	3
450.00	40	09	-	11	5	-	8
800.00	60	13	-	15	8	-	12
1100.00	75	18	-	20	12	-	16
1600.00	100	24	-	28	14	-	17
2400.00	150	30	-	52	24	-	30
3100.00	200	49	-	75	32	-	32
4000.00	300	75	-	100	40.5	-	40.5

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Lumen>

DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE DE LA VIVIENDA	LUMENES MÍNIMOS REQUERIDOS	TIPO DE LUMINARIA	CONSUMO DE POTENCIA ELÉCTRICA DE LAMPARA/ Watts
DORMITORIO PRINCIPAL	3134 lm	Lámpara LED	32 Watts
DORMITORIO HIJO(A)	2974 lm	Lámpara LED	30 Watts
COCINA-COMEDOR	3447 lm	Lámpara LED	32 Watts
SERVICIOS HIGIENICOS	420 lm	Lámpara LED	8 Watts
TOTAL	9975 lm		102 Watts

3.7.10.4 Diseño de sistema fotovoltaico de suministro de energía para tres personas

Número de personas de vivienda rural

1.- CÁLCULO DE POTENCIA REQUERIDA DURANTE EL DÍA

EQUIPO	POTENCIA (WATTS)	CANTIDAD	TIEMPO DE USO DIARIO (HORAS)	E= Wh/Dia
Lámpara LED dormitorio principal	32 Watts	1	2	64 Wh/Dia
Lámpara LED dormitorio hijo(a)	30 Watts	1	2	60 Wh/Dia
Lámpara LED cocina-comedor	32 Watts	1	1	32 Wh/Dia
Lámpara LED servicios higienicos	8 Watts	1	1	8 Wh/Dia
Bateria de celular (cargar)	13 Watts	3	2	78 Wh/Dia
Radio portatil	10 Watts	1	2	20 Wh/Dia
TOTAL				262 Wh/Dia

2.- CÁLCULO DE NÚMERO DE PANELES REQUERIDOS

Donde:

$$\begin{aligned}
 E(\text{Wh/Dia}) \times K &= \text{Potencia requerida durante el dia} &= & 262.00 \text{ W} \\
 \text{N}^\circ \text{ PANELES} = \frac{E(\text{Wh/Dia}) \times K}{\text{HSP} \times W_p} &= \text{Factor de seguridad de consumo optam} &= & 1.3 \\
 &= \text{Numero de horas solar pico/ por zona} &= & 5 \text{ HSP} \\
 &= \text{Potencia comercial del panel} &= & 100\text{W} / 12\text{V}
 \end{aligned}$$



PARAMETER	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	ANN
EQVINT_NO_SUN_BLACKDAYS_MONTH	4.56	3.53	3.65	4.53	4.88	4.48	5.69	3.37	3.19	3.95	6.42	3.97	-999
TMAX_MAX=TEMPERATURAMAXIMA	14.58	14.55	14.43	14.27	13.91	13.03	13.01	14.01	14.91	15.53	16.13	15.55	14.49
TMIN_MIN=TEMPERATURAMINIMA	1.65	1.32	1.09	0.35	-1.43	-2.73	-3.27	-2.97	-0.85	0.67	1.94	1.71	-0.21
WCIOM	37.81	35.57	41.41	20.82	290.87	293.29	299.63	315	325.57	356.66	43.73	54.32	345.06
WSIOM	2.37	2.38	2.25	2.01	2.11	2.46	2.61	2.61	2.58	2.43	2.39	2.48	2.39
WSIOM	1.97	3.04	2.99	2.71	2.99	3.49	3.68	3.56	3.39	3.02	2.97	3.06	3.15
PRECIPITOT	3.9	3.7	3.56	1.19	0.37	0.35	0.16	0.27	0.56	1.17	1.58	2.61	1.59
SI_EF_TILTED_SURFACE_NEG1	2.39	1.69	2.22	3.28	4.78	5.43	5.27	4.11	2.86	1.8	2.36	2.58	3.23
SI_EF_TILTED_SURFACE_0	5.51	5.36	5.51	5.5	5.6	5.38	5.58	5.85	6.23	6.33	6.49	6	5.78
SI_EF_TILTED_SURFACE_14	5.54	5.22	5.57	5.87	6.39	6.35	6.49	6.43	6.45	6.22	6.52	6.08	6.09
SI_EF_TILTED_SURFACE_29	5.32	4.84	5.36	5.95	6.87	7.02	7.11	6.71	6.34	5.8	6.22	5.87	6.12
SI_EF_TILTED_SURFACE_30	2.33	1.69	2.22	3.28	4.78	5.43	5.27	4.11	2.86	1.8	2.36	2.58	3.23
SI_EF_OPTIMAL	5.56	5.36	5.58	5.96	6.97	7.28	7.3	6.72	6.45	6.33	6.54	6.09	6.34
SI_EF_OPTIMAL_ANG	9	0	-10	-25	-39	-45	-43	-32	-17	-2	8	11	-15
SI_EF_TILTED_ANG_ORI	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	N
SI_EF_TILTED_ANG_ORI	S	N	N	N	N	N	N	N	N	N	S	S	N

Fuente: <https://franklin.config.intelliquip.com/>

FUENTE: <https://power.larc.nasa.gov/>

$$\text{Numero de paneles} = \frac{262 \text{ Wh/Dia}}{100 \text{ W} \times 5 \text{ HSP}} = 0.6812 \approx 1 \text{ Panel de } 100\text{W} / 12\text{V}$$

3.- CÁLCULO Y SELECCIÓN DE BATERIAS

$$\begin{aligned}
 I_d &= \frac{E_{\text{Wh/dia}}}{V_t} = 21.83 \text{ A} & E_{\text{Wh/dia}}: & \text{Potencia requerida durante el dia} \\
 & & I_d: & \text{Corriente en bateria} \\
 & & V_t: & \text{Voltage de bateria} & 12\text{V} \\
 C_B &= \frac{D_{\text{dias}} * I_d}{0.7} = 62.38 \text{ A} & C_B: & \text{Corriente requerida en dias de autonomia} \\
 & & D_{\text{dias}}: & \text{Dias de autonomía que se quiere tener en bateria} & 2 \text{ Dias} \\
 & & I_d: & \text{Corriente de bateria/ dia}
 \end{aligned}$$

Características de la bateria de mercado

Voltaje = 12 V
 Corriente = 80 Ah
 N° Baterias = 1 Bateria

4.- SELECCIÓN DE CONTROLADOR DE CARGA

Selección de regulador de carga se resuelve la ecuación

$$I_r = K_c \cdot I_{sp}$$

I_r : Corriente de entrada del regulador
 I_{sp} : Corriente de salida de los paneles $I_{sp} = 8.33 \text{ A}$
 K_c : Factor de seguridad de 1.15 @ 1.30
 Por lo tanto optamos por un valor de $K_c = 1.2$

Del valor obtenido de I_r seleccionamos uno de = **10A**

5.- SELECCIÓN DE INVERSOR SOLAR

Para la elección del inversor verificamos la potencia del panel y el número de paneles

Por lo tanto elegimos un inversor de $P_{inversor} = 1 \text{ PANEL} \times 100 \text{ Watts} = 100 \text{ W}$

Elegimos una comercial de una potencia de 150W

Tensión de entrada: = 12V
 Tensión de salida: = 110V/220V
 Potencia: = 300W

6.- RESUMEN DE KIT FOTOVOLTAICO DISEÑADO

Panel solar:

Nº de paneles 1 Panel
 Potencia del panel 100W / 12V

Baterías:

Nº de baterías 1 Bateria
 Voltaje de batería 12 V
 Corriente de batería 80 Ah

Controlador de carga

Nº de controlador de carga 1 controlador
 Voltaje de trabajo 12V-24V
 Corriente de carga 10A-20A

Inversor solar

Nº inversor solar 1 inversor
 Tensión de entrada 12V
 Tensión de salida 110V/220V
 Potencia 300W

7.- COSTO DE SISTEMA FOTOVOLTAICO

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	UNITARIO	SUB TOTAL
Panel solar:	Und.	1	300	S/300.00
Baterías:	Und.	1	510	S/510.00
Controlador de carga	Und.	1	150	S/150.00
Inversor solar	Und.	1	560	S/560.00
Conectores Weidmuller PvsTick	Und.	1	15	S/15.00
Cable Unifilar 6 mm ² SOLAR PV ZZ-F Rojo	m	15	5	S/75.00
Cable Unifilar 6 mm ² SOLAR PV ZZ-F Negro	m	15	5	S/75.00
Servicio de Instalación	Glb.	1	150	S/150.00
Estructura de soporte panel 100Watts	Glb.	1	200	S/200.00
TOTAL (Soles)				S/1,685.00

Fuente: precios tomados de: <https://autosolar.pe>

3.7.11 Diseño de sistema de bombeo fotovoltaico para UBS con arrastre hidráulico

3.7.11.1 Cálculo de dotación y consumo

El sistema de bombeo fotovoltaico será la misma ya que en el proceso de diseño estos por el mínimo consumo que tienen las viviendas, la potencia mínima de los equipos de bombeo son determinantes en este diseño, en los anexos se adjuntan los diseños para sistemas con arrastre hidráulico y para sistemas sin arrastre hidráulico.

Cálculo de población de diseño.

Para el diseño de sistema de agua potable en el ámbito rural no será necesario la estimación del proyecto al ser un sistema individual no será necesario estimarlo ya que el diseño está basado para una vivienda de 5 y 3 habitantes. A este número por ser pequeño se añadirá una dotación de 100l/h.d esto para el consumo de animales vacas y ovejas.

$$P_f = 5 \text{ habitantes}$$

Dotación de agua:

Basándonos en la norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural aprobado por resolución ministerial N° 192-2018-VIVIENDA, para el diseño se plantea 80 l/hab*d ya que se plantea un UBS con arrastre hidráulico.

Variaciones de consumo

Basándonos en la norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural.

Consumo máximo diario(Qmd)

Se debe considerar un valor de 1.3 del consumo promedio diario anual, Q_p de este modo

$$Q_p = \frac{Dot * P_d}{86400}, Q_{md} = 1.3 * Q_p$$

Donde:

Q_p : Caudal promedio diario anual en l/s

Q_{md} : Caudal máximo diario en l/s

Dot : dotacion en l/hab*dia

P_d : Poblacion de diseño en habitantes (hab)

$$Q_p = \frac{80 * 5}{86400} + \frac{100}{86400} = 0.0058 \text{ l/s}$$

$$Q_{md} = 1.3 * 0.0058 = 0.0075 \text{ l/s}$$

Consumo máximo horario (Qmh)

Se deberá considerar un valor de 2.0 del consumo promedio diario anual, Q_p de este modo:

$$Q_p = \frac{Dot * P_d}{86400} \dots\dots 3.1 \quad , \quad Q_{mh} = 2 * Q_p \dots\dots 3.2$$

Donde:

Q_p : Caudal promedio diario anual en l/s

Q_{mh} : Caudal máximo horario en l/s

Dot : dotacion en l/hab*dia

P_d : Poblacion de diseño en habitantes (hab)

$$Q_p = \frac{80*5}{86400} + \frac{100}{86400} = 0.0058 \text{ l/s} \quad Q_{mh} = 2 * 0.0058 = 0.0116 \text{ l/s}$$

3.7.11.2 Diseño de Componentes del sistema de impulsión de agua potable

Diseño de fuente de abastecimiento:

Captación a través de pozo circular

Parámetros de diseño

Diámetro interior de pozo $D_{int \text{ pozo}}$ = 1.0m

Profundidad total del pozo con agua $P_{rof \text{ total pozo}}$ = 3.0 m

Almacenamiento de agua de pozo $V_{almacenamiento \text{ pozo}}$ = 2.36m³

Aforo de pozo $Q_{caudal \text{ pozo}}$ = 0.08 l/s

Diseño del tanque elevado

En el presente sistema se aplicará la norma IS-010, que indica claramente que cuando solo exista tanque elevado su capacidad será como mínimo igual a la dotación diaria, con un volumen no menor de 1000l.

$$Q_p = \frac{80*5}{86400} + \frac{100}{86400} = 0.0058 \text{ l/s} \quad V_{tanque \text{ elevado}} = 0.0058 * 24 * 60 * 60 = 500 \text{ l}$$

Un volumen para tanque elevado que sería muy costoso si se propone un tanque de concreto armado, por lo que, es posible elegir uno polietileno de 1100l. el cual cumpliría adecuadamente con la demanda de esta población.

Diseño de línea de impulsión.

Caudal de bombeo (Qb)

El caudal de una línea de impulsión será el correspondiente al *consumo máximo diario* para el período de diseño. Tomando en cuenta número de horas de bombeo un promedio de 2 horas diarias

Número de horas de bombeo : N = 2 horas

Caudal máximo diario : $Q_{md} = 0.0075 l/s$

$$Q_{bombeo} = \frac{Q_{md} * 24}{N}, Q_{bombeo} = \frac{0.0075 * 24}{2} \quad Q_{bombeo} = 0.0903 l/s$$

Selección del diámetro de la tubería.

Para la selección del diámetro utilizamos la fórmula del diámetro más económico de tuberías de impulsión en instalaciones de bombeo, Utilizando la fórmula de Bresse

$$D = 1.3 * X^{1/4} * \sqrt{Q} \dots\dots 3.3$$

D : diámetro en metros de la tubería

$$X = \frac{\text{Numero de horas de bombeo por día}}{24}$$

Q : Caudal de bombeo m3/s

$$D = 1.3 * 0.083^{1/4} * \sqrt{0.0000903} = 0.0066m \text{ ó } 0.66cm$$

Convirtiendo la tubería comercial más cercana es de 1/2"

Velocidad media de flujo.

Diámetro interior: $D_{interior} = 0.0166m$

Caudal de bombeo: $Q_b = 0.0903 l/s$; $V = \frac{Q_b}{A} \dots\dots 3.4$

Q_b : Caudal de bombeo en m3/s

$$A: \text{area interna de tubería, } A = \pi * D_{interior}^2 * 0.25$$

V: Velocidad en m/s

$$V = \frac{0.0000903}{\pi * D_{interior}^2 * 0.25} = 0.42m/s \text{ ok } < 3m/s$$

Pérdida de carga por fricción en la tubería:

El cálculo de pérdida de carga por fricción se desarrollará con la ecuación de Hazen y Willians

$$h_f = 10.67 * \left(\frac{Q_b}{C}\right)^{1.852} * \left(\frac{L}{D_{int}^{4.87}}\right) \text{ ecuación de Hazen y willians } \dots\dots 3.5$$

h_f : perdidad de carga por friccion en metros

C: Coeficiente de rugosidad, C = 150

D_{int} : Diametro interior en metros

L: Longitud de la tubería en metros

$$h_f = 10.67 * \left(\frac{0.0000903}{150}\right)^{1.852} * \left(\frac{49}{0.0166^{4.87}}\right)$$

$$h_f = 0.73m$$

Pérdida de carga local por accesorios:

Usaremos la fórmula de datos experimentales

$$h_a = K * \frac{V^2}{2 * g} \dots \dots 3.6$$

K: Coeficiente de resistencia para cada accesorio

V: Velocidad m/s

g: Gravedad 9.81 m/s

Válvula esférica, totalmente abierta	K = 10
Válvula de ángulo, totalmente abierta	K = 5
Válvula de retención de clapeta	K = 2,5
Válvula de pie con colador	K = 0,8
Válvula de compuerta, totalmente abierta	K = 0,19
Codo de retroceso	K = 2,2
Empalme en T normal	K = 1,8
Codo de 90° normal	K = 0,9
Codo de 90° de radio medio	K = 0,75
Codo de 90° de radio grande	K = 0,60
Codo de 45°	K = 0,42

Figura 135. Coeficientes de perdida en accesorios

Fuente: <https://avdiaz.files.wordpress.com>

Para el sistema se usarán cinco codos de 90°, una válvula check y una válvula esférica, cuyo valor de perdidas menores será:

$$h_a = (1 * 10 + 5 * 0.9) * \frac{0.42^2}{2 * 9.81} = 0.1286m$$

Altura geométrica.

Esto es la diferencia de nivel entre captación-tanque elevado (altura estática total).

Se calcula mediante la expresión:

$$H_g = H_s + H_d + H \dots 3.6$$

Donde:

Hg: Altura geométrica, m.

Hs: Altura de aspiración o succión, esto es, altura del eje de la bomba sobre el nivel inferior, m.

Hd: Altura de descarga, o sea, la altura del nivel superior con relación al eje de la bomba, m.

H: presión de salida

$$H_g = 0 + 24.47 + 3 = 27.47 \text{ m.}$$

Presión Dinámica.

También denominada altura dinámica total, viene a ser la altura estática o geométrica más las pérdidas de energía en la línea de impulsión, con la que se calculara la potencia del equipo de impulsión.

$$HDT = H_g + H_f + H_a \dots \dots 3.7$$

H_g : Altura geométrica

H_f : Perdida de energía por fricción

H_a : Perdida de energía por accesorios

$$HDT = H_g + H_f + H_a \quad HDT = 27.5m + 0.73m + 0.13m. = 28.36m$$

3.7.11.3 Cálculo y selección equipo de bombeo solar fotovoltaica

Potencia de la bomba.

Caudal de bombeo : $Q_b = 0.0903 \text{ l/s}$

Altura dinámica total : $HDT = 28.36 \text{ m}$

Eficiencia teórica : 70% a 90%

Potencia de la Bomba : $P_b = \frac{Q_b * H_{DT}}{76 * \epsilon}$

$$P_b = \frac{0.0632 * 28.36}{76 * 0.75}$$

$$P_b = 0.0449HP$$

Convirtiendo, 1HP=746watts

$$P_b = 33.51W$$

Calculo de la energía Consumida

Potencia de la Bomba (W) : $P_b = 0.0335KW$

Horas de Bombeo : $t = 2 \text{ horas}$

Energía consumida : $E_t = P_b * t$

$$E_t = 0.0135 * 2 = 0.067KWh$$

Selección de Motor-bomba solar comercial.

Se ha elegido la marca de bomba Franklin FHOTON TM SOLARPAK, por que poseen una tecnología confiable y consolidada de acuerdo a los datos que tenemos de altura dinámica total y un volumen de almacenamiento de 600l se requiere un caudal en horas de 300l/hora, por lo que de catálogos debido a la baja presión que requiere la potencia mínima de equipo de bombeo que existe es de 0.5HP por lo cual elegimos el modelo 5FDSP-0.5HP.

NO. DE PARTE	MODELO	HP	VOLTAJE DE ENTRADA	VOLTAJE DE SALIDA (MÁX)	CORRIENTE MÁXIMA (AMPS)	FRECUENCIA DE SALIDA	POTENCIA FV (WATTS)	RANGO DE OPERACIÓN			
								GPM	LPM	METROS	PIES
90040504	5FDSP-0.5HP	0.5	40-110VCD	48 VCA -3F	9.8 A, cada fase	20-60Hz	150 - 600	1 - 6	3 - 19	10-61	33 - 200
90040704	7FDSP-0.5HP							2 - 7	7 - 25	10-51	33 - 166
90041504	15FDSP-0.5HP	0.75	45-300VCD	100 VCA - 3F	8.6 A, Cada Fase	20-60Hz	250 - 1300	5 - 14	19 - 53	5-25	16 - 82
90042004	20FDSP-0.5HP							5 - 19	19 - 72	5-30	16 - 100
90040514	5FDSP-0.75HP	0.75	45-300VCD	100 VCA - 3F	8.6 A, Cada Fase	20-60Hz	250 - 1300	1 - 9	4 - 34	20-140	66 - 459
90040714	7FDSP-0.75HP							1 - 12	4 - 45	20-120	66 - 394
90041014	10FDSP-0.75HP	0.75	45-300VCD	100 VCA - 3F	8.6 A, Cada Fase	20-60Hz	250 - 1300	2 - 14	7 - 53	20-90	66 - 295
90041514	15FDSP-0.75HP							2 - 22	7 - 83	10-70	33 - 230

Figura 136. Cuadro de modelos de bombas sumergibles Franklin

Fuente: Franklin Electric Latinoamérica

Requerimientos mínimos del equipo de bombeo

Modelo 5FDSP-0.5HP

Código modelo : 90040504

Caudal Máximo : 0.52 l/s

Potencia requerida para accionar la bomba: 0.2 KW

Tensión de operación= 48V

Selección del panel solar comercial

Según recomendaciones la potencia del generador debe ser mayor que la potencia de la bomba en un factor de k de 1.6 a 2.

$$P_{gf} = P_{requerida\ accionamiento\ bomba} * 2$$

$$P_{gf} = 200 * 1.75 = 0.35KW$$

La potencia de salida del generador fotovoltaico debe ajustarse a las ofertas comerciales. Para el presente proyecto se consideran los módulos fotovoltaicos TAI200Wp-156-36p.

Tabla 36. Características del panel solar

RENDIMIENTO ELECTRICO	VALOR Y/O UNIDAD
Peso neto (Kg)	15 KG
Potencia Nominal (Watts)	200Wp
Tension Maxima (V)	26.6 V
Corriente Maxima (A)	7.52 A
Tension en vacio (V)	32 V
Corriente de corto circuito (A)	8.33 A

FUENTE: Tay Energy fabricante de paneles solares

El número de paneles solares requeridos para satisfacer la demanda de potencia se calculará mediante la expresión siguiente:

$$N_{\text{paneles}} = \frac{P_{gf}}{\text{Potencia nominal}} = \frac{350W}{200W} = 1.75 \text{ ó } 2 \text{ paneles}$$

La potencia disponible del generador fotovoltaico se obtiene mediante la expresión:

$$P_{\text{generador}} = \text{Potencia Nominal} * N_{\text{paneles}} = 200 * 2 = 0.4KW$$

Verificación de voltaje y corriente nominal de operación

$V_{\text{operacion}} = \text{Tension máxima} * N^{\circ} \text{ de paneles}$

$$V_{\text{operacion}} = 26.6 * 2 = 53.2V$$

Por lo tanto, el voltaje de operación se encuentra dentro del rango de voltaje aceptado por el motor eléctrico de la bomba 5FDSP-0.5HP

$$I_s = \frac{P_g}{V_{\text{operacion}}} = \frac{400W}{53.2V} = 7.51A$$

Para calcular el número de grupos en paralelo.

$$N^{\circ} \text{ Mod Paralelo} = \frac{I_s}{\text{Corriente maxima}} = \frac{7.51}{7.52} = 0.998 = 1 \text{ grupo}$$

En conclusión, el generador fotovoltaico estará constituido por dos paneles solares conectados eléctricamente en serie. El voltaje de operación será de 53.2V y la corriente máxima de 7.51 A se deberá montar 2 paneles solares en estructuras metálicas de fierro galvanizado ancladas al terreno en dados de concreto con ángulo de inclinación de -14.95° viendo al norte.

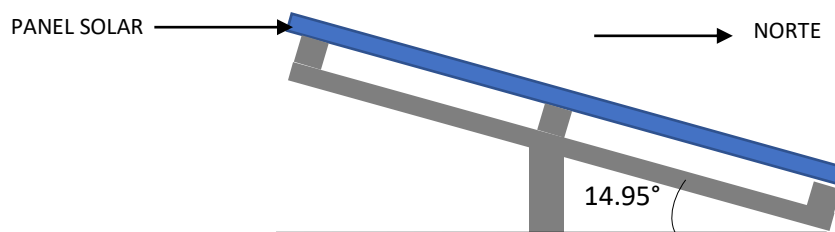


Figura 137. Angulo de inclinación de panel solar para el distrito de Azángaro
Fuente: Elaborado con referencia a resultados de diseño con software FE Select

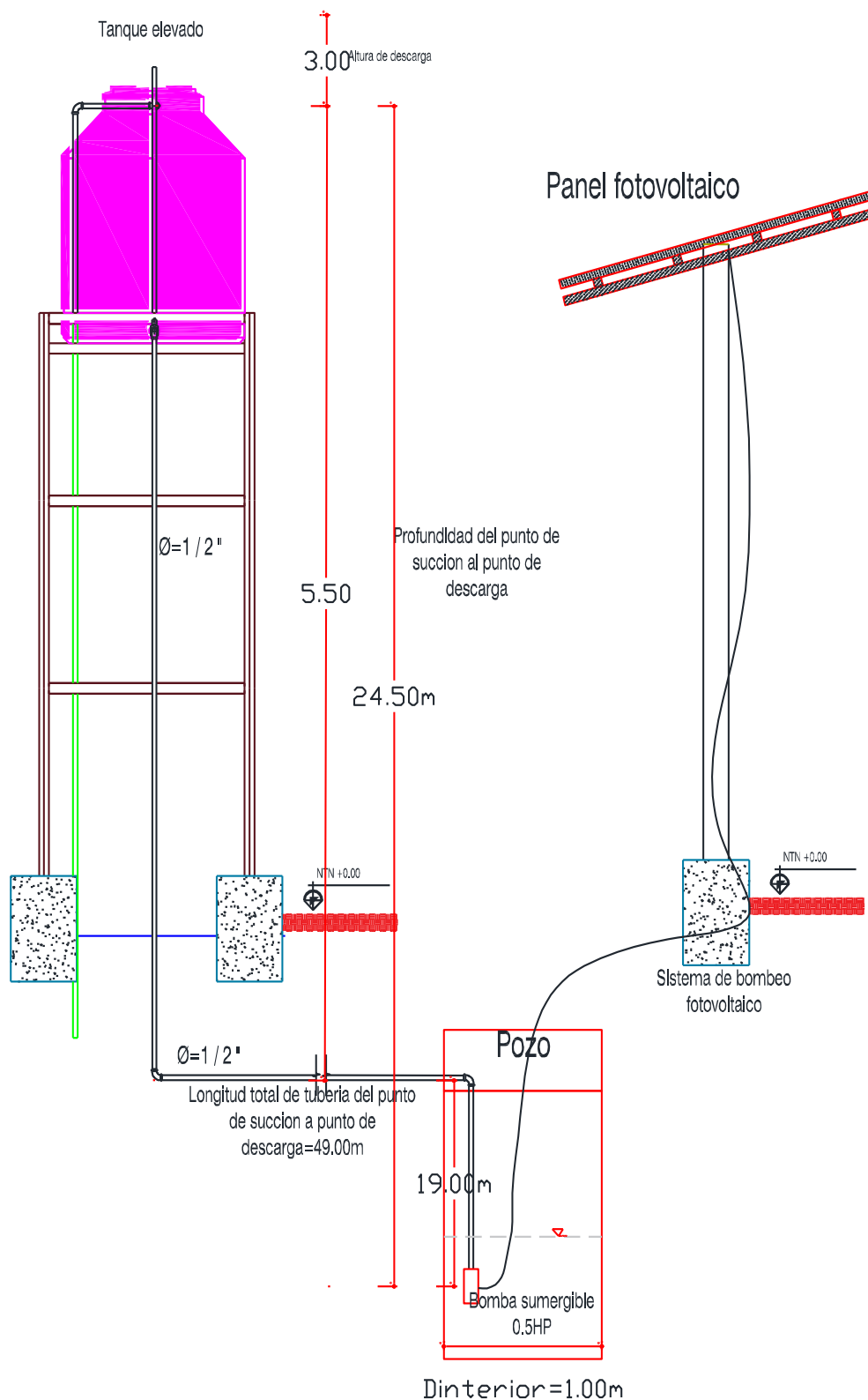


Figura 138. Sistema de bombeo fotovoltaico diseñado

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.11.4 Selección de Motor-bomba solar comercial a través de software

En el mercado existen diferentes tipos de bombas para nuestro caso proyectaremos el sistema con bomba sumergible, para ello haremos uso del **software de Franklin Electric FE SELECT SolarPak**. Para ello es necesario tener los datos a ingresar como son el caudal de bombeo, altura dinámica total, tipo de rosca en nuestro caso es TPT la más tradicional además en el botón buscar ubicamos la zona donde se proyecta el sistema en nuestro caso seleccionamos el distrito de Azángaro ver siguiente figura, con esos datos la aplicación nos dará como resultado las características de la bomba y panel requerido.

APLICACIÓN Sumergible ▼

COND. BÁSICAS DE SERVICIO

Altura manométrica m ▼


Consigna Caudal ▼

Caudal l/s ▼

Tipo de rosca NPT ▼

Catálogo regional Segun ubicacion ▼

*Temp. Máx. admisible de 30°C/86°F. Consulte a Franklin para valores más altos

UBICACIÓN 

Latitud (grados)

Longitud (grados)

Población Ram?n Castilla 594 Az?ngaro

País Per? ▼

CARACTERÍSTICAS PANEL SOLAR

Condiciones de Servicio STC ▼

Watts (Wmpp) W ▼

Volts (Vmpp) V ▼

Volts (Voc) V ▼

Seguidor solar

Mes Máximo Media anual ▼

CABLE*

Longitud ft ▼

Material Cobre AWG/MM ▼

Temperatura aislamiento 75°C ▼

*El dimensionamiento y longitudes de cable deben cumplir con la normativa local, nacional o normas eléctricas vigentes aplicables.

Irradiación solar Ram?n Castilla 594 Az?ngaro: 6.45 Horas Solares

Figura 139. Cuadro de ingreso de datos para adopción de equipo de bombeo y panel solar

Fuente: Franklin Electric Latinoamérica.

Software FE SELECT SolarPak <https://franklin.config.intelliquip.com/>

En la figura se muestran los resultados del diseño en base a datos ingresados al software como se ve en la figura 140, entonces de acuerdo a los datos ingresados como la potencia de los paneles que queremos utilizar así también el voltaje de estos, la ubicación o lugar donde se realizara la instalación, otro de los datos a ingresar es el caudal de bombeo, y la altura dinámica total, con estos datos el software se encarga del diseño.



Nº Oferta	05	Fecha petición oferta
Nombre proyecto	Sistema de bombeo fotovoltaico Distrito Azángaro	Fecha lím. oferta

Detalles de la cotización

Empresa	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO	Nombre Usuario	VLADIMIR BRESSNY LARICO HUANCA
Persona cont. Empresa		Persona cont. Usuario	
Núm. contacto Empresa		Núm. contacto Usuario	

Resumen

REQUERIMIENTOS SALIDA		UBICACIÓN	
Presión total	28.36 m	Población	Ram?n Castilla 504 Az?ngaro
Caudal	0.09 l/s	País	Per?
Tipo de rosca	NPT	Latitud/Longitud	-14.91 / -70.2

*Temp. Máx. admisible de 30°C/86°F. Consulte a Franklin para valores más altos

CONFIG.	
Modelo	5FDSP-0.5HP
Código modelo	90040504
Caudal máximo	0.20 l/s

CARACTERÍSTICAS DEL PANEL	
Condiciones de Servicio	STC
Uso de seguidor solar	No
Watts (Wmpp)	250 W
Volts (Vmpp)	26.6 V
Volts (Voc)	24.0 V
Ángulo de inclinación recomendado (grados)	-14.91

*Ángulo de inclinación recomendado (grados resp. horizontal)

REQUERIMIENTOS MÍNIMOS	
Vmpp	48.0 V
Wmpp	232 W

CONFIG. INST. SOLAR	
Paneles en serie	2
Número de grupos	1
Núm. total paneles	2
Potencia inst. (Wmpp)	400 W
Tensión inst. (Vmpp)	49.5 V
Tensión inst. (Voc)	45.6 V

Por favor, tenga en cuenta que el rendimiento del sistema puede variar en función del rendimiento real de los paneles solares en la instalación. Factores como la temperatura ambiente, la radiación solar, el polvo y el viento influenciarán (aumento o disminución) en la potencia, la tensión y la corriente, de acuerdo a los coeficientes específicos de los paneles.

Figura 140. Resultados obtenidos de diseño con software

Fuente: Franklin Electric Latinoamérica.

Software FE SELECT SolarPack

3.7.12 Modelado de propuestas de vivienda rural

3.7.12.1 Vistas de vivienda rural para cinco personas-UBS con arrastre hidráulico



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.12.2 Vistas de vivienda rural para cinco personas-UBS compostera dos cámaras



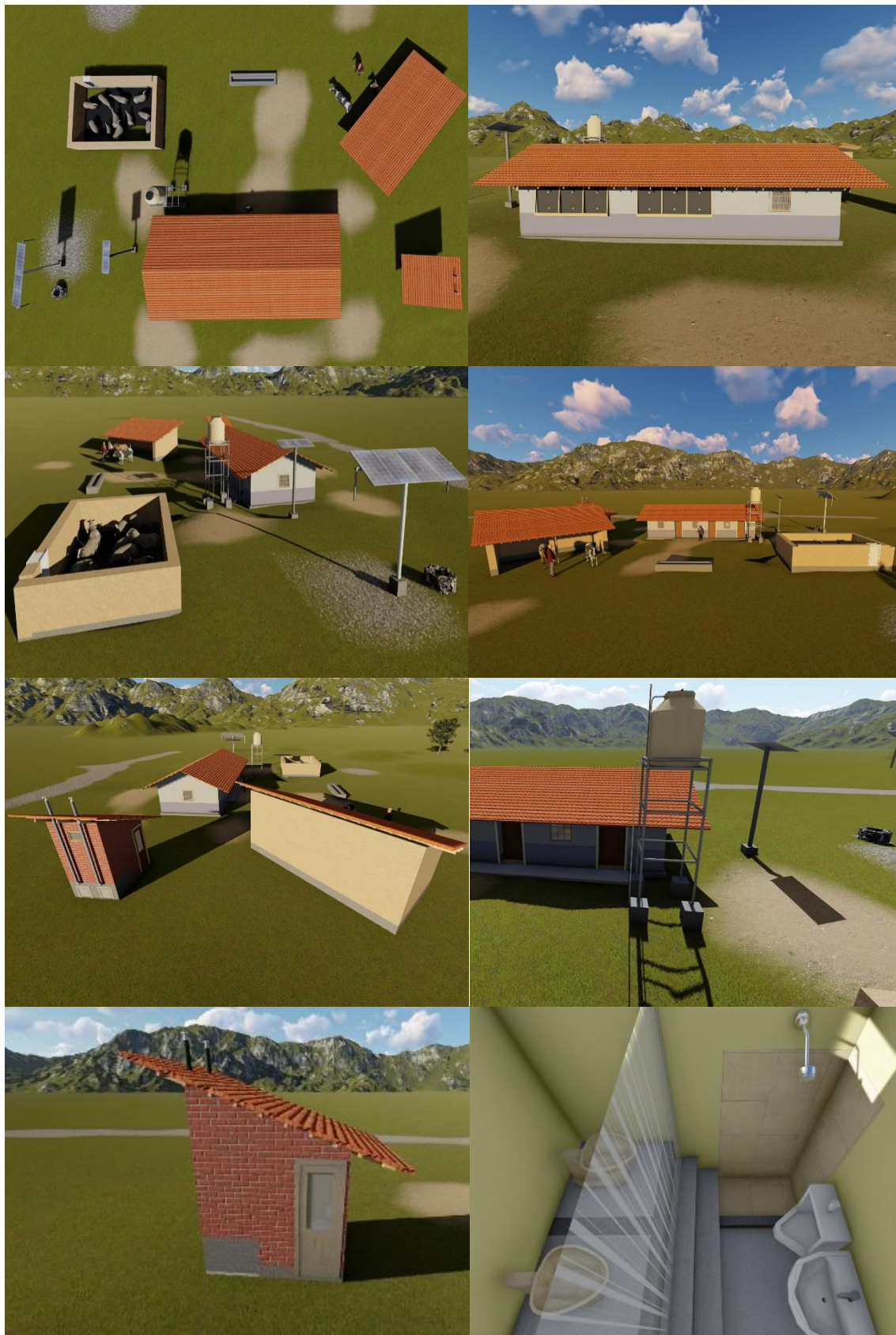
Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.12.3 *Vistas de vivienda rural para tres personas-UBS con arrastre hidráulico*



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.12.4 Vistas de vivienda rural para tres personas-UBS dos cámaras (compostera)



Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.13 Cocina mejorada para vivienda rural

El proyecto Energía, Desarrollo y Vida EnDev GIZ Perú ha desarrollado varios modelos de cocinas mejoradas. Las principales ventajas de estas cocinas son:

- Método más limpio, porque a través de la chimenea, se expulsa el humo hacia el exterior del ambiente de la cocina.
- Usuaría mantiene una mejor postura al cocinar.
- Ahorra leña, porque conserva mejor el calor al realizar varios procesos de cocción al mismo tiempo.

Por las ventajas que ofrecen estas cocinas es que se plantean para el proyecto de vivienda rural para la población que habita en el área rural del distrito de Azángaro esta cocina conocida con el nombre de Pichqa, a continuación se muestra a más detalle.

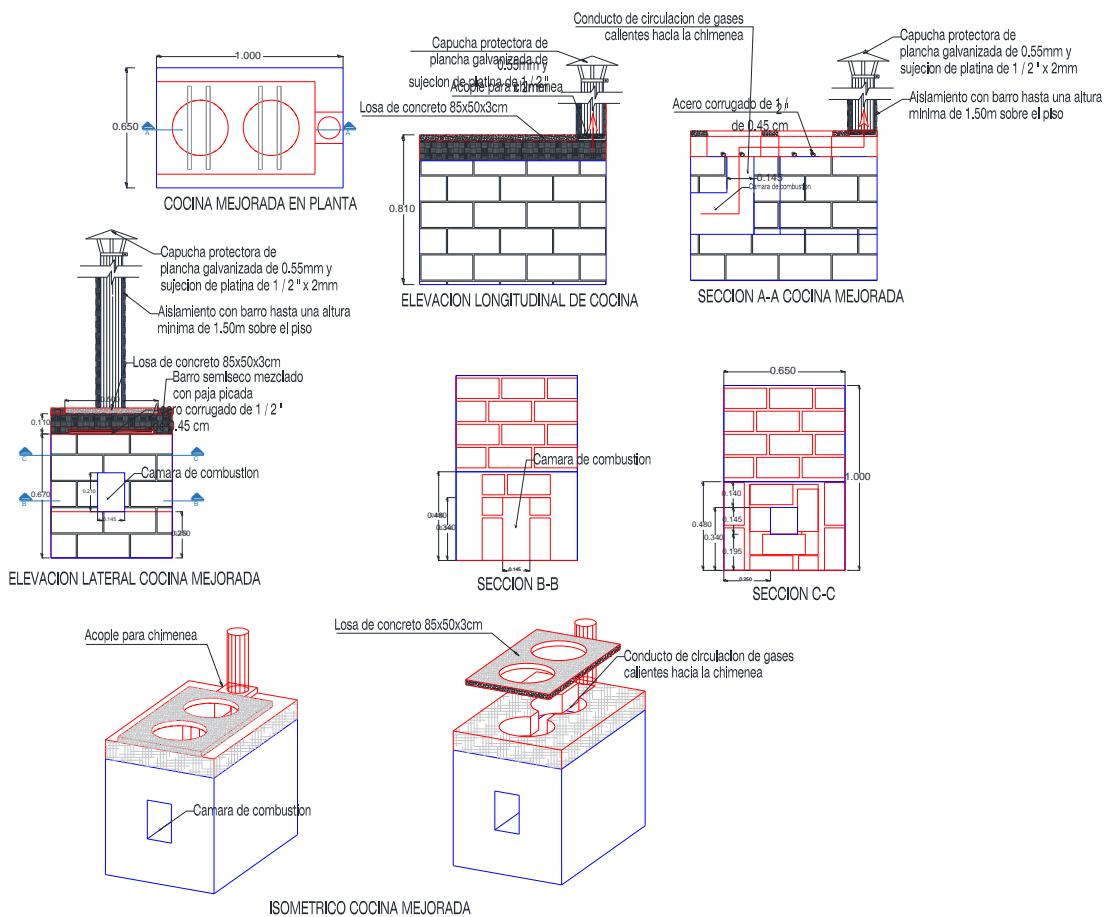


Figura 141. Cocina mejorada tipo Inkawasi Pichqa

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo con referencia al Manual de construcción para el instalador de las cocinas mejoradas Inkawasi Pichqa y tres hornillas EnDev-GIZ

3.7.14 Evaluación de costos de propuestas de módulo de vivienda rural

Los costos de vivienda rural están conformados por:

- Costo de vivienda rural
- Costo de módulos productivos corral de ovejas y cobertizo
- Costo de sistema de energía fotovoltaica
- Costo de sistema de bombeo fotovoltaico con tanque elevado
- Costo de sistema de eliminación de excretas

3.7.14.1 Costo de vivienda rural para cinco personas

El costo directo de la propuesta de vivienda rural para cinco personas es de cincuenta y dos mil ochocientos treinta y seis con 83/100 soles. Este costo incluye mano de obra, materiales, equipos y herramientas

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL
01	PROPUESTA DE VIVIENDA RURAL PARA CINCO PERSONAS/VIVIENDA				52,836.83
01.01	OBRAS PRELIMINARES				499.38
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	121.80	2.13	259.43
01.01.02	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	121.80	1.97	239.95
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1,100.16
01.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS EN TERRENO NORMAL	m3	23.33	25.75	600.75
01.02.02	RELLEND Y COMPACTACION MANUAL CON MATERIAL PROPIO PARA PISO	m2	64.32	5.67	364.69
01.02.03	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA UNA DISTANCIA PROM. DE 30MTS.	m3	10.46	12.88	134.72
01.03	CONCRETO SIMPLE				7,191.87
01.03.01	CONCRETO EN CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:8 (100 kg/cm2)+ 30% P.M.	m3	22.90	197.73	4,528.02
01.03.02	ENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO h=0.30 m	m2	38.94	18.66	726.62
01.03.03	CONCRETO EN SOBRECIMIENTOS f _c =140 kg/cm2 + 25% P.M.	m3	7.36	263.21	1,937.23
01.04	ESTRUCTURA DE MADERA				6,546.37
01.04.01	TIJERALES DE MADERA DE 2"X6" TIPO I	und	10.00	146.05	1,460.50
01.04.02	VIGAS COLLAR DE MADERA DE 4"X2"	m	141.80	13.09	1,856.16
01.04.03	VIGAS DE MADERA DE 6"X2"	m	64.40	15.03	967.93
01.04.04	CORREAS DE MADERA DE 2"X2"	m	390.30	4.67	1,822.70
01.04.05	VIGA DINTEL DE MADERA DE 3"X8"	m	17.50	25.09	439.08
01.05	MUROS DE ALBAÑILERIA				11,431.93
01.05.01	MURO DE ADOBE CON MORTERO DE TIERRA SELECCIONADA	m2	151.49	30.18	4,571.97
01.05.02	REFUERZO DE MUROS CON DRIZA BLANCA D=5/32"	m2	151.49	17.42	2,638.96
01.05.03	ELABORACION DE ADOBES DE 0.40X0.40X0.10M	und	3,100.00	1.31	4,061.00
01.05.04	MOLDES PARA ELABORACION DE ADOBE	und	1.00	160.00	160.00
01.06	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS				5,653.66
01.06.01	REVESTIMIENTO DE MUROS INTERIORES CON YESO	m2	194.33	19.49	3,787.49
01.06.02	REVESTIMIENTO DE MUROS EXTERIORES CON YESO	m2	72.92	19.49	1,421.21
01.06.03	DERRAMES DE VANDOS CON YESO E=1.5CM	m	51.80	8.59	444.96
01.07	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS				1,196.25
01.07.01	ZOCALO DE CEMENTO EN MURO EXTERIOR	m2	42.33	28.26	1,196.25
01.08	PISOS Y PAVIMENTOS				4,117.65
01.08.01	PISO DE MADERA MACHIHEMBRADO (Incl. entramado)	m2	48.28	75.26	3,633.55
01.08.02	PISO DE CEMENTO FROTACHADO E=3"	m2	12.80	37.82	484.10
01.09	VEREDAS				104.24
01.09.01	ENCOFRADO DE VEREDA	m2	0.74	25.85	19.13
01.09.02	VEREDA DE CEMENTO PULIDO E=10CM	m2	3.24	26.27	85.11
01.10	COBERTURAS				5,874.23
01.10.01	COBERTURA DE TEJA ASFALTICA DE 0.4X1.06M ALT. ONDA 4 CM	m2	133.39	41.41	5,523.68
01.10.02	CUMBRERA TERMO ACUSTICA TIPO ONDUVILLA	m	16.52	21.22	350.55
01.11	CIELD RASOS				1,487.71

01.11.01	CIELO RASO DE TRIPLAY LUPUNA 4mm 1.22x2.44m	m2	68.78	21.63	1487.71
01.12	PINTURAS				719.72
01.12.01	PINTURA LATEX EN MUROS EXTERIORES	m2	72.92	9.87	719.72
01.13	CARPINTERIA DE MADERA Y CERRADURAS				3,462.68
01.13.01	PUERTA DE MADERA MACHIHEMBRADA DE 0.9X2.00M INCLUYE INSTALACION	und	2.00	513.13	1,026.26
01.13.03	PUERTA CONTRAPLACADA DE 0.90X2.00M INCLUYE INSTALACION	und	4.00	351.62	1,406.48
01.13.04	VENTANA DE MADERA CON VORIDO DOBLE DE 6mm INCLUYE COLOCACION	m2	4.48	200.17	896.76
01.13.05	CERRADURA NACIONAL TRES GOLPES P/PUERTA	und	2.00	66.59	133.18
01.14	CALENTADOR SOLAR				509.58
01.14.01	CALENTADOR SOLAR (Incluye instalacion)	m2	6.00	84.93	509.58
01.15	INSTALACION DE AGUA				71.96
01.15.01	EXCAVACION DE ZANJA MANUAL TN - HASTA 0.6	m	3.50	4.53	15.86
01.15.02	PREPARACION DE CAMA DE APOYO CON MATERIAL PROPIO ZARANDEADO.	m	3.50	1.68	5.88
01.15.03	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS TN	m	3.50	1.36	4.76
01.15.04	TUBERIA DE PVC 1/2" C-10 C/R	m	8.00	1.91	15.28
01.15.05	SALIDA AGUA FRIA CON TUBERIA DE PVC-SAP 1/2" LAVA TORIO-COCINA	pto	1.00	30.18	30.18
01.16	INSTALACION DE DESAGUE				728.62
01.16.01	EXCAVACION DE ZANJA MANUAL TN - HASTA 0.6	m	8.00	4.53	36.24
01.16.02	PREPARACION DE CAMA DE APOYO CON MATERIAL PROPIO ZARANDEADO.	m	8.00	1.68	13.44
01.16.03	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS TN	m	8.00	1.36	10.88
01.16.04	TUBERIA PVC SAL 0-2"	m	12.00	5.91	70.92
01.16.05	SALIDA DE DESAGUE TUB PVC SAL 2" - LAVATORIO-COCINA	pto	1.00	62.71	62.71
01.16.06	SALIDA DE PVC SAL PARA SUMIDERO DE 2"	pto	1.00	65.21	65.21
01.16.07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LAVATORIO-COCINA	und	1.00	469.22	469.22
01.17	INSTALACIONES ELECTRICAS				1,386.26
01.17.01	SALIDA PARA CENTROS DE LUZ EN TECHOS	pto	5.00	123.18	615.90
01.17.02	SALIDA CON INTERRUPTOR SIMPLE PARA EMPOTRAR	pto	5.00	54.31	271.55
01.17.03	SALIDA PARA TOMACORRIENTE DOBLE	pto	4.00	62.99	251.96
01.17.04	INSTALACION DE TABLERO (TERMOMAGNETICAS)	und	1.00	121.00	121.00
01.17.05	ARTEF. PARA ADOSAR EN TECHO Y LUMINARIA 1x18W	und	5.00	25.17	125.85
01.18	VARIOS				754.56
01.18.01	CONSTRUCCION DE COCINA MEJORADA TIPO INKAWASI PICHQA	glb	1.00	480.33	480.33
01.18.02	VENTANA CENITAL DORMITORIO	und	1.00	274.23	274.23

Revisando el presupuesto por mano de obra, materiales y equipos podemos ver que la mano de obra tiene un monto representativo, considerando el aporte de mano de obra no calificada que pueden ofrecer los beneficiarios, es posible reducir el presupuesto.

MANO DE OBRA

OPERARIO	hh	853.9333	11.25	9606.75
OFICIAL	hh	155.4979	9.25	1438.36
PEON	hh	1,321.6836	8.25	10903.89
OPERARIO TOPOGRAFO	hh	4.8720	12.50	60.90

SUB TOTAL

22,009.89

MATERIALES

ACUMULADO DE MATERIALES **29,591.96**

EQUIPOS

ACUMULADO DE EQUIPOS **1,234.98**

TOTAL

52,836.83

Con el aporte de mano de obra de peón y oficial de los beneficiarios el costo del proyecto de vivienda rural para cinco personas a nivel de costo directo asciende a cuarenta mil cuatrocientos noventa y cuatro con 59/100 soles. Será este costo el que se usará para el costo total de la propuesta de módulo de vivienda rural.

MANO DE OBRA

OPERARIO	hh	853.9333	11.25	9606.75
OFICIAL	hh	155.4979	9.25	APORTE
PEON	hh	1,321.6836	8.25	APORTE
OPERARIO TOPOGRAFO	hh	4.8720	12.50	60.90

SUB TOTAL

9,667.65

MATERIALES

ACUMULADO DE MATERIALES				29,591.96
-------------------------	--	--	--	------------------

EQUIPOS

ACUMULADO DE EQUIPOS				1,234.98
----------------------	--	--	--	-----------------

TOTAL

40,494.59

3.7.14.2 Costo de vivienda rural para tres personas por vivienda

El costo directo de la propuesta de vivienda rural para tres personas es de treinta y seis mil ciento ochenta y seis 56/100 soles. Este costo incluye mano de obra, materiales, equipos y herramientas.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL
01	PROPUESTA DE VIVIENDA RURAL PARA TRES PERSONAS/VIVIENDA				36,186.56
01.01	OBRAS PRELIMINARES				287.00
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	70.00	2.13	149.10
01.01.02	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	70.00	1.97	137.90
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				816.71
01.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMENTOS EN TERRENO NORMAL	m3	15.26	25.75	392.95
01.02.02	RELLENDO Y COMPACTACION MANUAL CON MATERIAL PROPIO PARA PISO	m2	51.84	5.67	293.93
01.02.03	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA UNA DISTANCIA PROM. DE 30MTS.	m3	10.08	12.88	129.83
01.03	CONCRETO SIMPLE				4,985.83
01.03.01	CONCRETO EN CIMENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:8 (100 kg/cm2)+ 30% P.M.	m3	16.02	197.73	3,167.63
01.03.02	ENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO h=0.30 m	m2	25.50	18.66	475.83
01.03.03	CONCRETO EN SOBRECIMIENTOS Fc=140 kg/cm2 + 25% P.M.	m3	5.10	263.21	1,342.37
01.04	ESTRUCTURA DE MADERA				4,883.99
01.04.01	TIJERALES DE MADERA DE 2"X6" TIPO I	und	15.00	146.05	2,190.75
01.04.02	VIGAS COLLAR DE MADERA DE 4"X2"	m	92.00	13.09	1,204.28
01.04.03	CORREAS DE MADERA DE 2"X2"	m	259.20	4.67	1,210.46
01.04.04	VIGA DINTEL DE MADERA DE 3"X8"	m	11.10	25.09	278.50
01.05	MUROS DE ALBAÑILERIA				6,417.77
01.05.01	MURO DE ADOBE CON MORTERO DE TIERRA SELECCIONADA	m2	84.68	30.18	2,555.64
01.05.02	REFUERZO DE MUROS CON DRIZA BLANCA D=5/32"	m2	84.68	17.42	1,475.13
01.05.03	ELABORACION DE ADOBES DE 0.40XD.40XD.10M	und	1,700.00	1.31	2,227.00
01.05.04	MOLDES PARA ELABORACION DE ADOBE	und	1.00	160.00	160.00
01.06	REVOQUES ENLUCIDOS Y MOLDURAS				3,487.42
01.06.01	REVESTIMIENTO DE MUROS INTERIORES CON YESO	m2	121.30	19.49	2,364.14
01.06.02	REVESTIMIENTO DE MUROS EXTERIORES CON YESO	m2	43.75	19.49	852.69
01.06.03	DERRAMES DE VANDOS CON YESO E=1.5CM	m	31.50	8.59	270.59
01.07	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS				603.35
01.07.01	ZOCALO DE CEMENTO EN MURO EXTERIOR	m2	21.35	28.26	603.35
01.08	PISOS Y PAVIMENTOS				2,957.75
01.08.01	PISO DE MADERA MACHIHEMBADO (Incl. entramado)	m2	31.26	75.26	2,352.63
01.08.02	PISO DE CEMENTO FROTACHADO E=3"	m2	16.00	37.82	605.12
01.09	VEREDAS				243.94
01.09.01	ENCOFRADO DE VEREDA	m2	2.12	25.85	54.80
01.09.02	VEREDA DE CEMENTO PULIDO E=10CM	m2	7.20	26.27	189.14
01.10	COBERTURAS				4,710.04
01.10.01	COBERTURA DE TEJA ASFALTICA DE 0.4X1.06M ALT. ONDA 4 CM	m2	106.26	41.41	4,400.23
01.10.02	CUMBRERA TERMO ACUSTICA TIPO ONDUVILLA	m	14.60	21.22	309.81
01.11	CIELO RASOS				1,225.12
01.11.01	CIELO RASO DE TRIPLAY LUPUNA 4mm 1.22x2.44m	m2	56.64	21.63	1,225.12
01.12	PINTURAS				421.94

01.12.01	PINTURA LATEX EN MUROS EXTERIORES	m2	42.75	9.87	421.94
01.13	CARPINTERIA DE MADERA Y CERRADURAS				2,469.41
01.13.01	PUERTA DE MADERA MACHIHEMBADA DE 0.9X2.0DM INCLUYE INSTALACION	und	3.00	513.13	1,539.39
01.13.02	VENTANA DE MADERA CON VORIO DOBLE DE 6mm INCLUYE COLOCACION	m2	3.84	190.17	730.25
01.13.03	CERRADURA NACIONAL TRES GOLPES P/PUERTA	und	3.00	66.59	199.77
01.14	CALENTADOR SOLAR				509.58
01.14.01	CALENTADOR SOLAR (Incluye instalacion)	m2	6.00	84.93	509.58
01.15	INSTALACION DE AGUA				73.87
01.15.01	EXCAVACION DE ZANJA MANUAL TN - HASTA 0.6	m	3.50	4.53	15.86
01.15.02	PREPARACION DE CAMA DE APOYO CON MATERIAL PROPIO ZARANDEADO.	m	3.50	1.68	5.88
01.15.03	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS TN	m	3.50	1.36	4.76
01.15.04	TUBERIA DE PVC 1/2" C-10 C/R	m	9.00	1.91	17.19
01.15.05	SALIDA AGUA FRIA CON TUBERIA DE PVC-SAP 1/2" LAVA TORIO-COCINA	pto	1.00	30.18	30.18
01.16	INSTALACION DE DESAGUE				694.56
01.16.01	EXCAVACION DE ZANJA MANUAL TN - HASTA 0.6	m	3.50	4.53	15.86
01.16.02	PREPARACION DE CAMA DE APOYO CON MATERIAL PROPIO ZARANDEADO.	m	3.50	1.68	5.88
01.16.03	REFINE Y NIVELACION DE ZANJAS TN	m	3.50	1.36	4.76
01.16.04	TUBERIA PVC SAL D=2"	m	12.00	5.91	70.92
01.16.05	SALIDA DE DESAGUE TUB PVC SAL 2" - LAVATORIO-COCINA	pto	1.00	62.71	62.71
01.16.06	SALIDA DE PVC SAL PARA SUMIDERO DE 2"	pto	1.00	65.21	65.21
01.16.07	SUMINISTRO Y COLOCACION DE LAVATORIO-COCINA	und	1.00	469.22	469.22
01.17	INSTALACIONES ELECTRICAS				917.95
01.17.01	SALIDA PARA CENTROS DE LUZ EN TECHOS	pto	3.00	123.18	369.54
01.17.02	SALIDA CON INTERRUPTOR SIMPLE PARA EMPOTRAR	pto	3.00	54.31	162.93
01.17.03	SALIDA PARA TOMACORRIENTE DOBLE	pto	3.00	62.99	188.97
01.17.04	INSTALACION DE TABLERO (TERMOMAGNETICAS)	und	1.00	121.00	121.00
01.17.05	ARTEF. PARA ADOSAR EN TECHO Y LUMINARIA 1x18W	und	3.00	25.17	75.51
01.18	VARIOS				480.33
01.18.01	CONSTRUCCION DE COCINA MEJORADA TIPO INKAWASI PICHQA	glb	1.00	480.33	480.33

Revisando el presupuesto por mano de obra, materiales y equipos podemos ver que la mano de obra tiene un monto representativo, considerando el aporte de mano de obra no calificada que pueden ofrecer los beneficiarios, es posible reducir el presupuesto.

MANO DE OBRA

OPERARIO	hh	566.1102	11.25	6,368.74
OFICIAL	hh	100.0822	9.25	925.76
PEON	hh	840.5842	8.25	6,934.82
OPERARIO TOPOGRAFO	hh	2.8000	12.50	35.00
SUB TOTAL				14,264.32

MATERIALES

ACUMULADO DE MATERIALES				21,056.79
-------------------------	--	--	--	------------------

EQUIPOS

ACUMULADO DE EQUIPOS				865.45
----------------------	--	--	--	---------------

TOTAL				36,186.56
--------------	--	--	--	------------------

Con el aporte de mano de obra de peón y oficial de los beneficiarios el costo del proyecto de vivienda rural para tres personas a nivel de costo directo asciende a veintiocho mil trescientos veinticinco con 98/100 soles. Será este costo el que se usará para el costo total de la propuesta de módulo de vivienda rural.

MANO DE OBRA

OPERARIO	hh	566.1102	11.25	6,368.74
OFICIAL	hh	100.0822	9.25	APORTE
PEON	hh	840.5842	8.25	APORTE
OPERARIO TOPOGRAFO	hh	2.8000	12.50	35.00

SUB TOTAL

6,403.74

MATERIALES

ACUMULADO DE MATERIALES				21,056.79
-------------------------	--	--	--	------------------

EQUIPOS

ACUMULADO DE EQUIPOS				865.45
----------------------	--	--	--	---------------

TOTAL

28,325.98

3.7.14.3 Costo de cobertizo y corral de ovejas

PRESUPUESTO DE: PROPUESTA DE MODULO DE VIVIENDA RURAL PARA LOS HABITANTES DEL AREA RURAL DEL DISTRITO DE AZÁNGARO					
ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRAO	PRECIO	PARCIAL
01	PRESUPUESTO DE COBERTIZO Y CORRAL PARA OVEJAS				10,410.32
01.01	OBRAS PRELIMINARES				287.00
01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO INICAL	m2	70.00	2.13	149.10
01.01.02	LIMPIEZA DEL TERRENO MANUAL	m2	70.00	1.97	137.90
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				381.68
01.02.01	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS PARA CIMIENTOS EN TERRENO NORMAL	m3	9.26	25.75	238.45
01.02.02	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE HASTA UNA DISTANCIA PROM. DE 30MTS.	m3	11.12	12.88	143.23
01.03	CONCRETO SIMPLE				3,076.47
01.03.01	CONCRETO EN CIMIENTOS CORRIDOS MEZCLA 1:8 (100 kg/cm2)+ 30% P.M.	m3	9.26	197.73	1,830.98
01.03.02	ENCOFRADO DE SOBRECIMIENTO h=0.30 m	m2	23.16	18.66	432.17
01.03.03	CONCRETO EN SOBRECIMIENTOS f'c=140 kg/cm2 + 25% P.M.	m3	3.09	263.21	813.32
01.04	ESTRUCTURA DE MADERA				809.91
01.04.01	VIGAS DE MADERA DE 6"x2"	m	27.60	15.03	414.83
01.04.02	CORREAS DE MADERA DE 2"x2"	m	84.60	4.67	395.08
01.05	MUROS DE ALBAÑILERIA				3,808.70
01.05.01	MURO DE ADOBE CON MORTERO DE TIERRA SELECCIONADA	m2	64.47	30.18	1,945.70
01.05.02	ELABORACION DE ADOBES DE 0.40X0.40X0.10M	und	1,300.00	1.31	1,703.00
01.05.03	MOLDES PARA ELABORACION DE ADOBE	und	1.00	160.00	160.00
01.06	COBERTURAS				1,914.97
01.06.01	COBERTURA DE TEJA ASFALTICA DE 0.4X1.06M ALT. ONDA 4 CM	m2	49.96	38.33	1,914.97
01.07	CARPINTERIA METALICA				131.59
01.07.01	PUERTA METALICA PARA CORRAL DE OVEJAS	und	1.00	131.59	131.59

Revisando el presupuesto por mano de obra, materiales y equipos podemos ver que la mano de obra tiene un monto representativo, considerando el aporte de mano de obra no calificada que pueden ofrecer los beneficiarios, es posible reducir el presupuesto.

<u>MANO DE OBRA</u>				
OPERARIO	hh	139.6720	11.25	1,571.31
OFICIAL	hh	13.7546	9.25	127.23
PEON	hh	361.5491	8.25	2,982.78
OPERARIO TOPOGRAFO	hh	2.8000	12.50	35.00
SUB TOTAL				4,716.32
<u>MATERIALES</u>				
ACUMULADO DE MATERIALES				5,422.20
<u>EQUIPOS</u>				
ACUMULADO DE EQUIPOS				271.80
TOTAL				10,410.32

Con el aporte de mano de obra de peón y oficial de los beneficiarios el costo del cobertizo y corral para ovejas a nivel de costo directo asciende a siete mil trescientos con 31/100 soles. Será este costo el que se usará para el costo total de la propuesta de módulo de vivienda rural.

<u>MANO DE OBRA</u>				
OPERARIO	hh	139.6720	11.25	1,571.31
OFICIAL	hh	13.7546	9.25	APORTE
PEON	hh	361.5491	8.25	APORTE
OPERARIO TOPOGRAFO	hh	2.8000	12.50	35.00
SUB TOTAL				1,606.31
<u>MATERIALES</u>				
ACUMULADO DE MATERIALES				5,422.20
<u>EQUIPOS</u>				
ACUMULADO DE EQUIPOS				271.80
TOTAL				7,300.31

3.7.14.4 Costo de UBS doble cámara para cinco personas

El costo directo de una UBS doble cámara o compostera para cinco personas es de cinco mil novecientos doce con 89/100 soles. Se tomó como referencia el expediente técnico Mejoramiento del servicio de agua potable y disposición sanitaria de excretas en los sectores de Central Llaqta, Chojela, Kancollani, Alto Llaqta y Cerro Porteno, Distrito de Capachica – Puno – Puno.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL
01	UBS COM DOBLE CAMARA 05 PERSONAS (01 UND)				5,912.89
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				60.09
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	6.47	7.89	51.03
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	M2	6.47	1.40	9.06
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				280.01
01.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SUELTO	M3	1.05	26.32	27.60
01.02.02	EXCAVACION DE ZANJA PARA TUB PVC SAL 2"	M	6.00	31.58	189.48
01.02.03	RELLENDO COMPACTADO A MANO	M3	0.65	19.73	12.76
01.02.04	ACARREO DE MATERIAL EXEDENTE	M3	1.63	13.15	21.49
01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE HASTA D _{prom} =30m	M3	1.63	17.54	28.67
01.03	OBRAS DE CONCRETO CICLOPEO				141.55
01.03.01	CIMENTOS CORRIDOS 1:1.0 C:H 50%P.M.	M3	0.87	162.93	141.55
01.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				347.17
01.04.01	SOBRECIMENTOS				128.45
01.04.01.01	SOBRECIMIENTO 1:8 C:H +25% PM	M3	0.18	278.72	51.31
01.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE S/CIMENTOS	M2	2.83	27.24	77.14
01.04.02	GRADAS				143.65
01.04.02.01	CONCRETO P/GRADAS 1:8 C:H +25% PM	M3	0.59	190.14	111.66

01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/GRADAS	M2	1.17	27.24	31.99
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				985.99
01.05.01	MUROS Y LOSA EN POZA ECOLÓGICA				875.22
01.05.01.01	LOSA SANITARIA P/TASA SEPARADORA $f_c=175\text{Kg/cm}^2$	M3	0.89	334.36	298.29
01.05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	M2	11.56	27.24	314.89
01.05.01.03	ACERO $f_y=4200\text{Kg/CM}^2$	KG	50.39	5.20	262.03
01.05.02	VIGA DINTEL DE CONCRETO				110.77
01.05.02.01	CONCRETO $f_c=175\text{Kg/cm}^2$	M3	0.04	334.36	13.56
01.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	1.12	45.32	50.67
01.05.02.03	ACERO $f_y=4200\text{Kg/CM}^2$	KG	8.95	5.20	46.55
01.06	MUROS DE LADRILLO MECANIZADO 0.13X0.09X0.24m				634.55
01.06.01	MUROS DE LADRILLO MECANIZADO CARA VISTA	M2	19.83	32.00	634.55
01.07	REVOQUES Y ENLUCIDOS Y MOLDEURAS				435.15
01.07.01	TARRAJEO EN INTERIORES	M2	18.59	21.50	399.65
01.07.02	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS, VENTANAS Y VANDOS	ML	7.10	5.00	35.50
01.08	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS				199.20
01.08.01	CONTRAZOCALO EXTERIOR DE CEMENTO H=0.20m, MORTERO 1:5 E=1.5CM	M	7.66	7.86	60.21
01.08.02	TARRAJEO PRIMARIO RAYADO	M2	2.72	12.60	34.27
01.08.03	ZOCALO CERAMICO	M2	2.72	38.50	104.72
01.09	PISOS				94.56
01.09.01	FALSO PISO CON MORTERO 1:8 E=10CM	M2	1.67	21.27	35.53
01.09.02	PISO DE CEMENTO SEMIPULIDO 1:2 X 1.5CM	M2	0.67	16.36	10.99
01.09.03	PISO CERAMICO	M2	1.6704	28.76	48.04
01.10	ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURA				746.10
01.10.01	COBERTURA DE PLACA ONDULINE (FIBRA VEGETAL +BITUMEN ASFALTICO)	M2	14.05	39.23	551.10
01.10.02	CORREAS DE MADERA DE 2"X2"X3m	PZA	6.00	15.00	90.00
01.10.03	VIGA DE MADERA 2"X4"X 4.1m	PZA	3.00	35.00	105.00
01.11	CARPINTERIA METALICA				258.77
01.11.01	VENTANA METALICA S/DISEÑO	UND	1.00	49.92	49.92
01.11.02	PUERTA METALICA DE 1.80X0.80M	UND	1.00	208.85	208.85
01.12	INSTALACIONES SANITARIAS				96.47
01.12.01	SUMINISTRO E INST DE DUCHA	UND	1.00	96.47	96.47
01.13	INSTALACIONES ELECTRICAS				126.39
01.13.01	SALIDA P/CENTRO DE LUZ	PTO	1.00	64.79	64.79
01.13.02	SALIDA P/TOMACORRIENTE SIMPLE	PTO	1.00	38.95	38.95
01.13.03	CAJA DE PASO	UND	1.00	22.65	22.65
01.14	VIDRIOS CRISTALES Y SIMILARES				36.20
01.14.01	VIDRIO CATEDRAL T/ALFILER	M2	0.88	41.14	36.20
01.15	VARIOS				646.95
01.15.01	PINTURA EN MUROS, LATEX, IMPRIMANTE, TEMPLE	M2	17.84	9.14	163.04
01.15.02	PINTURA ESMALTE EN CONTRAZOCALOS EXTERIOR	M2	2.298	9.14	21.00
01.15.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE VENTILACION	UND	2.00	90.59	181.18
01.15.04	SUMINISTRO E INST DE TASA SEPARADORA	UND	1.00	102.43	102.43
01.15.05	SUM. E INST. DE URINARIO	UND	1.00	92.27	92.27
01.15.06	SUMINISTRO DE DEPOSITO PARA URINARIO	UND	1.00	15.28	15.28
01.15.07	SUM E INST. DE CORTINA DE BAÑO	UND	1.00	71.75	71.75
01.16	ZANJA DE INFILTRACION				823.73
01.16.01	TRABAJOS PRELIMINARES				266.00
01.16.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	6.00	7.89	47.34
01.16.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	6.00	1.12	6.72
01.16.01.03	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	3.18	26.32	83.70
01.16.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE HASTA $D_{prom}=30\text{m}$	M3	2.26	17.54	39.62
01.16.01.05	RELLENO COMPACTADO C/MATERIAL PROPIO	M3	1.50	44.23	66.35
01.16.01.06	FILTRO CON GRAVA DE 1/2"-3/4"	M3	1.50	14.85	22.28
01.16.02	CAJA DE DISTRIBUCION DE LIQUIDOS A ZANJAS DE INFILTRACION				75.07
01.16.02.01	CONCRETO SIMPLE $f_c=100\text{Kg/cm}^2$	M3	0.10	193.05	19.50
01.16.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	2.04	27.24	55.57
01.16.03	CAJA DE REUNION DE LIQUIDOS				285.99
01.16.03.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	0.35	26.32	9.26
01.16.03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE HASTA $D_{prom}=30\text{m}$	M3	0.46	17.54	8.03
01.16.03.03	CONCRETO $f_c=175\text{Kg/CM}^2$ S/MEZCLADORA	M3	0.25	379.13	96.30
01.16.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	2.92	27.24	79.54
01.16.03.05	ACERO CORTADO Y HABILITADO	KG	21.06	4.41	92.86
01.16.04	INSTALACIONES SANITARIAS				196.67
01.16.04.01	TUBERIA DE PVC SAL 2"	M	19.00	6.46	122.74
01.16.04.02	TUBERIA DE PVC SAL 4"	M	3.00	10.46	31.38
01.16.04.03	VALVULA COMPUERTA PVC DE 2"	UND	1.00	42.55	42.55

3.7.14.5 Costo de UBS doble cámara para tres personas

El costo directo de una UBS doble cámara o compostera para tres personas es de cinco mil seiscientos ochenta y cinco con 44/100 soles. Se tomó como referencia el expediente técnico Mejoramiento del servicio de agua potable y disposición sanitaria de excretas en los sectores de Central Llaqta, Chojela, Kancollani, Alto Llaqta y Cerro Porteno, Distrito de Capachica – Puno – Puno.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL
01	UBS COM DOBLE CAMARA 03 PERSONAS (01 UND)				5,685.44
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				57.84
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	6.23	7.89	49.12
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	M2	6.23	1.40	8.72
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				241.02
01.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO SUELTO	M3	0.98	26.32	25.92
01.02.02	EXCAVACION DE ZANJA PARA TUB PVC SAL 2"	M	6.00	31.58	189.48
01.02.03	RELLENDO COMPACTADO A MANO	M3	0.62	19.73	12.28
01.02.04	ACARREO DE MATERIAL EXEDENTE	M3	0.43	13.15	5.72
01.02.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE HASTA D _{prom} =30m	M3	0.43	17.54	7.62
01.03	OBRAS DE CONCRETO CICLOPEO				131.13
01.03.01	CIMENTOS CORRIDOS 1:10 C:H 50%P.M.	M3	0.80	162.93	131.13
01.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				341.16
01.04.01	SOBRECIMENTOS				187.81
01.04.01.01	SOBRECIMIENTO 1:8 C:H +25% PM	M3	0.18	278.72	50.55
01.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE S/CIMENTOS	M2	5.04	27.24	137.27
01.04.02	GRADAS				78.29
01.04.02.01	CONCRETO P/GRADAS 1:8 C:H +25% PM	M3	0.30	190.14	56.47
01.04.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO P/GRADAS	M2	0.80	27.24	21.81
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				835.36
01.05.01	MUROS Y LOSA EN POZA ECOLOGICA				744.80
01.05.01.01	LOSA SANITARIA P/TASA SEPARADORA f _c =175Kg/cm ²	M3	0.73	334.36	243.79
01.05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSA	M2	8.88	27.24	241.89
01.05.01.03	ACERO f _y =4200Kg/CM ²	KG	49.83	5.20	259.12
01.05.02	VIGA DINTEL DE CONCRETO				90.56
01.05.02.01	CONCRETO f _c =175Kg/cm ²	M3	0.04	334.36	13.56
01.05.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	1.12	27.24	30.45
01.05.02.03	ACERO f _y =4200Kg/CM ²	KG	8.95	5.20	46.55
01.06	MUROS DE LADRILLO MECANIZADO 0.13X0.09X0.24m				617.97
01.06.01	MUROS DE LADRILLO MECANIZADO CARA VISTA	M2	19.31	32.00	617.97
01.07	REVOQUES Y ENLUCIDOS Y MOLDURAS				424.02
01.07.01	TARRAJEO EN INTERIORES	M2	18.07	21.50	388.52
01.07.02	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS, VENTANAS Y VANDOS	ML	7.10	5.00	35.50
01.08	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS				288.98
01.08.01	CONTRAZOCALO EXTERIOR DE CEMENTO H=0.20m, MORTERO 1:5 E=1.5CM	M	8.68	7.86	68.22
01.08.02	TARRAJEO PRIMARIO RAYADO	M2	4.32	12.60	54.43
01.08.03	ZOCALO CERAMICO	M2	4.32	38.50	166.32
01.09	PISOS				95.52
01.09.01	FALSO PISO CON MORTERO 1:8 E=10CM	M2	1.69	21.27	35.94
01.09.02	PISO DE CEMENTO SEMIPULIDO 1:2 X 1.5CM	M2	0.67	16.36	10.99
01.09.03	PISO CERAMICO	M2	1.6896	28.76	48.59
01.10	ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURA				734.80
01.10.01	COBERTURA DE PLACA ONDULINE (FIBRA VEGETAL +BITUMEN ASFALTICO)	M2	13.76	39.23	539.80
01.10.02	CORREAS DE MADERA DE 2"X2"X3m	PZA	6.00	15.00	90.00
01.10.03	VIGA DE MADERA 2"X4"X 4.1m	PZA	3.00	35.00	105.00
01.11	CARPINTERIA METALICA				308.69
01.11.01	VENTANA METALICA S/DISEÑO	UND	2.00	49.92	99.84
01.11.02	PUERTA METALICA DE 1.80X0.80M	UND	1.00	208.85	208.85
01.12	INSTALACIONES SANITARIAS				96.47
01.12.01	SUMINISTRO E INST DE DUCHA	UND	1.00	96.47	96.47
01.13	INSTALACIONES ELECTRICAS				126.39

01.13.01	SALIDA P/CENTRO DE LUZ	PTO	1.00	64.79	64.79
01.13.02	SALIDA P/TOMACORRIENTE SIMPLE	PTO	1.00	38.95	38.95
01.13.03	CAJA DE PASO	UND	1.00	22.65	22.65
01.14	VIDRIOS CRISTALES Y SIMILARES				36.20
01.14.01	VIDRIO CATEDRAL T/ALFILER	M2	0.88	41.14	36.20
01.15	VARIOS				646.79
01.15.01	PINTURA EN MURDS. LATEX, IMPRIMANTE, TEMPLE	M2	17.51	9.14	160.08
01.15.02	PINTURA ESMALTE EN CONTRAZOCALOS EXTERIDR	M2	2.604	9.14	23.80
01.15.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIA DE VENTILACION	UND	2.00	90.59	181.18
01.15.04	SUMINISTRO E INST DE TASA SEPARADORA	UND	1.00	102.43	102.43
01.15.05	SUM. E INST. DE URINARIO	UND	1.00	92.27	92.27
01.15.06	SUMINISTRO DE DEPOSITO PARA URINARIO	UND	1.00	15.28	15.28
01.15.07	SUM E INST. DE CORTINA DE BAÑO	UND	1.00	71.75	71.75
01.16	ZANJA DE INFILTRACION				703.08
01.16.01	TRABAJOS PRELIMINARES				171.20
01.16.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	4.00	7.89	31.56
01.16.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	4.00	1.12	4.48
01.16.01.03	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	1.98	26.32	52.11
01.16.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE HASTA D _{prom} =30m	M3	1.45	17.54	25.42
01.16.01.05	RELLENDO COMPACTADO C/MATERIAL PROPIO	M3	0.90	44.23	39.81
01.16.01.06	FILTRO CON GRAVA DE 1/2"-3/4"	M3	1.20	14.85	17.82
01.16.02	CAJA DE DISTRIBUCION DE LIQUIDOS A ZANJAS DE INFILTRACION				75.07
01.16.02.01	CONCRETO SIMPLE f _c =100Kg/cm ²	M3	0.10	193.05	19.50
01.16.02.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	2.04	27.24	55.57
01.16.03	CAJA DE REUNION DE LIQUIDOS				285.99
01.16.03.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	M3	0.35	26.32	9.26
01.16.03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE HASTA D _{prom} =30m	M3	0.46	17.54	8.03
01.16.03.03	CONCRETO f _c =175kg/cm ² S/MEZCLADORA	M3	0.25	379.13	96.30
01.16.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	2.92	27.24	79.54
01.16.03.05	ACERO CORTADO Y HABILITADO	KG	21.06	4.41	92.86
01.16.04	INSTALACIONES SANITARIAS				170.83
01.16.04.01	TUBERIA DE PVC SAL 2"	M	15.00	6.46	96.90
01.16.04.02	TUBERIA DE PVC SAL 4"	M	3.00	10.46	31.38
01.16.04.03	VALVULA COMPUERTA PVC DE 2"	UND	1.00	42.55	42.55

3.7.14.6 Costo de UBS con arrastre hidráulico – Biodigestor cinco personas

El costo del sistema de eliminación de excretas UBS con arrastre hidráulico asciende a seis mil sesenta y uno con 73/100 soles, este costo es para vivienda de cinco personas. Se tomó como referencia el expediente técnico Mejoramiento del servicio de agua potable y disposición sanitaria de excretas en los sectores de Central Llaqta, Chojela, Kancollani, Alto Llaqta y Cerro Porteno, Distrito de Capachica – Puno – Puno.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL
01	UBS CON ARRASTRE HIDRALICO Y BIDDIGESTOR (01 UND.)				6,061.73
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				44.37
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	4.78	7.89	37.68
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	4.78	1.40	6.69
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				79.48
01.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA CIMENTO	m3	1.20	26.32	31.67
01.02.02	RELLENDO COMPACTADO A MANO	m3	0.26	19.73	5.21
01.02.03	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS P/TUB PVC SAL 4", H=0.80m	ML	6.00	3.16	18.96
01.02.04	RELLENDO Y COMPACTADO MANUAL DE ZANJAS P/TUBERIA, MAT. PROPIO	m	6.00	3.94	23.64
01.03	OBRAS DE CONCRETO CICLOPEO				196.04
01.03.01	CIMENTOS CORRIDOS 1:10 C:H 50%P.M.	m3	1.20	162.93	196.04
01.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				177.18
01.04.01	SOBRECIMENTOS				177.18

01.04.01.01	SOBRECIMIENTO 1:8 C:H +25% PM	m3	0.17	278.72	47.60
01.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE S/CIMENTOS	m2	4.76	27.24	129.58
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				74.05
01.05.01	VIGA DINTEL DE CONCRETO CARA VISTA				74.05
01.05.01.01	CONCRETO $f_c=175$ KG/CM ²	m3	0.04	334.36	15.03
01.05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	0.89	27.24	24.15
01.05.01.03	ACERO $f_y=4200$ KG/CM ²	kg	6.70	5.20	34.86
01.06	ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURA				569.31
01.06.01	COBERTURA DE PLACA ONDULINE (FIBRA VEGETAL +BITUMEN ASFALTICO)	m2	10.31	39.23	404.31
01.06.02	CORREAS DE MADERA DE 2"x2"x3.60m	pza	6.00	15.00	90.00
01.06.03	VIGA DE MADERA 2"x4"x2.46m	pza	3.00	25.00	75.00
01.07	MUROS DE LADRILLOS MECANIZADOS CARAVISTA				647.99
01.07.01	MUROS DE LADRILLO CARAVISTA 9X13X24CM	m2	20.25	32.00	647.99
01.08	REVOQUES Y ENLUCIDOS Y MOLDURAS				374.96
01.08.01	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS, VENTANAS Y VANDOS	ML	6.50	5.00	32.48
01.08.02	TARRAJEO EN INTERIORES	m2	15.93	21.50	342.49
01.09	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS				283.63
01.09.01	CONTRAZOCALO DE CEMENTO H=0.30m, 1:5	m	8.00	7.86	62.88
01.09.02	TARRAJEO PRIMARIO RAYADO	m2	4.32	12.6	54.43
01.09.03	ZOCALO CERAMICO	m2	4.32	38.5	166.32
01.10	PISOS				108.46
01.10.01	FALSO PISO CON MORTERO 1:8 E=10CM	m2	2.64	21.27	56.15
01.10.02	PISO DE CEMENTO , ACABADO PULIDO E=2"	m2	1.65	16.36	26.99
01.10.03	PISO CERAMICO EN DUCHA	m2	0.88	28.76	25.31
01.11	CARPINTERIA METALICA				258.77
01.11.01	VENTANA METALICA S/DISEÑO	und	1.00	49.92	49.92
01.11.02	PUERTA METALICA DE 2.0X0.70M	und	1.00	208.85	208.85
01.12	PINTURA				167.53
01.12.01	PINTURA LATEX 2 MANOS	m2	15.93	9.14	145.60
01.12.02	PINTURA ESMALTE EN CONTRAZOCALOS EXTERIOR	m2	2.40	9.14	21.94
01.13	VIDRIOS CRISTALES Y SIMILARES				27.98
01.13.01	VIDRIO CATEDRAL T/ALFILER	m2	0.68	41.14	27.98
01.14	INSTALACIONES SANITARIAS				242.12
01.14.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS DE DESAGUE D=2"	pto	1.00	80.68	80.68
01.14.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS DE DESAGUE D=4"	und	1.00	85.71	85.71
01.14.03	SUMINISTRO E INST. CAJA DE REGISTRO CSN DE Ø30MX0.30M	und	1.00	75.73	75.73
01.15	INSTALACIONES ELECTRICAS				126.39
01.15.01	SALIDA P/CENTRO DE LUZ	pto	1.00	64.79	64.79
01.15.02	SALIDA P/TOMACORRIENTE SIMPLE	pto	1.00	38.95	38.95
01.15.03	CAJA DE PASO	und	1.00	22.65	22.65
01.16	APARATOS SANITARIOS				459.14
01.16.01	SALIDA E INST. DE TUBERIA DE AGUA FRIA PVC C-10 - 1/2"	m	3.20	1.81	5.79
01.16.02	SUMINISTRO E INST. DE INODORO T/BAJO	und	1.00	186.87	186.87
01.16.03	SUMINISTRO E INST. DE LAVATORIO	und	1.00	170.01	170.01
01.16.04	SUMINISTRO E INST DE DUCHA	und	1.00	96.47	96.47
01.17	SISTEMA BIODIGESTOR 600 LTS. (01 UND)				2,224.34
01.17.01	TRABAJOS PRELIMINARES				99.39
01.17.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	11.28	7.89	89.00
01.17.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	9.28	1.12	10.39
01.17.02	ZANJA DE INFILTRACION				209.21
01.17.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	3.00	26.32	78.96
01.17.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE HASTA $D_{prom}=30$ m	m3	1.95	17.54	34.20
01.17.02.03	RELLENO COMPACTADO C/MATERIAL PROPIO	m3	1.50	44.23	66.35
01.17.02.04	FILTRO CON GRAVA DE 1/2"-3/4"	m3	2.00	14.85	29.70
01.17.03	CAJA DE LODOS				238.51
01.17.03.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	0.32	26.32	8.42
01.17.03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE HASTA $D_{prom}=30$ m	m3	0.42	17.54	7.30
01.17.03.03	CONCRETO $f_c=175$ KG/CM ² S/MEZCLADORA	m3	0.18	379.13	69.76
01.17.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	2.88	27.24	78.45

01.17.03.05	ACERO CORTADO Y HABILITADO	kg	16.91	4.41	74.58
01.17.04	CAJAS DE REGISTRO				360.55
01.17.04.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	0.3	26.32	7.90
01.17.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE HASTA $D_{prom}=30m$	m3	1.17	17.54	20.52
01.17.04.03	CONCRETO $f_c=175kg/cm^2$ S/MEZCLADORA	m3	0.222	334.36	74.23
01.17.04.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	4.08	27.24	111.14
01.17.04.05	ACERO CORTADO Y HABILITADO	kg	28.22	5.2	146.76
01.17.05	INSTALACIONES SANITARIAS				211.75
01.17.05.01	TUBERIA DE PVC SAL 2"	m	10.00	6.46	64.60
01.17.05.02	TUBERIA DE PVC SAL 4"	m	10.00	10.46	104.60
01.17.05.03	VALVULA COMPUERTA PVC DE 2"	und	1.00	42.55	42.55
01.17.06	BIODIGESTOR DE 600L				1,104.93
01.17.06.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	2.24	26.32	58.93
01.17.06.02	RELLENO COMPACTADO C/MATERIAL ZARANDEADO	m3	1.18	44.23	52.22
01.17.06.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE HASTA $D_{prom}=30m$	m3	1.38	17.54	24.13
01.17.06.04	SUMIN. E INSTAL. BIODIGESTOR DE POLIETILENO 600L	und	1.00	969.64	969.64

3.7.14.7 Costo de UBS con arrastre hidráulico-Biodigestor tres personas

El costo del sistema de eliminación de excretas UBS con arrastre hidráulico asciende a cinco mil novecientos sesenta y dos con 26/100 soles, este costo es para vivienda de tres personas. Se tomó como referencia el expediente técnico Mejoramiento del servicio de agua potable y disposición sanitaria de excretas en los sectores de Central Llaqta, Chojela, Kancollani, Alto Llaqta y Cerro Porteno, Distrito de Capachica – Puno – Puno.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND.	METRADO	PRECIO	PARCIAL
01	UBS CON ARRASTRE HIDRALICO Y BIODIGESTOR (01 UND.)				5,962.26
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				44.37
01.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	4.78	7.89	37.68
01.01.02	TRAZO Y REPLANTEO	m2	4.78	1.40	6.69
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS				79.48
01.02.01	EXCAVACION MANUAL PARA CIMIENTO	m3	1.20	26.32	31.67
01.02.02	RELLENO COMPACTADO A MANO	m3	0.26	19.73	5.21
01.02.03	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS P/TUB PVC SAL 4", H=0.80m	ML	6.00	3.16	18.96
01.02.04	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL DE ZANJAS P/TUBERIA, MAT. PROPIO	m	6.00	3.94	23.64
01.03	OBRAS DE CONCRETO CICLOPEO				196.04
01.03.01	CIMENTOS CORRIDOS 1:10 C:H 50%P.M.	m3	1.20	162.93	196.04
01.04	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				177.18
01.04.01	SOBRECIMENTOS				177.18
01.04.01.01	SOBRECIMIENTO 1:8 C:H +25% PM	m3	0.17	278.72	47.60
01.04.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE S/CIMENTOS	m2	4.76	27.24	129.58
01.05	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				74.05
01.05.01	VIGA DINTEL DE CONCRETO CARA VISTA				74.05
01.05.01.01	CONCRETO $f_c=175$ KG/CM2	m3	0.04	334.36	15.03
01.05.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	0.89	27.24	24.15
01.05.01.03	ACERO $f_y=4200$ kg/CM2	kg	6.70	5.20	34.86
01.06	ESTRUCTURA DE MADERA Y COBERTURA				569.31

01.06.01	COBERTURA DE PLACA ONDULINE (FIBRA VEGETAL +BITUMEN ASFALTICO)	m2	10.31	39.23	404.31
01.06.02	CORREAS DE MADERA DE 2"X2"X3.60m	pza	6.00	15.00	90.00
01.06.03	VIGA DE MADERA 2"x4"x2.46m	pza	3.00	25.00	75.00
01.07	MUROS DE LADRILLOS MECANIZADOS CARAVISTA				647.99
01.07.01	MUROS DE LADRILLO CARAVISTA 9X13X24CM	m2	20.25	32.00	647.99
01.08	REVOQUES Y ENLUCIDOS Y MOLDURAS				374.96
01.08.01	VESTIDURA DE DERRAMES EN PUERTAS, VENTANAS Y VANDOS	ML	6.50	5.00	32.48
01.08.02	TARRAJEO EN INTERIORES	m2	15.93	21.50	342.49
01.09	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS				283.63
01.09.01	CONTRAZOCALO DE CEMENTO H=0.30m, 1:5	m	8.00	7.86	62.88
01.09.02	TARRAJEO PRIMARIO RAYADO	m2	4.32	12.6	54.43
01.09.03	ZOCALO CERAMICO	m2	4.32	38.5	166.32
01.10	PISOS				108.46
01.10.01	FALSO PISO CON MORTERO 1:8 E=10CM	m2	2.64	21.27	56.15
01.10.02	PISO DE CEMENTO , ACABADO PULIDO E=2"	m2	1.65	16.36	26.99
01.10.03	PISO CERAMICO EN DUCHA	m2	0.88	28.76	25.31
01.11	CARPINTERIA METALICA				258.77
01.11.01	VENTANA METALICA S/DISEÑO	und	1.00	49.92	49.92
01.11.02	PUERTA METALICA DE 2.0X0.70M	und	1.00	208.85	208.85
01.12	PINTURA				167.53
01.12.01	PINTURA LATEX 2 MANOS	m2	15.93	9.14	145.60
01.12.02	PINTURA ESMALTE EN CONTRAZOCALOS EXTERIOR	m2	2.40	9.14	21.94
01.13	VIDRIOS CRISTALES Y SIMILARES				27.98
01.13.01	VIDRIO CATEDRAL T/ALFILER	m2	0.68	41.14	27.98
01.14	INSTALACIONES SANITARIAS				242.12
01.14.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS DE DESAGUE D=2"	pto	1.00	80.68	80.68
01.14.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE TUBERIAS Y ACCESORIOS DE DESAGUE D=4"	und	1.00	85.71	85.71
01.14.03	SUMINISTRO E INST. CAJA DE REGISTRO CSN DE 030MX0.30M	und	1.00	75.73	75.73
01.15	INSTALACIONES ELECTRICAS				126.39
01.15.01	SALIDA P/CENTRO DE LUZ	pto	1.00	64.79	64.79
01.15.02	SALIDA P/TOMACORRIENTE SIMPLE	pto	1.00	38.95	38.95
01.15.03	CAJA DE PASO	und	1.00	22.65	22.65
01.16	APARATOS SANITARIOS				459.14
01.16.01	SALIDA E INST. DE TUBERIA DE AGUA FRIA PVC C-10 - 1/2"	m	3.20	1.81	5.79
01.16.02	SUMINISTRO E INST. DE INODORO T/BAJO	und	1.00	186.87	186.87
01.16.03	SUMINISTRO E INST. DE LAVATORIO	und	1.00	170.01	170.01
01.16.04	SUMINISTRO E INST DE DUCHA	und	1.00	96.47	96.47
01.17	SISTEMA BIODIGESTOR 600 LTS. (01 UND)				2,124.88
01.17.01	TRABAJOS PRELIMINARES				83.61
01.17.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	9.28	7.89	73.22
01.17.01.02	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	9.28	1.12	10.39
01.17.02	ZANJA DE INFILTRACION				125.52

01.17.02.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	1.80	26.32	47.38
01.17.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE HASTA D _{prom} =30m	m3	1.17	17.54	20.52
01.17.02.03	RELLENO COMPACTADO C/MATERIAL PROPIO	m3	0.90	44.23	39.81
01.17.02.04	FILTRO CON GRAVA DE 1/2"-3/4"	m3	1.20	14.85	17.82
01.17.03	CAJA DE Lodos				238.51
01.17.03.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	0.32	26.32	8.42
01.17.03.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE HASTA D _{prom} =30m	m3	0.42	17.54	7.30
01.17.03.03	CONCRETO f _c =175kg/cm ² S/MEZCLADORA	m3	0.18	379.13	69.76
01.17.03.04	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	2.88	27.24	78.45
01.17.03.05	ACERO CORTADO Y HABILITADO	kg	16.91	4.41	74.58
01.17.04	CAJAS DE REGISTRO				360.55
01.17.04.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	0.3	26.32	7.90
01.17.04.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE HASTA D _{prom} =30m	m3	1.17	17.54	20.52
01.17.04.03	CONCRETO f _c =175kg/cm ² S/MEZCLADORA	m3	0.222	334.36	74.23
01.17.04.04	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	m2	4.08	27.24	111.14
01.17.04.05	ACERO CORTADO Y HABILITADO	kg	28.22	5.2	146.76
01.17.05	INSTALACIONES SANITARIAS				211.75
01.17.05.01	TUBERIA DE PVC SAL 2"	m	10.00	6.46	64.60
01.17.05.02	TUBERIA DE PVC SAL 4"	m	10.00	10.46	104.60
01.17.05.03	VALVULA COMPUERTA PVC DE 2"	und	1.00	42.55	42.55
01.17.06	BIODIGESTOR DE 600L				1,104.93
01.17.06.01	EXCAVACION MANUAL EN TERRENO NORMAL	m3	2.24	26.32	58.93
01.17.06.02	RELLENO COMPACTADO C/MATERIAL ZARANDEADO	m3	1.18	44.23	52.22
01.17.06.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXEDENTE HASTA D _{prom} =30m	m3	1.38	17.54	24.13
01.17.06.04	SUMIN. E INSTAL. BIODIGESTOR DE POLIETILENO 600L	und	1.00	969.64	969.64

3.7.14.8 Costo de sistema fotovoltaico para cinco personas

El costo del sistema fotovoltaico para iluminación y consumo de la vivienda rural para cinco personas es de un mil novecientos setenta y cinco con 00/100 soles.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL
Panel solar:	Und.	1	340	S/340.00
Baterías:	Und.	1	510	S/510.00
Controlador de carga	Und.	1	150	S/150.00
Inversor solar	Und.	1	560	S/560.00
Conectores Weidmuller PvsTick	Und.	1	15	S/15.00
Cable Unifilar 6 mm ² SOLAR PV ZZ-F Rojo	m	10	5	S/50.00
Cable Unifilar 6 mm ² SOLAR PV ZZ-F Negro	m	10	5	S/50.00
Estructura de soporte de panel solar	Gib.	1	150	S/150.00
Servicio de Instalación	Gib.	1	150	S/150.00
TOTAL (Soles)				S/1,975.00

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.14.9 Costo de sistema fotovoltaico para tres personas

El costo del sistema fotovoltaico para iluminación y consumo de la vivienda rural para tres personas es de un mil seiscientos ochenta y cinco con 00/100 soles.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL
Panel solar:	Und.	1	300	S/300.00
Baterías:	Und.	1	510	S/510.00
Controlador de carga	Und.	1	150	S/150.00
Inversor solar	Und.	1	560	S/560.00
Conectores Weidmuller PvsTick	Und.	1	15	S/15.00
Cable Unifilar 6 mm2 SOLAR PV ZZ-F Rojo	m	15	5	S/75.00
Cable Unifilar 6 mm2 SOLAR PV ZZ-F Negro	m	15	5	S/75.00
Servicio de Instalación	Glb.	1	150	S/150.00
Estructura de soporte panel 100Watts	Glb.	1	200	S/200.00
TOTAL (Soles)				S/1,685.00

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.14.10 Costo de un sistema de bombeo fotovoltaico con tanque elevado

Entonces el costo del sistema de bombeo solar es de 6670.00soles, este sistema será para ambas viviendas ya que debido al consumo que estas tienen los equipos mínimos de bombeo que son de 0.5hp con la cual se logra cumplir los requerimientos en los dos casos de viviendas.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	SUB TOTAL
BOMBA SOLAR DE AGUA 5FDSP-0.5HP	Und.	1	1400	S/1,400.00
CONTROLADOR DE BOMBEO SOLAR	Und.	1	2000	S/2,000.00
PANEL SOLAR	Und.	2	500	S/1,000.00
CABLE UNIFILAR 6 MM2 SOLAR PV ZZ-F ROJO	m	10	5	S/50.00
CABLE UNIFILAR 6 MM2 SOLAR PV ZZ-F NEGRO	m	10	5	S/50.00
CONECTORES WEIDMULLER PVSTICK	Und.	2	15	S/30.00
ESTRUCTURA DE SOPORTE DE PANEL SOLAR	Glb.	1	250	S/250.00
SERVICIO DE INSTALACIÓN DE SISTEMA DE BOMBEO SOLAR	Glb.	1	250	S/250.00
ESTRUCTURA DE TANQUE ELEVADO INCL INSTALACIÓN	Glb.	1	600	S/600.00
TANQUE DE POLIETILENO DE 1100L INCLUYE ACCESORIOS	Glb.	1	800	S/800.00
SEVICIO DE INSTALACION DE TANQUE DE POLIETILENO	Glb.	1	150	S/150.00
TUBERIAS Y ACCESORIOS DE INSTALACION DE AGUA	Glb.	1	90	S/90.00
TOTAL				S/6,670.00

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.15 Propuesta de vivienda rural del PNVR-MVCS

3.7.15.1 Dimensiones de propuesta de vivienda rural PNVR

Los ambientes con los que cuenta la propuesta de vivienda rural del PNVR se detalla a continuación:

Dormitorio 01 : 1.92x2.52m = 4.84m²

Dormitorio 02 : 2.12x2.52m = 5.32 m²

Cocina – Comedor : 2.52x3.15m = 7.94m²



Figura 142. Imagen de propuesta de vivienda rural PNVR

Fuente: Política General del Sector Vivienda, Construcción y Saneamiento-2018

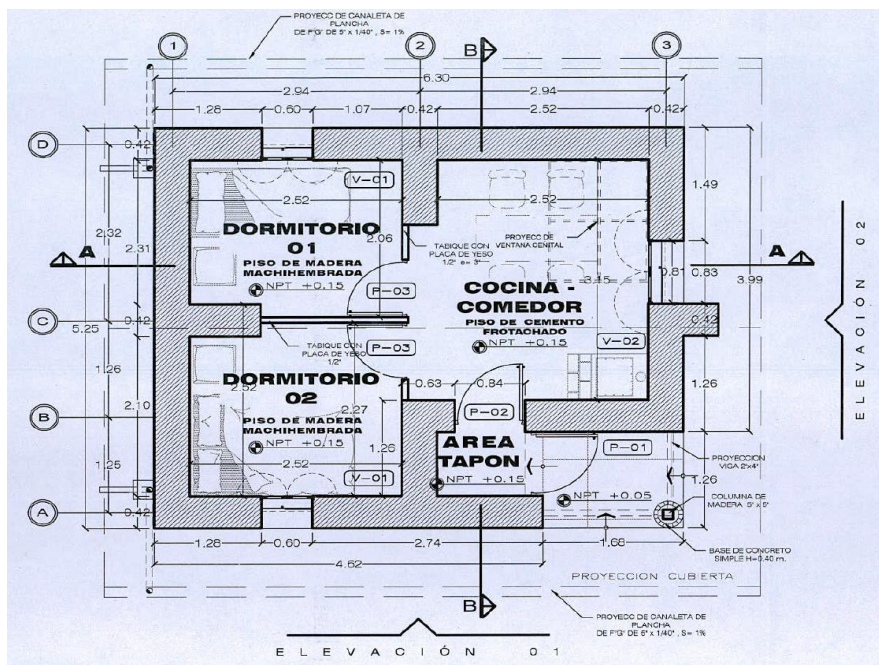


Figura 143. Plano de planta propuesta de vivienda rural PNVR

Fuente: (PNVR, Mejoramiento de vivienda rural en los centros poblados de Caluyo y Chacapampa Antacahua del distrito de Huancane-Provincia de Huancane- Departamento de Puno, 2019)

3.7.15.2 Sistema estructural de propuesta de vivienda rural PNVR

Cimentación

La cimentación es de mampostería de piedra y concreto de 0.60mx0.60m en toda su extensión habitacional.

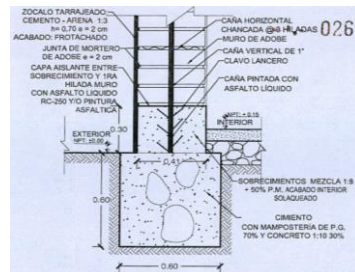


Figura 144. Sección típica de cimiento y sobrecimiento

Fuente: (PNVR, Mejoramiento de vivienda rural en los centros poblados de Caluyo y Chacapampa Antacahua del distrito de Huancane-Provincia de Huancane-Departamento de Puno, 2019)

Sobrecimiento

El sobrecimiento es de concreto simple de 0.40m de ancho y 0.3 de alto. Como se aprecia en la figura anterior sección típica de cimiento y sobrecimiento.

Muros

Los muros son de adobe de 0.40mx0.40mx0.10m y 0.40x0.19x0.10m con reforzamiento de caña chancada. Sobre los muros se contempla una viga collar de 2"x3", montada a lo largo del muro en los cuatro lados

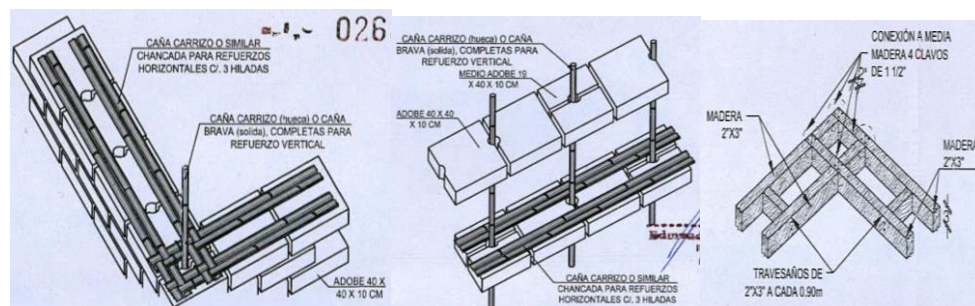


Figura 145. Detalle de refuerzo Horizontal y vertical en muros

Fuente: (PNVR, Mejoramiento de vivienda rural en los centros poblados de Caluyo y Chacapampa Antacahua del distrito de Huancane-Provincia de Huancane-Departamento de Puno, 2019)

Techo

Los techos son de cobertura de calamina galvanizada 11 canales de 0.83mx3.60m, con espesor de 0.3mm apoyada en una estructura de madera a base de tijerales en forma de v invertida y correas; en la parte interior. El trecho tiene voladizo en todo su contorno y tiene una inclinación mayor a 18°, Las calaminas serán cubiertas con pintura epóxica para su protección y de color rojo para no alterar la arquitectura paisajística.

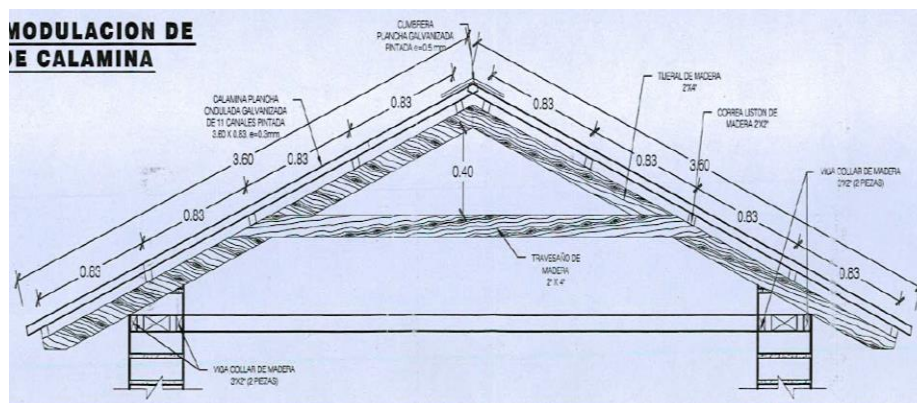


Figura 146. Detalle de techo de calamina tijeral y correas

Fuente: (PNVR, Mejoramiento de vivienda rural en los centros poblados de Caluyo y Chacapampa Antacahua del distrito de Huancane-Provincia de Huancane-Departamento de Puno, 2019)

Cielo raso

El cielo raso es de fibrocemento de 4mm de espesor, asegurados sobre una correa de madera de 2"x2".

Piso

El piso interior en los dormitorios es de madera machihembrada de 4"x3/4" de espesor, con durmiente de madera de 2"x4", esta estructura es apoyada en una base de polipropileno o plástico sobre una torta de barro y una cama de piedra.

Piso de cemento en la cocina-comedor con un espesor de 3" con cemento tipo I, acabado frotachado, sobre una superficie compactada y afirmada el cual ira sobre una cama de piedra de 4" elaborada con piedra mediana de máximo 3" de diámetro.

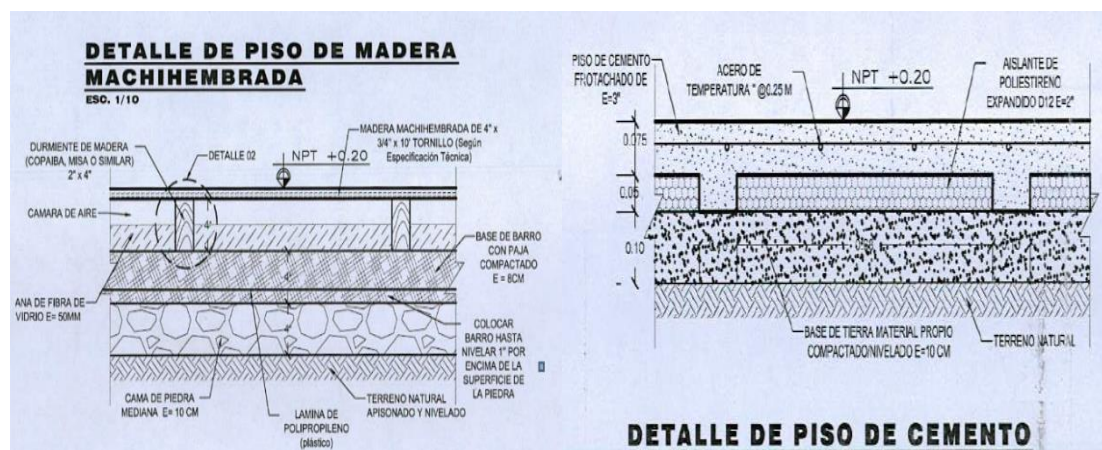


Figura 147. Detalle de piso de propuesta de vivienda rural PNVR

(PNVR, *Mejoramiento de vivienda rural en los centros poblados de Caluyo y Chacapampa Antacahua del distrito de Huancane-Provincia de Huancane-Departamento de Puno, 2019*)

Vereda

La vereda estará ubicada en el frontis con un largode 1.68m y un ancho de 1.26m con un espesor de 3" y es de concreto simple $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$, incluyendo las bruñas correspondientes.

Puerta.

Las puertas son de madera tipo marco y tres puertas contraplacadas.

Ventanas

Las ventanas son de aluminio y con contraventana con marco de madera con vidrios transparentes de 6mm sellados con silicona y además se incluye una ventana cenital en la parte superior policarbonato translucido exterior $e=1 \text{ mm}$ y vidrio laminado al interior de 6mm.

Las instalaciones Electricas

Todas las instalaciones son adosadas, con tuberías PVC SAP de $\frac{1}{2}$ " x 3m y curvas de PVC SAP de $\frac{1}{2}$ ". Los puntos de luz, Cajas, interruptores y tomacorrientes son adosados, nunca empotrados en el adobe.

3.7.15.3 Presupuesto de Propuesta de vivienda rural PNVR

Para la determinación del presupuesto primero se tendrá que dividir entre la cantidad de beneficiarios del proyecto que son en total 64 beneficiarios. Ya que el presupuesto esta determina de forma global para las 64 viviendas entonces determinaremos para una vivienda a nivel de costo directo y el aporte de beneficiario.

ITEM	DESCRIPCIÓN	PARCIAL
1.00	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES	S/ 14,263.40
2.00	MOVIMIENTO DE TIERRAS	S/ 45,141.31
3.00	CONCRETO SIMPLE	S/ 129,730.01
4.00	ESTRUCTURAS DE MADERA	S/ 155,376.75
5.00	COBERTURA DE PLANCHA CORRUGADA GALVANIZADA	S/ 110,229.44
6.00	CIELO RASO DE FIBROCEMENTO	S/ 91,773.23
7.00	MUROS YB TABIQUES	S/ 229,052.70
8.00	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS	S/ 153,308.80
9.00	PISOS Y PAVIMENTOS	S/ 133,603.25
10.00	VEREDAS	S/ 9,319.26
11.00	ZOCALOS Y CONTRAZOCALOS	S/ 31,704.57
12.00	PUERTAS	S/ 91,073.46
13.00	VENTANAS	S/ 79,056.63
14.00	INSTALACION ELECTRICA EN MODULO	S/ 21,627.60
15.00	EVACUACION DE AGUAS PLUVIALES	S/ 36,912.79
16.00	VARIOS	S/ 37,502.85
17.00	MITIGACION Y LIMPIEZA	S/ 8,701.44
18.00	ACARREOS	S/ 17,402.88
19.00	FLETES	S/ 268,067.06
I.	COSTO DIRECTO	S/ 1,663,847.43
II.	COSTOS INDIRECTOS	S/ 291,673.61
III.	COSTO TOTAL DEL PROYECTO	S/ 1,955,521.04
IV.	APORTES BENEFICIARIOS	S/ 223,211.37
V.	MONTO TOTAL A FINANCIAR PNVR	S/ 1,732,309.67

Figura 148. Costo directo de Vivienda rural PNVR

Fuente: (PNVR, Mejoramiento de vivienda rural en los centros poblados de Caluyo y Chacapampa Antacahua del distrito de Huancane-Provincia de Huancane-Departamento de Puno, 2019)

En la siguiente tabla se puede verificar que el presupuesto a nivel de costo directo se tiene que el costo de la propuesta de vivienda rural es de veinticinco mil novecientos noventa y siete con 62/100 soles. Y el aporte de beneficiario es de tres mil cuatrocientos ochenta y siete con 68/100 soles.

Tabla 37. Costo directo de propuesta de vivienda rural PNVR

COSTO DIRECTO	S/25,997.62
APORTE	S/3,487.68
COSTO DE VIVIENDA INCLUYE APORTE	S/29,485.29

Fuente: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.16 Comparación de propuesta de vivienda rural con propuesta de vivienda rural PNVR

A continuación, se realizará una comparación de propuestas de vivienda rural que se propone como con la propuesta de vivienda rural del Programa Nacional de Vivienda Rural.

3.7.16.1 Comparación de componentes principales de propuesta de vivienda rural

PROPUESTA DE VIVIENDA RURAL TESISTA

Cimentación

Cimiento corrido de concreto ciclopeo de 0.60x0.60m

Sobrecimiento de concreto ciclopeo de 0.40x0.30m

Muros

Los muros son de adobe de 0.40x0.40x0.10m y 0.4x0.19x0.10m

Revestimiento exterior e interior de yeso

Estructura de madera

Tijerales de madera, vigas de madera y dinteles de madera

Techo

Techo de plancha de teja asfáltica de 0.40x1.06m altura de onda de 4cm apoyada en una base de tijerales en forma de A y vigas de madera y correas en la parte interior.

Cieloraso

Cielo raso de triplay 4mm

Pisos

Los pisos son de madera machihembrada y piso de cemento frotachado

Socalos y contrazocalos

Los socalos son en la cara exterior de muro de 0.70m

Puertas

Puertas son de madera contraplacada y machihembrada

Ventanas

Ventanas de madera con vidrio doble

Veredas

La vereda se ubica en la parte exterior de la vivienda y es de concreto simple $f'c=140\text{kg/cm}^2$ incluyendo bruñas correspondientes.

Cocina mejora tipo Inkawasi Pichqa

Enfoque termico

Colocación de calefactores solares en dormitorios de vivienda, Ventanas cenitales, lana fibra de vidrio en techo

Instalacion electrica

Se considero la instalacion electrica en la vivienda

Instalaciones sanitarias

Se considero la instalacion de agua en cocina comedor

VIVIENDA RURAL PNVR-MVCS

Cimentacion

Cimiento corrido de mamposteria de piedra y concreto de 0.60x0.60m

Sobrecimiento de concreto simple 0.40x0.30m

Muros

Los muros son de adobe de 0.40x0.40x0.10m y 0.4x0.19x0.10m

Revestimiento exterior e interior de yeso

Estructura de madera

Tijerales de madera, vigas de madera y dinteles de madera

Techo

Los techos son de cobertura de calamina galvanizada 11 canales de 0.83mx3.60m, con espesor de 0.3mm apoyada en una estructura de madera a base de tijerales en forma de v invertida y correas; en la parte interior.

Cieloraso

El cielo raso es de fibrocemento de 4mm de espesor, asegurados sobre una correa de madera de 2"x2"

Pisos

Los pisos son de madera machihembrada y piso de cemento frotachado

Socalos y contrazocalos

Los socalos son en la cara exterior de muro de 0.70m y rodones de madera interior

Puertas

Puertas son de madera contraplacada y machihembrada

Ventanas

Ventanas de marcos de aluminio y contraventana de madera

Veredas

La vereda estará ubicada en el frontis y es de concreto simple $f'c= 140\text{kg/cm}^2$, incluyendo las bruñas correspondientes.

Estufa Saludable

Enfoque termico

Ventanas cenitales en techos

Instalacion electrica

Se considero la instalacion electrica en la vivienda

Instalaciones sanitarias

No se considero instalacion de agua en cocina comedor

3.7.16.2 Área de ambientes de propuestas de vivienda rural

En la siguiente tabla se puede apreciar que existe gran diferencia en lo que respecta a las áreas de los ambientes cabe indicar que en el diseño de la propuesta se consideró un área para una mesa, un ropero, una cama con su velador. De igual forma en el área de la cocina comedor se consideró un área para almacenamiento de alimentos. Que en la propuesta del PNVR no se podría por el reducido espacio con el que cuenta el diseño.

Tabla 38. Áreas de propuestas de vivienda rural

Vivienda rural para 03 personas		Vivienda PNVR	
Dormitorio principal	15.67 m ²	Dormitorio 01	4.84m ²
Dormitorio hijo(a)	14.87 m ²	Dormitorio 02	5.32 m ²
Cocina-Comedor	15.67 m ²	Cocina – Comedor	7.94m ²

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.16.3 Presupuesto necesario para la ejecución de propuesta

La comparación de presupuesto se realizará a nivel de costo directo, se hará la comparación de presupuesto con la propuesta de vivienda rural diseñada para tres personas. Ya que el PNVR su diseño no indica para cuantas personas está diseñada, sin embargo de los planos se puede apreciar que puede albergar como máximo a tres personas. El presupuesto necesario para la ejecución de la propuesta de vivienda rural para tres personas es de veintiocho mil trescientos veinticinco con 98/100 soles con un aporte de cada beneficiario de siete mil ochocientos sesenta con 58/100 y la propuesta del PNVR es de veinticinco mil novecientos noventa y siete con 62/100 soles y un aporte de cada beneficiario de tres mil cuatrocientos ochenta y siete con 68/100 soles la diferencia de costo directo es de dos mil trescientos veintiocho con 36/100. A continuación, se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 39. Comparación de presupuesto de propuesta de vivienda rural

Vivienda rural para 03 personas		Vivienda PNVR		Diferencia
COSTO DIRECTO	S/28,325.98	COSTO DIRECTO	S/25,997.62	S/2,328.36
APORTE	S/7,860.58	APORTE	S/3,487.68	S/4,372.90
COSTO DE VIVIENDA INCLUYE APORTE	S/36,186.56	COSTO DE VIVIENDA INCLUYE APORTE	S/29,485.29	S/6,701.27

FUENTE: Elaborado por el equipo de trabajo

3.7.17 Financiamiento del proyecto de vivienda rural

El financiamiento del proyecto de vivienda rural se puede lograr mediante convenio con el ministerio de vivienda construcción y saneamiento, a través del programa nacional de vivienda rural (PNVR).

Programa Nacional de Vivienda Rural

El Programa Nacional de Vivienda Rural está compuesto de tres unidades:

- Unidad de Gestión Social
- Unidad de Gestión Técnica
- Unidad de Asistencia Técnica y Sostenibilidad

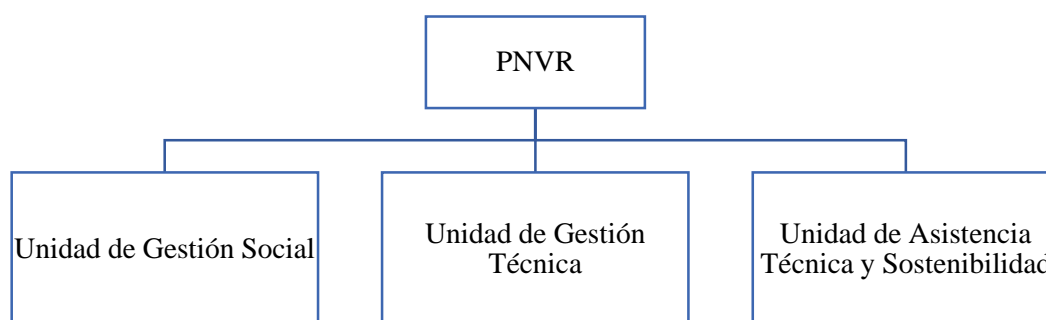


Figura 149. Unidades del Programa Nacional de Vivienda Rural

Fuente: programa nacional de vivienda rural

El ámbito de intervención del PNVR comprende a:

- La población rural asentada en el ámbito rural, que haya sido evaluada por el Sistema de Focalización de Hogares – SISFOH.
- La población rural asentada en zonas afectadas por las temporadas de friaje o heladas, deslizamientos asociados a precipitaciones pluviales intensas o por crecientes de los ríos, o por sismos.
- La población rural asentada en zonas de riesgo o declaradas en emergencia;
- La población rural asentada en los centros poblados ubicados en el área geográfica de influencia de los Tambos.
- La población rural priorizada por el MVCS, de acuerdo a los criterios de vulnerabilidad alto y muy alto del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres – CENEPRED.

- La población rural que sea seleccionada en base a los siguientes criterios de elegibilidad:
 - Socioeconómico: Población afectada por precariedad económica, bajo nivel de educación, y otros.
 - Ambiental: Población afectada por la explotación informal de recursos minerales, forestales o petroleros; desplazada por afectación ambiental, y otros similares.
 - Vulnerabilidad térmica o estructural: Población que se encuentra expuesta a sufrir daños personales o estructurales, dada las condiciones térmicas inadecuadas a las que se encuentra expuesta o a la precariedad de la infraestructura de su unidad habitacional.
 - Salubridad: Población afectada por una mala distribución de espacios, situación de hacinamiento donde se comparten varias actividades en un solo ambiente y otros similares.
 - Accesibilidad: Población pobre y extremadamente pobre asentada en los centros poblados rurales o asentada de manera dispersa.
 - Nivel de organización: Población mayoritariamente campesina, nativa u originaria.

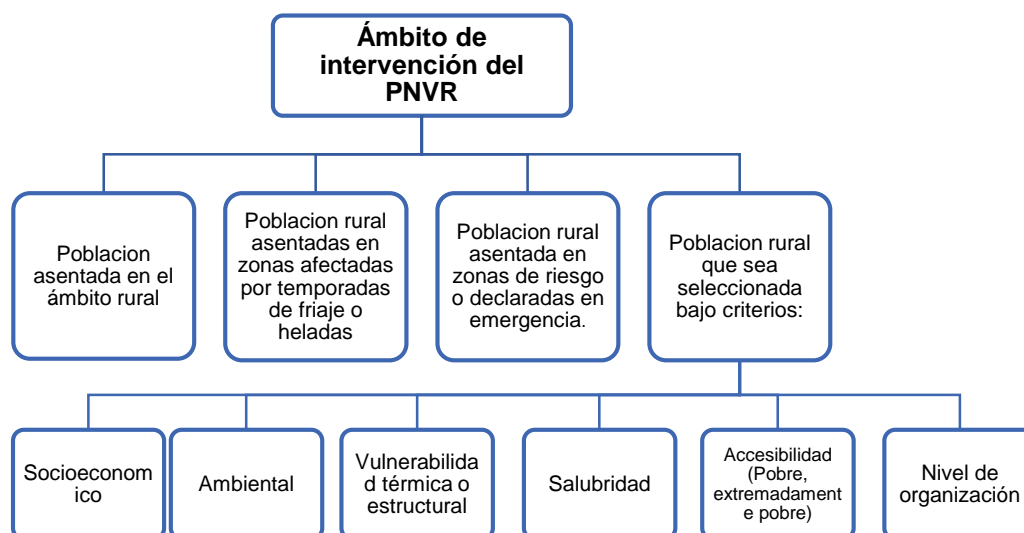


Figura 150. *Ámbito de intervención del PNVR*

Fuente: *programa nacional de vivienda rural*

Acciones de Intervención del PNVR

El programa desarrolla acciones de construcción, reconstrucción, reforzamiento, confort térmico y mejoramiento de viviendas rurales seguras e idóneas.

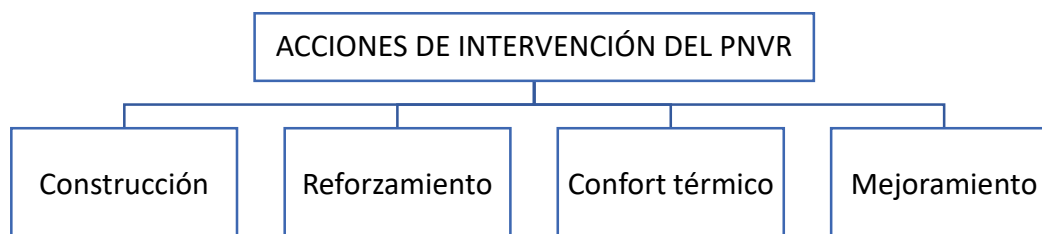


Figura 151. Acciones de Intervención del PNVR

- **Definición Operacional:** La vivienda rural mejorada es una edificación estructuralmente segura, ejecutada mediante un proceso que se inicia con la evaluación de las familias y las viviendas de acuerdo con el marco normativo del MVCS, y continúa con la construcción empleando tecnologías tradicionales apropiadas al medio ambiente físico y social y considerando los usos y costumbres de la zona.
- **Modalidad de Intervención del PNVR: Núcleo Ejecutor N.E.:** Es la suscripción de un convenio con los beneficiarios a través del cual se encargan de la ejecución del mejoramiento de las viviendas, en el marco de la norma correspondiente. Durante el proceso, el programa monitorea la ejecución del mejoramiento de la vivienda a través de un representante.
- Los NE están conformados por los pobladores beneficiarios de la comunidad, quienes eligen a sus representantes a través de la asamblea. Para construir las unidades habitacionales, el NE invierte el dinero que transfiere el PNVR a los proyectos y contrata al supervisor, residente y gestor social, maestros de obra y personal de acuerdo al expediente técnico, así como compra los productos y servicios para implementar el mejoramiento de la vivienda rural.

Mejoramiento de las viviendas. Las viviendas mejoradas del Programa Nacional de Vivienda Rural se ejecutan bajo dos enfoques:

- **Enfoque de Confort Térmico:** Es el uso adecuado de tecnologías y materiales térmicos y aislantes en los muros, techos, pisos, puertas y ventanas.
- **Enfoque de Sismo Resistencia:** Construcción de cimientos, sobrecimientos, refuerzos verticales y horizontales de acuerdo a las normas técnicas.

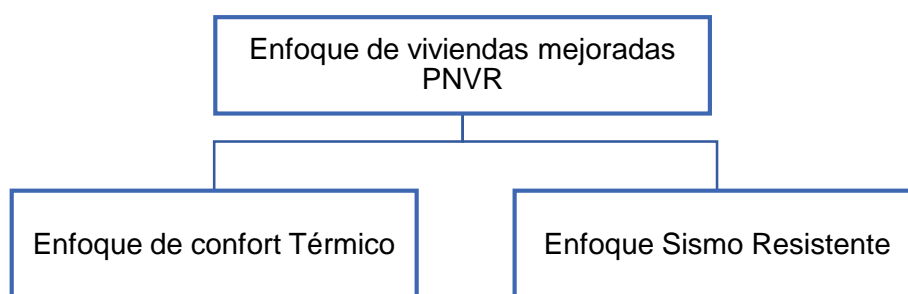


Figura 152. Enfoque de viviendas mejoradas del PNVR

Fuente: Programa Nacional de Vivienda rural

¿A quiénes beneficia el PNVR?

Los Beneficiarios serán priorizados por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento de acuerdo a los criterios de vulnerabilidad alto y muy alto del Centro de Estimación, Prevención y Reducción de Riesgos de Desastres – CENEPRED y seleccionados según los siguientes criterios de elegibilidad:

- Socio económico, población afectada por precariedad económica, bajo nivel de educación, etc.
- Ambiental, población afectada por la explotación informal de recursos minerales, forestales o petroleros; desplazada por sucesos ambientales.
- Vulnerabilidad Térmica o Estructural, población expuesta a sufrir daños personales o estructurales, debido a condiciones térmicas inadecuadas o a la precariedad de la infraestructura en la que residen.

- Composición Étnica, población mayoritariamente indígena, amazónica u originaria.
- Accesibilidad, población pobre y extremadamente pobre asentada en los centros poblados rurales o asentada de manera dispersa.
- Salubridad, población afectada por una mala distribución de espacios, situaciones de hacinamiento donde se comparten varias actividades en un solo ambiente, etc.

Unidad de gestión social

Dentro de las principales actividades que desarrolla la unidad de gestión social son:

1. Focalización y Priorización
2. Evaluación Socio Económica y Técnica
3. Evaluación Técnica de la vivienda
4. Selección de Beneficiarios

Para ser beneficiarios del programa, las familias deben tener una vivienda que cumpla con las siguientes condiciones:

- Condiciones de seguridad del entorno de la vivienda
El terreno o la vivienda de la familia no deben estar expuestos a deslizamientos, huaycos, derrumbes, erosión fluvial, erosión de laderas y no deben estar próximos a zonas inundables.
 - Condiciones estructurales y de seguridad de la vivienda
La vivienda de la familia debe tener los pisos, techos, puertas y ventanas en mal estado, lo que provoca la pérdida de calor del interior de la vivienda y/o el ingreso de frío. Adicionalmente, la vivienda de la familia se encuentra situada en un terreno con bastante agua en el subsuelo.
5. Registro de familias beneficiarias
 6. Formación del Núcleo Ejecutor, está conformado por:
 - Presidente, es el representante legal del NE y goza de las facultades para intervenir en procedimientos administrativos y procesos judiciales con las facultades generales y especiales establecidas en los artículos 74° y 75° del Código Procesal Civil.

- El otorgamiento de las facultades y poderes al Presidente, como representante legal del NE, señaladas en el párrafo anterior, debe efectuarse por escrito, dejando constancia en el Acta de la Asamblea en la que son elegidos los representantes del NE.
- Secretario, encargado de coordinar y organizar las Asambleas Generales de los Representantes del Núcleo Ejecutor con las familias beneficiarias. En caso de ausencia del Presidente, asume las funciones del mismo.
- Tesorero, responsable del registro, custodia y visado de la documentación que sustente el gasto, en cuanto le corresponda. Asimismo, velará conjuntamente con el Residente de Obra de la correcta utilización de los recursos asignados al proyecto.
- Fiscal, responsable de velar por el cumplimiento de las obligaciones establecidas en los convenios.
- Veedor, persona natural designada por el Gobierno Local, mediante acto resolutivo o comunicación administrativa destinada a participar en el proceso de constitución del Núcleo Ejecutor, así como acompañar el desarrollo del proyecto.

7. Coordinación con las autoridades locales
8. Taller de Sensibilización
9. Constitución del N.E. y elección de los Representantes del N.E.

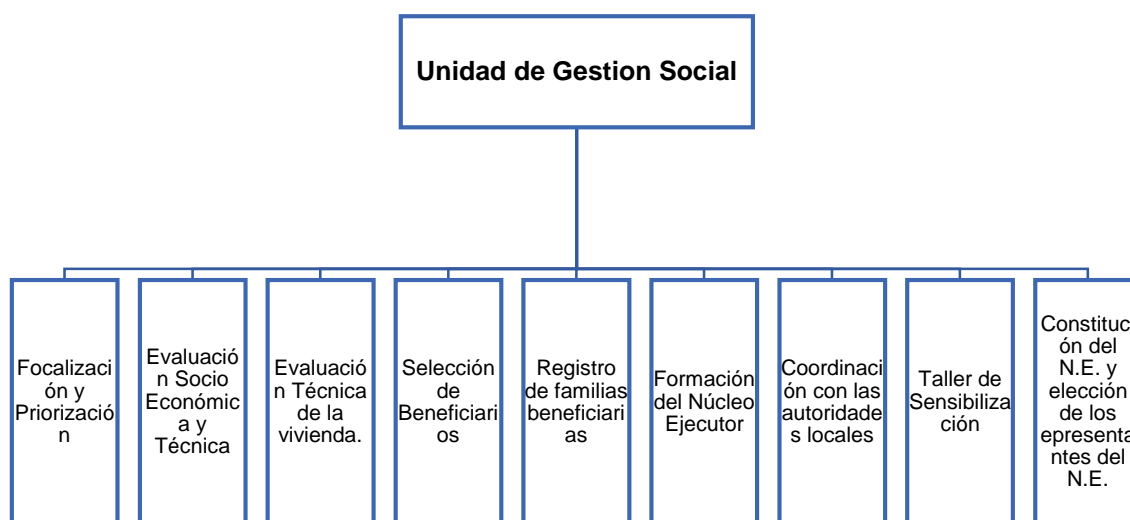


Figura 153. Actividades principales de la unidad de gestión social

Fuente: Programa Nacional de Vivienda rural

Unidad de Gestión Técnica

La Unidad de Gestión Técnica da inicio al Expediente Técnico que acompañará el desarrollo del proyecto hasta su liquidación y cierre.

1. **Elaboración del Expediente Técnico**

El Expediente Técnico es el conjunto de documentos para la ejecución de obra tales como: memoria descriptiva, fichas y documentación técnica y social, especificaciones técnicas, metrados, presupuestos, análisis de costos unitarios, relación de insumos, cronogramas, planos, y otros documentos que permitirán una cabal interpretación de los alcances del proyecto y de su correcta forma de ejecución. Estos documentos son necesarios para poder realizar la Liquidación y Cierre del proyecto.

2. **Sobre el personal del PNVR**

El Programa Nacional de Vivienda Rural apoya a la organización del Núcleo Ejecutor mediante la intervención del Coordinador Regional Técnico; es el profesional dependiente del PNVR cuya función y responsabilidad principal es llevar a cabo la verificación y el seguimiento técnico y financiero de los proyectos en las regiones, así como brindar asistencia técnica al Núcleo Ejecutor, a sus representantes, así como a los profesionales técnicos a cargo del proyecto.

Asimismo, el Coordinador Regional Social, profesional dependiente del PNVR cuya función y responsabilidad principal es llevar a cabo la verificación y el seguimiento del componente social de los proyectos en las regiones, así como brindar asistencia técnica en aspectos sociales y de comunicación al Núcleo Ejecutor, sus representantes y a los gestores sociales del proyecto.

Y finalmente el Liquidador, que es el profesional dependiente del PNVR, cuya función y responsabilidad principal es realizar las revisiones de las Pre Liquidaciones y la Liquidación Final correspondiente a los aspectos contables, así como elaborar y suscribir las fichas de pre liquidación y liquidación final.

3. **Sesiones de Orientación Social, Técnica y Financiera para los Representantes del N.E. y el Personal del N.E.**

Los especialistas del PNVR desarrollan las sesiones de orientación dirigidas a los Representantes del Núcleo Ejecutor (RNE) y el Personal del Núcleo Ejecutor (PNE), los cuales tiene por objetivo que conozcan sus funciones y obligaciones durante la gestión del proyecto, así como los mecanismos de transparencia del Núcleo Ejecutor.

Los RNE y el personal del NE conocen los procesos y mecanismos de gestión financiera, como rendiciones de cuentas, pre liquidaciones, mecanismos legales y técnicos de gestión del proyecto con la finalidad de mejorar sus capacidades constructivas y administrativas, contribuir así a la ocupación laboral.

Asimismo, el personal conoce el contenido del Expediente Técnico, sus componentes y el proceso de ejecución.

4. Ejecución del mejoramiento de la vivienda

Previo al inicio de ejecución del proyecto, el Supervisor y Residente, realizan la comparación del expediente técnico del proyecto con la realidad encontrada en el campo, incluyendo la situación del terreno, de los insumos y otros relacionados, luego se emite un informe inicial con opinión sobre la conformidad del expediente técnico.

Se considera como fecha de inicio de proyecto, la fecha señalada en el Acta de Inicio de Obra suscrita por los representantes NE, el Residente y Supervisor de la obra. Con esta misma fecha se apertura el Cuaderno de Obra.

El NE a través de sus representantes y con la asistencia técnica del Residente y Supervisor del proyecto se da inicio a la ejecución del proyecto.

5. Capacitación en la elaboración de adobes, proceso constructivo y reforzamiento estructural de la vivienda.

6. Monitoreo y supervisión del mejoramiento de la vivienda

7. Ampliación del plazo

8. Liquidación y Cierre del proyecto

Una vez terminado el proceso de construcción de la vivienda mejorada, la Unidad de Asistencia Técnica y Sostenibilidad se hace presente en los Representantes del N.E. y beneficiarios para capacitarlos fortalecer las capacidades de la población beneficiaria y hacer la evaluación ex post.

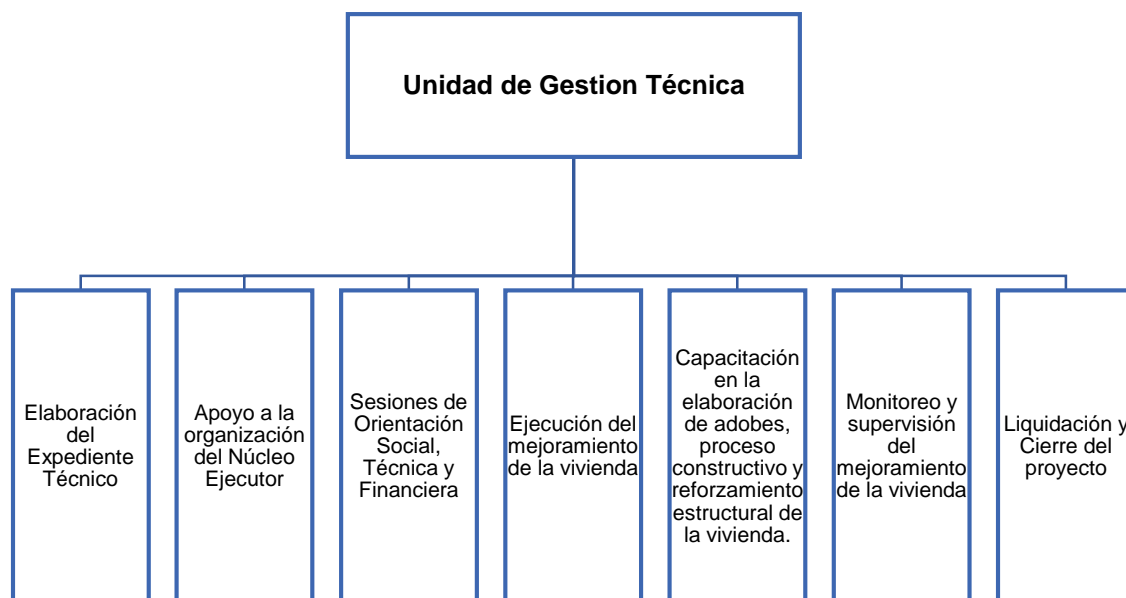


Figura 154. Acciones de Gestión Técnica del PNVR

Fuente: programa nacional de vivienda rural

Unidad de Asistencia Técnica

Asistencia Técnica mediante la capacitación

El uso adecuado de espacios y disposición de ambientes, con la finalidad de dar a conocer la importancia de contar con prácticas y hábitos en la unidad habitacional de la vivienda que contribuyan a la salud familiar. Cuidado y mantenimiento del módulo, con el objetivo de enseñar destrezas y habilidades a las familias beneficiarias, para el mantenimiento, buscando ampliar la vida útil de la vivienda mejorada.

Monitoreo y evaluación de las actividades de intervención

El monitoreo y la evaluación Ex post son procesos sistemáticos de análisis crítico, completo y profundo de los resultados de las actividades realizadas, con el propósito de determinar la pertinencia de los métodos utilizados, la validez de los objetivos alcanzados, la eficiencia en el uso de los recursos, la eficacia del impacto en los beneficiarios, y la

sostenibilidad de sus resultados. La Unidad de Asistencia Técnica y Sostenibilidad se encarga de:

- Evaluar el proceso de capacitación en el uso adecuado de espacios y disposición de ambientes y en el cuidado y mantenimiento de la unidad habitacional.
- Monitorear la temperatura en el interior de la unidad habitacional de las viviendas mejoradas, con la finalidad de verificar el proceso constructivo y normativo, de manera que permita bienestar de la familia mediante el confort térmico.
- Asimismo, se encarga de evaluar los procesos del PNVR y sus modalidades de ejecución.

Sistematización

Como proceso de reflexión crítica, la sistematización permite analizar detallada y profundamente nuestra intervención, con el fin de extraer las lecciones y aprender de las mismas, asimismo, nos otorgará nuevas herramientas para implementar los cambios o mejoras necesarias, que puedan llegar a incidir en intervención y en la mejora de la calidad del Programa Nacional de Vivienda Rural.

Acciones que se debe tener en cuenta para la gestión de un módulo de vivienda rural

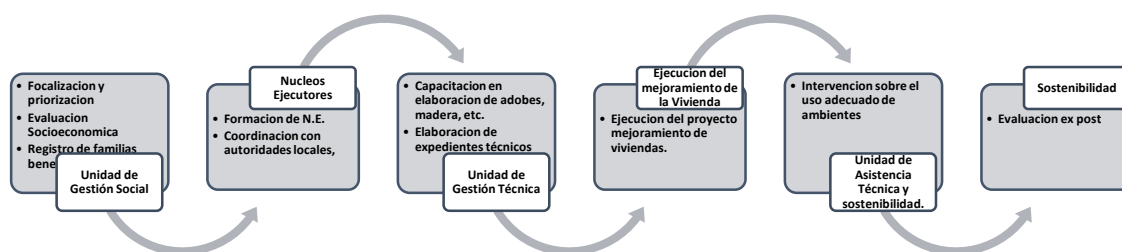


Figura 155. Desarrollo de actividades del PNVR,

Fuente: Programa Nacional de Vivienda Rural

De todo lo descrito anteriormente se puede concluir que la propuesta de módulo de vivienda rural está enmarcada dentro de los parámetros de diseño que maneja el PNVR del Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. Y además la zona de estudio también cumple con los criterios de elegibilidad que maneja el ministerio de vivienda construcción y Saneamiento. Socioeconómico, Vulnerabilidad térmica, Accesibilidad y nivel de organización.

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos del proceso de diseño son los siguientes

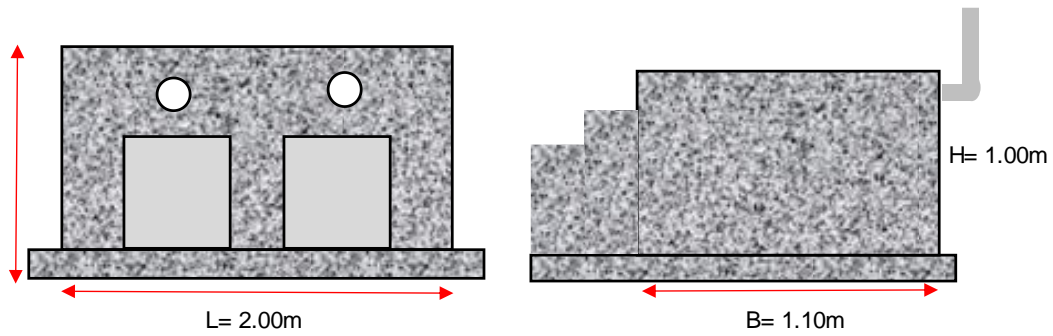
4.1 Ambientes de módulo de vivienda rural para cinco personas

Dormitorio Principal	:15.20 m2:
Dormitorio Hijos(as)	:14.00 m2
Dormitorio Hijo(a)	:13.78 m2
Pasadizo interior	:05.30 m2
Cocina-Comedor	:12.80 m2
Corral de ovejas	:37.50 m2
Cobertizo para vacas	:32.00 m2
Estructura para tanque elevado	:02.62 m2
Servicio Higiénico UBS compostera	:04.20 m2

4.2 Ambientes de modulo de vivienda rural para tres personas

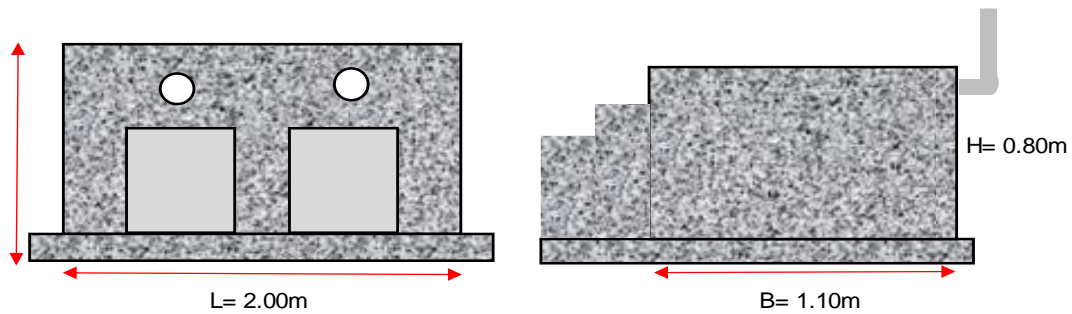
Dormitorio Principal	:15.67 m2
Dormitorio Hijo (a)	:14.87 m2
Cocina-Comedor	:15.67 m2
Corral de ovejas	:37.50 m2
Cobertizo para vacas	:32.00 m2
Estructura para tanque elevado y terma solar	:02.62 m2
Servicio Higiénico UBS arrastre hidráulico	:03.61 m2

4.3 Resultados de diseño de UBS doble cámara compostera para cinco personas



Vc=El volumen de la cámara compostera=BXLXH
VCc= 2.20m³ Diseño Correcto!!

4.4 Resultados de diseño de UBS doble cámara compostera para tres personas

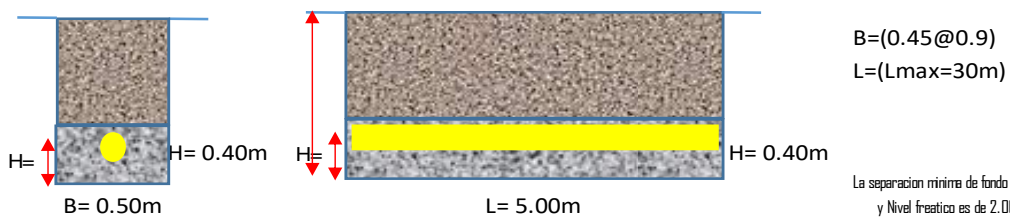


Vc=El volumen de la cámara compostera=BXLXH
VCc= 1.76m³ Diseño Correcto!!

4.5 Resultados de diseño de UBS con arrastre hidráulico para cinco personas

Volumen de Biodigestor= 600 litros

Zanja de percolación



La separación mínima de fondo de zanja y Nivel freático es de 2.00 m

Area util de la zona de filtracion incluye paredes internas y fondo debajo de la tuberia

Area de una zanja= $B \cdot L + 2 \cdot H \cdot B =$ 6.50 m²

Número de Zanjas= 1.97 zanjas

Número de Zanjas= 2.00 zanjas

Separacion de Zanjas 2.00 m

Pendiente de tuberia cribada 1.5/1000

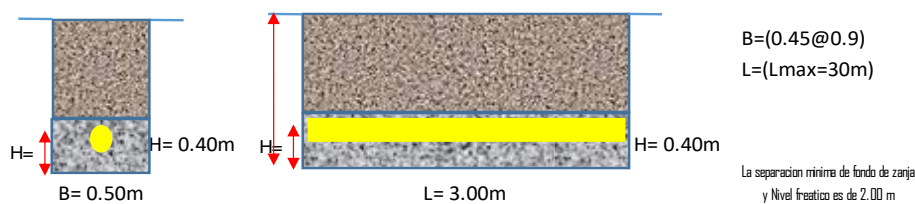
Tuberia PVC 110mm agujeros de 10mm cada 0.10m de

Grava o piedra triturada de 1.5 @ 5cm para filtracion

4.6 Resultados de diseño de UBS con arrastre hidráulico para tres personas

Volumen de Biodigestor= 600 litros

Zanja de percolación



Area util de la zona de filtracion incluye paredes internas y fondo debajo de la tuberia

- Area de una zanja= $B*L+2*H*B=$ 3.90 m²
- Número de Zanjas= 1.82 zanjas
- Número de Zanjas= 2.00 zanjas
- Separacion de Zanjas 2.00 m
- Pendiente de tuberia cribada 1.5/1000
- Tuberia PVC 110mm agujeros de 10mm cada 0.10m de
- Grava o piedra triturada de 1.5 @ 5cm para filtracion

4.7 Resultados de diseño de sistema fotovoltaico para vivienda de cinco personas

Panel solar:

Nº de paneles 1 Panel
Potencia del panel 120W / 12V

Baterias:

Nº de baterias 1 Bateria
Voltaje de bateria 12 V
Corriente de bateria 95 Ah

Controlador de carga

Nº de controlador de carga 1 controlador
Voltage de trabajo 12V-24V
Corriente de carga 10A-20A

Inversor solar

Nº inversor solar 1 inversor
Tension de entrada 12V
Tension de salida 110V/220V
Potencia 300W

4.8 Resultados de diseño de sistema fotovoltaico para vivienda de tres personas

Panel solar:

Nº de paneles 1 Panel
Potencia del panel 100W / 12V

Baterias:

Nº de baterias 1 Bateria
Voltaje de bateria 12 V
Corriente de bateria 80 Ah

Controlador de carga

Nº de controlador de carga 1 controlador
Voltage de trabajo 12V-24V
Corriente de carga 10A-20A

Inversor solar

Nº inversor solar 1 inversor
Tension de entrada 12V
Tension de salida 110V/220V
Potencia 300W

4.9 Resultados de diseño de sistema de bombeo fotovoltaico

El diseño del sistema de bombeo fotovoltaico se desarrolló para la vivienda con pozo cuya altura dinámica total es mayor ya que el nivel freático se encontró a 20 metros cuya medición se desarrolló en el mes de junio del 2019.

Altura geometrica

Hd: Altura de descarga	3.00 m
Hp: Profundidad del pozo punto de succion hasta punto de des	24.50 m
Hg: altura geometrica	27.50 m

Presion Dinamica

Hg: Altura geometrica	27.50 m
Hf: Perdida de energia por friccion	0.73 m
Ha: Perdida de energia por accesorios	0.13 m
HDT: Altura dinamica total	28.36 m

Diseño de sistema de bombeo solar fotovoltaica

Qb: Caudal de bombeo l/s	0.0903 l/s
HDT: Altura Dinamica Total	28.36 m
e: Eficiencia teorica (70% a 80%)	75%
Pb: Potencia de la bomba HP	0.0449 HP
Pb: Potencia de la bomba Watts	33.5065 W
Pb: Potencia de la bomba KWatts	0.0335 KW

Calculo de la energia consumida

Pb: potencia de la bomba (KW)	0.0335 KW
t: Horas de bombeo	2 Horas
Et: Energia consumida	0.0670 KWh

Requerimientos minimos del equipo de bombeo

Modelo	5FDSP-0.5HP
Codigo modelo	90040504
Caudal Maximo	0.52 l/s
Potencia requerida para accionar la bomba	0.20 KW
Tensión de operación	48V

Selección de panel solar comercial

Qb: Caudal de bombeo	0.000090 m ³ /s
Potencia requerida de accionamiento de bomba	0.20 KW
Potencia del generador	0.32 KW
Potencia adoptada del panel comercial	250W/ 24V
Numero de paneles adoptado	2
Tension de operación	48

4.10 Cuantificación de costos de propuestas de vivienda rural

Los costos de propuestas de módulo de vivienda rural que se muestran a continuación están calculados con la diferencia de aporte de mano de obra por los beneficiarios:

Modulo de vivienda rural para cinco personas con UBS compostera doble camara	62352.79
Vivienda rural para cinco personas	40494.59
Cobertizo y corral de ovejas	7300.31
Sistema UBS compostera doble camara para cinco personas	5912.89
Sistema de bombeo con paneles solares	6670.00
Sistema de iluminacion con panel solar para cinco personas	1975.00
Aporte con mano de obra de beneficiarios	15452.25
Costo es de: Sesenta y dos mil trescientos cincuenta y dos con 79/100 soles	
Modulo de vivienda rural para cinco personas con UBS arrastre hidraulico	62501.63
Vivienda rural para cinco personas	40494.59
Cobertizo y corral de ovejas	7300.31
Sistema UBS con arrastre hidraulico para cinco personas	6061.73
Sistema de bombeo con paneles solares	6670.00
Sistema de iluminacion con panel solar para personas	1975.00
Aporte con mano de obra de beneficiarios	15452.25
Costo es de: Sesenta y dos mil quinientos uno con 63/100 soles	
Modulo de vivienda rural para tres personas con UBS compostera doble camara	49666.73
Vivienda rural para tres personas	28325.98
Cobertizo y corral de ovejas	7300.31
Sistema UBS compostera doble camara para tres personas	5685.44
Sistema de bombeo con paneles solares	6670.00
Sistema de iluminacion con panel solar para personas	1685.00
Aporte con mano de obra de beneficiarios	10970.59
Costo es de: Cuarenta y nueve mil seiscientos sesenta y seis con 73 /100 soles	
Modulo de vivienda rural para tres personas con UBS arrastre hidraulico	49943.55
Vivienda rural para tres personas	28325.98
Cobertizo y corral de ovejas	7300.31
Sistema UBS con arrastre hidraulico para tres personas	5962.26
Sistema de bombeo con paneles solares	6670.00
Sistema de iluminacion con panel solar para tres personas	1685.00
Aporte con mano de obra de beneficiarios	10970.59
Costo es de: Cuarenta y nueve mil novecientos cuarenta y tres con 55/100 soles	

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES

Se diseñó un módulo de vivienda rural para familias conformadas por cinco miembros y otro para familias conformadas por tres miembros, con parámetros de diseño que cumplen con los establecidos por las normas técnicas y el reglamento nacional de edificaciones.

El presupuesto que se obtuvo para un módulo de vivienda rural para cinco personas con UBS compostera asciende a 62352.79 s/. sesenta y dos mil trescientos cincuenta y dos con 79/100 soles, para un módulo de vivienda rural para cinco personas con UBS con arrastre hidráulico asciende a 62501.63 s/. sesenta y dos mil quinientos uno con 63/100 soles, para un módulo de vivienda rural para tres personas con UBS compostera asciende a 49666.73 s/. cuarenta y nueve mil seiscientos sesenta y seis con 73/100 soles, para un módulo de vivienda rural para tres personas con UBS con arrastre hidráulico asciende a 49943.55 s/. cuarenta y nueve mil novecientos cuarenta y tres con 55/100 soles. Estos costos incluyen vivienda, cobertizo y corral para ovejas, sistema de eliminación de excretas, sistema de suministro de energía con energía fotovoltaica y sistema de bombeo de agua fotovoltaica.

Las propuestas de módulo de vivienda rural pueden financiarse mediante convenios con el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento y las comunidades campesinas del distrito de Azángaro a través del Programa Nacional de Vivienda Rural, también los gobiernos locales pueden financiar proyectos de vivienda rural ya que de acuerdo a ley N° 30848 ley de canon pueden financiar proyectos de vivienda rural.

CAPITULO VI

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda a la entidad (MPA, MVCS) que ejecute el proyecto capacitar a la población adecuadamente de procedimientos constructivos, elaboración de abodes, sistemas de eliminación de excretas, por arrastre hidráulico como el sistema sin arrastre hidráulico para que de esta forma los mismos beneficiarios puedan aportar con mano de obra.

Se recomienda a la entidad (MPA, MINEM) que ejecute el proyecto sensibilizar y capacitar a la población respecto de la operación y mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos de iluminación con almacenamiento de batería y el sistema de bombeo de agua fotovoltaico, ya que estos sistemas requieren un poco de conocimiento para su operación y mantenimiento para que funcionen adecuadamente.

Se recomienda a los usuarios que los días nublados es preferible no bombear agua, ya que el sistema está diseñado para un día soleado, es por ello que se planteó un tanque de polietileno de una capacidad mayor al requerido, el cual puede satisfacer la demanda del sistema de mayor consumo UBS con arrastre hidráulico, dos días sin bombeo. Además de mantener la superficie de los paneles limpia para una mayor producción de energía.

Se recomienda que las autoridades locales de la provincia de Azángaro, gestionen el proyecto de vivienda rural para las comunidades de las cinco microcuencas del distrito de Azángaro, tomando como referencia esta tesis para la viabilidad del proyecto y a proyectistas encargados de la elaboración del diseño de este tipo de proyectos también se les invita a brindar mejores propuestas de diseño.

Se recomienda a las entidades que ejecuten el proyecto de vivienda rural, que se realice la elaboración de adobes bajo la supervisión de un ingeniero civil, para que estos sean elaborados como indica el Reglamento Nacional de Edificaciones y sean de buena calidad, considerando que la propuesta de vivienda rural en los muros el material principal es el adobe.

CAPITULO VII

7. REFERENCIAS

- Aceros, A. (2010). *Manual del maestro constructor*. Obtenido de <http://www.acerosarequipa.com>
- Arquinetpolis. (2018). *ARquinetpolis Arquitectura, Urbanismo y más*. Obtenido de <https://arquinetpolis.com/programa-arquitectonico-000096/>
- AutoSolar. (2019). *AutoSolar Energia del Perú*. Obtenido de <https://autosolar.pe/>
- Barrantes, S. (2014). *Diagnostico der la situacion actual de la vivienda en San Juan de Yanacollpa-Huancavelica, y criterios de diseño para una vivienda rural bioclimatica adecuada*. Lima, Perú.
- Cohenca Cohan, D., & Bieber Benitez, D. (2012). Prototipo de Vivienda Social Bioclimatica. *II Jornadas de Investigacion en Ingenieria del NEA y paises limitrofes*, 1-7.
- DNC. (2010). *Manual de construccion edificaciones antisismicas de adobe*. Lima, Perú.
- ENAH0. (2017). *Encuesta Nacional de Hogares sobre Condiciones de Vida y Pobreza*. Obtenido de <https://webinei.inei.gob.pe>
- FranklinElectric. (2019). *Franklin Electric Latinoamerica*. Obtenido de <https://franklinagua.com/>
- Hanco, S. (2017). Diseño de una planta de bombeo para abastecimiento de agua potable empleando energía solar fotovoltaica en la comunidad Cachuyo Solloccotaña del distrito de Orurillo, provincia de Melgar, región Puno. (*Tesis de pregrado*). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Harman, L. (2010). *Confort termico en Viviendas Altoandinas un Enfoque Integral*. Huancavelica, Perú: CARE Perú.
- Hernandez, C. A. (2015). *Clasificacion de Suelos*. Obtenido de Archivo de Video: <https://youtu.be/SnnZRQ8glgE>
- Humpiri, L. (2016). Vivienda rural saludable como estrategia de desarrollo en las comunidades de Coline, Cayco (Crucero Alto) y Alto Huancané, del distrito de Santa Lucia-Lampa-Puno. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- INEI. (2018). *Instituto Nacional de estadistica e Informatica*. Obtenido de Censos Nacionales 2017: XII de población, VII de vivienda y III de comunidades indígenas: <https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/publicaciones-digitales/>
- Kuroiwa, C. (2012). *Doc Player*. Obtenido de Muro Trombe: <https://docplayer.es/36301645-Muro-trombe-ing-carmen-kuroiwa-h.html>

- Leyton, A., & Mendoza, D. (2012). *IET Investigacion es todo*. Obtenido de <https://investigacionestodo.wordpress.com/2012/05/19/clases-y-tipos-de-investigacion-cientifica/>
- MDC. (2016). *Instalación del servicio de agua potable y disposición sanitaria de excretas en los sectores rurales del C.P. de Isañura, distrito de Capachica Puno – Puno*. Perú.
- MDC. (s.f.). *Mejoramiento del servicio de agua potable y disposición sanitaria de excretas en los sectores de Central Llaqta, Chojela, Kancollani, Alto Llaqta y Cerro Porteno, Distrito de Capachica – Puno – Puno*. Perú.
- MIDIS. (2017). *Manual de construccion para el instalador de las cocinas mejoradas Inkawasi Pichqa y tres hornillas EnDev-GIZ*. Lima, Perú: Acierto Gráfico EIRL.
- Morales, R., Torres, R., Rengifo, L., & Irala, C. (1993). *Manual para la Construcción de Viviendas de Adobe*. Lima, Perú: UNI.
- MPA. (2017). *Ampliacion y mejoramiento de los servicios de agua potable y disposicion sanitaria de excretas en la microcuenca Yanamayo, del Distrito de Azángaro-Azángaro-Puno*. Azángaro, Perú.
- MPA. (2017). *Creacion del servicio educativo de la Institucion educativa Inicial N° 104, Comunidad de Punta Jallapisi, del distrito de Azángaro, Provincia de Azángaro-Puno*. Azángaro, Perú.
- MPA. (2017). *Mejoramiento del servicio educativo de la IEP N° 72762 del centro poblado de Tintiri, Distrito de Azángaro, Provincia de Azángaro-Puno*. Azángaro, Perú.
- MPA. (2018). *Mejoramiento del ornato de la Plaza de armas de la ciudad de Azangaro, Provincia de Azangaro-Puno*. Azángaro, Perú.
- MPA. (2019). *Construccion de conexiones domiciliarias de agua potable y conexcion domiciliaria de alcantarillado, en el (la) EPS NOR PUNO S.A. Barrio Magisterial ZONA Oeste Distrito de Azangaro, Departamento de Puno*. Azángaro, Perú.
- MVCS. (2018). *Norma técnica de diseño: Opciones tecnológicas para sistemas de saneamiento en el ámbito rural*. Lima, Perú.
- NASA. (2019). *NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources*. Obtenido de <https://power.larc.nasa.gov/>
- Orozco, J. G., & Fuertes, C. (2009). *Hacia una vivienda Saludable*. Lima, Perú: SINCO Editores SAC.
- PNVR. (2018). *Programa Nacional de Vivienda Rural*. Obtenido de http://www.vivienda.gob.pe/pnvr_/inicio
- PNVR. (2019). *Mejoramiento de vivienda rural en los centros poblados de Caluyo y Chacapampa Antacahua del distrito de Huancane-Provincia de Huancane-Departamento de Puno*. Lima, Perú.

- RNE. (2017). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima, Perú: Megabyte SAC.
- Romero, G. (2002). *Construyendo casas de Adobe más resistentes*. Lima, Perú: Taller Visual SRL.
- SENAMHI. (2019). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú*. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/>
- Wikipedia. (2019). *Wikipedia la enciclopedia libre*. Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Dise%C3%B1o_arquitect%C3%B3nico

ANEXOS

- ANEXO A: Matriz de consistencia
- ANEXO B: Metrados, presupuesto, lista de insumos y análisis de costos unitarios vivienda rural 05 personas
- ANEXO C: Metrados, presupuesto, lista de insumos y análisis de costos unitarios vivienda rural 03 personas
- ANEXO D: Metrados, presupuesto, lista de insumos y análisis de costos unitarios cobertizo y corral de ovejas.
- ANEXO E: Metrados y presupuesto UBS compostera doble cámara 05 personas
- ANEXO F: Metrados y presupuesto UBS compostera doble cámara 03 personas
- ANEXO G: Metrados y presupuesto UBS con arrastre hidráulico con biodigestor
- ANEXO H: Prueba de percolación
- ANEXO I: Resumen de encuestas de 66 viviendas
- ANEXO J: Catálogos y fichas técnicas de equipos, materiales, accesorios
- ANEXO K: Diseño de sistema fotovoltaico con software FE Franklin Electric
- ANEXO L: Planos de ubicación
- ANEXO M: Planos de propuesta de módulo de vivienda rural para cinco personas
- ANEXO N: Planos de propuesta de módulo de vivienda rural para tres personas
- ANEXO O: Estudios de suelos de expedientes técnicos de referencia
- ANEXO P: Estudios referenciales de la calidad del agua del distrito de Azángaro
- ANEXO Q: Formatos de encuestas