UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

Propuesta de Diseño General e Implementación del Uso de Materiales
Eficientes en la Construcción de un Módulo de Vivienda Sostenible en
Sondorillo - Huancabamba - Piura

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero Civil

AUTOR(ES)

Herrera Navas, Marcela Berenice (0000-0003-3840-2833)

Oyola Matta, Carlos Alberto (0000-0001-8537-5693)

ASESOR

Huerta Campos, Carlos Alberto (0000-0003-3758-3126)

Lima, 02 Setiembre de 2020

DEDICATORIA

A Dios

Por habernos dado salud para lograr nuestros objetivos y la fuerza para superar los obstáculos encontrados en el camino.

A nuestros padres

Por habernos apoyado en todo momento, por las experiencias compartidas, por sus consejos, por la motivación constante, por ser un ejemplo para nosotros y por su amor.

A nuestros asesores

Al Arquitecto Lozano Moreno, Cesar Martín por su gran apoyo, motivación y por su tiempo compartido; y al Ingeniero Huerta Campos, Carlos Alberto por sus alcances, consejos y tiempo compartido para la elaboración de la tesis.

A nuestros maestros

Por marcar cada etapa de nuestro camino universitario con sus conocimientos y ayudarnos en las dudas presentadas en la elaboración de la tesis

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a los pilares de nuestras vidas; nuestros padres, abuelos y hermanos; por el apoyo, enseñanza, paciencia, consejos y amor.

Así mismo, agradecemos a la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas que nos permitió obtener y desarrollar los conocimientos aprendidos durante nuestra etapa universitaria.

También, a nuestros asesores; al Arquitecto Lozano Moreno, César e Ingeniero Huerta Campos, Carlos; por el apoyo constante, paciencia, dedicación, por el tiempo invertido en el presente trabajo y por compartir sus experiencias profesionales.

Por último, a los docentes por compartir sus conocimientos, consejos; y a nuestros amigos por la motivación.

RESUMEN

En la actualidad, un gran porcentaje de las viviendas construidas en Perú son producto de la autoconstrucción, estas son construidas con materiales inadecuados, presentan deficiencia estructural y se encuentran ubicadas en zonas no aptas para la construcción, lo cual genera peligro a la población. En el primer trimestre del 2017, ocurrió el fenómeno del Niño Costero, en el cual se generaron importantes daños a la población, viviendas, infraestructura vial, servicios básicos y paralización de actividades socio-económicas. Piura fue uno de los departamentos más afectados por el fenómeno del Niño Costero, donde se registraron en total 105 369 viviendas afectadas y destruidas, 889 establecimientos educativos y 240 establecimientos de salud afectados, 189 790 km de caminos rurales, 1377 km de carreteras afectados y destruidos, y 27 puentes destruidos. Hasta la fecha, las obras e intervenciones de reconstrucción y soluciones de vivienda, no se han ejecutado según lo planificado, motivo por el cual, existe una gran cantidad de familias damnificadas que esperan acceder a una vivienda segura. En la presente investigación, se desarrolló la propuesta de diseño general de un módulo de vivienda sostenible con el objetivo de implementar y valorar la construcción de módulos de vivienda sostenibles en el distrito de Sondorillo - Huancabamba - Piura, basado en la Construcción Vernácula a través del uso de materiales eficientes según los criterios establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones. El diseño general de la vivienda modular sostenible desarrollado en la presente investigación, está compuesto por una cimentación corrida de concreto ciclópeo de 0.40 m de ancho de base, 0.50 m de altura y sobrecimiento de 0.30 m; vigas soleras de sección de 4" x 4" con longitud máxima de 6.25 m y longitud mínima de 3.30 m; columnas de sección de 4" x 4" y 2.50 m de altura; muros de quincha con ancho desde 0.40 m - 1.40 m con espesor de 0.10 m y alturas de 1.00 m, 1,90 m y 2.50 m; el techo del ambiente social de 4.80 m de luz con viguetas transversales de madera y viguetas de caña en el mismo sentido de la caída del agua con secciones 2" x 4" y 25 mm respectivamente, techo de la cocina comedor de 3.30 m de luz con viguetas transversales de madera y viguetas de caña en el mismo sentido de la caída del agua de secciones 2" x 4" y 25 mm respectivamente. Asimismo, se desarrolló el análisis estático y el análisis dinámico, según los parámetros establecidos en la E.030 Norma de Diseño Sismoresistente y la E.080 Norma de Diseño y Construcción con tierra reforzada, donde se determinó la fuerza sísmica horizontal o cortante basal de 3.51 t, y se registró la aceleración espectral más baja de 0.18 ms^2 para un periodo mayor de 3 segundos. Así mismo, se comparó la literatura estudiada con un modelo matemático analizado en SAP 2000, cumpliendo los

criterios de resistencia, estabilidad y comportamiento sismo resistente, donde el ϕR_n fue menor que el R_u con valor de 3509.9 kg.

Palabras clave: Construcción sostenible; construcción vernácula; quinchas; ventilación cruzada; aislamiento; confort térmico

Proposal for General Design and Implementation of the Use of Efficient Materials in the
Construction of a Sustainable Housing Module in Sondorillo – Huancabamba - Piura

ABSTRACT

Nowadays, a large percentage of the houses built in Peru are the product of self-construction, these are built with inadequate materials, have structural deficiencies and are located in areas not suitable for construction, which generates danger to the population. In the first quarter of 2017, the Coastal Child phenomenon occurred, in which significant damage was generated to the population, housing, road infrastructure, basic services and paralysis of socio-economic activities. Piura was one of the departments most affected by the El Niño Costero phenomenon, where a total of 105,369 affected and destroyed houses, 889 educational establishments and 240 affected health establishments, 189,790 km of rural roads, 1,377 km of affected roads, and destroyed, and 27 bridges destroyed. To date, the reconstruction works and interventions and housing solutions have not been carried out as planned, which is why there are a large number of affected families waiting to access safe housing. In the present investigation, the general design proposal of a sustainable housing module was developed with the objective of implementing and evaluating the construction of sustainable housing modules in the Sondorillo - Huancabamba - Piura district, based on Vernacular Construction through the use of efficient materials according to the criteria established in the National Building Regulations. The general design of the sustainable modular house developed in the present investigation, is made up of a continuous cyclopean concrete foundation of 0.40 m in base width, 0.50 m in height and a rise of 0.30 m; 4 "x 4" section sole beams with a maximum length of 6.25 m and a minimum length of 3.30 m; columns of section 4 "x 4" and 2.50 m high; quincha walls with width from 0.40 m - 1.40 m with thickness of 0.10 m and heights of 1.00 m, 1.90 m and 2.50 m; the ceiling of the social environment of 4.80 m light with wooden cross joists and cane joists in the same direction as the waterfall with sections 2 "x 4" and 25 mm respectively, ceiling of the kitchen-dining room of 3.30 m light with transverse wooden joists and cane joists in the same direction as the water fall of sections 2 "x 4" and 25 mm respectively. In addition to this, the static analysis and the dynamic analysis were developed, according to the parameters established in E.030 Design Standard for Earthquake Resistant and E.080 Design and Construction Standard with reinforced earth, where the horizontal seismic or shear force of 3.51 t, and the lowest spectral acceleration of $0.18 \frac{m}{s^2}$ for a period greater than 3 seconds Likewise, the

literature studied was compared with a mathematical model analyzed in SAP 2000, meeting the criteria of resistance, stability and earthquake resistant behavior, where the ϕR_n was less than the R_u with a value of 3509.9 kg.

Keywords: Sustainable construction; vernacular construction; quinchá; crossed ventilation; insulation; thermal comfort

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	JUSTIFICACIÓN.....	2
1.1.1	Antecedentes.....	2
1.1.2	Realidad Problemática.....	3
1.2	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.3	HIPÓTESIS	19
1.4	OBJETIVOS	19
1.4.1	Objetivo General.....	19
1.4.2	Objetivos específicos.....	19
1.5	ALCANCE DEL PROYECTO	19
1.6	ESTADO DEL ARTE	20
2	CAPITULO I: MARCO DE REFERENCIA.....	22
2.1	MARCO CONCEPTUAL.....	22
2.1.1	Definición de Términos.....	22
2.2	MARCO TEÓRICO.....	23
2.2.1	Construcción Sostenible y Vernácula.....	23
2.2.2	La Quincha Prefabricada	24
2.2.3	Aislamiento Térmico	25
2.2.4	Ventilación Cruzada	27
2.3	MARCO NORMATIVO	28
2.3.1	Norma de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada E.080	28
2.3.2	Norma de Diseño Sismo resistente E.030	28
2.3.3	Norma de Cargas E.020.....	28
2.3.4	Norma de Madera E.0.10.....	28
2.3.5	Norma Técnica E.100 Bambú	29
3	CAPITULO II: SITUACION ACTUAL DEL DISTRITO SONDORILLO	29
3.1	UBICACIÓN.....	29
3.2	CLIMA	30

3.3	COMPOSICIÓN DE LA POBLACIÓN	31
3.4	CONSTRUCCIONES TÍPICAS EN SONDORILLO	32
3.5	SITUACIÓN ACTUAL DE LAS CONSTRUCCIONES EN HUANCABAMBA DESPUÉS DEL FENÓMENO DEL NIÑO COSTERO DE 2017	33
3.5.1	Fenómeno del Niño	33
3.5.2	Situación Actual Huancabamba	34
4	CAPITULO III: FACTORES DE RIESGO Y MATERIALES EFICIENTES DE CONSTRUCCION	40
4.1	FACTORES DE RIESGO.....	40
4.1.1	Factores Sísmicos	40
4.1.2	Factores Hidrológicos.....	42
4.1.3	Factores Eólicos.....	46
4.2	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	48
4.2.1	Materiales Utilizados para los Paneles de Quincha.....	48
4.2.2	Materiales Utilizados para el Recubrimiento de los Paneles de Quincha	51
4.2.3	Armado de Paneles de Quincha.....	53
5	CAPITULO IV: DISEÑO GENERAL	55
5.1	DISEÑO ARQUITECTÓNICO.....	55
5.1.1	Consideraciones.....	55
5.1.2	Descripción Arquitectónica del Modulo	60
5.2	DISEÑO ESTRUCTURAL	62
5.2.1	Consideraciones.....	62
5.2.2	Diseño de la Cimentación del Modulo	63
5.2.3	Predimensionamiento Estructural.....	67
5.2.4	Calculo Estructural	71
5.3	MODELACIÓN BIM.....	77
6	CAPITULO V: VERIFICACION DEL DISEÑO ESTRUCTURAL.....	78
7	CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	82
7.1	CONCLUSIONES	82
7.2	RECOMENDACIONES	84
8	REFERENCIAS	85

9	ANEXOS	93
----------	---------------------	-----------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Intervenciones de reconstrucción en Piura, 2017*	6
Tabla 2. Intervenciones de soluciones de vivienda en Piura, 2017*	7
Tabla 3. Intervenciones de reconstrucción en Piura, 2018*	7
Tabla 4. Intervenciones de reconstrucción en Huancabamba - Piura, 2018*	8
Tabla 5. Intervenciones de reconstrucción en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2018*	8
Tabla 6. Relación de montos destinados para las intervenciones de reconstrucción en Piura, 2018*	9
Tabla 7. Intervenciones de soluciones de vivienda en Piura, 2018*	9
Tabla 8. Intervenciones de soluciones de vivienda en Huancabamba - Piura, 2018*	10
Tabla 9. Intervenciones de soluciones de vivienda en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2018*	10
Tabla 10. Relación de montos destinados para las intervenciones de soluciones de vivienda en Piura, 2018*	11
Tabla 11. Intervenciones de reconstrucción en Piura, 2019*	11
Tabla 12. Intervenciones de reconstrucción en Huancabamba - Piura, 2019*	12
Tabla 13. Intervenciones de reconstrucción en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2019*	12
Tabla 14. Relación de montos destinados para las intervenciones de reconstrucción en Piura, 2019*	13
Tabla 15. Intervenciones de soluciones de vivienda en Piura, 2019*	13
Tabla 16. Intervenciones de soluciones de vivienda en Huancabamba - Piura, 2019*	14
Tabla 17. Intervenciones de soluciones de vivienda en Sondorillo - Huancabamba - Piura 2019*	14
Tabla 18. Relación de montos destinados para las intervenciones de soluciones de vivienda en Piura, 2019*	15
Tabla 19. Intervenciones de reconstrucción en Piura, 2020*	15
Tabla 20. Intervenciones de reconstrucción en Huancabamba - Piura, 2020*	16
Tabla 21. Intervenciones de reconstrucción en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2020*	16
Tabla 22. Relación de montos destinados para las intervenciones de reconstrucción en Piura, 2020*	17
Tabla 23. Detalle de las Obras y/o intervenciones más importantes en Piura*	17
Tabla 24. Resumen de valores obtenidos en investigaciones anteriores*	26

Tabla 25. Temperaturas máximas y mínimas promedio mensuales de la estación Sondorillo*	31
Tabla 26. Población total proyectada al 30 de Junio de cada año, para Sondorillo - Huancabamba - Piura por departamentos, provincia y distrito 2018-2020*	31
Tabla 27. Tabla de zona sísmica según departamento y provincia*	41
Tabla 28. Tabla de precipitaciones diarias de Enero de 2017*	43
Tabla 29. Tabla de precipitaciones diarias de Febrero de 2017*	44
Tabla 30. Tabla de precipitaciones diarias de Marzo de 2017*	45
Tabla 31. Tabla de resumen de precipitaciones diarias promedio en Huancabamba de datos obtenidos de SENAMHI*	45
Tabla 32. Tabla resumen de las propiedades de la caña brava obtenidos de la Norma Técnica E10. Bambú*	49
Tabla 33. Tabla resumen de las propiedades de la madera obtenidos de la Norma Técnica E010. Madera*	51
Tabla 34. Conductividad térmica de los materiales*	57
Tabla 35. Valores para calcular el MV*	65
Tabla 36. Valores para calcular el MV*	66
Tabla 37. Metrado de columnas de la vivienda modular*	72
Tabla 38. Metrado de vigas de la vivienda modular*	72
Tabla 39. Metrado de muros de la vivienda modular*	73
Tabla 40. Metrado de techo de la vivienda modular*	73
Tabla 41. Metrado de sobrecarga de la vivienda modular*	74
Tabla 42. Cálculo de la fuerza sísmica de la vivienda modular*	74
Tabla 43. Resumen de parámetros para el análisis dinámico de la vivienda modular*	75
Tabla 44. Tabla del análisis dinámico para un periodo de 0 a 3 segundos*	76
Tabla 45. Resumen de las características del sismo para realizar el análisis de cortante basal*	78
Tabla 46. Resumen de los valores del análisis de la cortante basal*	79
Tabla 47. Resumen de las características del sismo para realizar el análisis de cortante basal*	80
Tabla 48. Resumen de los valores del análisis de la cortante basal*	80
Tabla 49. Resumen de los valores de la cortante basal*	81
Tabla 50. Factor de Suelo	94

Tabla 51. Factor de uso y densidad según tipo de edificación	94
Tabla 52. Coeficiente sísmico por zona sísmica para edificaciones de tierra reforzada	94
Tabla 53. Coeficiente sísmico por zona sísmica (Z)	94
Tabla 54. Coeficiente de los periodos del suelo (TP y TL).....	94
Tabla 55. Coeficiente de amplificación sísmica (C).....	94
Tabla 56. Coeficiente de amplificación del suelo (S).....	94
Tabla 57. Coeficiente básico de reducción (R).....	94
Tabla 58. Coeficiente de factor de uso (U).....	94
Tabla 59. Detalle de Intervenciones de Reconstrucción en Sondorillo - Huancabamba - Piura*	94
Tabla 60. Detalle de intervenciones de soluciones de vivienda en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2018*	94
<i>Tabla 61. Detalle de intervenciones de reconstrucción en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2019*</i>	<i>94</i>
Tabla 62. Detalle de intervenciones de soluciones de vivienda en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2019*	94
Tabla 63. Detalle de intervenciones de reconstrucción en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2019*	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Aspectos e Impactos del cambio climático en El Niño y La Niña (Fuente: Ministerio del Ambiente, 2016).....	3
Figura 2. Cantidad de viviendas por región al 2021 (Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios).....	18
Figura 3. Construcción Vernácula. (Fuente: Enzo Vergara, 2014)	24
Figura 4. Techo a dos aguas en una vivienda de quincha. (Fuente: Enzo Vergara 2014)...	25
Figura 5. Esquema de entrada y salida de aire en una vivienda con técnicas de ventilación cruzada. (Fuente: Santibañez, Galaz, 2010)	27
Figura 6. Dibujo de una vivienda especificando la dirección del viento. (Fuente: Casa Pasiva, 2017).....	28
Figura 7. Mapa satelital del distrito Sondorillo. (Fuente: Google maps)	29
Figura 8. Esquema de temperaturas mensuales promedios. (Fuente: Climate-Data.org)....	30
Figura 9. Esquema de porcentajes de precipitaciones mensuales promedio (Fuente: Weather Spark)	30
Figura 10. Plaza de Armas de Sondorillo provincia Huancabamba, Departamento de Piura (Fuente: Pinterest)	32
Figura 11. Distrito de Sondorillo provincia de Huancabamba, departamento de Piura (Fuente: Tripmondo)	32
Figura 12. Temperaturas de mar registradas durante los casos de Fenómeno de Niño de los años 1983, 1997 y 2017 (Fuente: SENAMHI, 2018).....	33
Figura 13. Calle en la provincia de Huancabamba con algunos escombros después de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)	34
Figura 14. Calle en la provincia de Huancabamba después de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)	35
Figura 15. Formación de pequeños Riachuelos después de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)	35
Figura 16. Vivienda afectada por las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia).....	36
Figura 17. Vivienda afectada y reconstruida con madera producto de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)	36
Figura 18. Vivienda afectada y reconstruida con madera y caña producto de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)	37

Figura 19. Vivienda temporal construida con paneles de madera de entramado ligero producto de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia).....	37
Figura 20. Vivienda temporal construida con planchas de cartón producto de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)	38
Figura 21. Vivienda temporal reconstruida con cañas y recubiertas de barro producto de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)	38
Figura 22. Vivienda temporal reconstruida con cañas y recubiertas de barro producto de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)	39
Figura 23. Vivienda de quincha con cubierta de calamina (Fuente: Propia).....	39
Figura 24. Mapa de zonas sísmicas de Perú (Fuente: Sencico).....	41
Figura 25. Mapa hidrológico del departamento de Piura (Fuente: SENAMHI)	46
Figura 26. Esquema de velocidad del viento mensual promedio en Sondorillo - Piura (Fuente: Weather Spark).....	47
Figura 27. Esquema de dirección del viento en Sondorillo - Piura (Fuente: Weather Spark)	47
Figura 28. Dibujo de una vivienda especificando la dirección del viento (Fuente: Línea del tiempo de la ventilación)	48
Figura 29. Paneles de quincha con elementos horizontales de madera (Fuente: Norma técnica E10. Bambú).....	49
Figura 30. Distribución de madera en paneles de quincha (Fuente: Panel de Quincha. Construcción)	50
Figura 31. Recubrimiento con fibra de paja de los muros de un módulo sostenible de quincha (Fuente: Construcción con tierra)	52
Figura 32. Recubrimiento para la construcción de un módulo sostenible de quincha (Fuente: Quincha una tradición de futuro).....	52
Figura 33. Integrantes del proyecto del módulo de vivienda sostenible armando el marco del panel de quincha (Fuente: Propia)	53
Figura 34. Panel de quincha prefabrica (Fuente: Propia)	54
Figura 35. Panel de quincha prefabrica con recubrimiento (Fuente: Propia).....	55
Figura 36. Ciclo anual de la precipitación en mm mes (Fuente: Caracterización y Escenarios Climáticos de la Región Piura).....	56
Figura 37. Abaco de Confort térmico en función de la temperatura promedio y humedad relativa según datos de Sondorillo (Fuente: El Confort Térmico).....	58

Figura 38. Abaco de Confort térmico en función de la temperatura promedio y velocidad relativa del aire según datos de Sondorillo (Fuente: El Confort Térmico).....	58
Figura 39. Distribución del flujo de aire en los ambientes del proyecto de Vivienda Modular Sostenible en 2D (Fuente: Propia).....	59
Figura 40. Distribución de ambientes del proyecto de Vivienda Modular Sostenible en 2D (Fuente: Propia).....	60
Figura 41. Distribución de ambientes del proyecto de Vivienda Modular Sostenible en 3D (Fuente: Propia).....	61
Figura 42. Distribución de ambientes modificados ante la posibilidad del crecimiento de la familia en 2D (Fuente: Propia).....	61
Figura 43. Distribución de ambientes modificados ante la posibilidad del crecimiento de la familia en 3D (Fuente: Propia).....	62
Figura 44. Esquema de cimentación (Fuente: Sencico)	63
Figura 45. Dimensiones de la sección del cimiento corrido de la vivienda modular (Fuente: propia).....	66
Figura 46. Dimensiones del cimiento corrido de la vivienda modular (Fuente: Propia).....	67
Figura 47. Dimensiones y distribución de las columnas principales y secundarias (Fuente propia).....	67
Figura 48. Dimensiones de los paneles y columna de la vivienda modular (Fuente: Propia)	68
Figura 49. Cotas de las dimensiones de los paneles de quinchas (Fuente: Propia)	69
Figura 50. Dimensiones de los techos a un agua, vista de planta, de la vivienda modular (Fuente: Propia).	70
Figura 51. Dimensiones de los techos a un agua, vista frontal, de la vivienda modular (Fuente: Propia).	70
Figura 52. Fórmula de fuerza sísmica horizontal en la base (Fuente: E.030)	71
Figura 53. Curva de variación de la aceleración espectral en función del tiempo (Fuente: Propia)	76
Figura 54. Vivienda modular en 4D en la instalación de los primeros paneles (Fuente: Propia).	77
Figura 55. Vivienda modular en 4D con todos los paneles del perímetro instalados (Fuente: Propia)	77

Figura 56. Vivienda modular en 4D con paneles, vanos y el techo de la cocina comedor (Fuente: Propia)	78
Figura 57. Deformación de carga viva de la modelación de la vivienda modular sostenible en SAP 2000. (Fuente: Propia)	80
Figura 58. Deformación de cargar muerta de la modelación de la vivienda modular sostenible en SAP 2000 (Fuente: Propia)	81
Figura 59. Módulo de vivienda en 3D Revit: Vista en 3D (Fuente: Propia)	93
Figura 60. Módulo de vivienda en 3D Revit: Vista en 3D (Fuente: Propia)	93
Figura 61. Carga viva del Techo	94
Figura 62. Diagrama de Fuerzas (Fuente: RT)	94
Figura 63. Formula de Momento de Volteo (Fuente: RT)	94
Figura 64. Fórmulas de fuerzas (Fuente: RT)	94
Figura 65. Grafico referencial de Distribuciones (Fuente: RT)	94
Figura 66. Formula de Momento Resistente (Fuente: RT)	94
Figura 67. Plano de Arquitectura del Módulo de Vivienda (Fuente: Propia)	94
Figura 68. Plano de Cimentación del Módulo de Vivienda (Fuente: Propia)	94
Figura 69. Plano de Cimentación del Módulo de Vivienda (Fuente: Propia)	94

1 INTRODUCCIÓN

Un gran porcentaje de las viviendas construidas en Perú son producto del autoconstrucción, es decir, no cuentan con estudios preliminares, licencias de construcción, supervisión profesional, son construidas con materiales inadecuados, presentan deficiencia estructural y se encuentran ubicadas en zonas no aptas para la construcción [1].

En el primer trimestre del 2017, ocurrió el fenómeno del Niño Costero, en el cual se registraron intensas lluvias, que ocasionaron desbordes, inundaciones, huaicos, deslizamientos, entre otros. Como consecuencia, se generaron importantes daños a la población, viviendas, infraestructura vial, servicios básicos y paralización de actividades socio-económicas, en su mayoría en las regiones del Norte de Perú, con aproximadamente 782 316 damnificados [2].

Piura fue uno de los departamentos más afectados por el fenómeno del Niño Costero, donde se registraron en total 105 369 viviendas afectadas y destruidas, 889 establecimientos educativos y 240 establecimientos de salud afectados, 189 790 km de caminos rurales, 1377 km de carreteras afectados y destruidos, y 27 puentes destruidos [2].

Hasta la fecha, las obras e intervenciones de reconstrucción y soluciones de vivienda, no se han ejecutado según lo planificado. Por lo cual, en la actualidad, existe una gran cantidad de familias damnificadas que esperan acceder a una vivienda segura.

Debido a esto, en la presente investigación se desarrolló la propuesta de diseño general de un módulo de vivienda sostenible con el objetivo de implementar y valorar la construcción de módulos de vivienda sostenibles en el distrito de Sondorillo - Huancabamba - Piura, basado en la Construcción Vernácula a través del uso de materiales eficientes como la caña, la madera, la paja y el barro, lo cual permitirá realizar una propuesta de vivienda sostenible y segura para los pobladores del distrito de Sondorillo – Huancabamba – Piura.

1.1 Justificación

1.1.1 Antecedentes

Según el artículo “Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto de los muros de quincha”, donde se realizó una evaluación térmica y estructural de los paneles de quincha prefabricada. Se determinó que la construcción de viviendas de quincha prefabricada es viable y segura, ya que emplea el uso de materiales sostenibles y económicos, posee un sistema estructural resistente y garantiza el confort térmico de la vivienda [3].

Según el artículo “Conductividad térmica de la tierra alivianada con fibras naturales en paneles de quincha”, donde se realizó ensayos de probetas para identificar el desempeño térmico de la tierra alivianada y fibra natural, como recubrimiento, para pared de quincha frente al paso del calor y frente a otras soluciones convencionales. Se determinó que la tierra alivianada y fibra natural como recubrimiento de paneles de quincha mejora notablemente su capacidad de aislar, acumular y retardar el paso del calor frente a soluciones tradicionales y contemporáneas, garantizando el confort térmico de la vivienda [4].

Según el artículo “Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú”, donde se realizó una investigación experimental para evaluar el confort térmico al interior de una habitación con materiales de la zona y adobe. Se determinó que el diseño y uso de los materiales en la construcción de la puerta, pared y ventana; logra valores similares a la conductividad térmica de un aislante térmico natural, logrando el confort térmico en la habitación [5].

Según el artículo “Estudio de vulnerabilidad de las viviendas de bambú al cambio climático en el norte del Perú”, donde se realizó una investigación para la optimización de viviendas de bajo costo como una medida de adaptación al cambio climático en la costa del Ecuador y norte del Perú ante los fenómenos climáticos extremos para las comunidades de escasos recursos en las zonas rurales. Se determinó sistemas constructivos en base a bambú y materiales de la zona como una solución concreta para la optimización de las viviendas, ya que emplea materiales de la zona y reduce la vulnerabilidad de las viviendas al cambio climático [6].

1.1.2 Realidad Problemática

En la actualidad, alrededor del 80% de las viviendas construidas en Perú son producto del autoconstrucción, es decir, no tienen supervisión técnica en todo su proceso. El propietario construye con la asistencia de un maestro de obra, sin estudios preliminares, licencias de construcción, supervisión profesional, y son construidos con materiales inadecuados. Esto genera peligro a la población, a pesar de que se realice mediante procesos constructivos convencionales sugeridos y asistidos por los maestros de obra. Debido a que, estas viviendas presentan deficiencia estructural, incorrecta ubicación, falta de servicios básicos, incorrecta distribución de espacios y se encuentran ubicadas en zonas no aptas para la construcción [1].

Así mismo, Perú es uno de los países más vulnerables al cambio climático según el Tyndall Center (2015). Los cambios climáticos generan la variación de la temperatura promedio y fenómenos naturales, en Perú, se presentan fenómenos climáticos como El Niño, este es un evento en el cual se incrementa la temperatura superficial del agua del mar y las precipitaciones. En la figura 1, se muestra los aspectos e impactos que genera el fenómeno del Niño [7].

Figura 1. Aspectos e Impactos del cambio climático en El Niño y La Niña (Fuente: Ministerio del Ambiente, 2016)

En el primer trimestre del 2017, ocurrió el fenómeno del Niño Costero, un evento natural de carácter extraordinario, en el cual se registraron intensas lluvias, que ocasionaron la activación de quebradas secas incrementando el caudal de los ríos que causaron desbordes, inundaciones, huaicos, deslizamientos, derrumbes, entre otros. Como consecuencia, se generaron importantes daños a la población, viviendas, infraestructura vial, servicios básicos

y paralización de actividades socio-económicas, en su mayoría en las regiones del Norte de Perú, con aproximadamente 782 316 damnificados. Uno de los departamentos más afectados por el fenómeno del Niño Costero fue Piura, donde se registraron en total 105 369 viviendas afectadas y destruidas, 889 establecimientos educativos y 240 establecimientos de salud afectados, destruidos e inhabitables, los damnificados fueron reubicados en los refugios habilitados por Defensa Civil. Asimismo, se registraron daños en la infraestructura vial, 189 790 km de caminos rurales, 1377 km de carreteras afectados y destruidos, y 27 puentes destruidos [2].

En el 2017, el Gobierno Nacional planteó otorgar bonos de 500 soles mensuales a los pobladores damnificados que se encuentren viviendo en carpas o módulos temporales, como subsidio para que puedan alquilar un lugar digno y seguro donde residir, destacó la Vicepresidenta, Mercedes Aráoz Fernández [8].

En diciembre de 2017, la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios, transfirió al nivel de gobierno nacional, regional y local un total de S/ 1,783 millones. Asimismo, en el marco del proceso de reconstrucción se han destinado del Fondo para intervenciones ante la ocurrencia de desastres naturales (FONDES) creado por el artículo 4 **“Creación de Fondo para intervenciones ante la ocurrencia de desastres naturales”** de la Ley N° 30458, a cargo del Ministerio de Economía y Finanzas, el mismo que se encuentra destinado a financiar proyectos de inversión pública para la mitigación, capacidad de respuesta, rehabilitación y reconstrucción ante la ocurrencia de fenómenos naturales. Dichos recursos han financiado proyectos en sectores de Agricultura y Riego (limpieza y descolmatación de ríos y quebradas) por S/ 1,463 millones (82.1% del total), Vivienda, Construcción y Saneamiento por S/ 195 millones (11.0%). También se han financiado intervenciones de los sectores Trabajo por S/60 millones (3.4%), Educación por S/ 18 millones (1.0%) y Otros por S/ 45 millones (2.5%) [9].

En el 2018, el estado peruano, posterior a la evaluación de los daños ocasionados por los eventos ocurridos en el Fenómeno del Niño Costero 2017, a través del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, planificó otorgar el Bono Familiar Habitacional bajo las modalidades de construcción en sitio propio, vivienda nueva o reforzamiento de viviendas [10]. También se creó el Programa Nacional de Vivienda Rural – PNVR, que tiene como objetivo mejorar la calidad de vida de los pobladores rurales que se encuentran en situación de pobreza y pobreza extrema, mediante la implementación, reconstrucción y

reforzamiento de viviendas en adobe, ladrillo, bloques de concreto y madera, a través de diseños de modelo bioclimático. Así mismo, desarrolla y fortalece las capacidades individuales y comunitarias de las poblaciones rurales mediante la transferencia tecnológica y el uso de materiales tradicionales replicando los sistemas constructivos utilizados [11].

El Plan Integral de Reconstrucción con Cambios – PIRCC, a cargo del Programa Nacional de Vivienda Rural – PNVR, validado por el Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, tiene como objetivo el mejoramiento de viviendas rurales de las familias damnificadas a causa del Fenómeno del Niño Costero. Se identificaron y seleccionaron las familias beneficiarias, con un total de 8 106 viviendas rurales, las cuales se ubican en 12 departamentos: Ancash, Arequipa, Ayacucho, Cajamarca, Huancavelica, Ica, La Libertad, Lambayeque, Lima – Provincias, Loreto, Piura y Tumbes [11]. Para las familias damnificadas con terrenos o viviendas colapsadas o inhabitables, con apoyo del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres – CENEPRED, se realizan los estudios de evaluación de riesgos. Así mismo, la capacitación técnica de mano de obra para el mejoramiento de viviendas, mejoramiento de viviendas rurales y asistencia técnica a la población para el uso adecuado de espacios y disposición de ambientes [11].

Se planificó realizar la intervención en los distritos declarados en Estado de Emergencia y contemplados en el Plan Integral de Reconstrucción con Cambios (PIRCC), a cargo del Programa Nacional de Vivienda Rural, mediante la implementación de viviendas rurales. Cabe resaltar que, hasta el momento en Piura, dentro del Plan Integral de Reconstrucción con Cambios se han atendido 105 viviendas [11]. En atención a las familias beneficiarias en las zonas afectadas por el fenómeno del Niño Costero, el PNVR ha desarrollado diseños arquitectónicos. Estas viviendas rurales denominadas “Sumaq Wasi” priorizan el confort térmico, utilizando materiales tecnológicos y tradicionales para lograr el modelo bioclimático, las viviendas tienen un área construida de 30 m², compuestas por muros de bloques de concreto con refuerzo de acero y acabado caravista, cimentación de losa de concreto armado con el nivel de piso terminado elevado hasta una altura de treintaicinco (35) centímetros respecto al nivel de terreno natural como medida de prevención en inundaciones, con techo interior de bambú y techo exterior de losa de concreto [11].

En primer lugar, en el 2017, se destinó el monto total de S/52.204.686,82 para intervenciones de reconstrucción en Piura, las principales intervenciones fueron:

- Reparaciones y mantenimiento de motobombas en cámaras de bombeo de agua potable mejoramiento del sistema de agua y alcantarillado en asentamientos humanos ubicados en Piura.
- Mejoramiento del servicio de alcantarillado en distritos ubicados en Piura
- Limpieza y descolmatación del dren colector, canales y drenajes
- Actividades para restablecer el servicio del sistema de saneamiento básico de localidades ubicadas en Piura, afectadas por el fenómeno del niño costero

A la fecha, en relación al monto destinado, solo el 46.7% se han culminado y el 53.3% se encuentra en estado de ejecución, tal como se muestra en la tabla 1. Cabe resaltar, que la provincia Huancabamba – Piura no estaba incluida en las intervenciones de reconstrucción planificadas en el 2017.

*Tabla 1. Intervenciones de reconstrucción en Piura, 2017**

		MONTO DESTINADO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	% MONTO DESTINADO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION
DEPARTAMENTO	PIURA	S/52.204.686,82	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/24.385.423,82	46,71%
	EJECUCION	S/27.819.263,00	53,29%
	EN PROCESO	S/0,00	0,00%

**Adaptación Propia: PCM – Reconstrucción con cambios*

Así mismo, se destinó el monto total de S/115.002.570,63 para intervenciones de soluciones de vivienda en Piura, las principales intervenciones fueron:

- Construcción de 1781 viviendas
- Asignación del bono familiar habitacional para vivienda nueva
- Asignación del bono familiar habitacional para la construcción en sitio propio

A la fecha, en relación al monto destinado, el 100% se encuentra en estado de ejecución, tal como se muestra en la tabla 2. Cabe resaltar, que los pobladores de la provincia Huancabamba – Piura no estaban incluidos en las intervenciones de soluciones de vivienda planificadas en el 2017.

*Tabla 2. Intervenciones de soluciones de vivienda en Piura, 2017**

		MONTO DESTINADO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA	% MONTO DESTINADO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA
DEPARTAMENTO	PIURA	S/115.002.570,63	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/0,00	0,00%
	EJECUCION	S/115.002.570,63	100,00%
	EN PROCESO	S/0,00	0,00%

**Adaptación Propia: PCM – Reconstrucción con cambios*

En segundo lugar, en el 2018, se destinó el monto total de S/1.109.979.355,00 para intervenciones de reconstrucción en Piura. A la fecha, en relación al monto destinado, el 30.3% se han culminado, el 62.2% se encuentra en estado de ejecución y el 7.5% se encuentra en proceso (transferidos, en convocatoria, nulos, cancelados), tal como se muestra en la tabla 3.

*Tabla 3. Intervenciones de reconstrucción en Piura, 2018**

		MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	% MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION
DEPARTAMENTO	PIURA	S/1.109.979.355,00	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/336.469.698,00	30,31%
	EJECUCION	S/689.860.266,00	62,15%
	EN PROCESO	S/83.649.391,00	7,54%

**Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios*

Así mismo, en el 2018, se destinó el monto total de S/202.673.339,00 para intervenciones de reconstrucción en la provincia Huancabamba - Piura. A la fecha, en relación al monto destinado, el 18.7% se han culminado, el 80.4% se encuentra en estado de ejecución y el 0.9% se encuentra en proceso (cancelados), tal como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Intervenciones de reconstrucción en Huancabamba - Piura, 2018*

		MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	% MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION
PROVINCIA	HUANCABAMBA	S/202.673.339,00	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/37.944.611,00	18,72%
	EJECUCION	S/162.912.520,00	80,38%
	EN PROCESO	S/1.816.208,00	0,90%

* Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios

Para intervenciones de reconstrucción en el distrito Sondorillo - Huancabamba – Piura, en el 2018, se destinó el monto total de **S/11.092.795,00**. A la fecha, en relación al monto destinado, el 37.6% se han culminado y el 62.4% se encuentra en estado de ejecución, asimismo, en relación a la cantidad de intervenciones el 57.1% se han culminado y el 42.9% se encuentra en estado de ejecución, tal como se muestra en la tabla 5. En el anexo D, se muestra el detalle de las intervenciones de reconstrucción en el distrito Sondorillo - Huancabamba – Piura planificadas en el 2018.

Tabla 5. Intervenciones de reconstrucción en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2018*

		MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	% MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	CANTIDAD	% CANTIDAD
DISTRITO	SONDORILLO	S/11.092.795,00	100,00%	7	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/4.171.288,00	37,60%	4	57,14%
	EJECUCION	S/6.921.507,00	62,40%	3	42,86%
	EN PROCESO	S/0,00	0,00%	0	0,00%

* Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios

Cabe resaltar que, el presupuesto destinado para las intervenciones de reconstrucción en Sondorillo - Huancabamba – Piura, en el 2018, representa el 1.0% del monto total transferido para intervenciones de reconstrucción al departamento Piura, tal como se muestra en la tabla 6.

*Tabla 6. Relación de montos destinados para las intervenciones de reconstrucción en Piura, 2018**

		MONTO DESTINADO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	% MONTO DESTINADO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION
DEPARTAMENTO	PIURA	S/1.109.979.355,00	100,00%
PROVINCIA	HUANCABAMBA	S/202.673.339,00	18,26%
DISTRITO	SONDORILLO	S/11.092.795,00	1,00%

**Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios*

Se destinó el monto total de **S/163.376.832,06** para intervenciones de soluciones de vivienda en Piura, las principales intervenciones fueron:

- Asignación del bono familiar para vivienda rural
- Asignación del bono de reforzamiento de vivienda
- Asignación del bono familiar habitacional para vivienda nueva
- Asignación del bono familiar habitacional para la construcción en sitio propio

A la fecha, en relación al monto destinado, el 95.1% se encuentra en estado de ejecución y el 4.9% se encuentra en proceso (expresión de interés), tal como se muestra en la tabla 7.

*Tabla 7. Intervenciones de soluciones de vivienda en Piura, 2018**

		MONTO TRANSFERIDO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA	% MONTO TRANSFERIDO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA
DEPARTAMENTO	PIURA	S/163.376.832,06	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/0,00	0,00%
	EJECUCION	S/155.459.317,50	95,15%
	EN PROCESO	S/7.917.514,56	4,85%

**Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios*

Para intervenciones de soluciones de vivienda en Huancabamba – Piura, en el 2018, se destinó el monto total de **S/ S/5.064.278,88**. A la fecha, en relación al monto destinado, el 59.8% se encuentra en estado de ejecución y el 40.2% se encuentra en proceso (expresión de interés), tal como se muestra en la tabla 8.

*Tabla 8. Intervenciones de soluciones de vivienda en Huancabamba - Piura, 2018**

		MONTO TRANSFERIDO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA	% MONTO TRANSFERIDO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA
PROVINCIA	HUANCABAMBA	S/5.064.278,88	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/0,00	0,00%
	EJECUCION	S/3.029.917,50	59,83%
	EN PROCESO	S/2.034.361,38	40,17%

**Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios*

En el distrito Sondorillo ubicado en la provincia Huancabamba, departamento Piura, para intervenciones de soluciones de vivienda, en el 2018, se destinó el monto total de **S/82.474,11**. A la fecha, en relación al monto destinado, el 100% se encuentra en estado de ejecución, asimismo, en relación a la cantidad de viviendas rurales consideradas en las intervenciones el 100% se encuentra en estado de ejecución, tal como se muestra en la tabla 9. En el anexo E, se muestra el detalle de las intervenciones de soluciones de vivienda en el distrito Sondorillo - Huancabamba – Piura planificadas en el 2018.

*Tabla 9. Intervenciones de soluciones de vivienda en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2018**

		MONTO TRANSFERIDO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA	% MONTO TRANSFERIDO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA	CANTIDAD DE VIVIENDAS	% CANTIDAD DE VIVIENDAS
DISTRITO	SONDORILLO	S/82.474,11	100,00%	3	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/0,00	0,00%	0	0,00%
	EJECUCION	S/82.474,11	100,00%	3	100,00%
	EN PROCESO	S/0,00	0,00%	0	0,00%

**Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios*

Cabe resaltar que, el presupuesto destinado para las intervenciones de soluciones de vivienda en Sondorillo - Huancabamba – Piura, en el 2018, representa el 0.05% del monto total transferido para intervenciones de reconstrucción al departamento Piura, tal como se muestra en la tabla 10.

*Tabla 10. Relación de montos destinados para las intervenciones de soluciones de vivienda en Piura, 2018**

		MONTO DESTINADO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA	% MONTO DESTINADO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA
DEPARTAMENTO	PIURA	S/163.376.832,06	100,00%
PROVINCIA	HUANCABAMBA	S/5.064.278,88	3,10%
DISTRITO	SONDORILLO	S/82.474,11	0,05%

**Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios*

En tercer lugar, en el 2019, se destinó el monto total de **S/2.123.785.535,11** para intervenciones de reconstrucción en Piura. A la fecha, en relación al monto destinado, el 10.8% se ha culminado, el 50.8% se encuentra en estado de ejecución, el 38.2% se encuentra en proceso (transferidos) y el 0.2% se encuentra en convocatoria, tal como se muestra en la tabla 11.

*Tabla 11. Intervenciones de reconstrucción en Piura, 2019**

		MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	% MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION
DEPARTAMENTO	PIURA	S/2.123.785.535,11	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/230.103.939,07	10,83%
	EJECUCION	S/1.079.353.719,99	50,82%
	EN PROCESO	S/810.458.205,05	38,16%
	EN CONVOCATORIA	S/3.869.671,00	0,18%

**Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios*

Así mismo, en el 2019, se destinó el monto total de **S/479.415.203,97** para intervenciones de reconstrucción en la provincia Huancabamba - Piura. A la fecha, en relación al monto destinado, el 5.1% se han culminado, el 75.7% se encuentra en estado de ejecución y el

19.2% se encuentra en proceso (transferidos, convocatoria, cancelados, expresión de interés), tal como se muestra en la tabla 12.

*Tabla 12. Intervenciones de reconstrucción en Huancabamba - Piura, 2019**

		MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	% MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION
PROVINCIA	HUANCABAMBA	S/479.415.203,97	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/24.618.649,89	5,14%
	EJECUCION	S/362.936.130,08	75,70%
	EN PROCESO	S/91.860.424,00	19,16%

**Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios*

Para intervenciones de reconstrucción en el distrito Sondorillo - Huancabamba – Piura, en el 2019, se destinó el monto total de **S/29.187.062,89**. A la fecha, en relación al monto destinado, el 5.3% se han culminado, el 62.7% se encuentra en estado de ejecución, el 32% se encuentra en proceso (transferidos) asimismo, en relación a la cantidad de intervenciones el 23.5% se han culminado, el 29.4% se encuentra en estado de ejecución y el 47.1% se encuentra en proceso (transferidos), tal como se muestra en la tabla 13. En el anexo F, se muestra el detalle de las intervenciones de reconstrucción en el distrito Sondorillo - Huancabamba – Piura planificadas en el 2019.

*Tabla 13. Intervenciones de reconstrucción en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2019**

		MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	% MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	CANTIDAD	% CANTIDAD
DISTRITO	SONDORILLO	S/29.187.062,89	100,00%	17	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/1.557.704,00	5,34%	4	23,53%
	EJECUCION	S/18.289.317,00	62,66%	5	29,41%
	EN PROCESO	S/9.340.042,00	32,00%	8	47,06%

**Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios*

Cabe resaltar que, el presupuesto destinado para las intervenciones de reconstrucción en Sondorillo - Huancabamba – Piura, en el 2019, representa el 1.4% del monto total transferido para intervenciones de reconstrucción al departamento Piura, tal como se muestra en la tabla 14.

Tabla 14. Relación de montos destinados para las intervenciones de reconstrucción en Piura, 2019*

		MONTO DESTINADO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	% MONTO DESTINADO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION
DEPARTAMENTO	PIURA	S/2.123.785.535,11	100,00%
PROVINCIA	HUANCABAMBA	S/479.415.203,97	22,57%
DISTRITO	SONDORILLO	S/29.187.062,89	1,37%

*Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios

Se destinó el monto total de **S/58.729.242,61** para intervenciones de soluciones de vivienda en Piura, las principales intervenciones fueron:

- Asignación del bono familiar para vivienda rural
- Asignación del bono de reforzamiento de vivienda
- Asignación del bono familiar habitacional para la construcción en sitio propio

A la fecha, en relación al monto destinado, el 100% se encuentra en estado de ejecución tal como se muestra en la tabla 15.

Tabla 15. Intervenciones de soluciones de vivienda en Piura, 2019*

		MONTO TRANSFERIDO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA	% MONTO TRANSFERIDO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA
DEPARTAMENTO	PIURA	S/58.729.242,61	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/0,00	0,00%
	EJECUCION	S/58.729.242,61	100,00%
	EN PROCESO	S/0,00	0,00%

*Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios

Para intervenciones de soluciones de vivienda en Huancabamba – Piura, en el 2019, se destinó el monto total de **S/1.516.484,54**. A la fecha, en relación al monto destinado, el 100% se encuentra en estado de ejecución, tal como se muestra en la tabla 16.

Tabla 16. Intervenciones de soluciones de vivienda en Huancabamba - Piura, 2019*

		MONTO TRANSFERIDO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA	% MONTO TRANSFERIDO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA
PROVINCIA	HUANCABAMBA	S/1.516.484,54	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/0,00	0,00%
	EJECUCION	S/1.516.484,54	100,00%
	EN PROCESO	S/0,00	0,00%

*Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios

En el distrito Sondorillo ubicado en la provincia Huancabamba, departamento Piura, para intervenciones de soluciones de vivienda, en el 2019, se destinó el monto total de **S/27.230,93**. A la fecha, en relación al monto destinado, el 100% se encuentra en estado de ejecución, asimismo, en relación a la cantidad de viviendas rurales consideradas en las intervenciones el 100% se encuentra en estado de ejecución, tal como se muestra en la tabla 17. En el anexo G, se muestra el detalle de las intervenciones de soluciones de vivienda en el distrito Sondorillo - Huancabamba – Piura planificadas en el 2019.

Tabla 17. Intervenciones de soluciones de vivienda en Sondorillo - Huancabamba - Piura 2019*

		MONTO TRANSFERIDO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA	% MONTO TRANSFERIDO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA	CANTIDA D DE VIVIEND AS	% CANTIDAD DE VIVIENDAS
DISTRITO	SONDORILLO	S/27.230,93	100,00%	3	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/0,00	0,00%	0	0,00%
	EJECUCION	S/27.230,93	100,00%	3	100,00%
	EN PROCESO	S/0,00	0,00%	0	0,00%

*Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios

Cabe resaltar que, el presupuesto destinado para las intervenciones de soluciones de vivienda en Sondorillo - Huancabamba – Piura, en el 2019, representa el 0.05% del monto total transferido para intervenciones de reconstrucción al departamento Piura, tal como se muestra en la tabla 18.

*Tabla 18. Relación de montos destinados para las intervenciones de soluciones de vivienda en Piura, 2019**

		MONTO DESTINADO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA	% MONTO DESTINADO PARA SOLUCIONES DE VIVIENDA
DEPARTAMENTO	PIURA	S/58.729.242,61	100,00%
PROVINCIA	HUANCABAMBA	S/1.516.484,54	2,58%
DISTRITO	SONDORILLO	S/27.230,93	0,05%

**Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios*

En cuarto lugar, en el 2020, se destina el monto total de **S/1.963.527.298,00** para intervenciones de reconstrucción en Piura. A la fecha, en relación al monto destinado, solo el 0.1% se ha culminado, el 1.8% se encuentra en estado de ejecución y el 98.1% se encuentra en proceso (transferidos, convocatoria), tal como se muestra en la tabla 19.

*Tabla 19. Intervenciones de reconstrucción en Piura, 2020**

		MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	% MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION
DEPARTAMENTO	PIURA	S/1.963.527.298,00	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/2.790.895,00	0,14%
	EJECUCION	S/34.639.127,00	1,76%
	EN PROCESO	S/1.926.097.276,00	98,09%

**Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios*

Así mismo, en el 2020, se destinó el monto total de **S/333.430.841,00** para intervenciones de reconstrucción en la provincia Huancabamba - Piura. A la fecha, en relación al monto destinado, el 0.03% se han culminado, el 1.86% se encuentra en estado de ejecución y el 98.11% se encuentra en proceso (transferidos, convocatoria), tal como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20. Intervenciones de reconstrucción en Huancabamba - Piura, 2020*

		MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	% MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION
PROVINCIA	HUANCABAMBA	S/333.430.841,00	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/96.465,00	0,03%
	EJECUCION	S/6.215.508,00	1,86%
	EN PROCESO	S/327.118.868,00	98,11%

*Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios

Para intervenciones de reconstrucción en el distrito Sondorillo - Huancabamba – Piura, en el 2020, se destinó el monto total de **S/35.462.531,00**. A la fecha, en relación al monto destinado, el 0.3% se han culminado, el 0.5% se encuentra en estado de ejecución, el 99.2% se encuentra en proceso (transferidos) asimismo, en relación a la cantidad de intervenciones el 5.6% se han culminado, el 5.6% se encuentra en estado de ejecución y el 88.9% se encuentra en proceso (transferidos), tal como se muestra en la tabla 21. En el anexo H, se muestra el detalle de las intervenciones de reconstrucción en el distrito Sondorillo - Huancabamba – Piura planificadas en el 2020

Tabla 21. Intervenciones de reconstrucción en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2020*

		MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	% MONTO TRANSFERIDO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	CANTIDAD	% CANTIDAD
DISTRITO	SONDORILLO	S/35.462.531,00	100,00%	18	100,00%
ESTADO	CULMINADO	S/96.465,00	0,27%	1	5,56%
	EJECUCION	S/188.578,00	0,53%	1	5,56%
	EN PROCESO	S/35.177.488,00	99,20%	16	88,89%

*Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios

Cabe resaltar que, el presupuesto destinado para las intervenciones de reconstrucción en Sondorillo - Huancabamba – Piura, en el 2020, representa el 1.8% del monto total transferido para intervenciones de reconstrucción al departamento Piura, tal como se muestra en la tabla 22. Además, no se encontraron montos destinados para las intervenciones de soluciones de vivienda en Piura, planificadas en el 2020.

Tabla 22. Relación de montos destinados para las intervenciones de reconstrucción en Piura, 2020*

		MONTO DESTINADO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION	% MONTO DESTINADO PARA INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCION
DEPARTAMENTO	PIURA	S/1.963.527.298,00	100,00%
PROVINCIA	HUANCABAMBA	S/333.430.841,00	16,98%
DISTRITO	SONDORILLO	S/35.462.531,00	1,81%

*Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios

En la actualidad, el sector Agricultura y Riego, ha realizado los siguientes trabajos que se destacan como los más importantes en la región Piura, tal como se muestra en la tabla 23.

Tabla 23. Detalle de las Obras y/o intervenciones más importantes en Piura*

SECTOR AGRICULTURA Y RIEGO			
Ubicación	Obras y/o Intervenciones	Estado	% Avance
Rio Piura (105.29 km)	Descolmatación	Culminado	100%
Rio Chira (24.51 km)	Descolmatación	Culminado	100%
Quebrada Pariñas	Limpieza y descolmatación	Culminado	100%
Quebrada Yapatera	Limpieza y descolmatación	Culminado	100%
Quebrada La Manuela	Limpieza y descolmatación	Ejecución	-
Quebrada Río Seco	Limpieza y descolmatación	Ejecución	-
Embalse - Río Chira	Obra de reforzamiento y ampliación del reservorio de Poechos	Ejecución	5%

*Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios

El sector transportes y comunicaciones, en la región Piura, ha culminado los siguientes trabajos que se destacan como los más importantes, la rehabilitación de 3 principales avenidas (Grau, Progreso y Los Tallanes). Así mismo, se ha culminado la construcción del puente Independencia de 128 metros, entre Catacaos y La Arena. Además, se encuentran en ejecución las obras de reconstrucción de las carreteras Sullana – Talara (65 km) y Catacaos - Bayóvar (31 km). Por otro lado, los principales proyectos, que se encuentran en proceso de convocatoria o transferidos, son la rehabilitación de la carretera Costanera (tramos 1 y 2) y la Islilla, con el objetivo de incentivar el turismo y el comercio en la zona, mejorar los accesos a los centros de salud y educación. También, se ha dado inicio del perfil del proyecto de salida al mar del río Piura y obra de la franja central para el sistema de drenaje de la ciudad de Piura, como parte de las soluciones integrales para el control de inundaciones [9].

Por último, cabe señalar que, el plan integral de “Reconstrucción con Cambios”, a cargo del sector de Vivienda Construcción y Saneamiento, tiene como meta reconstruir alrededor de 45 mil viviendas al año 2021. En la figura 2, se muestra el mapa de cantidad de viviendas por región, donde se estima que al año 2021, en Piura, se construirán aproximadamente 12,265 viviendas [10]. Sin embargo, en la actualidad, las obras e intervenciones de reconstrucción y soluciones de vivienda, no se han ejecutado según lo planificado. Es decir, existe una gran cantidad de familias damnificadas que esperan acceder a una vivienda segura.

Viviendas por región al 2021

Figura 2. Cantidad de viviendas por región al 2021 (Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios)

1.2 Formulación del Problema

¿En qué medida la propuesta del diseño general de un módulo de vivienda mediante el uso de materiales eficientes contribuirá a la construcción de viviendas seguras y sostenibles en Sondorillo – Huancabamba – Piura?

1.3 Hipótesis

El desarrollo de la propuesta del diseño general de una vivienda modular basado en la Construcción Vernácula y el Reglamento Nacional de Edificaciones permitirá realizar una propuesta de vivienda sostenible y segura para los pobladores del distrito de Sondorillo – Huancabamba – Piura.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

El objetivo general de la presente investigación es realizar una propuesta del diseño general de un módulo de vivienda segura implementando el uso de materiales eficientes disponibles en Sondorillo – Huancabamba – Piura.

1.4.2 Objetivos específicos

- Describir las propiedades físicas y mecánicas de los materiales de construcción de la quincha prefabricada.
- Realizar el diseño arquitectónico del módulo de vivienda sostenible según los parámetros de la Construcción Vernácula.
- Realizar el diseño estructural de la cimentación del módulo de vivienda sostenible basado en el Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Realizar el predimensionamiento de elementos estructurales del módulo de vivienda sostenible basado en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

1.5 Alcance del Proyecto

El proyecto tiene como finalidad realizar el diseño total e implementación del uso de materiales eficientes en la construcción de un módulo de vivienda sostenible mediante el proceso constructivo de la quincha prefabricada con el objetivo de persuadir la construcción de viviendas seguras en Sondorillo. Así mismo, el alcance del presente trabajo de investigación se detalla a continuación:

- Determinar las propiedades mecánicas de la madera como elemento estructural de una vivienda modular, según lo establecido en la Norma E-010 de la Madera.

- Realizar el diseño arquitectónico de la vivienda modular de quincha utilizando técnicas de ventilación eficiente y correcta distribución de espacios basado en la construcción Vernácula.
- Realizar el diseño de la cimentación y predimensionamiento de elementos estructurales de la vivienda modular basado en los criterios establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Elaborar los planos y modelación 3D del diseño general del módulo de vivienda sostenible.

Por otro lado, la presente investigación no abordará los siguientes temas, las cuales se presentarán a continuación como propuestas de futuras investigaciones:

- Diseño general de una vivienda modular sostenible en regiones afectadas por heladas y friajes.
- Análisis estructural y determinación de desplazamientos y derivas de un módulo de vivienda sostenible mediante el proceso constructivo de la quincha prefabricada.
- Implementación del uso de materiales de construcción renovables disponibles en zonas de la región Sierra del Perú.

1.6 Estado del Arte

En primer lugar, a partir del artículo **“PCM- mortar based construction materials for energy efficient buildings”**, donde se realizó una investigación acerca de las propiedades térmicas y mecánicas del mortero PCM y se determinó que la adición del mortero mitiga el consumo de energía de medios activos como calefacción, ventilación y equipos de aire acondicionado, ya que este posee propiedades de aislante térmico. Este análisis, no se ajustó a la solución ya que el mortero PCM no se encuentra disponible en el distrito Sondorillo. Sin embargo, la propiedad de aislamiento térmico que resalta el artículo es importante para aislar la vivienda del clima caluroso que presenta la zona y para lograr un ahorro de energía [12].

En segundo lugar, a partir del artículo **“Thermal properties of adobe employed in Peruvian rural areas”**, donde se realizaron muestras de bloques de adobe y simulaciones con el objetivo de analizar la densidad y las propiedades térmicas que presenta este material. Se determinó que el adobe es un material tradicional utilizado en construcciones populares

en las zonas rurales del Perú con propiedades de conductibilidad térmica que sirven para garantizar el confort térmico y la eficiencia energética de las construcciones. Por otro lado, se determinó la conductividad térmica con el método de muros paralelos que almacenan el calor y que el adobe es un material sostenible utilizado en la construcción tradicional. Esta técnica no se ajustó a nuestra problemática, ya que el estudio se basa en diseño e investigación propiedades de conductibilidad térmica, y estos son usados para climas fríos. Sin embargo, en el presente estudio se realizaron muros dobles que almacenan el calor; debido a esto, el diseño del módulo de vivienda se realizará con muros delgados y altos, con el objetivo de garantizar el aislamiento térmico [13].

En tercer lugar, a partir del artículo **“Earth eco-building: textile-reinforced earth block construction”**, donde se realizó un análisis de la adición de fibra natural y componentes textiles recuperables y se determinó que dicha adición aporta resistencia estructura y confort térmico a la construcción de viviendas económicas con bloques de tierra comprimida. Este análisis se ajustó a la solución, ya que es la implementación de un material eficiente similar a la quincha, y reduce el alto impacto ambiental [14].

En cuarto lugar, a partir del artículo **“Natural Ventilation for Cooling in Mediterranean”**, donde se realizó la investigación de las estrategias de ventilación en climas calurosos y se determinó la importancia de la ventilación natural y que la ventilación nocturna es la estrategia más efectiva para el enfriamiento en viviendas con Construcción Vernácula en climas calurosos. Estas técnicas de ventilación permiten la circulación del aire interior de la vivienda mediante un diseño bioclimático que aporta al aislamiento térmico de la vivienda. Además, la ventilación cruzada, durante la noche, aprovecha al máximo las bajas temperaturas del aire exterior y enfría la vivienda de la mejor manera posible. Este análisis se ajustó a la solución, ya que es el diseño de la vivienda modular sostenible será basado en la Construcción Vernácula. Así mismo, se tomará como referencia la técnica de ventilación cruzada para el diseño bioclimático a través de la correcta ubicación de vanos [15].

Por último, a partir del artículo **“Seismic Retrofitting – Learning from Vernacular Construction”**, se determinó la importancia de la Construcción Vernácula para mejorar la resistencia sísmica de las viviendas mediante la correcta distribución de masas desde la parte inferior hasta la parte superior y la adecuada distribución de elementos estructurales con el

objetivo de contrarrestar las fuerzas laterales en sismos y aumentar la ductilidad de la edificación, y la adecuada elección de materiales de construcción disponibles en la zona para la construcción de viviendas sostenibles. Este análisis, se ajustó a la solución, ya que es importante garantizar la resistencia sísmica y ductilidad del módulo de vivienda sostenible, debido a que Sondorillo – Piura, se encuentra en la zona sísmica n°3 de Perú, es decir presenta un alto peligro sísmico [16].

2 CAPITULO I: MARCO DE REFERENCIA

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Definición de Términos

2.1.1.1 Diseño Bioclimático

El diseño bioclimático considera las condiciones climáticas del entorno y el aprovechamiento de los recursos naturales como el clima, la radiación solar y la orientación del viento, mediante la adecuación del diseño, distribución de espacios, implementación de técnicas de ventilación, orientación de la vivienda y ubicación de las ventanas [17]. El enfoque de diseño bioclimático se utiliza para minimizar el uso de ventilación mecánica e iluminación artificial con el objetivo de contribuir al ahorro y eficiencia energética y de esta manera reducir el impacto ambiental. Asimismo, garantizar el confort térmico de la vivienda mediante el uso de materiales de construcción tradicionales y sostenibles como la madera, el ichu, mezclas de tierra, entre otros [18].

2.1.1.2 Técnica de Ventilación

Las técnicas de ventilación natural son empleadas en el diseño bioclimático, el cual consiste en circular y renovar el aire interior de las viviendas mediante técnicas naturales, sin el uso de dispositivos mecánicos, con el objetivo de mejorar las condiciones de acondicionamiento térmico [19].

2.1.1.3 Iluminación Natural

La estrategia de la iluminación natural es empleada en el diseño bioclimático, mejora la captación de la luz natural mediante el adecuado diseño arquitectónico de las edificaciones. Así mismo, el uso inteligente de la luz natural permite reducir el consumo de energía relacionados a la iluminación artificial [20].

2.1.1.4 Confort Térmico

El confort térmico es la sensación de comodidad de los usuarios y el ambiente térmico de la vivienda que depende de diversos factores ambientales como; la ubicación geográfica, temperatura promedio y humedad relativa [4].

2.2 Marco Teórico

2.2.1 Construcción Sostenible y Vernácula

La construcción sostenible en el Perú tiene origen en el conocimiento ancestral, en el pasado se empleaba el uso de materiales naturales de cada localidad, como arena, barro, carrizo, madera, piedra, a través de procesos constructivos como el adobe y la quincha [21]. La construcción sostenible establece criterios en el diseño, construcción y operación de viviendas, con el objetivo principal de reducir el impacto ambiental mediante la adecuada elección de materiales, procesos constructivos, gestión de recursos naturales y reducción del consumo de agua y energía [22]. En la construcción sostenible, el clima y la ubicación son los principales factores, el objetivo es aprovechar los recursos naturales renovables que ofrece el lugar como el viento y luz solar mediante técnicas de ventilación y ubicación de vanos, entre otros [23].

La construcción vernácula está basada en la construcción tradicional que considera la necesidad de uso de los espacios; el uso de materiales eficientes disponibles en la zona; diseño estructural; distribución de espacios; técnicas de ventilación natural y los factores bioclimáticos. Además, emplea materiales de construcción como la caña, el barro, el bambú y la madera [24]. La construcción vernácula emplea prácticas tradicionales asociados a la resistencia sísmica de las viviendas, plantea la mejora de la capacidad de las estructuras para sufrir daños y evitar el colapso, mediante cuatro principios de resistencia que son; mejorar las conexiones entre los elementos estructurales para formar contornos y así transmitir las fuerzas de un componente a otro, estabilizar elementos estructurales impartiendo resistencia

de deformación a las paredes de tierra para mejor la acción del diafragma, permitir la redundancia de elementos estructurales para que la falla de ciertos miembros sea tolerada y finalmente contrarrestar las cargas horizontales al agregar resistencia extra con la ayuda de nuevos elementos estructurales [25].

Las características y beneficios de la construcción vernácula son; el aislamiento térmico, aislamiento acústico, resistencia de los materiales de construcción en función a su vida útil, ahorro energético, y construcción con mano de obra local, esto generando beneficio económico, social y ambiental [26].

Figura 3. Construcción Vernácula. (Fuente: Enzo Vergara, 2014)

2.2.2 La Quincha Prefabricada

La quincha prefabricada es un proceso constructivo tradicional, eficiente y sostenible que emplea el uso de materiales de construcción de fácil acceso y económicos de la zona, posee un sistema estructural resistente compuesto por muros conformados por un entramado de caña con refuerzo de madera en dos sentidos de manera perpendicular o por cruce de diagonales, columnas y vigas de madera [27]. El uso de la caña en los paneles de quincha aporta ductilidad a la vivienda y esto permite garantizar la resistencia estructural en eventos sísmicos. El techo a un agua de la vivienda se realiza con un sistema estructural de madera y caña, con cobertura de barro y fibra de paja, el diseño a un agua permite que, en épocas de lluvias, estas sean evacuadas rápidamente; además, por el desfase de la cobertura se expulsa

el aire caliente interior garantizando el confort térmico de la vivienda [27]. En la figura 4, se muestra la distribución del techo con caída a dos aguas de un módulo de quincha [28].

Figura 4. Techo a dos aguas en una vivienda de quincha. (Fuente: Enzo Vergara 2014)

2.2.3 Aislamiento Térmico

La inercia térmica es la propiedad de los materiales de construcción eficientes en relación a su mayor o menor capacidad para almacenar calor, esta propiedad es considerada en el diseño pasivo de viviendas, ya que permite mantener una temperatura constante y garantizar el confort térmico en viviendas ubicadas en zonas donde existe una gran variación en la temperatura entre el día y la noche, durante el día el material absorbe el calor de la radiación solar, cuando anoche el calor almacenado se libera lentamente [29]. La conductividad térmica es una propiedad física que depende de factores como la temperatura, la densidad, la humedad, el espesor y el deterioro del material [30]. A menor conductividad térmica mejor comportamiento como aislante térmico posee el material, para garantizar el aislamiento térmico de una vivienda se considera mayores espesores en muros de materiales poco aislantes o menores espesores en muros con recubrimiento de materiales aislantes [31].

La investigación realizada por Cuitiño (2015) se basó en las siguientes normas de Argentina:

- Norma ISO 8302: Aislamiento térmico. Determinación de la resistencia térmica en estado estacionario y propiedades relacionadas. Aparato de placa caliente guardada.
- ASTM C177: Método de prueba estándar para mediciones de flujo de calor en estado estacionario y propiedades de transmisión térmica por medio del aparato de placa caliente con protección.
- IRAM 11559: Determinación de la conductividad térmica y propiedades relacionadas en estado estable. Método de placa caliente con protector.

Se realizaron los ensayos de evaluación térmica en el Laboratorio del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) en Buenos Aires – Argentina. Se ensayaron cuatro paneles de 0,56 m de ancho, 0,56 m de altura y 0,094 m de espesor sin recubrimiento. Los paneles se compusieron por un entramado de cañas con 16 mm - 25 mm de diámetro con separación de 0,035 m, se recubrieron los paneles con mezcla de barro y fibra de paja; con recubrimiento final que tiene 2 mm de arena, arcilla y cal. El valor de transmitancia térmica de los paneles de quincha de 0,10 m de espesor fue de 2,64 W/m²K; además en los otros dos paneles de quincha se agregó una placa de polietileno expandido de 5 mm, como aislamiento térmico adicional, de espesor en el interior el panel y se obtuvo como resultado la transmitancia térmica de 2,02 W/m²K. Así mismo, se menciona que en la investigación realizada por Esteban Fernández (2000, como se citó en Cuitiño 2015), obtuvo el valor de transmitancia térmica de 5,17 W/m²K en un panel de quincha de 0,075 m de espesor. En la tabla 24, se muestran los valores obtenidos en una investigación realizada en Argentina en condiciones similares de espesor.

*Tabla 24. Resumen de valores obtenidos en investigaciones anteriores**

ESPESOR (m)	VALOR DE TRANSMITANCIA TÉRMICA (W/m ² K)
0.075	5.17
0.1	2.64
0.105	2.02

**Fuente: Cuitiño, 2015*

Los muros recubiertos con barro y fibra de paja generan un sistema de aislamiento térmico que evita la transmisión de calor exterior a los ambientes interiores de la vivienda, con el objetivo de garantizar el confort térmico de la vivienda mediante el uso de materiales eficientes [3]. Asimismo, mejora el entorno medioambiental debido a la reducción de los contaminantes relacionados al consumo de energía [32].

2.2.4 Ventilación Cruzada

La ventilación cruzada es una técnica de ventilación natural empleada en el diseño bioclimático, consiste en ubicar las ventanas en la dirección donde se permita la entrada del viento, por lo general los vientos más frescos provienen del norte, y en el lado opuesto [33]. La diferencia de temperatura y presión entre dos estancias con orientaciones opuestas genera un volumen de aire que circula desde la zona de altas presiones a las de bajas, la circulación natural del aire del interior de la vivienda permite su renovación y fluidez, ventilación de ambientes, iluminación natural, garantiza el confort térmico de la vivienda y reduce en gran medida el consumo de energía [34]. Así mismo, durante la noche, aprovecha al máximo las bajas temperaturas del aire exterior, lo cual permite que la vivienda se enfríe durante el día [35].

En las figuras 5 y 6, se muestran esquemas de entrada y salida del aire interior en viviendas con técnica de ventilación cruzada.

Figura 5. Esquema de entrada y salida de aire en una vivienda con técnicas de ventilación cruzada. (Fuente: Santibañez, Galaz, 2010)

Figura 6. Dibujo de una vivienda especificando la dirección del viento. (Fuente: Casa Pasiva, 2017)

2.3 Marco Normativo

2.3.1 Norma de Diseño y Construcción con Tierra Reforzada E.080

Norma nacional referente al adobe como unidad de albañilería para la construcción de edificaciones [36].

2.3.2 Norma de Diseño Sismo resistente E.030

Norma nacional para edificaciones, que establece las condiciones mínimas para el diseño sísmoresistente [37].

2.3.3 Norma de Cargas E.020

Norma nacional que establece las cargas mínimas que se deben emplear para el diseño de las edificaciones [38].

2.3.4 Norma de Madera E.0.10

Norma nacional que establece el agrupamiento de las maderas para su uso estructural en tres clases A, B y C; según su densidad básica y resistencia mecánica [39].

2.3.5 Norma Técnica E.100 Bambú

Norma nacional para edificaciones que establece los lineamientos técnicos a seguir para el diseño y construcción de edificaciones sismoresistente con bambú [40].

3 CAPITULO II: SITUACION ACTUAL DEL DISTRITO SONDORILLO

3.1 Ubicación

El distrito Sondorillo pertenece a la provincia Huancabamba, esta se encuentra ubicada en el departamento Piura, aproximadamente a 248 km de la capital. Limita por el norte con Ecuador; por el este con el departamento de Cajamarca; por el sur con el departamento de Lambayeque; y, por el oeste con la provincia de Morropón y la provincia de Ayabaca.

El distrito Sondorillo cuenta con aproximadamente una superficie total de 226.09 km², altitud media de 1,888 m.s.n.m, latitud sur de 05°20'09" y longitud oeste de 79°25'36" [41]. Por otro lado, Sondorillo es un distrito que se encuentra alejado a las quebradas, como se muestra en el siguiente gráfico. En la figura 7, se muestra el mapa satelital de Sondorillo y la distancia que aleja al distrito del Rio Huancabamba es de 3 horas y 42 minutos en auto aproximadamente.

Figura 7. Mapa satelital del distrito Sondorillo. (Fuente: Google maps)

3.2 Clima

El distrito Sondorillo presenta un clima cálido, según la clasificación climática de Köppen este clima se denomina “Bsh”, ya que la temperatura promedio anual es de 19.1 °C [42]. En la figura 8, se muestra el esquema de temperaturas mensuales promedio, donde se observa que el de Junio presenta la temperatura más alta, aproximadamente de 19.6 °C; y Julio el mes que presenta la temperatura más baja, aproximadamente de 18.4 °C. Por otro lado, en la figura 9, se muestra el esquema de precipitación mensual promedio, donde se observa que los meses de Julio y Agosto son los más secos; y Marzo el mes donde se registran mayores precipitaciones. Así mismo, en la tabla 25, se muestra el resumen de datos de temperaturas máximas y mínimas promedio obtenidos de la estación Sondorillo.

Figura 8. Esquema de temperaturas mensuales promedios. (Fuente: Climate-Data.org)

Figura 9. Esquema de porcentajes de precipitaciones mensuales promedio (Fuente: Weather Spark)

Tabla 25. Temperaturas máximas y mínimas promedio mensuales de la estación Sondorillo*

Año	Mes	Max T (°C)	Min T (°C)
2003-2014	1	25.88	13.94
2003-2014	2	25.33	14.298
2003-2014	3	25.58	14.61
2003-2014	4	25.85	14.39
2003-2014	5	25.39	13.96
2003-2014	6	24.36	13.899
2003-2014	7	24.22	13.6
2003-2014	8	24.82	13.84
2003-2014	9	25.46	14.25
2003-2014	10	26.15	14.09
2003-2014	11	26.55	13.47
2003-2014	12	26.25	13.56

*Fuente: SENAMHI, 2018

3.3 Composición de la Población

En el 2010, alrededor del 87.6% de la población de la provincia Huancabamba residía en zonas rurales, donde Sondorillo es uno de los distritos compuesto con aproximadamente el 98,2% de población rural.

La provincia Huancabamba está conformada por: 1 ciudad, 1 villa, 9 pueblos, 29 caseríos, 108 anexos, 15 unidades agropecuarias, 1 campamento minero y 4 barrios [43]. La proyección poblacional del distrito Sondorillo es de 11 172 personas al 30 de junio del 2020, esto representa el 0.55% del total de población del departamento Piura. Cabe resaltar que, la población proyectada de la provincia Huancabamba al 30 de junio del 2020, representa el 5.79% del total de población del departamento Piura. En la tabla 26, se muestra la proyección poblacional del distrito Sondorillo, provincia Huancabamba y departamento Piura al año 2018, 2019 y 2020.

Tabla 26. Población total proyectada al 30 de Junio de cada año, para Sondorillo - Huancabamba - Piura por departamentos, provincia y distrito 2018-2020*

	2018	%	2019	%	2020	%
PIURA	1974368	100,00%	2013517	100,00%	2047954	100,00%
HUANCABAMBA	118992	6,03%	118927	5,91%	118533	5,79%
SONDORILLO	11028	0,56%	11115	0,55%	11172	0,55%

*Fuente: Estimaciones y proyecciones de población

3.4 Construcciones Típicas en Sondorillo

Las viviendas en Sondorillo son en su mayoría construidas de adobe con techos altos y cubiertas a un agua de calamina. En la figura 10 y figura 11, se muestran las construcciones típicas del distrito Sondorillo.

Figura 10. Plaza de Armas de Sondorillo provincia Huancabamba, Departamento de Piura (Fuente: Pinterest)

Figura 11. Distrito de Sondorillo provincia de Huancabamba, departamento de Piura (Fuente: Tripmondo)

3.5 Situación actual de las Construcciones en Huancabamba después del Fenómeno del Niño Costero de 2017

3.5.1 Fenómeno del Niño

Es un fenómeno climático global donde la masa superficial de aguas del Pacífico Ecuatorial se calienta hasta llegar a temperaturas entre 26°C y 29°C, este afecta principalmente la Costa Norte del Perú. El aumento de la temperatura del mar genera cambios climáticos anómalos, aumento de la temperatura y aumento de las precipitaciones que provocan la crecida de los ríos de la región, y la activación de las quebradas produciendo inundaciones con consecuencias graves [44].

En Perú, se registraron casos de Fenómeno del Niño en los años 1891, 1925, 1941, 1957, 1965, 1972, 1983, 1997 y 2017. A fines de enero de 2017, se registraron intensas lluvias, inundaciones, deslizamientos e incremento de temperatura a causa del Fenómeno del Niño Costero, lo que generó daños a la población, viviendas, infraestructura vial, servicios básicos, entre otros, en su mayoría en las regiones del Norte de Perú, dejando aproximadamente 782 316 damnificados [44]. En la figura 12, se muestran las temperaturas de mar registradas durante los casos de Fenómeno de Niño de los años 1983, 1997 y 2017.

Figura 12. Temperaturas de mar registradas durante los casos de Fenómeno de Niño de los años 1983, 1997 y 2017 (Fuente: SENAMHI, 2018)

3.5.2 Situación Actual Huancabamba

En la actualidad, las obras de reconstrucción en el distrito Huancabamba no se han ejecutado, debido a esto existe una gran cantidad de familias damnificadas que esperan acceder a una vivienda segura [45].

En las figuras 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22 y 23; se muestran la situación actual de las viviendas de Huancabamba después de las intensas precipitaciones e inundaciones registradas a causa del Fenómeno del Niño Costero del 2017.

Figura 13. Calle en la provincia de Huancabamba con algunos escombros después de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)

Figura 14. Calle en la provincia de Huancabamba después de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)

Figura 15. Formación de pequeños Riachuelos después de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)

Figura 16. Vivienda afectada por las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)

Figura 17. Vivienda afectada y reconstruida con madera producto de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)

Figura 18. Vivienda afectada y reconstruida con madera y caña producto de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)

Figura 19. Vivienda temporal construida con paneles de madera de entramado ligero producto de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)

Figura 21. Vivienda temporal reconstruida con cañas y recubiertas de barro producto de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)

Figura 20. Vivienda temporal construida con planchas de cartón producto de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)

Figura 22. Vivienda temporal reconstruida con cañas y recubiertas de barro producto de las inundaciones registradas a fines de Febrero del 2017 (Fuente: Propia)

Figura 23. Vivienda de quincha con cubierta de calamina (Fuente: Propia)

4 CAPITULO III: FACTORES DE RIESGO Y MATERIALES EFICIENTES DE CONSTRUCCION

4.1 Factores de Riesgo

4.1.1 Factores Sísmicos

Los factores sísmicos a considerar se relacionan a las condiciones geotécnicas y sísmicas en la que se encuentra Sondorillo. Estas condiciones son importantes para determinar el tipo de suelo y definir una cimentación adecuada con el objetivo de garantizar la estabilidad de la construcción y lograr el correcto diseño estructural del módulo de vivienda. Se debe contar con los planos de ubicación y los planos topográficos con las pendientes del terreno, y realizar el estudio de suelo pertinente para reconocer el tipo de suelo que presente el terreno (gravoso, arenoso, limoso o arcilloso). En relación a las condiciones sísmicas; en la figura 24; se muestra el mapa de zonificación sísmica, este se basa en los parámetros sísmicos, como la ubicación de los focos sísmicos, la trayectoria de recorrido de las ondas, la distancia epicentral y la energía liberada, estos parámetros determinan la aceleración sísmica del suelo. Perú tiene cuatro zonas sísmicas; en la zona 1 la aceleración sísmica es baja, en la zona 2 la aceleración sísmica es media, en la zona 3 la aceleración sísmica es medianamente alta y en la zona 4 la aceleración sísmica es alta [36]. En la tabla 27, se muestra que el distrito Sondorillo está ubicado en la zona sísmica 3, es decir, presenta un alto porcentaje de riesgo sísmico con una aceleración sísmica muy alta, con un factor de aceleración máxima horizontal en suelo rígido en relación a la aceleración de la gravedad de 0.35. Según la norma E-080 de diseño y construcción con tierra reforzada, las viviendas ubicadas en la zona 3 debe ser de un piso como máximo [36]. Debido a esto, se determinó que el diseño del módulo de vivienda será de un piso, se empleará como material de construcción eficiente la caña, ya que, aporta ductilidad y la propiedad de amortiguamiento en movimientos sísmicos a la estructura, se debe realizar un diseño estructural sismo resistente y la vivienda contará con una cimentación corrida de concreto ciclópeo.

Tabla 27. Tabla de zona sísmica según departamento y provincia*

REGIÓN (DPTO.)	PROVINCIA	DISTRITO	ZONA SÍSMICA	ÁMBITO
PIURA	HUANCABAMBA	CANCHAQUE	3	TODOS LOS DISTRITOS
		EL CARMEN DE LA FRONTERA		
		HUANCABAMBA		
		HUARMACA		
		LALAQUIZ		
		SAN MIGUEL DE EL FAIQUE		
		SONDOR		
		SONDORILLO		

*Fuente: Sencico

Figura 24. Mapa de zonas sísmicas de Perú (Fuente: Sencico)

4.1.2 Factores Hidrológicos

Los factores hidrológicos a considerar están relacionados a las precipitaciones registradas en los últimos años en el distrito Sondorillo – Piura. En los primeros meses de 2017, se registraron intensas precipitaciones en la Costa Norte de Perú que causaron desbordes de ríos, inundaciones, destrucción de viviendas y carreteras, y daños a la vida y salud de los pobladores [44]. Debido a esto, se produjo la activación de las quebradas Carnero y San Francisco de Malingas y el desborde del río Piura, afectando establecimientos de salud, vías de comunicación y viviendas en Piura [44].

Por otro lado, según los datos históricos de precipitaciones promedio obtenidos de Senamhi, en los meses donde ocurrió el fenómeno de Niño Costero, en el distrito Sondorillo se registraron bajas precipitaciones, por lo que no presentó problemas de inundación [46]. En las tablas 28,29 ,30 y 31 se muestra las precipitaciones registradas en los meses de Enero, Febrero y Marzo de 2017, donde ocurrió el Fenómeno de Niño Costero. Así mismo, en la figura 25, se muestra un mapa de peligro a inundaciones en Piura, donde la provincia Huancabamba donde se ubica el distrito Sondorillo presenta un bajo peligro a inundaciones por precipitaciones. En consecuencia, se determinó como distrito con bajo peligro a inundaciones, es decir, apto para la construcción del módulo de vivienda sostenible el distrito Sondorillo.

Tabla 28. Tabla de precipitaciones diarias de Enero de 2017*

Estación : HUANCABAMBA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : PIURA			Provincia : HUANCABAMBA			Distrito : HUANCABAMBA			Ir : 2017-01 ▾			
Latitud : 5° 14' 48.5"			Longitud : 79° 27' 14.37"			Altitud : 1954						
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Ene-2017	21	15	15.6	18.6	17.2	15.3	17.8	16.5	.2	4.2	NE	2
02-Ene-2017	23.6	14.6	15.2	22.2	19	14.8	16.4	15.3	0	0	S	4
03-Ene-2017	25.4	14.8	15.4	24	18.6	15	15.7	13.7	.7	0	NE	4
04-Ene-2017	27	11	11.4	23.6	21.4	10.9	15.2	14.7	0	0	NE	4
05-Ene-2017	26.2	15.4	15.8	23	16.8	15.4	15.7	16.4	1.6	6	NE	4
06-Ene-2017	22.8	14.8	15.2	21.8	18.6	14.8	16.7	13.6	3.3	0	S	2
07-Ene-2017	26.4	14.6	15.2	25.6	20.2	14.4	17	14.3	0	0	NE	4
08-Ene-2017	26.8	15.2	15.8	25	19.4	14.8	16.3	15.7	0	0	NE	4
09-Ene-2017	26.4	16.4	17	25.8	17.8	16	16.9	16.2	0	0	S	4
10-Ene-2017	25.4	14.2	15.2	24	15	14.5	15.4	14.8	0	6.2	S	2
11-Ene-2017	24.6	10.8	11.6	23.8	19.4	11.3	15.7	15	0	0	N	2
12-Ene-2017	26.4	14.8	15.6	23.4	19.8	13.2	16.3	15.9	0	0	NE	2
13-Ene-2017	23.4	15.4	16	22	19	15.7	15.6	16.4	.3	0	NE	4
14-Ene-2017	24.2	14.8	15.8	22	16.6	15	16.5	16.1	0	4	NE	2
15-Ene-2017	24.4	15	16	23.2	18.8	15.6	16	14.3	.3	0	NE	2
16-Ene-2017	27.2	12.4	13.2	27.2	18.4	12.4	16.1	13.4	0	0	SE	4
17-Ene-2017	29.2	9.8	10.6	28.6	19.2	10.1	15.4	13.6	0	0	NW	2
18-Ene-2017	29.4	9.2	10	27	21	9.6	16.4	15.8	0	0	NE	4
19-Ene-2017	27.6	15.6	16.4	26.2	19	14.5	17.2	13.4	0	0	NE	4
20-Ene-2017	19.4	15.4	16	18.6	16.2	15.5	16.7	15.5	1.4	8.5	NE	2
21-Ene-2017	24.4	14	14.6	23.4	17.8	14.2	16.2	14.6	0	0	NE	2
22-Ene-2017	22.8	13.8	14.2	23.6	16.6	13.8	15.9	16	22.7	1.6	NW	2
23-Ene-2017	26.2	13.6	14.2	25.8	18.8	13.8	16.6	13	2.8	0	NE	2
24-Ene-2017	25.4	13.6	14	25.2	19.6	13.3	15.6	14.3	0	0	S	4
25-Ene-2017	22	13.8	14	20.4	17	13.5	15.1	16.2	0	0	NE	4
26-Ene-2017	21.2	14	15.2	20	16.4	14.8	16.1	15.7	0	3.2	S	2
27-Ene-2017	22	13.6	15.2	20	18.2	14.9	15.8	16.3	0	0	N	2
28-Ene-2017	22.6	14.4	15.2	21.4	19	14.4	14.4	13.3	.5	0	S	2
29-Ene-2017	24.8	11	12.2	21	19.4	11	13.3	13.7	0	0	S	4
30-Ene-2017	23.2	12.2	15	23.2	19	13.3	16	14.9	0	0	NE	4
31-Ene-2017	23.8	14	14.6	23.2	17.6	14.1	16	16.4	0	1.5	NE	2

*Fuente: SENAMHI

Tabla 29. Tabla de precipitaciones diarias de Febrero de 2017*

Estación : HUANCABAMBA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : PIURA			Provincia : HUANCABAMBA			Distrito : HUANCABAMBA			Ir : 2017-02 ▼			
Latitud : 5° 14' 48.5"			Longitud : 79° 27' 14.37"			Altitud : 1954						
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Feb-2017	24.8	14.6	15.2	24	16.2	14.7	16.3	15.7	0	6	N	4
02-Feb-2017	24.6	13.2	14.2	23.4	19.6	13.9	15.9	16.1	0	2.3	N	2
03-Feb-2017	22.2	14	15.8	20.2	18.8	15.4	16.4	17	1	2.2	NE	2
04-Feb-2017	23	15	15.8	21.4	20	15.3	14.7	14.5	1	0	SE	4
05-Feb-2017	21.8	15	16.4	20.2	18.8	15.2	15.6	14.4	0	0	NE	2
06-Feb-2017	21.4	13.4	14.4	20	18	13.4	15.1	15.1	0	0	N	2
07-Feb-2017	22	15	15.4	19.8	19.6	14.6	14	15.1	0	0	C	
08-Feb-2017	24	14	14.6	24.4	19.6	14	16.8	15.2	0	0	NE	4
09-Feb-2017	26.6	13	14.2	23.2	22	13.7	16.4	14.9	0	0	W	2
10-Feb-2017	26.6	13.8	14.8	24.8	17	14	16.5	16.8	0	13	NE	2
11-Feb-2017	25.4	15	15.2	23.4	17.6	14.9	16.2	15.7	14	.6	N	2
12-Feb-2017	26	8.2	8.8	25.8	19.2	7.8	13.9	12	0	0	NE	4
13-Feb-2017	26.8	8.4	9	26.4	19	8.4	14.8	12	0	0	S	4
14-Feb-2017	26	10.4	11	24.8	18.6	10.5	14	11.5	0	0	W	4
15-Feb-2017	28.4	9.2	10	27.8	20.2	9	15.1	12.9	0	0	N	2
16-Feb-2017	27.6	10.4	11.4	26.6	19.6	11	15.7	14	0	0	NE	4
17-Feb-2017	27.4	11.2	11.8	26.8	20.4	11.5	15.2	13.6	0	0	NE	4
18-Feb-2017	27.8	10.6	12	27	20.6	11	15.4	13.5	0	0	NE	4
19-Feb-2017	29.2	10.2	11	26.6	19	10	16.3	17.8	0	1.8	NE	4
20-Feb-2017	28.8	11.2	13.4	28.8	18.4	12.7	17.5	16.3	0	0	S	4
21-Feb-2017	25.2	14.6	15	23.6	16.8	14.4	16.2	16.2	0	3.7	NE	4
22-Feb-2017	25.4	13.6	14.4	24.6	19.8	14.1	15.1	14	0	0	NE	4
23-Feb-2017	27.2	12.4	12.8	26.4	16.8	12.3	16.7	16.4	0	1	NE	4
24-Feb-2017	23.4	14	14.6	22.4	19	14.3	16	15.2	0	0	NE	2
25-Feb-2017	25.2	12	12.8	23.4	19.6	12.5	15.4	13.9	5.3	0	SW	4
26-Feb-2017	24.2	14.8	15	22.6	19	14.4	15.2	14.6	4	0	W	2
27-Feb-2017	23.4	13.8	15	23.4	16.2	14.2	15.5	15.4	1.3	1	NE	4
28-Feb-2017	24	13.4	14.4	22.6	19	14.1	15.9	16.2	6	0	NE	4

*Fuente: SENAMHI

Tabla 30. Tabla de precipitaciones diarias de Marzo de 2017*

Estación : HUANCABAMBA , Tipo Convencional - Meteorológica												
Departamento : PIURA			Provincia : HUANCABAMBA			Distrito : HUANCABAMBA			Ir : 2017-03 ▾			
Latitud : 5° 14' 48.5"			Longitud : 79° 27' 14.37"			Altitud : 1954						
Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	Temperatura Bulbo Seco (°c)			Temperatura Bulbo Humedo (°c)			Precipitacion (mm)		Direccion del Viento 13h	Velocidad del Viento 13h (m/s)
			07	13	19	07	13	19	07	19		
01-Mar-2017	25	14.4	15.4	22.8	17.2	15.1	16.6	16.7	5.8	4.4	NE	4
02-Mar-2017	25.8	14.4	15	21.4	18	14.6	14.9	17	0	1.2	S	4
03-Mar-2017	26	14.8	15.4	25.2	18.8	15.1	16.8	16.3	13.3	0	N	2
04-Mar-2017	23.8	14.6	15	21.6	17.8	14.6	14.4	14.9	0	0	N	4
05-Mar-2017	23.2	14.4	14.6	22	19.4	14.3	15.9	13.7	0	0	S	4
06-Mar-2017	24.4	11.6	13	23.8	20	12.4	16.9	15.9	0	0	NE	4
07-Mar-2017	25.2	14.6	15	22.8	18.6	14.2	15.7	16	0	0	NE	2
08-Mar-2017	25.8	15	15.6	24.4	19.6	15.2	16.7	16.4	.5	0	S	4
09-Mar-2017	24.4	15	15.2	23.4	17.4	14.2	16.9	16.1	3.7	1.4	S	4
10-Mar-2017	25.2	15.2	15.4	24.2	18.6	14.7	16.7	16.1	4	.2	NE	2
11-Mar-2017	25.8	14.2	14.8	24.8	16	14	16.6	15	11.2	3.1	NE	2
12-Mar-2017	24.4	13.6	14	23	17.6	13.2	17.5	16.6	0	1.5	C	
13-Mar-2017	26.4	15.2	15.2	22.4	17.8	14.7	18.2	17.5	3	7.5	C	
14-Mar-2017	20	14.4	14.8	18.4	17	14.4	15.4	16.2	10.5	4.4	S	2
15-Mar-2017	24.3	14.4	14.8	24	17	14.4	17.6	16.2	4.5	2.1	S	2
16-Mar-2017	27	13.4	14	25.2	16.3	13.6	16.5	15	0	0	NW	4
17-Mar-2017	25.2	14.2	14.4	25	18.6	14	16.3	15.6	0	2.3	S	4
18-Mar-2017	25.2	12.2	12.8	23	18.8	12.3	15.9	15.7	0	0	S	4
19-Mar-2017	25.2	14.8	15	23	14	14.2	15.7	12.4	24.4	1.1	S	2
20-Mar-2017	22.4	15.6	16	21.6	19.2	15.2	16.8	17.2	0	2.4	S	4
21-Mar-2017	25.4	14	14.4	18	18.8	13.9	17	15.6	2.4	2.5	NE	2
22-Mar-2017	24.2	13	14.8	22.6	17.8	14.3	17	16	3.9	0	S	4
23-Mar-2017	24	14.2	14	23.8	18.6	13.5	16.6	17.3	0	.3	S	4
24-Mar-2017	25.8	15.2	13.4	23.2	18.8	14.9	17	17.4	4.6	.4	NE	4
25-Mar-2017	27.4	14.4	15	24.4	19.6	14.4	17.5	16.8	16.6	0	S	4
26-Mar-2017	26.2	15.2	15.4	25	16.2	15	16.4	15.8	22.4	13.9	S	2
27-Mar-2017	23.6	14.8	15.2	22.4	18.6	14.9	16.2	16.1	5.5	0	S	4
28-Mar-2017	26	15	15.4	25.2	17.8	14.8	17.3	17.1	4.4	3.7	S	2
29-Mar-2017	25	15.8	16	23.6	19	15.5	16.7	17.5	6.2	0	NE	4
30-Mar-2017	25.6	15.2	15.4	23.6	17.4	14.8	16.9	16.7	8.6	7.4	S	2
31-Mar-2017	23.6	15	15.2	23.4	17.6	14.7	17	16.6	31.4	0	S	4

*Fuente: SENAMHI

Tabla 31. Tabla de resumen de precipitaciones diarias promedio en Huancabamba de datos obtenidos de SENAMHI*

AÑO 2017	DATOS		PRECIPITACION PROMEDIO (mm)
ENERO	1.09032258	1.13548387	1.112903226
FEBRERO	1.16428571	1.12857143	1.146428571
MARZO	6.02903226	1.92903226	3.979032258

*Fuente: Propia

Figura 25. Mapa hidrológico del departamento de Piura (Fuente: SENAMHI)

4.1.3 Factores Eólicos

Los factores eólicos a considerar están relacionados a la dirección y la velocidad de los vientos, estos dependen de la topografía del lugar, según el diseño basado en la construcción Vernácula se determinó como factor importante el clima cálido que presenta el distrito Sondorillo. Debido a esto, se realizará el diseño en base a la ventilación cruzada, está permite la circulación y renovación del aire interior con el objetivo garantizar el confort térmico de la vivienda. Por otro lado, la ventilación natural de forma cenital consiste en expulsar por la parte superior de la vivienda, el techo, el aire caliente acumulado en los ambientes de la vivienda. Lo cual permite permanecer un ambiente confortable al interior de la vivienda, este tipo de ventilación permite el flujo de aire interior y garantiza el confort térmico de la vivienda. Debido a esto, se adaptó el diseño a un agua asimétrico, con el objetivo de garantizar la circulación del aire en el módulo de vivienda sostenible. En la figura 26 y 27, se muestra la velocidad mensual promedio y dirección del viento, respectivamente. Así mismo, en la figura 28, se muestra el esquema de circulación del aire en un diseño de ventilación cruzada.

Figura 26. Esquema de velocidad del viento mensual promedio en Sondorillo - Piura (Fuente: Weather Spark)

Figura 27. Esquema de dirección del viento en Sondorillo - Piura (Fuente: Weather Spark)

Figura 28. Dibujo de una vivienda especificando la dirección del viento (Fuente: Línea del tiempo de la ventilación)

4.2 Materiales de Construcción

La vivienda modular sostenible se basa en la Construcción Vernácula mediante el proceso constructivo de Quincha Prefabricada, debido a que establece parámetros para alcanzar el diseño y construcción sostenible de viviendas, mediante el uso de materiales de construcción eficientes y económicos disponibles en la zona, así mismo, destaca la importancia del diseño estructural sismo resistente, la correcta distribución de espacios y los factores climatológicos. La elección de materiales para la construcción de las viviendas modulares sostenibles se basó en parámetros de accesibilidad de acuerdo a la zona, costo, impacto social-ambiental y aporte a la resistencia sísmica de la vivienda.

4.2.1 Materiales Utilizados para los Paneles de Quincha

4.2.1.1 La Caña Brava

La caña es un material utilizado en elementos estructurales de viviendas, resistente y liviano de construcción que posee propiedades similares a las del acero como la resistencia a la tracción y flexión. Los muros de las viviendas de quincha están conformados por entramados de cañas que aportan flexibilidad y ductilidad que permite garantizar la resistencia sísmica en la vivienda. Se colocan elementos horizontales de madera llamados soleras y elementos verticales de caña llamados pie – derechos, La caña brava es un material de construcción de

bajo costo, debido a su disponibilidad en la zona [47]. Así mismo, no debe presentar fisuras mayores al 20% de la longitud del elemento; y deben protegerse ante agentes externos como la humedad, hongos, insectos [40]. En la figura 29, se muestra la construcción de un panel de quincha con entramado de caña brava y soleras de madera. Además, en la tabla 32, se muestra una tabla con el resumen de los esfuerzos admisibles y módulo de elasticidad de la caña brava obtenidos de la Norma Técnica E10. Bambú.

Figura 29. Paneles de quincha con elementos horizontales de madera (Fuente: Norma técnica E10. Bambú)

Tabla 32. Tabla resumen de las propiedades de la caña brava obtenidos de la Norma Técnica E10. Bambú*

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA CAÑA BRAVA	
Esfuerzo admisible a la flexión	50 kg/cm ²
Esfuerzo admisible a la tracción paralela	160 kg/cm ²
Esfuerzo admisible a la compresión paralela	130 kg/cm ²
Esfuerzo admisible al corte	10 kg/cm ²
Esfuerzo admisible a la compresión perpendicular	13 g/cm ²
Módulo de elasticidad promedio	95000 kg/cm ²
Módulo de elasticidad mínimo	73000 kg/cm ²

*Fuente: Norma técnica E10. Bambú

4.2.1.2 La Madera

La madera es un material económico, útil y seguro como elemento estructural para la construcción de viviendas sostenibles. El uso de la madera genera indirectamente una ayuda a la conservación del medio ambiente debido a que es un recurso natural, renovable, duradero, además de ser accesible en Sondorillo – Piura [27]. La madera se utiliza para la fabricación de los elementos estructurales como las columnas, vigas y viguetas del módulo de vivienda sostenible. Está posee propiedades de resistencia a la tracción, flexión y garantiza la resistencia sísmica de las viviendas. Así mismo, para la construcción la madera debe estar en estado seco, con un porcentaje de humedad menor al 22%. Por otro lado, se deben considerar los esfuerzos máximos admisibles, resistencia, rigidez y cargas [48]. Así mismo, la madera a utilizar será Cachimbo que se encuentra clasificado en el grupo B, con una densidad básica de $0.59 \frac{g}{cm^3}$ [39]. En la figura 30, se muestra un esquema de distribución de los listones de madera en un panel de quinchá prefabricada. Además, en la tabla 33, se muestra una tabla con el resumen del grupo, densidad, módulo de elasticidad y esfuerzos admisibles obtenidos de la Norma Técnica E010. Madera.

Figura 30. Distribución de madera en paneles de quinchá (Fuente: Panel de Quinchá. Construcción)

Tabla 33. Tabla resumen de las propiedades de la madera obtenidos de la Norma Técnica E010. Madera*

PROPIEDADES FÍSICAS DE LA MADERA CACHIMBO	
Grupo	B
Densidad básica	0.59 g/cm ³
Módulo de elasticidad en flexión	131 000 kg/cm ²
Esfuerzo admisible a la flexión	150 kg/cm ²
Esfuerzo admisible a la tracción paralela	105 kg/cm ²
Esfuerzo admisible a la compresión paralela	110 kg/cm ²
Esfuerzo admisible a la compresión perpendicular	28 kg/cm ²
Esfuerzo admisible al corte paralelo	12 kg/cm ²

*Fuente: Norma técnica E010. Madera

4.2.2 Materiales Utilizados para el Recubrimiento de los Paneles de Quincha

La mezcla de tierra, agua y fibra de paja se usa como material predominante en el revestimiento de los muros de la vivienda sostenible, debido a que es económico y de fácil acceso en Sondorillo; además, porque es un material que tiene la capacidad de absorber y transmitir la energía [49]. En el diseño del módulo de vivienda sostenible se considera el clima de Sondorillo, debido a esto, los muros son altos y tienen recubrimiento de barro mezclado con fibra de paja, lo cual permite garantizar la propiedad de aislamiento térmico con el objetivo de garantizar el confort térmico de la vivienda, lo que permite mantener fresco el ambiente interno de la vivienda [47].

4.2.2.1 La Fibra de Paja

Es un material de construcción sostenible que se emplea con el objetivo de mejorar la adherencia en el recubrimiento de muros; y reduce el agrietamiento por las contracciones generadas durante el secado. En la figura 31, se muestra el recubrimiento con fibra de paja de los muros de un módulo sostenible de quincha

Figura 31. Recubrimiento con fibra de paja de los muros de un módulo sostenible de quincha (Fuente: Construcción con tierra)

4.2.2.2 El Barro

Es un material de construcción compuesto de arcilla, limo, arena fina y arena gruesa, este sirve de recubrimiento de los paneles de quincha del módulo de vivienda sostenible. Así mismo, aporta la propiedad de aislamiento térmico con el objetivo de garantizar el confort térmico de la vivienda [36]. En la figura 32, se muestra el recubrimiento para la construcción de un módulo sostenible de quincha.

Figura 32. Recubrimiento para la construcción de un módulo sostenible de quincha (Fuente: Quincha una tradición de futuro)

4.2.3 Armado de Paneles de Quincha

Se realizó el armado de un marco de madera de 1.20 m. de ancho, 2.40 m. de alto y 10 cm. o 4 pulg. de espesor, además se incluyeron 4 listones de 1 pulgada para cada marco, posteriormente se procedió a realizar el entramado de cañas; se utilizaron clavos de 2 pulg. y alambre N° 16. Por último, se reforzó el panel de quincha con un amarre de la caña y listones de madera. En la figura 33 y 34, se muestran el procedimiento de armado de un panel de quincha y el panel de quincha prefabrica, respectivamente. Cabe resaltar, que se realizó el armado del panel en el HUB de Ingeniería en UPC sede San Miguel.

Figura 33. Integrantes del proyecto del módulo de vivienda sostenible armando el marco del panel de quincha (Fuente: Propia)

Figura 34. Panel de quinchá prefabrica (Fuente: Propia)

4.2.3.1 Recubrimiento de Paneles de Quinchá

Se realiza el recubrimiento de 2.5 cm de los muros de quinchá mediante una mezcla de barro con una proporción 1:4, se deberá proceder con el cubrimiento de los muros de quinchá uniformizando con una regla de madera, y se debe comprobar con el nivel de mano o plomo. En la figura 35, se muestra el panel de quinchá prefabrica con recubrimiento. Cabe resaltar, que se realizó el recubrimiento del panel en el HUB de Ingeniería en UPC sede San Miguel.

Figura 35. Panel de quincha prefabrica con recubrimiento (Fuente: Propia)

5 CAPITULO IV: DISEÑO GENERAL

5.1 Diseño Arquitectónico

5.1.1 Consideraciones

5.1.1.1 Distribución Arquitectónica

En primer lugar, el diseño de viviendas y la distribución de espacios según la construcción vernácula, consideran factores como las condiciones geográficas y climáticas, la historia, las necesidades, la construcción sostenible, las costumbres y los medios de producción de la zona donde se encontrará ubicada la vivienda [50]. Debido a esto, para lograr el correcto diseño y distribución de espacios se debe determinar el clima del lugar, considerando parámetros como la radiación solar, la temperatura, el viento y la humedad [50]. Sondorillo presenta el ciclo anual de precipitación que registra las mayores precipitaciones en los meses de febrero y marzo, y las menores precipitaciones en los meses de julio y agosto. En la figura 36, se muestra el ciclo anual de precipitación de distritos de Piura, donde se observa que Sondorillo registra la menor precipitación anual, y la temperatura anual promedio de 19° C [51]. Para el diseño arquitectónico y la distribución de espacios del módulo de vivienda sostenible; con el objetivo de diseñar ambientes ventilados, evitar el calentamiento interior

de la vivienda, tener circulación continua del aire, proteger la vivienda del sol y la lluvia; se consideraron los siguientes factores:

- Incorporación de materiales que aporten la propiedad de aislamiento térmico como la paja.
- Espacios amplios.
- Ventilación cruzada.
- Voladizos en los techos.
- Muros delgados y techos ligeros.

Así mismo, el diseño de una vivienda rural, consiste en la distribución de limitados ambientes, los cuales tienen uso múltiple, es decir la zona de servicio y la zona social se integran en un mismo espacio [24]. Se debe ubicar el área social en la parte delantera y el área privada de los dormitorios. También, se consideró el número promedio de miembros de las familias de Sondorillo. Por otro lado, se consideró construir los servicios higiénicos y la cocina en ambientes adyacentes con el objetivo de nuclear las instalaciones de agua y desagüe; y así reducir los costos de las conexiones. Cabe resaltar que, el módulo de vivienda será de un piso debido a las consideraciones recopiladas de la Norma E.080 [36]. Por último, con el objetivo de aprovechar el área del terreno, se combinó e integró diferentes ambientes en un mismo espacio dejando que la vista y la iluminación natural circulen con fluidez.

Figura 36. Ciclo anual de la precipitación en mm mes (Fuente: Caracterización y Escenarios Climáticos de la Región Piura)

La conductividad térmica de los muros de quincha es 0.17 W/mK y la densidad 1289 kg / m³. En la tabla 34 se muestra la conductividad térmica y densidad de materiales de construcción, en comparación con los muros de ladrillo y adobe, la conductividad térmica de los muros de quincha es significativamente menor, es decir, son mejores aislantes térmicos [3]. En la figura 37, se muestra el esquema de confort térmico en función de la temperatura del aire y la humedad relativa, Sondorillo presenta una temperatura promedio de 19° y una humedad promedio de 70%, según estos datos se tiene la posibilidad de generar ambientes confortables en el módulo de vivienda sostenible. También, en la figura 38, se muestra el esquema de confort térmico en función de la temperatura del aire y la velocidad del aire, Sondorillo presenta una temperatura promedio de 19° y una velocidad de aire de 0.003 m/s, según estos datos se tiene la posibilidad de crear espacios que posean el confort térmico adecuado.

*Tabla 34. Conductividad térmica de los materiales**

Material		Densidad [kg/m³]	Conductividad [W/mK]
Tapial	fuelle (8)	1.400	0,60
Bte	(8)	1.700	0,81
Adobe	(8)	1.200	0,46
	(9)	1.650	0,82
	(6)	750	0,20
Balas de paja	(10)	60	0,067
Quincha prefabricada	(11)	1289	0,17
Hormigón normal	(12)	2.400	1,63
Pared de ladrillo macizo	(12)	1.800	0,91

**Fuente: Análisis de la transmitancia térmica y resistencia al impacto de los muros de quincha*

Figura 37. Abaco de Confort térmico en función de la temperatura promedio y humedad relativa según datos de Sondorillo (Fuente: El Confort Térmico)

Figura 38. Abaco de Confort térmico en función de la temperatura promedio y velocidad relativa del aire según datos de Sondorillo (Fuente: El Confort Térmico)

5.1.1.2 Distribución de Vanos

Para alcanzar la construcción sostenible se debe determinar una técnica de ventilación natural apropiada para la zona según las condiciones geográficas y climáticas, aprovechando las energías naturales. La ventilación cruzada es una técnica de ventilación natural y eficiente que permite la entrada y salida de aire, mediante la distribución de los vanos en paredes opuestas. Así mismo, esta técnica de ventilación aporta beneficios como el confort térmico, eliminación de cargas internas y contaminantes internos [52]. Debido a esto, se realizó la distribución de vanos en relación a la técnica de ventilación cruzada que permitirá la circulación y renovación del aire interior de la vivienda. En la figura 39, se muestra la dirección del flujo del aire en la vivienda, en la cual ingresa por el norte (sala, dormitorio 2 y pasadizo) y sale por el sur (cocina, baño, dormitorio 1) llegando a alcanzar una fluidez del aire, por lo tanto, se mantiene una temperatura constante y confortable dentro de la vivienda.

Figura 39. Distribución del flujo de aire en los ambientes del proyecto de Vivienda Modular Sostenible en 2D (Fuente: Propia).

5.1.2 Descripción Arquitectónica del Modulo

El módulo de quinchá tiene de área construida 40.99 m^2 y de área techada 40.99 m^2 , se distribuye en 5 ambientes que tienen las medidas apropiadas para garantizar un espacio flexible y cómodo, conformados por:

- 1 dormitorio 1 de 9.14 m^2
- 1 dormitorio 2 de 4.82 m^2
- 1 baño completo de 3.58 m^2
- 1 cocina – comedor de 10.89 m^2
- 1 sala de 12.56 m^2

En la figura 40 y 41, se muestran los planos de distribución de ambientes del módulo de vivienda sostenible en 2D y 3D, respectivamente. Además, ante la posibilidad de crecimiento familiar la Vivienda Modular Sostenible se podrá incorporar espacios anexos al módulo, garantizar la seguridad y el confort térmico, y no modificar las condiciones iniciales de la vivienda. En la figura 42 y 43, se muestran los planos de distribución de ambientes modificados del módulo de vivienda sostenible en 2D y 3D, respectivamente.

Figura 40. Distribución de ambientes del proyecto de Vivienda Modular Sostenible en 2D
(Fuente: Propia)

Figura 41. Distribución de ambientes del proyecto de Vivienda Modular Sostenible en 3D
(Fuente: Propia)

Figura 42. Distribución de ambientes modificados ante la posibilidad del crecimiento de la familia en 2D (Fuente: Propia)

Figura 43. Distribución de ambientes modificados ante la posibilidad del crecimiento de la familia en 3D (Fuente: Propia)

5.2 Diseño Estructural

5.2.1 Consideraciones

En primer lugar, el diseño estructural de la vivienda modular debe cumplir con los criterios de resistencia, estabilidad y comportamiento sísmico resistente; y se debe evitar el deterioro de la vivienda causado por el viento, la lluvia y la humedad. Los muros de quincha son los elementos estructurales de mayor importancia que transmitirán las cargas a la cimentación, estos se conformarán por un entramado de caña y se recubrirán con barro y fibra de paja. La cimentación de la vivienda es de concreto ciclópeo con sobre cimiento de concreto, el ancho y profundidad se determinará según el tipo del suelo, esta tiene como objetivos evitar el humedecimiento de los muros y transmitir las cargas al suelo. En la figura 44, se pueden determinar las dimensiones mínimas requeridas según la Norma de Diseño y Construcción con tierra reforzada E.080. Así mismo, las vigas y columnas serán de madera Cachimbo que funcionará de amarre entre los paneles, y serán empotradas en la cimentación. Por último, el techo de la vivienda es liviano con caída a un agua, aleros para proteger a la vivienda de la lluvia y viguetas de caña con el objetivo de reducir el peso del techo, las cargas del techo deberán ser distribuidas a los muros [38].

Figura 44. Esquema de cimentación (Fuente: Sencico)

5.2.2 Diseño de la Cimentación del Módulo

En la norma E.060 se indica la manera de como diseñar las cimentaciones de concreto para evitar fallas por punzonamiento, flexión o cortante. Se debe indicar que la cimentación es imposible diseñarla por los efectos citados ya que se desconoce la resistencia del concreto ciclópeo por las piedras grandes, por lo que se recurre a procedimientos basados en la experiencia para determinar el peralte [53]. Sin embargo, se realiza las comprobaciones del cumplimiento de las dimensiones.

1. Datos del Suelo [54]:

- Peso Específico: 1890 kg/m³
- Angulo de Fricción: 25°
- Capacidad portante: 2.25 kg/cm²

2. Datos del Muro:

- Espesor de muro: 0.10 m
- Coeficiente sísmico: 0.35
- Factor de ampliación: 1.05
- Altura de muro: 2.50

- Ancho solera: 0.1 m
- Altura de solera: 0.1 m
- Altura de sobrecimiento: 0.30 m
- Ancho de sobrecimiento: 0.10 m

3. Datos del cimientto:

- Ancho de cimientto (a): 0.4 m
- Altura del cimientto (hc): 0.5 m
- Profundidad del cimientto (hf): 0.6
- Altura de relleno (hr): 0.1

$$\begin{aligned}
 Ka &= \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)^2 & Ka &= 0.406 \\
 Kp &= \tan^2\left(45^\circ + \frac{\phi}{2}\right)^2 & Kp &= 2.464 \\
 Ea &= \frac{Ka * \gamma_s * hc^2 * B}{2} & Ea &= 121.8 \text{ kg} \\
 Ep &= \frac{Kp * \gamma_s * hc^2 * B}{2} & Ep &= 739.2 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

4. Cálculo del peso total:

P solera (Ps) = 7.08 kg

P muro (Pm) = 348 kg

P (S/C) = 82.8 kg

P total = 1057.92 kg

P cimientto (Pc) = 552 kg

P relleno (Pr) = 68.04 kg

Empuje sísmico sobre la solera (Hs) : 5.8 kg

Empuje sísmico sobre el panel (Ha) : 172.8 Kg

Empuje sísmico sobre el S/C (Hs/C) : 36.8 kg

Empuje sísmico sobre la cimentación (Hc) : 128.8 kg

Fuerza Resistente (Fr)

$$Fr = \mu * P_{total} + E_p$$

$$Fr = 1.05 * 1057.92 + 739.2$$

$$Fr = 1850.02 \text{ Kg}$$

Fuerza Actuante (Fa)

$$Fa = H_s + H_a + H_c + H_s/c + E_a$$

$$Fa = 5.8 + 172.8 + 128.8 + 36.8 + 121.8$$

$$Fa = 466 \text{ kg}$$

$$F.S.D. = Fr/Fa$$

$$F.S.D. = 1850.02/466$$

$$F.S.D. = 3.97$$

Por lo tanto, el $3.97 > 2.25$ entonces Cumple con la primera comprobación

5. Momento de volteo (Mv): Extremo izquierdo

*Tabla 35. Valores para calcular el MV**

ELEMENTO	H (Kg)	d (m)	M (Kg-m)	Mv (Kg-m)
Solera	5.8	3.35	19.43	441.296
Panel de quincha	172.8	2.05	354.24	
Sobrecimiento	36.8	0.4	14.72	
Cimiento	128.8	0.25	32.2	
Empuje activo	121.8	0.17	20.706	

**Fuente: Propia*

Momento resistente:

$$Mr: 169.73 \text{ kg-m}$$

Luego: $F.S.D.: = Mr/Mv$

$$F.S.D.: = 2.60$$

Por lo tanto, el $2.60 > 2.25$ entonces Cumple con la segunda comprobación

6. **Momento de volteo (Mv):** Extremo derecho

Tabla 36. Valores para calcular el MV*

ELEMENTO	H (Kg)	d (m)	M (Kg-m)	Mv (Kg-m)
Solera	5.8	3.35	19.43	444.95
Panel de quincha	172.8	2.05	354.24	
Sobrecimiento	36.8	0.4	14.72	
Cimiento	128.8	0.25	32.2	
Empuje activo	121.8	0.2	24.36	

*Fuente: Propia

Momento resistente:

Mr: 170.15 kg-m

Luego: **F.S.D.: = Mr/Mv**

F.S.D.: = 2.62

Por lo tanto, el $2.62 > 2.25$ entonces Cumple con la tercera comprobación

7. Dimensiones finales: Cimiento corrido de concreto ciclópeo de 0.40 m ancho de base, 0.50 m de altura y sobrecimiento de 0.30 m. En la figura 45 y 46, se pueden apreciar los planos acotados en perfil y planta de la cimentación del módulo de quincha, respectivamente.

Figura 45. Dimensiones de la sección del cimiento corrido de la vivienda modular (Fuente: propia).

Figura 46. Dimensiones del cimient corrido de la vivienda modular (Fuente: Propia)

5.2.3 Predimensionamiento Estructural

5.2.3.1 Vigas y Columnas de Madera

Las dimensiones de las vigas soleras son de sección de 4" x 4" y de longitud máxima 6.25 m y de longitud mínima 3.30 m, y las dimensiones de las columnas son de sección de 4" x 4" y 2.50 m de altura. En la figura 47, se muestra el plano estructural acotado con las dimensiones de las vigas y columnas de madera.

Figura 47. Dimensiones y distribución de las columnas principales y secundarias
(Fuente propia)

5.2.3.2 Paneles de Quincha

Los muros de quincha tienen un ancho desde 0.40 m - 1.40 m, espesor de 0.10 m y una altura de 1.00 m, 1,90 m y 2.50 m. Así mismo, en las figuras 48 y 49, se muestran los planos acotados de los paneles de quincha que conformarán los muros del módulo sostenible. Los paneles de quincha tienen las siguientes dimensiones:

- 15 paneles de quincha de 1.00m x 2.50 m
- 8 paneles de quincha de 1.20m x 2.50 m
- 2 paneles de quincha de 1.05m x 2.50 m
- 4 paneles de quincha de 1.20m x 1.00 m
- 1 panel de quincha de 1.00m x 1.00 m
- 1 panel de quincha de 1.40m x 2.50 m
- 1 panel de quincha de 0.90m x 2.50 m
- 1 panel de quincha de 0.60m x 2.50 m
- 1 panel de quincha de 1.20m x 1.90 m
- 1 panel de quincha de 0.40m x 2.50 m

Figura 48. Dimensiones de los paneles y columna de la vivienda modular (Fuente: Propia)

5.2.3.3 Techo

El techo del ambiente social tiene una luz de 4.80 m con viguetas transversales de madera y viguetas de caña en el mismo sentido de la caída del agua con secciones 2" x 4" y 25 mm respectivamente. Así mismo, el techo de la cocina comedor tiene una luz de 3.30 m con viguetas transversales de madera y viguetas de caña en el mismo sentido de la caída del agua de secciones 2" x 4" y 25 mm respectivamente. En las figuras 50 y 51, se muestran los planos acotados de los techos del módulo sostenible

Figura 50. Dimensiones de los techos a un agua, vista de planta, de la vivienda modular (Fuente: Propia).

Figura 51. Dimensiones de los techos a un agua, vista frontal, de la vivienda modular (Fuente: Propia).

5.2.4 Cálculo Estructural

Para realizar los análisis sísmicos de la vivienda modular de quinchas se consideró el comportamiento lineal – elástico con las solicitaciones sísmicas reducidas, se realizó el análisis estático con el objetivo de determinar la fuerza cortante horizontal en la base de la estructura. Así mismo, el objetivo del análisis dinámico modal espectral fue determinar la curva de aceleración espectral en función del tiempo [37].

5.2.4.1 Análisis Estático

Para realizar el análisis estático se determinaron los factores de suelo, uso y coeficiente sísmico; y se determinó el peso total de la edificación. En primer lugar, el factor de suelo “S” se debe considerar el tipo de suelo y la ubicación, Sondorillo presenta un tipo de suelo intermedio “S2”. En segundo lugar, el factor de uso “U” se determina según el uso o importancia de la edificación, la categoría que se le asigna a la vivienda es de edificación común, debido a esto el factor U es 1. En tercer lugar, el coeficiente sísmico “C” se determina en relación a la ubicación, Sondorillo se encuentra en la zona sísmica 3, por lo tanto, el factor C es 0.20. Por último, para determinar el peso de la vivienda, se realizó el metrado de cargas muertas y cargas vivas según la Norma de Cargas E. 020. Con el objetivo de calcular la fuerza sísmica horizontal en la base del módulo de quinchas, se siguieron parámetros de la E.030 Norma de Diseño Sismoresistente y la E.080 Norma de Diseño y Construcción con tierra reforzada:

$$H = S.U.C.P$$

Figura 52. Fórmula de fuerza sísmica horizontal en la base (Fuente: E.030)

- H = Fuerza sísmica horizontal en la base.
- S = Factor de suelo.
- U = Factor de uso.
- C = Coeficiente sísmico.
- P = Peso total de la edificación, incluyendo carga muerta y el 50 % de la carga viva.

Pesos Específicos: Para el peso específico del panel de quinchá se tomó como referencia a **Mercado (2018)**. El cual realizó ensayos y se está considerando los pesos específicos más representativos de Barro + caña $11379.6 \frac{N}{m^3}$.

Metrado de Cargas

- **Carga Muerta**

*Tabla 37. Metrado de columnas de la vivienda modular**

COLUMNAS					
Cantidad	Base (m)	Altura (m)	Longitud (m)	Peso específico(kg/m^3)	Peso (kg)
7	0.10	0.10	2.50	590.00	103.25
2	0.10	0.10	3.50	590.00	41.30
4	0.10	0.10	3.80	590.00	89.68
1	0.10	0.10	3.65	590.00	21.54
2	0.10	0.10	3.40	590.00	40.12
22	0.05	0.05	2.50	590.00	81.13
2	0.05	0.05	0.60	590.00	1.77
3	0.05	0.05	0.85	590.00	3.76
1	0.05	0.05	1.12	590.00	1.65
1	0.05	0.05	1.00	590.00	1.48
2	0.05	0.05	0.30	590.00	0.89
					386.55

**Fuente: Propia*

*Tabla 38. Metrado de vigas de la vivienda modular**

VIGAS					
Cantidad	Base (m)	Altura (m)	Longitud (m)	Peso específico (kg/m^3)	Peso (kg)
3	0.10	0.10	3.20	590.00	56.64
1	0.10	0.10	2.05	590.00	12.10
3	0.10	0.10	2.45	590.00	43.37
1	0.10	0.10	2.65	590.00	15.64
1	0.10	0.10	1.85	590.00	10.92
2	0.10	0.10	2.25	590.00	26.55
1	0.10	0.10	3.50	590.00	20.65
					185.85

**Fuente: Propia*

Tabla 39. Metrado de muros de la vivienda modular*

MUROS						
Cantidad	Base (m)	Espesor (m)	Altura (m)	Volumen (m ³)	Peso específico (kg/m ³)	Peso (kg)
15	1.00	0.10	2.50	0.25	1160.00	4350.00
8	1.20	0.10	2.50	0.30	1160.00	2784.00
2	1.05	0.10	2.50	0.26	1160.00	609.00
4	1.20	0.10	1.00	0.12	1160.00	556.80
1	1.00	0.10	1.00	0.10	1160.00	116.00
1	1.40	0.10	2.50	0.35	1160.00	406.00
1	0.90	0.10	2.50	0.23	1160.00	261.00
1	0.60	0.10	2.50	0.15	1160.00	174.00
1	1.20	0.10	1.90	0.23	1160.00	264.48
1	0.40	0.10	2.50	0.10	1160.00	116.00
1	2.25	0.10	1.25	0.14	1160.00	163.13
1	2.25	0.10	0.65	0.07	1160.00	84.83
1	2.65	0.10	1.25	0.17	1160.00	192.13
1	1.85	0.10	0.60	0.06	1160.00	64.38
2	1.00	0.10	0.60	0.03	1160.00	69.60
2	2.00	0.10	0.58	0.06	1160.00	134.56
2	1.20	0.10	1.25	0.08	1160.00	174.00
1	0.60	0.10	1.25	0.04	1160.00	43.50
1	1.20	0.10	0.85	0.05	1160.00	59.16
1	0.40	0.10	1.25	0.03	1160.00	29.00
1	0.90	0.10	0.90	0.04	1160.00	46.98
						10698.54

*Fuente: Propia

Tabla 40. Metrado de techo de la vivienda modular*

TECHO					
Cantidad	Base (m)	Altura (m)	Longitud (m)	Peso específico (kg/m ³)	Peso (kg)
2	0.10	0.10	3.50	590.00	41.30
6	0.05	0.10	3.95	590.00	69.92
2	0.10	0.10	5.30	590.00	62.54
14	0.05	0.10	5.90	590.00	243.67
					417.43

*Fuente: Propia

- **Carga Viva**

Tabla 41. Metrado de sobrecarga de la vivienda modular*

Sobrecarga (kg/m^2)	Área (m2)	Peso (kg)
30.00	56.47	1694.1

*Fuente: Propia

Tabla 42. Cálculo de la fuerza sísmica de la vivienda modular*

	DESCRIPCIÓN	FACTOR
FACTOR DE SUELO (S)	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible $> 0.1 \text{ Mpa}$ ó 1.02 kg.f/cm^2	1.4
FACTOR DE USO (U)	Vivienda	1
FACTOR DE COEFICIENTE SÍSMICO (C)	Zona sísmica 3	0.2
PESO TOTAL (P)	Carga muerta y 50 % de la carga viva	12.54

FUERZA SÍSMICA HORIZONTAL (H)	3.5099157
--------------------------------------	-----------

CORTANTE BASAL , DIRECTAMENTE HORIZONTAL EN LA BASE

*Fuente: Propia

5.2.4.2 Análisis Dinámico Modal Espectral

Para realizar el análisis dinámico se determinaron los factores de zona, de amplificación del suelo, de uso y el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas. En primer lugar, el factor de zona “Z” se determina en relación a la ubicación y distribución según movimientos sísmicos registrados, Sondorillo se encuentra ubicado en la zona sísmica 3, es decir el factor Z es 0.35. En segundo lugar, para determinar el factor de amplificación del suelo “S” se debe considerar el tipo de suelo y la ubicación, Sondorillo presenta un tipo de suelo intermedio “S2” y se ubica en la zona sísmica 3, debido a esto se determinó que el factor S es 1.15. Así mismo, con las características del lugar se determinaron los periodos T_p y T_L igual a 0.6 y 2.0, respectivamente, estos factores son necesarios para determinar el factor de amplificación sísmica “C”. En tercer lugar, el factor de uso “U” se determina según el uso o importancia

de la edificación, la categoría que se le asigna a la vivienda es de edificación común, debido a esto el factor U es 1. Por último, para determinar el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas “R”, se determinó el sistema de estructuración y los materiales, el módulo de quincha presenta un sistema estructural de madera, debido a esto el factor R es 7. Con el objetivo de calcular la aceleración espectral, se siguieron parámetros de la E.030 Norma de Diseño Sismoresistente y la E.080 Norma de Diseño y Construcción con tierra reforzada:

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \times g$$

- S_a = Aceleración Espectral.
- U = Factor de uso.
- C = Factor de amplificación sísmica.
- S = Factor de amplificación suelo.
- R = Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas.
- g = Gravedad.

*Tabla 43. Resumen de parámetros para el análisis dinámico de la vivienda modular**

Z	0.35
U	1.00
S	1.15
T_P	0.60
T_L	2.00
R	7.00
g (m/s²)	9.81

**Fuente: Propia*

Tabla 44. Tabla del análisis dinámico para un periodo de 0 a 3 segundos*

T (s)	C	Sa(m/s^2)
0.00	2.50	1.4102
0.25	2.50	1.4102
0.50	2.50	1.4102
0.75	2.00	1.1282
1.00	1.50	0.8461
1.25	1.20	0.6769
1.50	1.00	0.5641
1.75	0.86	0.4835
2.00	0.75	0.4231
2.25	0.59	0.3343
2.50	0.48	0.2708
2.75	0.40	0.2238
3.00	0.33	0.1880

*Fuente: Propia

Figura 53. Curva de variación de la aceleración espectral en función del tiempo (Fuente: Propia)

5.3 Modelación BIM

En primer lugar, con el objetivo de obtener la simulación en 4D, el modelo en 3D realizado en Revit y el cronograma realizado en Ms Project se exportaron a Navisworks. Este software permite combinar, revisar, realizar seguimiento y control eficiente a modelos del proyecto de construcción en tiempo real, mediante un conjunto de herramientas. Además, la simulación de la construcción en 4D permite detectar incompatibilidades en el proyecto en relación a la información exportada. [55]. En la figura 54, 55 y 56, se muestra la vivienda modular en 4D.

Figura 54. Vivienda modular en 4D en la instalación de los primeros paneles (Fuente: Propia).

Figura 55. Vivienda modular en 4D con todos los paneles del perímetro instalados (Fuente: Propia)

Figura 56. Vivienda modular en 4D con paneles, vanos y el techo de la cocina comedor
(Fuente: Propia)

6 CAPITULO V: VERIFICACION DEL DISEÑO ESTRUCTURAL

- Según los autores Silva y Zegarra, realizaron estudios a una vivienda de quincha con paneles de 3.16 m. x 3.16 m. x 0.20 m. tomando en cuenta el factor de suelos, densidad de muros y multidireccionalidad del sismo real basándose en la NTE E-030 y NTE E-080. Obteniendo como resultado el valor de la cortante basal para 6 ensayos con diferente característica del sismo.

Tabla 45. Resumen de las características del sismo para realizar el análisis de cortante basal*

Equivalencia de Intencidad con valores nominales de Aceleracion (Ao) y Amplitud (Do) de la Mesa Vibradora			
Fase de Ensayo	Característica del Sismo	Ao	Do
		(g)	(mm)
1	Muy frecuente o muy leve	0.1	1.5
2	Frecuente o leve	0.3	4.5
3	Poco frecuente o moderado	0.6	9
4	Intermedio entre moderado y severo	0.8	12
5	Raro o Severo	1	15
6	Muy raro o catastrófico	1.2	100

*Fuente: Sencico

Tabla 46. Resumen de los valores del análisis de la cortante basal*

	M1	M2	M3	M4	M5	M6
Cortante Basal (kg)	1379	5489	8599	10467	12926	8566

*Fuente: Sencico

- Según Lourdes Cárdenas, realizó un estudio a un hotel de quincha de dos pisos con paneles de 1.20 m. x 3.00 m. x 0.15 m. tomando en cuenta el factor de suelos y multidireccionalidad del sismo basándose en la NTE E-030 Y NTE E-080. Obteniendo como resultado el valor de la cortante basal 4507.89 kg. Además, indica que las construcciones de quincha en comparación con las de adobe son más resistentes sísmicamente, ya que llegó a la conclusión basándose en ensayos que la capacidad admisible por esfuerzo cortante de adobe es 0.25 kg/cm² y la de quincha es de 0.4 kg/cm².
- Según Sergio Astorga, realizó un estudio a una vivienda de quincha con paneles de 1.50 m. x 1.50 m. x 0.25 m. tomando en cuenta la densidad de muros y multidireccionalidad del sismo real basándose en la NTE E-0.30 Y NTE E-080. Obteniendo como resultado el valor de la cortante basal 3600.35 kg. Además, indica que las construcciones de quincha en comparación con las de adobe resisten 3 veces más la cortante basal lo cual lo hace sísmicamente más resistente.
- Según Roberto Silva, realizó un estudio a una vivienda de quincha con paneles de 2.5 m. x 3.2 m. x 0.10 m. tomando en cuenta el factor de suelos, densidad de muros y la multidireccionalidad del sismo basándose en la NTE E-030 Y NTE E-080. Obteniendo como resultado el valor de las cortantes basal para los 3 ensayos con diferentes características del sismo.

Tabla 47. Resumen de las características del sismo para realizar el análisis de cortante basal*

Nivel de amenaza sísmica para distintos periodos de retorno		
Clasificación del sismo	Periodo de retorno del evento sísmico	Probabilidad de excedencia y tiempo de vida de la estructura
Ocasional	72 años	50% en 30 años de vida
Raro	475 años	10% en 50 años de vida
Muy raro	970 años	10% en 100 años de vida

*Fuente: Silva,2018

Tabla 48. Resumen de los valores del análisis de la cortante basal*

	M1	M2	M3
Cortante Basal (kg)	1984	2743	3872

*Fuente: Silva,2018

Luego de estudiar la literatura de los ensayos por corte de viviendas de quinchá, se realizó un modelo matemático de la vivienda modular sostenible mediante el software SAP 2000, basándose en la NTE E-030 Y NTE E-080, lo cual servirá para poder comparar con la literatura y verificar si cumple con las condiciones sísmicas. En la figura 57 observamos la deformación por carga viva y en la figura 58 observamos la deformación por la carga muerta.

Figura 57. Deformación de carga viva de la modelación de la vivienda modular sostenible en SAP 2000. (Fuente: Propia)

Figura 58. Deformación de carga muerta de la modelación de la vivienda modular sostenible en SAP 2000 (Fuente: Propia)

Obteniendo como resultado que la capacidad admisible por esfuerzo cortante del módulo de vivienda sostenible es 0.3 kg/cm² y la cortante basal es 3509.9 kg. En conclusión, el $\phi R_n \geq R_u$, es decir, el modelo matemático del diseño estructural de la vivienda modular de quincha cumple con los valores de la literatura estudiada.

Tabla 49. Resumen de los valores de la cortante basal*

Autor	Dimensiones de panel de quincha	ϕR_n		R_u
Silva y Zegarra	3.16m X 3.16m X 0.20m	5489 kg	$\geq$	3509.9 kg
Lourdes Cardenas	1.20m X 3.00m X 0.15m	4507.89 kg		
Sergio Astorga	1.50m X 1.50 X 0.25m	3600.35 kg		
Roberto Silva	2.5m X 3.2m X 0.10m	3872 kg		

*Fuente Propia

7 CAPITULO VI: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1 Conclusiones

- La Construcción Vernácula considera los factores bioclimáticos, el uso de materiales de construcción disponibles en la zona; y el aprovechamiento de la ventilación e iluminación natural. Los factores bioclimáticos analizados (hidrológicos, sísmicos y eólicos), determinan que Sondorillo es un distrito apto para la construcción de viviendas sostenibles.
- En el diseño arquitectónico, se empleó la técnica la ventilación cruzada en la distribución de vanos que permite la circulación y renovación del aire interior garantizando el confort térmico de la vivienda modular.
- Los muros de quinchá son elementos estructurales compuestos por un entramado de cañas que aportan rigidez y ductilidad a la estructura, garantizando la resistencia sísmica de las viviendas de quinchá prefabricada, y transmiten las cargas a la cimentación.
- La madera cachimbo pertenece al grupo B y tiene una densidad de 0.59 g/cm³, módulo de elasticidad a la flexión de 131000 kg/cm², esfuerzo admisible a la flexión de 150 kg/cm², esfuerzo admisible a la tracción paralela de 105 kg/cm², esfuerzo admisible a la compresión paralela de 110 kg/cm², esfuerzo admisible a la compresión perpendicular de 28 kg/cm² y esfuerzo admisible al corte paralelo de 12 kg/cm².
- La caña brava presenta propiedades físicas como: esfuerzo admisible a la flexión 50kg/cm², esfuerzo admisible a la tracción paralela 160 kg/cm², esfuerzo admisible a la compresión paralela 130kg/cm², esfuerzo admisible al corte 10 kg/cm², esfuerzo admisible a la compresión perpendicular 13 g/cm², módulo de elasticidad promedio 95000 kg/cm² y módulo de elasticidad mínimo 73000 kg/cm².

- La implementación de materiales eficientes como la caña, la madera, la fibra de paja y barro, permite alcanzar la construcción viviendas sostenibles. El recubrimiento de barro y fibra de paja que garantiza el confort térmico de las viviendas en climas cálidos como el que tiene Sondorillo. Según las investigaciones realizadas se llegó a la conclusión que los paneles de quincha presentan una transmitancia térmica de 2.64 W/m²K.

- En el diseño de la cimentación se realizó 3 comprobaciones del cumplimiento de las dimensiones: 1. El factor de seguridad al deslizamiento entre la fuerza resistente y la fuerza actuante, 2. Factor de seguridad al deslizamiento entre el momento de volteo y momento resistente del extremo izquierdo y 3. Factor de seguridad al deslizamiento entre el momento de volteo y momento resistente del extremo derecho; llegando a cumplir las tres. Es decir, el diseño de la cimentación es el adecuado para el peso total a soportar del módulo de vivienda y para el tipo de suelo del distrito de Sondorillo.

- La distribución de vanos se realizó basada en la técnica de ventilación cruzada, lo cual permite la circulación y renovación del aire interior de la vivienda. En la presente investigación, la dirección del flujo del aire en la vivienda, ingresa por el norte (sala, dormitorio 2 y pasadizo) y sale por el sur (cocina, baño, dormitorio 1), por lo tanto, se mantiene una temperatura constante y confortable dentro de la vivienda.

- En el diseño estructural se comparó la literatura estudiada con un modelo matemático analizado en SAP 2000, cumpliendo los criterios de resistencia, estabilidad y comportamiento sismo resistente. Se determinó que el ϕR_n fue mayor que el R_u con valor de 3509.9 kg. Es decir, el diseño estructural del módulo de vivienda sostenible es segura para los pobladores del distrito de Sondorillo – Huancabamba – Piura.

7.2 Recomendaciones

- Considerar los factores bioclimáticos como los sísmicos, hidrológicos y eólicos; con el objetivo de determinar si la ubicación es apta para la construcción de viviendas.
- Realizar capacitaciones a los pobladores del distrito de Sondorillo – Huancabamba - Piura, con el objetivo de dar a conocer y valorar la construcción Vernácula mediante el proceso constructivo de la quinchá prefabricada.
- Implementar la construcción de viviendas modulares sostenibles con el proceso constructivo de quinchá prefabricada, con el objetivo de alcanzar la construcción eficiente y segura.
- En viviendas ubicadas en zonas con climas cálidos, realizar la distribución de vanos basada en la técnica la ventilación cruzada, con el objetivo de obtener la circulación y renovación del aire interior; y garantizar el confort térmico de la vivienda modular.
- Es importante realizar el análisis dinámico modal espectral con el objetivo de determinar la curva de variación de la aceleración espectral en función del tiempo; es decir, el comportamiento de la vivienda en eventos sísmicos.
- Realizar una modelación en 4D Naviswork con el objetivo de detectar incompatibilidades, revisar, realizar seguimiento y control en relación a la información.

8 REFERENCIAS

- [1] Chilet, S. (2017). ¿Cuántas viviendas son producto de la autoconstrucción y que riesgos enfrentan? Gestión. Recuperado de <http://gestion.pe/inmobiliaria/cuantas-viviendas-producto-autoconstruccion-y-que-riesgos-enfrentan-2184981> [Consulta: 6 de abril de 2018].
- [2] Sub Dirección de Aplicaciones Estadísticas - INDECI, (2017). Boletín Estadístico Virtual de la Gestión Reactiva. *INDECI*. Recuperado de <https://www.indeci.gob.pe/direccion-politicas-y-planos/compendios-estadisticos/> [Consulta: 15 de junio de 2020].
- [3] Cuitiño, G., Esteves, A., Maldonado, G., & Rotondaro, R., (2015). Analysis of thermal transmittance and resistance to soft shock in wattle walls. *Informes de la construcción*, 67, 537. Doi: <http://dx.doi.org/10.3989/ic.12.082>.
- [4] Wieser, M., Onnis, S., Meli, G., (2018). *Conductividad térmica de la tierra alivianada con fibras naturales en paneles de quincha*. Presentación para el 18° Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. Recuperado de <http://arquitectura.pucp.edu.pe/investigacion/centro-de-documentacion/conductividad-de-la-tierra-alivianada-con-fibras-naturales-en-paneles-de-quincha/> [Consulta: 01 de Julio 2020].
- [5] Holguino, Olivera & Escobar, (2018). Confort térmico en una habitación de adobe con sistema de almacenamiento de calor en los andes del Perú. *Revista Digital de Investigaciones Altoandinas*, 20 (3), 289–300. Doi: <http://dx.doi.org/10.18271/ria.2018.394>.
- [6] Barnet, Jabrane & Nolte, (2013). Estudio de Vulnerabilidad de las Viviendas de Bambú al Cambio Climático en el Norte del Perú. *Ocean Docs Repository of Ocean Publications*. Recuperado de <https://www.oceandocs.org/handle/1834/8310> [Consulta: 03 de Julio del 2020].
- [7] Ministerio del Ambiente, (2019). Tercera Comunicación Nacional del Perú a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. *GOB.PE*. Recuperado de <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/306219-tercera-comunicacion-nacional-del-peru-a-la-convencion-marco-de-las-naciones-unidas-sobre-cambio-climatico> [Consulta: 01 de Julio de 2020].

- [8] El Peruano, (2017). Ejecutivo dará bono de S/500 mensuales para damnificados. *El Peruano*. Recuperado de <http://elperuano.pe/noticia-ejecutivo-dara-bono-s-500-mensuales-para-damnificados-60967.aspx> [Consulta: 11 de abril de 2018].
- [9] Autoridad para la Reconstrucción con Cambios, (2018). Informe de Avance de la Ejecución Física y Financiera al I Trimestre de 2018. *Presidencia del Consejo de Ministros*. Recuperado de <https://www.rcc.gob.pe/2020/informe-de-avance-de-ejecucion-fisica-y-financiera-al-i-trimestre-2018/> [Consulta: 02 de Julio de 2020].
- [10] Autoridad para la Reconstrucción con Cambios, (2018). Vivienda. *Presidencia del Consejo de Ministros*. Recuperado de <http://www.rcc.gob.pe/viviendas/> [Consulta: 02 de Julio de 2020].
- [11] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2019). Programa Nacional de Vivienda Rural. *GOB.PE*. Recuperado de <https://www.gob.pe/6977-programa-nacional-de-vivienda-rural-que-hacemos> [Consulta: 03 de Julio de 2020].
- [12] Venkateswara, V., Parameshwaran, R, y Vinayaka Ram, V. (2018). PCM – mortar based construction materials for energy efficient buildings: A review on research trends. *Energia y Edificios*, 158, 98 – 122. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.09.098>.
- [13] Abanto, G., Karkri, M., Lefebvre, G., Horn, M., Solis, J., y Gomez, M. (2017). Thermal properties of adobe employed in Peruvian rural areas: Experimental results and numerical simulation of a traditional bio-composite material. *Case Studies in Construction Materials*, 6, 177-191. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2017.02.001>.
- [14] Widder, L. (2017). Earth eco-building: textile-reinforced earth block construction. *Energy Procedia*, 122, 757-762. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.07.392>.
- [15] Michael, A., Demosthenous, D., y Philokyprou, M. (2017). Natural Ventilation for Cooling in Mediterranean climate: A case study in vernacular architecture of Cyprus. *Energy and Buildings*, 144, 333-345. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.03.040>.
- [16] Baca, L. G., & Neumann, J. V. (2015). Local seismic culture in Latin America. *Seismic Retrofitting: Learning from Vernacular Architecture*, 61. [Consulta: 23 de Abril de 2018].

- [17] Ecoadaix. (2017). La arquitectura bioclimática es un pilar fundamental de la construcción eficiente. *La arquitectura bioclimática todo lo que debes de conocer*. Recuperado de <https://ecoadaix.com/2017/05/26/la-arquitectura-bioclimatica-todo-lo-que-debes-de-conocer/> [Consulta: 02 de Julio de 2020].
- [18] Molina, O. (2017). Diseño Bioclimático. *Simulaciones Térmicas Dinámicas, Eficiencia Energética en Edificios, La Física en los edificios, Energía solar*. Recuperado de <http://alternativarenovable.blogspot.com/2017/09/disenio-bioclimatico.html> [Consulta: 02 de Julio de 2020].
- [19] Madrid Arquitectura (2018). Técnicas Bioclimáticas. La ventilación. *Noticias*. Recuperado de <https://madridarquitectura.com/40-tecnicas-bioclimaticas-la-ventilacion/> [Consulta: 02 de Julio de 2020].
- [20] Publiditec (2013). La Estrategia de Iluminación Natural en los Edificios. *Publiditec*. Recuperado de <http://publiditec.com/blog/la-estrategia-de-iluminacion-natural-en-los-edificios/> [Consulta: 02 de Julio de 2020.]
- [21] Miranda, L., Neira, E., Torres, R., Valdivia, R. (20). La Construcción Sostenible en el Perú. *Perú hacia la construcción sostenible en escenarios de cambio climático*. Recuperado de https://www.academia.edu/26193481/PER%C3%9A_HACIA_LA_CONSTRUCCI%C3%93N_SOSTENIBLE_EN_ESCENARIOS_DE_CAMBIO_CLIMATICO [Consulta: 03 de Julio de 2020].
- [22] Lobos, M. (2017). Sustainability notions in vernacular heritage of Choapa Valley. *Editorial Restauro Compas y Canto*, (4), 97-110. Recuperado de <https://editorialrestauro.com.mx/nociones-de-sostenibilidad-en-el-patrimonio-vernaculo-del-valle-del-choapa/> [Consulta: 11 de Abril de 2018].
- [23] Pontificia Universidad Católica del Perú (2010). ¿Qué es la construcción?. *Novedades*. Recuperado de <https://www.pucp.edu.pe/climadecambios/noticias/que-es-la-construccion-sostenible/> [Consulta: 03 de Julio de 2020].
- [24] Burga, J. (2010), *Construcción Vernácula peruana – Un análisis tipológico*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/230276769/ARQ-VERNACULA-PARTE1-pdf>. [Consulta: 5 de abril de 2018].

- [25] Ortega, J., Vasconcelos, G., Rodríguez, H., Correia, M., & Lourenco, P., (2017). Traditional earthquake resistant techniques for vernacular architecture and local seismic cultures: A literature review. *Revista de Património Cultural*, 27, 181 – 196. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.culher.2017.02.015>.
- [26] Vásquez, M., Cañar, J., Reinoso, I. (2016). Construcciones Vernáculas. *Universidad de Cuenca – Facultad de Arquitectura*. Recuperado de https://issuu.com/majocanar/docs/ca__ar_reinoso [Consulta: 04 de Julio de 2020].
- [27] Delgado, G. (2016). *Diseño de un modelo de vivienda social implementando el hormigón con fibras de madera*. (Tesis de Titulación, Universidad de Especialidades Espíritu Santo, Facultad de Arquitectura e Ingeniería Civil. Ecuador). Recuperado de <http://repositorio.uees.edu.ec/123456789/456> [Consulta: 12 de Mayo de 2018].
- [28] Arkiplus (2017). Techos a dos aguas. Características. *Arkiplus*. Recuperado de <http://www.arkiplus.com/techos-a-dos-aguas-caracteristicas> [Consulta: 16 de Setiembre de 2018].
- [29] Editor EOI, (2012). Capacidad calorífica e inercia térmica en ecomateriales y construcción sostenible. *Wiki EOI*. Recuperado de https://www.eoi.es/wiki/index.php/Capacidad_calor%C3%ADfica_e_inercia_t%C3%A9rmica_en_Ecomateriales_y_construcci%C3%B3n_sostenible [Consulta: 04 de Julio de 2020].
- [30] Vipeq Hispania, (2019). Conceptos básicos del aislamiento térmico. *VIPEQ*. Recuperado de <https://www.vipeq.es/aislamiento-termico/conceptos-basicos-del-aislamiento-termico/> [Consulta: 04 de Julio de 2020].
- [31] Lirola, C., (2020). Inercia térmica, ¿Cuándo conviene en una casa?. *Autopromotores*. Recuperado de <https://www.autopromotores.com/inercia-termica-segun-uso-de-la-vivienda/> [Consulta: 05 de Julio de 2020].
- [32] EcuRed, (2017). Aislamiento Térmico. *EcuRed*. Recuperado de https://www.ecured.cu/Aislamiento_t%C3%A9rmico [Consulta: 05 de Julio de 2020].

- [33] Ecoadaix. (2017). La ventilación cruzada, tu aliada para no utilizar el aire acondicionado. *Sistemas de ventilación de vivienda I: la ventilación cruzada*. Recuperado de <https://ecoadaix.com/2018/07/13/sistemas-ventilacion-vivienda-ventilacion-cruzada/> [Consulta: 02 de Julio de 2020].
- [34] García, P. (2019). Introducción al bioclimatismo y su función en las viviendas. *Construcción 21*. Recuperado de <https://www.construction21.org/espana/articles/es/introduccion-al-bioclimatismo-y-su-funcion-en-las-viviendas.html> [Consulta: 03 de Julio de 2020].
- [35] Calcerano, F., & Cecchini, C. (2014). Mediterranean Buildings Refurbishment: Thermal Mass and Natural Ventilation Simulated Control. *BauSIM*, 136-143. Recuperado de http://www.ibpsa.org/proceedings/bausimPapers/2014/p1126_final.pdf [Consulta: 11 de Abril de 2018].
- [36] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2017). Norma E.080 Diseño y Construcción con tierra reforzada. *Normas Legales*. Recuperado de https://www.google.com/search?q=NORMA+E.080+DISE%C3%91O+Y+CONSTRUCCI%C3%93N+CON+TIERRA+REFORZADA&rlz=1C5CHFA_enPE801PE801&oq=NORMA+E.080+DISE%C3%91O+Y+CONSTRUCCI%C3%93N+CON+TIERRA+REFORZADA&aqs=chrome..69i57j0l2.923j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8. [Consulta: 9 de junio de 2018].
- [37] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2017). Norma E-030 Diseño Sismoresistente. Recuperado de <https://www.sencico.gob.pe/investigacion/publicaciones.php?id=444> [Consulta: 25 de Octubre de 2018].
- [38] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2017). Norma E-020 Cargas. <https://www.sencico.gob.pe/publicaciones.php?id=230>. Recuperado de. [Consulta: 25 de Octubre de 2018].

- [39] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2017). Norma E.010 Madera. Recuperado de <http://www3.vivienda.gob.pe/DGPRVU/docs/RNE/T%C3%ADtulo%20III%20Edificaciones/49%20E.010%20MADERA%20DS%20N%C2%B0%20005-2014.pdf> [Consulta: 9 de Septiembre de 2018].
- [40] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, (2017). Norma E-100 Bambú. Recuperado de <https://www.sheltercluster.org/peru-floods-2017/documents/norma-tecnica-e100-para-el-uso-de-bambu>. [Consulta: 25 de Octubre de 2018].
- [41] Instituto Nacional de Estadística e Informática, (2017). Resultados definitivos de los Censos Nacionales 2017. *INEI*. Recuperado de https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1553/ [Consulta: 15 de Junio de 2020].
- [42] Climate-Data.Org. (2016). Clima: Sondorillo. *Climate-Data.Org*. Recuperado de <https://es.climate-data.org/location/875160/>. [Consulta: 9 de junio de 2018].
- [43] Provias, (2018). Plan Vial de la Provincia de Huancabamba. Recuperado de http://www.proviasdes.gob.pe/planes/piura/pvpp/pvpp_huancabamba.pdf [Consulta: 02 de Mayo de 2020].
- [44] Balbín, J. (2017). Precipitaciones pluviales en las provincias del Departamento de Piura. *Revista Indeci*. Recuperado de <https://www.indecigob.pe/objetos/alerta/MjY0OA==/20170405082756.pdf> [Consulta: 19 de mayo de 2018].
- [45] Redacción Perú 21. (2018). Reconstrucción en el norte del país es criticada por colegios profesionales. *Perú 21*. Recuperado de <https://peru21.pe/peru/fenomeno-nino-costero-reconstruccion-norte-criticada-colegios-profesionales-391756>. [Consulta: 8 de Abril de 2018].
- [46] SENAMHI-Oficina de Estadística. (2017). Datos históricos de las precipitaciones de la estación meteorológica Huancabamba. *SENAMHI*. Recuperado de https://www.senamhi.gob.pe/include_mapas/_dat_esta_tipo.php?estaciones=000239. [Consulta: 9 de junio de 2018].

- [47] Facultad de Construcción, Urbanismo y Artes. (2015). Sistema Constructivo en Quincha. Recuperado de <https://es.slideshare.net/YordiSarango/sistema-constructivo-dequincha>. [Consulta: 4 de abril de 2018].
- [48] Moromi Nakata, Isabel. (2017). Norma E 010 Madera. *Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento*. Recuperado de <http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/difusion/eventos/2012/TOTAL/7.%20Norma%20E.010%20Madera.pdf>. [Consulta: 9 de junio de 2018].
- [49] Serrano Yuste, Paula. (2014). Arquitectura sostenible y ecológica utilizando paja como material constructivo. *Certificados Energeticos.com*. Recuperado de <https://www.certificadosenergeticos.com/arquitectura-sostenible-ecologica-utilizando-paja-material-constructivo>. [Consulta: 9 de junio de 2018].
- [50] Paniagua, D. (2015). *Interpretación bioclimática de la arquitectura vernácula*. Monografía (Documentación). E.T.S. Arquitectura (UPM). Recuperado de http://oa.upm.es/43959/1/Diego_Paniagua_01.pdf. [Consulta: 24 de Agosto de 2018].
- [51] Senamhi – Perú. (2016). Para el proyecto: “Hacia un Desarrollo Bajo en Carbono y Resiliente al Cambio Climático en las Regiones de Piura y Tumbes”. *Caracterización y Escenarios Climáticos de la Región Piura*. Recuperado de <http://siar.regionpiura.gob.pe/index.php?accion=verElemento&idElementoInformacion=675&verPor=&idTipoElemento=35&idTipoFuente=>. [Consulta: 24 de Agosto de 2018].
- [52] Simulaciones y Proyectos, (2018). Ventilación Natural. *Ingeniería para Arquitectura Bioclimática y Sostenible*. Recuperado de <https://www.simulacionesyproyectos.com/blog-ingenieria-arquitectura/ventilacion-natural/> [Consulta: 20 de Noviembre de 2019].
- [53] San Bartolomé, A., (2008). Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E.070 “Albañilería”. *SENCICO*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/sanders105/comentarios-a-la-norma-tnica-de-edificacin-e070-per> [Consulta: 02 de Julio de 2020].

- [54] Remigio, J., (2010). Servicio de Consultoría para ejecutar el estudio de capacidad de uso mayor de la tierra en el departamento de Piura. *GRRNNYMA – Proyecto ZEE. Recuperado de* http://geoservidorperu.minam.gob.pe/geoservidor/Archivos/Mapa/Piura/Memoria_Descriptiva_Suelos_Cum_Fisiografia.pdf [Consulta: 01 de Julio de 2020].
- [55] Autodesk, (2018). *Visión de Conjunto*. Navisworks, software de revisión de proyectos para profesionales de AEC. Recuperado de <https://www.autodesk.com/products/navisworks/overview> [Consulta: 25 de Septiembre de 2018].

9 ANEXOS

A) Diseño en Revit:

Figura 59. Módulo de vivienda en 3D Revit: Vista en 3D (Fuente: Propia)

Figura 60. Módulo de vivienda en 3D Revit: Vista en 3D (Fuente: Propia)

- **B) Tabla para Diseño Sismoresistente:**

Tipo	Descripción	Factor de suelo (S)
I	Rocas o suelos muy resistentes con capacidad portante admisible > 0.3 MPa ó 3.06 kg.f/cm ²	1,0
II	Suelos intermedios o blandos con capacidad portante admisible > 0.1 Mpa ó 1.02kg.f/cm ²	1,4

Tabla 50. Factor de Suelo

Tipo de Edificaciones	Factor de Uso (U)	Densidad
NT A.030 Hospedaje 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	1,4	15%
NT A.060 Industria NT A.070 Comercio NT A.080 Oficinas	1,2	12%
Vivienda: Unifamiliar y Multifamiliar Tipo Quinta	1,0	8%

Tabla 51. Factor de uso y densidad según tipo de edificación

Zona Sísmica	Coefficiente Sísmico (C)
4	0,25
3	0,20
2	0,15
1	0,10

Tabla 52. Coeficiente sísmico por zona sísmica para edificaciones de tierra reforzada

- C) Tabla para Análisis Dinámico:

Tabla N° 1 FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Tabla 53. Coeficiente sísmico por zona sísmica (Z)

Tabla N° 4 PERÍODOS " T_P " Y " T_L "				
	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T_P (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
T_L (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Tabla 54. Coeficiente de los periodos del suelo (TP y TL)

$T < T_P$	$C = 2,5$
$T_P < T < T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$
$T > T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$

Tabla 55. Coeficiente de amplificación sísmica (C)

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0,80	1,00	1,05	1,10
Z ₃	0,80	1,00	1,15	1,20
Z ₂	0,80	1,00	1,20	1,40
Z ₁	0,80	1,00	1,60	2,00

Tabla 56. Coeficiente de amplificación del suelo (S)

<p align="center">Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES</p>	
Sistema Estructural	Coefficiente Básico de Reducción R_o (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Tabla 57. Coeficiente básico de reducción (R)

C	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
Edificaciones Comunes		

Tabla 58. Coeficiente de factor de uso (U)

Artículo 7.- CARGA VIVA DEL TECHO	
Se diseñarán los techos y las marquesinas tomando en cuenta las cargas vivas, las de sismo, viento y otras prescritas a continuación.	
7.1	Carga Viva.- Las cargas vivas mínimas serán las siguientes:
a)	Para los techos con una inclinación hasta de 3° con respecto a al horizontal, 1,0 kPa (100 kgf/m²).
b)	Para techos con inclinación mayor de 3°, con respecto a la horizontal 1,0 kPa (100 kgf/m²) reducida en 0,05 kPa (5 kgf/m²), por cada grado de pendiente por encima de 3°, hasta un mínimo de 0,50 kPa (59 kgf/m²).
c)	Para techos curvos, 0,50 kPa (50 kgf/m²).
d)	Para techos con coberturas livianas de planchas onduladas o plegadas, calaminas, fibrocemento, material plástico, etc., cualquiera sea su pendiente, 0,30 kPa (30 kgf/m²), excepto cuando en el techo pueda haber acumulación de nieve, en cuyo caso se aplicará lo indicado en el Artículo 11.
e)	Cuando se trate de malecones o terrazas, se aplicará la carga viva correspondiente a su uso particular, según se indica en la Tabla 1.

Figura 61. Carga viva del Techo

- **D) Intervenciones de Reconstrucción**

*Tabla 59. Detalle de Intervenciones de Reconstrucción en Sondorillo - Huancabamba - Piura**

N	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	EJECUTORA	INTERVENCION	MONTO TRANSFERIDO	FECHA PUBLICACIÓN	ESTADO	TIPO INTERVENCION	TIPO PRODUCTO / PROYECTO
1	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	AGRICULTURA	PROGRAMA SUBSECTORIAL DE IRRIGACION - PSI	REHABILITACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL CANAL TIERRA NEGRA, SECTOR TIERRAS AMARILLAS, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA	S/763.399	22/07/2018	CULMINADO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
2	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE E INSTALACION DE UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO EN EL CENTRO POBLADO LAGUNA AMARILLA, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA-PIURA	S/2.011.553	17/08/2018	CULMINADO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
3	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	RENOVACIÓN DE CARRETERAS DE ACCESO; EN EL(LA) CAMINO VECINAL VIRGEN DEL CARMEN, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO PIURA	S/469.203	22/07/2018	CULMINADO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
4	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	RENOVACIÓN DE CARRETERAS DE ACCESO; EN EL(LA) CAMINO VECINAL MITUPAMPA DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO PIURA	S/927.133	22/06/2018	CULMINADO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
5	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	RENOVACIÓN DE CARRETERAS DE ACCESO; EN EL(LA) EN EL CAMINO VECINAL TRONERAS-MANDORCILLO, EN LA LOCALIDAD MANDORCILLO, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO PIURA	S/1.421.507	22/07/2018	EJECUCIÓN	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
6	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS REGIONALES	REGION PIURA-SEDE CENTRAL	REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL ULPAMACHE – INGAÑO GRANDE – RODRIGUEZ DE MENDOZA DEL DISTRITO DE SONDORILLO – PROVINCIA DE HUANCABAMBA - DEPARTAMENTO DE PIURA	S/3.300.000	16/06/2018	EJECUCIÓN	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
7	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS REGIONALES	REGION PIURA-SEDE CENTRAL	REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL LACCHAN BAJO – TIERRA NEGRA - UCHUPATA DEL DISTRITO DE SONDORILLO – PROVINCIA DE HUANCABAMBA - DEPARTAMENTO DE PIURA	S/2.200.000	16/06/2018	EJECUCIÓN	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO

**Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios*

- **E) Intervenciones de Reconstrucción**

*Tabla 60. Detalle de intervenciones de soluciones de vivienda en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2018**

N	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	EJECUTORA	INTERVENCION	MONTO TRANSFERIDO	FECHA PUBLICACIÓN	ESTADO	TIPO INTERVENCION	TIPO PRODUCTO /PROYECTO
1	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO	MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO- ADM. GENERAL	BONO FAMILIAR PARA 3 VIVIENDAS RURALES EN EL DISTRITO DE SONDORILLO DE LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA	S/82.474	22/07/2018	EXPRESIÓN DE INTERÉS	SOLUCIONES DE VIVIENDA	ACTIVIDAD

** Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios*

F) Intervenciones de Reconstrucción

*Tabla 61. Detalle de intervenciones de reconstrucción en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2019**

N	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	EJECUTORA	INTERVENCION	MONTO TRANSFERIDO	FECHA PUBLICACIÓN	ESTADO	TIPO INTERVENCION	TIPO PRODUCTO / PROYECTO
1	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	AGRICULTURA	PROGRAMA SUBSECTORIAL DE IRRIGACION - PSI	REHABILITACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL CANAL TIERRA NEGRA, SECTOR TIERRAS AMARILLAS, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA	S/763.399	31/01/2019	CULMINADO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
2	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	AGRICULTURA	PROGRAMA SUBSECTORIAL DE IRRIGACION - PSI	REHABILITACION DEL SERVICIO DE AGUA DEL CANAL LA LACTE, DEL CASERIO LA LACTE, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA-PIURA	S/1.910.629	16/02/2019	EJECUCIÓN	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
3	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	RENOVACIÓN DE CARRETERAS DE ACCESO; EN EL(LA) CAMINO VECINAL VIRGEN DEL CARMEN, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO PIURA	S/300	31/01/2019	CULMINADO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
4	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	RENOVACIÓN DE CARRETERAS DE ACCESO; EN EL(LA) CAMINO VECINAL MITUPAMPA DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO PIURA	S/447	31/01/2019	CULMINADO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
5	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE AGUA POTABLE E INSTALACION DE UNIDADES BASICAS DE SANEAMIENTO EN EL CENTRO POBLADO LAGUNA AMARILLA, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA-PIURA	S/793.558	31/01/2019	CULMINADO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
6	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	REPARACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE SONDORILLO, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA.	S/909.256	07/11/2019	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
7	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	RENOVACIÓN DE CARRETERAS DE ACCESO; EN EL(LA) EN EL CAMINO VECINAL TRONERAS-MANDORCILLO, EN LA LOCALIDAD MANDORCILLO, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO PIURA	S/237.124	31/01/2019	EJECUCIÓN	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO

8	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS DE NIVEL INICIAL- PRIMARIO Y SECUNDARIO DE LA I.E. N° 14538, LUIS ANTONIO PAREDES MACEDA DEL CASERIO EL LANCHE, DISTRITO DE SONDORILLO - HUANCABAMBA - PIURA	S/10.736.830	24/01/2019	EJECUCIÓN	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
9	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	REPARACION DEL SISTEMA BASICO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE ULPAMACHE SECTOR CHILCAPUM, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO PIURA	S/244.551	11/10/2019	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
10	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	REPARACION DEL SISTEMA BASICO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE RUMICORRAL, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO PIURA	S/1.259.503	11/10/2019	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
11	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	REPARACION DEL SISTEMA BASICO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CUSMILAN, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO PIURA	S/447.056	11/10/2019	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
12	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	REHABILITACION DE LA I.E. N° 14541 CON CODIGO LOCAL 429068 DE LA LOCALIDAD DE VILELAPAMPA, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA-PIURA	S/2.763.740	09/08/2019	EXPRESIÓN DE INTERÉS	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
13	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	REHABILITACIÓN DE LA I.E. SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, REGION PIURA	S/1.403.338	11/10/2019	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
14	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	RECUPERACION DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS NIVEL INICIAL Y PRIMARIA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 20417 DEL CASERIO SICUR SANTA ROSA, DEL DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA - PIURA	S/1.995.711	11/10/2019	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
15	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS REGIONALES	REGION PIURA-SEDE CENTRAL	REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL ULPAMACHE – INGANO GRANDE – RODRIGUEZ DE MENDOZA DEL DISTRITO DE SONDORILLO – PROVINCIA DE HUANCABAMBA - DEPARTAMENTO DE PIURA	S/3.240.218	31/01/2019	EJECUCIÓN	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
16	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS REGIONALES	REGION PIURA-SEDE CENTRAL	REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL LACCHAN BAJO – TIERRA NEGRA - UCHUPATA DEL DISTRITO DE SONDORILLO – PROVINCIA DE HUANCABAMBA - DEPARTAMENTO DE PIURA	S/2.164.516	31/01/2019	EJECUCIÓN	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
17	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES- ADMINISTRACION GENERAL	REHABILITACIÓN DE PUENTE SONDORILLO Y ACCESOS (REHABILITACION DE PUENTES PAQUETE 10 – PIURA 3 – TUMBES)	S/316.887	23/05/2019	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO

** Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios*

- **G) Intervenciones de Reconstrucción**

*Tabla 62. Detalle de intervenciones de soluciones de vivienda en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2019**

N	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	EJECUTORA	INTERVENCION	MONTO TRANSFERIDO	FECHA PUBLICACIÓN	ESTADO	TIPO INTERVENCION	TIPO PRODUCTO /PROYECTO
1	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	VIVIENDA CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO	MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO- ADM. GENERAL	BONO FAMILIAR PARA 3 VIVIENDAS RURALES EN EL DISTRITO DE SONDORILLO DE LA PROVINCIA DE HUANCABAMBA	S/27.231	31/01/2019	EJECUCIÓN	SOLUCIONES DE VIVIENDA	ACTIVIDAD

** Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios*

- **H) Intervenciones de Reconstrucción**

*Tabla 63. Detalle de intervenciones de reconstrucción en Sondorillo - Huancabamba - Piura, 2019**

N	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	SECTOR	EJECUTORA	INTERVENCION	MONTO TRANSFERIDO	FECHA PUBLICACIÓN	ESTADO	TIPO INTERVENCION	TIPO PRODUCTO / PROYECTO
1	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	AGRICULTURA	PROGRAMA SUBSECTORIAL DE IRRIGACION - PSI	REHABILITACIÓN DEL SERVICIO DE AGUA PARA RIEGO DEL CANAL TIERRA NEGRA, SECTOR TIERRAS AMARILLAS, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA	S/96465	03/02/2020	CULMINADO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
2	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	AGRICULTURA	PROGRAMA SUBSECTORIAL DE IRRIGACION - PSI	REHABILITACION DEL SERVICIO DE AGUA DEL CANAL LA LACTE, DEL CASERIO LA LACTE, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA-PIURA	S/188578	03/02/2020	EJECUCIÓN	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
3	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	RECONSTRUCCIÓN DE TRAMO 1-174 - CALLE SANTUARIO DESDE CARRETERA SONDORILLO HASTA CALLE 05 DE MAYO, DISTRITO DE SONDORILLO - PROVINCIA DE HUANCABAMBA - PIURA	S/1.138.348	03/02/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
4	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	RECUPERACION DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS NIVEL INICIAL Y PRIMARIA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 20417 DEL CASERIO SICUR SANTA ROSA, DEL DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA - PIURA	S/487.711	03/02/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
5	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	RECUPERACION DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS NIVEL INICIAL Y PRIMARIA EN LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 20417 DEL CASERIO SICUR SANTA ROSA, DEL DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA	S/3.573.008	31/03/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
6	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE HUANCABAMBA	RECUPERACIÓN DEL LOCAL ESCOLAR N° 14542 TIERRA NEGRA, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA-PIURA	S/7.272.108	03/02/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
7	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	REHABILITACIÓN DE CAMINO VECINAL EMP.PE-02A – HUAYLAS – LIMON - EMP.PI-897, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, REGION DE PIURA	S/2.950.973	03/02/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO

8	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	REHABILITACIÓN DE LA LE SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, REGION PIURA	S/1.403.338	03/02/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
9	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	REHABILITACIÓN DE LA LE SAN JUAN BAUTISTA, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, REGION PIURA	S/555.525	31/03/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
10	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	REHABILITACIÓN Y MEJORAMIENTO DE CAMINO VECINAL EMP.R183 - LOS CEDROS - MANDORCILLO, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, REGION DE PIURA	S/6.899.632	03/02/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
11	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	REPARACION DEL SISTEMA BASICO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE CUSMILAN, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO PIURA	S/447.056	03/02/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
12	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	REPARACION DEL SISTEMA BASICO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE RUMICORRAL, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO PIURA	S/1.259.503	03/02/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
13	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	REPARACION DEL SISTEMA BASICO DE AGUA POTABLE DE LA LOCALIDAD DE ULPAMACHE SECTOR CHILCAPUM, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO PIURA	S/244.551	03/02/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
14	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS LOCALES	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SONDORILLO	REPARACION DEL SISTEMA DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD DE SONDORILLO, DISTRITO DE SONDORILLO, PROVINCIA DE HUANCABAMBA, DEPARTAMENTO DE PIURA.	S/846.210	31/03/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO

15	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS REGIONALES	REGION PIURA-GERENCIA SUBREG.MORROPON HUANCABAMBA	EXPEDIENTES TÉCNICOS, ESTUDIO DE PRE-INVERSIÓN Y OTROS ESTUDIOS	S/1.872.294	01/02/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
16	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS REGIONALES	REGION PIURA-GERENCIA SUBREG.MORROPON HUANCABAMBA	REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL LACCHAN BAJO – TIERRA NEGRA - UCHUPATA DEL DISTRITO DE SONDORILLO – PROVINCIA DE HUANCABAMBA - DEPARTAMENTO DE PIURA	S/16.348	01/02/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
17	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	GOBIERNOS REGIONALES	REGION PIURA-GERENCIA SUBREG.MORROPON HUANCABAMBA	REHABILITACION DEL CAMINO VECINAL ULPAMACHE – INGANO GRANDE – RODRIGUEZ DE MENDOZA DEL DISTRITO DE SONDORILLO – PROVINCIA DE HUANCABAMBA - DEPARTAMENTO DE PIURA	S/2.850.133	01/02/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO
18	PIURA	HUANCABAMBA	SONDORILLO	TRANSPORTES Y COMUNICACIONES	MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES- ADMINISTRACION	REHABILITACION DE PUENTE SONDORILLO Y ACCESOS (REHABILITACION DE PUENTES PAQUETE 10 - PIURA 3 - TUMBES)	S/3.360.750	01/01/2020	TRANSFERIDO	INTERVENCIONES DE RECONSTRUCCIÓN	PROYECTO

* Adaptación propia: PCM - Reconstrucción con cambios

- I) Cimentación

MOMENTO DE VOLTEO (M_v) :

$$M_v = H_i \cdot d_i + E_a \cdot h_a$$

Figura 63. Formula de Momento de Volteo (Fuente: RT)

Figura 62. Diagrama de Fuerzas (Fuente: RT)

$$\begin{aligned} K_a &= \tan^2 (45^\circ - f/2) : \\ K_p &= \tan^2 (45^\circ + f/2) : \\ E_a &= 1/2 \cdot K_a \cdot g_s \cdot (h_c)^2 \cdot B : \\ E_p &= 1/2 \cdot K_p \cdot g_s \cdot (h_c)^2 \cdot B : \end{aligned}$$

Figura 64. Fórmulas de fuerzas (Fuente: RT)

MOMENTO RESISTENTE (M_r) :

$$M_r = P_c \cdot a/2 + (P_s + P_m + P_s/c) \cdot t/2 + E_p \cdot hf/3$$

Figura 66. Formula de Momento Resistente (Fuente: RT)

Figura 65. Grafico referencial de Distribuciones (Fuente: RT)

- J) Plano de Arquitectura

Figura 67. Plano de Arquitectura del Módulo de Vivienda (Fuente: Propia)

UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS	
	FACULTAD DE INGENIERIA	
	CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
PROYECTO: VIVIENDA UNIFAMILIAR RURAL SOSTENIBLE	ESPECIALIDAD: ARQUITECTURA	
UBICACION: SONDORILLO - HUANCABAMABA	CURSO: PROYECTO DE TESIS	
	GRUPO: EQUIPO 01	
INTEGRANTES: - HERRERA NAVAS, BERENICE - OYOLA MATTIA, CARLOS	ASESOR: - ING. HUERTA CAMPOS, CARLOS - ARQ. LOZANO MORENO, CESAR	
	FECHA: JULIO, 2020	
	CICLO: JULIO, 2020	
	ESCALA: 1 / 50	
		A-01

- K) Plano de Cimentación

Figura 68. Plano de Cimentación del Módulo de Vivienda (Fuente: Propia)

- L) Plano de Estructura

Figura 69. Plano de Cimentación del Módulo de Vivienda (Fuente: Propia)