

UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE CONCEPCION REY BALDUINO DE BELGICA
CONCEPCION

**PROPUESTA DE DISEÑO CONSTRUCCIÓN RESIDENCIAL
SUSTENTABLE COMUNA DE SANTA JUANA, PROVINCIA DE
CONCEPCIÓN, REGIÓN DEL BIOBÍO**

SARA BURDILES HERRERA

2022

**UNIVERSIDAD TECNICA FEDERICO SANTA MARIA
SEDE CONCEPCION
“REY BALDUINO DE BELGICA”**

**PROPUESTA DE DISEÑO CONSTRUCCIÓN RESIDENCIAL SUSTENTABLE
COMUNA DE SANTA JUANA, PROVINCIA DE CONCEPCIÓN, REGIÓN DEL
BIOBÍO**

**TRABAJO PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO EN CONSTRUCCIÓN**

Alumno: Sara María Burdiles Herrera

Profesor Guía: Sr. Sergio Hernández Aravena

2022

DEDICATORIA

Dedico especialmente este trabajo a mi familia, en primer lugar, a mi hijo que ha sido más participe que nadie para mí en este proceso y sobre todo por ayudarme en darme esa energía necesaria para poder sobrepasar los obstáculos de la vida inspirándome a lograr más y más cosas junto a él, luego a mis padres que son unas personas inigualables que me han dado todo y gracias a ellos soy quien soy en el presente por sus enseñanzas.

Agradezco a los profesores que pudieron ayudarme a guiar esta propuesta y al aprendizaje universitario, que sin duda será una gran base para la vida profesional.

Finalmente agradezco a los amigos y compañeros que pudimos coincidir en esta etapa de desarrollo personal, fue un agrado pasar por este lugar y ver lo que conseguí y conseguimos.

Resumen Del Proyecto

El presente trabajo de título abordó el diseño una vivienda unifamiliar sustentable en zona rural con el enfoque en los problemas que genera la industria de la construcción a nivel país y a nivel mundial, debido a esto y a la necesidad de las personas de vivir en armonía con su hogar y su entorno, reduciendo significativamente el impacto al medio ambiente y toda la problemática que esto conlleva.

Se realizó con una metodología cualitativa y determinante en primer lugar, generando el diagnóstico bioclimático al lugar del proyecto e inspeccionando visualmente en terreno concretándolas en una recopilación de fotografías.

Continuando con una metodología descriptiva y resolutive de sistemas ocupados a nivel mundial, seleccionando las mejores técnicas adaptables al caso de estudio, con cálculos correspondientes y adjuntos de fotografías.

En primer lugar, la creación del diseño arquitectónico de un domo geodésico, abarcando soluciones propias de la vivienda con respecto a temperatura y asoleamiento, entre ellas la transmitancia térmica de los elementos, proponiendo aislaciones distintas en cada partida. Luego la incorporación de protecciones solares, de un muro trombe como captador solar pasivo, de energía solar obtenida por paneles solares y de calefacción de agua obtenida por un calentador solar.

También la solución de ventilación híbrida de la vivienda, cruzada en todo su espacio y de la incorporación de una campana extractora en la cocina de manera excepcional.

Luego la solución ante precipitaciones, con la incorporación de protecciones con alero y una protección en el ingreso. Además, un factor importante es que se consideró la captación de estas aguas para su consumo, la cual se complementará con la captación de agua mediante bomba periférica.

La incorporación final a esta vivienda es el tratamiento de aguas residuales por separado, aguas grises por un lado con un sistema adecuado para reutilización en riego. Y por otro lado las aguas negras con un sistema más minucioso para finalmente también reutilizarla como riego.

Por último la selección de un extintor para vivienda tipo ABC.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1	Introducción	12
1.1	Planteamiento y Formulación del Problema	13
1.2	Justificación del Proyecto.....	18
1.3	Objetivos del Proyecto	19
1.3.1	Objetivo General.....	19
1.3.2	Objetivos Específicos.....	19
1.4	Metodología para Realizar el Proyecto	19
1.5	Marco Teórico	20
1.5.1	Medio ambiente:	20
1.5.2	Contaminación:.....	20
1.5.3	Impacto ambiental:.....	20
1.5.4	Mitigación:	20
1.5.5	Gestión ambiental:	21
1.5.6	Desarrollo sustentable:.....	21
1.5.7	Construcción sustentable:	21
1.5.8	Eficiencia energética:.....	21
1.5.9	Confort térmico:.....	21
1.5.10	Economía circular:	21
1.5.11	Diseño pasivo:.....	21
1.5.12	Muro de Trombe-Michel:	22
1.5.13	Ventilación natural o cruzada:	23
1.5.14	Diseño activo:	23
1.5.15	Domotización:.....	24
1.5.16	Paneles Solares Fotovoltaicos (ERNC):	24
1.5.17	Termo paneles (ERNC):	24
1.6	Marco Normativo	25
1.6.1	Jerarquía de Normas Jurídicas en Chile:.....	25
1.6.2	Actores de sustentabilidad en Chile:.....	26
1.6.3	Norma ISO 14000:.....	27
1.6.4	Acuerdos de Producción Limpia (APL):	28

1.6.5	Certificaciones	28
1.6.6	Estrategias de Construcción Sustentable	33
1.6.7	Código de Construcción Sustentable	33
1.6.8	Principales Normativas utilizables para la vivienda	34
2	CAPÍTULO I: Diagnóstico Bioclimático del Lugar	35
2.1	Información Preliminar	36
2.2	Lugar de Emplazamiento del Proyecto	38
2.3	Identificación Zona Climática	39
2.4	Estudio de predominancia de viento	40
	Tabla 1: INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y VIENTO PROMEDIO.....	40
2.5	Estudio de temperatura y humedad	43
	Tabla 2: RADIACIÓN ANUAL.....	44
	INFORMACIÓN METEOROLÓGICA.....	44
2.6	Estudio de precipitaciones.....	47
2.7	Fotografías del emplazamiento	49
3	Capítulo II: Estrategias Sustentables para el Diseño	53
3.1	Diseño preliminar vivienda	54
3.2	Estudio asoleamiento vivienda.....	64
	Tabla 3 : ESTUDIO ASOLEAMIENTO VIVIENDA (ELABORACIÓN PROPIA).....	64
3.3	Objetivo del Modelo.....	65
3.4	Zona Climática 7 SI: Sur Interior.....	65
	Tabla 4: VALORES LÍMITES PARA ZONA CLIMÁTICA 7 SI: SUR INTERIOR (MOP, 2015).....	66
3.5	Temperatura y Asoleamiento	67
3.5.1	Aspectos Constructivos del Diseño	67
3.5.2	Aislación térmica	67
3.6	Ventilación	71
3.6.1	Requisitos del diseño	71
3.7	Precipitaciones y Dotación de Aguas.....	73
3.7.1	Objetivos del diseño.....	73
3.8	Reutilización de aguas residuales.....	76
3.8.1	Objetivos del diseño.....	76

4	Capítulo III: Estrategias aplicadas al diseño	78
4.1	Diseño estratégico: Temperatura y Asoleamiento	79
4.1.1	Cálculo transmitancia térmica.....	79
	Tabla 5 : SÍMBOLOS, MAGNITUDES Y UNIDADES A UTILIZAR	79
	Tabla 6: PORCENTAJE DE ESTRUCTURA EN TABIQUERÍA	80
4.1.2	Muro Trombe y Protección Fachadas	91
4.1.3	Paneles Solares y Termosolar	92
4.2	Diseño estratégico: Ventilación	95
4.2.1	Renovaciones de aire TDRe.....	95
	Tabla 7: RENOVACIONES DE AIRE REQUERIDAS (ELABORACIÓN PROPIA).....	95
4.2.2	Ventilación Primer Nivel	97
4.2.3	Ventilación Segundo Nivel.....	103
	Tabla 8: CUMPLIMIENTO DE LOS ESTÁNDARES SUSTENTABLES DEL MINVU (Elaboración propia)	105
4.3	Diseño estratégico: Precipitaciones y dotación de agua potable.....	106
	Tabla 9: CÁLCULO DE TANQUE (ELABORACIÓN PROPIA)	106
4.3.1	Elementos para la dotación	109
4.4	Tratamiento y Reutilización de Aguas Grises.....	115
4.5	Tratamiento y Reutilización de Aguas Negras.....	117
4.5.1	Diseño hidráulico humedal subsuperficial de flujo vertical	121
4.6	Extintor.....	128
5	Conclusiones del diseño del proyecto.....	130

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Evolución temporal desarrollo sostenible (Elaboración propia)	12
Ilustración 2: Fuerza motriz, Presión, Estado, Impacto y respuesta. (Departamento de Información Ambiental, Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente, 2021).....	14
Ilustración 3: PIB por actividad económica, 1996-2020. (Departamento de Información Ambiental, Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente, 2021).....	14
Ilustración 4: Tipo de energía consumida por sector económico 2019, (Departamento de Información Ambiental, Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente, 2021).....	15
Ilustración 5: <i>Proporción del consumo energético total: Edificios, transporte e industria.</i> (Sophia y Stephan Behling, 1996)	15
Ilustración 6: Tasa pobreza año 2017, (bcn, 2021).....	16
Ilustración 7: Temperatura media Santa Juana, Chile. (Atlas, s.f.)	17
Ilustración 8: Humedad media Santa Juana, Chile. (Atlas, s.f.)	17
Ilustración 9: Esquema ejemplo diseño pasivo en vivienda	22
Ilustración 10: Construcción con Muro Trombe	22
Ilustración 11: Diseño computacional de ventilación cruzada en vivienda.....	23
Ilustración 12: Sistemas activos de una vivienda	23
Ilustración 13: Domotización en viviendas.....	24
Ilustración 14: Paneles y Termopaneles solares	24
Ilustración 15: Jerarquía de Normas Jurídicas Chile.....	25
Ilustración 16: Significado de etiquetas eficiencia energética	29
Ilustración 17: Conceptos principales Passivhaus	30
Ilustración 18: Tipos de certificación LEED según puntaje.....	31
Ilustración 19: Categorías de evaluación LEED.....	32
Ilustración 20: LEED a nivel latinoamericano	32
Ilustración 21: Croquis digital de Localización de Santa Juana y Terreno del proyecto (Elaboración propia).....	37
Ilustración 22: Fotografía aérea Comuna Santa Juana (Municipalidad_Santa_Juana, s.f.).....	37
Ilustración 23: Georreferencia del terreno en Estudio (Google Earth).....	38

Ilustración 24: Zonificación climática de Chile (NCh 1079 Of.2008)	39
Ilustración 25: Predominancia de Vientos en el Terreno en Estudio (Elaboración propia)	40
Ilustración 26: Velocidad del viento mensual (Explorador_Eólico, s.f.).....	41
Ilustración 27: Rosa del viento por épocas del año	42
Ilustración 28: Gráfico de Temperaturas Anuales en Santa Juana (Atlas, s.f.).....	43
Ilustración 29: Gráfico de Variación Anual de la radiación (Explorador_Solar, s.f.)	45
Ilustración 30: Horas de luz solar en Enero (Meteored, s.f.)	46
Ilustración 30: Gráfico de Humedades Anuales en Santa Juana (Atlas, s.f.).....	46
Ilustración 31: Gráfico de Precipitaciones Anuales de Santa Juana (Atlas, s.f.).....	47
Ilustración 32: Gráfico de Días de Precipitaciones Mensuales (Atlas, s.f.)	48
Ilustración 33: Fotografía terreno, nivel principal instalación Domo (Fuente propia) ...	49
Ilustración 34: Fotografía terreno, nivel principal instalación Domo (Fuente propia) ...	49
Ilustración 35: Fotografía zona de entrada a nivel principal (Fuente propia)	50
Ilustración 36: Fotografía terreno tercer nivel, ubicación del bosque nativo.	51
Ilustración 37: Bosque Nativo tercer nivel del terreno. (Fuente propia)	51
Ilustración 38: Fotografía tomada desde el tercer nivel, Ubicación Poste eléctrico transmisión. (Fuente propia)	52
Ilustración 39: Estabilidad térmica	55
Ilustración 40: Aerodinámica de una cúpula geodésica.....	55
Ilustración 41: Absorción y reflexión lumínica natural	55
Ilustración 42: Estabilidad Estructural.....	55
Ilustración 43: Ejemplo de vivienda domo geodésico (domos, s.f.).....	56
Ilustración 44: Emisiones netas de carbono en la producción de una tonelada de diversos materiales (A.Opazo).....	57
Ilustración 45: Vista isométrica del diseño preliminar de la vivienda (Elaboración propia)	58
Ilustración 46: Vista Aérea Google Earth del Terreno con vivienda diseñada (Elaboración propia).....	59
Ilustración 47: Diseño Planta 1° Nivel (Elaboración propia).....	60
Ilustración 48: Diseño Planta 2° Nivel (Elaboración propia).....	60
Ilustración 49: Diseño Techumbre (Elaboración propia)	61

Ilustración 50: Frecuencias cúpula a partir de un icosaedro	62
Ilustración 51: Vista Rayos X 1° Nivel (Elaboración propia)	63
Ilustración 52: Vista Rayos X Diseño preliminar 1° y 2° nivel vivienda (Elaboración propia)	63
Ilustración 53: Transmitancia térmica máxima de la envolvente térmica, valores de U (MMA, PDA Concepcion Metropolitano)	67
Ilustración 54: Valor R100 mínimo del material aislante térmico para elementos de techo,muro y piso ventilado (MMA, PDA Concepcion Metropolitano)	68
Ilustración 55: Opciones de protección contra el asoleamiento (Internet)	69
Ilustración 56: Funcionamiento muro trombe en época de verano e invierno (Internet)	69
Ilustración 57: Resumen ejecutivo caracterización residencial (CDT, 2018).....	70
Ilustración 59: Soluciones de Hermeticidad a vivienda (Haus).....	72
Ilustración 60: Ejemplo de Ventilación híbrida o mixta (Internet).....	72
Ilustración 61: Caída de agua lluvia en alero (Internet)	73
Ilustración 62: Protección ante la lluvia en acceso (C.Perez)	74
Ilustración 63: Sistema recuperación aguas lluvias (Captación filtrante).....	74
Ilustración 64: Instalación bomba periférica (Sodimac).....	75
Ilustración 65: Biofiltro aguas grises uso domiciliario para riego (Circular)	77
Ilustración 66: Tratamiento aguas negras Fosa Séptica (BIOPLASTIC)	77
Ilustración 67: Muro exterior tipo tabique de madera con fachada ventilada (C.Perez). 80	
Ilustración 68: Domo Geodésico con revestimiento de Corcho proyectado (Isolcork, s.f.)	84
Ilustración 69: Comparación Revestimiento exterior Isolcork con Teja Asfáltica (Isolcork, s.f.).....	84
Ilustración 70: Capas del triángulo estructural del domo (Elaboración propia)	85
Ilustración 71: Superficie vivienda (Elaboración propia).....	89
Ilustración 72: Domo en construcción con superficie de radier aislado (Ingedomos.Chile, s.f.)	90
Ilustración 73: Porcentaje máximo permitido de superficie de ventanas según orientación y valor U.	91
Ilustración 74: Características de protección solar de lámina (Euroglass, s.f.)	91

Ilustración 75: Muro trombe y Protección Fachadas en vivienda (Elaboración propia) .	92
Ilustración 76: Diagrama instalación de Paneles fotovoltaicos (Elaboración propia)	94
Ilustración 77: Requisitos de ventilación cruzada (Urbanismo, 2016)	95
Ilustración 78: Tasa mínima ventilación por extracción forzada (l/s)	96
Ilustración 79: Ventilación pasiva en 1° Piso	97
Ilustración 80: Vista rayos x de Ventilación forzada (Campana de cocina con expulsión hacia exterior).....	97
Ilustración 81: Instalación completa de sistema de extracción	98
Ilustración 82: Ventanas correderas termopanel PVC 121x100 cm (Easy)	99
Ilustración 83: Dimensiones ventanas guillotina baño 120x60 cm (Easy)	100
Ilustración 84: Ventana abatible baño 60x60 cm (Sodimac)	100
Ilustración 85: Dimensiones campana del sistema de extracción de cocina (mabe)	100
Ilustración 86: Características de la campana	101
Ilustración 87: Puerta exterior de entrada principal 75x200 cm (Construmart)	101
Ilustración 88: Puerta exterior Salida Sur Vivienda (Imperial)	102
Ilustración 89: Puerta exterior Salida Cocina 75 x 200cm (Construmart).....	102
Ilustración 90: Celosía 25 x 20 cm para puerta de salida cocina (Construmart)	102
Ilustración 91: Celosía baño (DVP).....	103
Ilustración 92: Ventilación pasiva en Techumbre (Elaboración propia).....	103
Ilustración 93: Celosía de lama orientable motorizada (Vallirana, s.f.).....	104
Ilustración 94: Ecuación cálculo renovaciones aire necesarias ventilación forzada (MINVU)	105
<i>Tabla 10: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA</i>	106
<i>Tabla 11: PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL</i>	107
<i>Tabla 12: DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO</i>	107
Ilustración 95: Captación aguas lluvias (SanitaryEngineer, s.f.)	109
Ilustración 96: Filtro adicional para entrada de captación.....	110
Ilustración 97: Tanque almacenamiento 5000 lt (Purificatec)	110
Ilustración 98: Pack Filtros de Agua ducha y cocina (Falabella)	111
Ilustración 99: Kit básico test ph cloro (Easy).....	111

Ilustración 100: bomba de agua periférica (1 HP INGCO VPM7508 ALTURA 52 MT CAUDAL 50 L/MIN) (INGCO, s.f.)	111
Ilustración 101: Estanque 2400 lt para el uso de agua no potable.....	112
Ilustración 102: Sensor de nivel de agua para tanques (Easy)	112
Ilustración 103: Dotación de agua (Potable y no Potable) (Elaboración Propia)	113
Ilustración 104: Fotografía agua obtenida de la puntera (Fuente propia).....	114
Ilustración 105: Sistema de reciclaje de aguas grises casero (Biodigestor anaeróbico) (WinniWalbaum, s.f.)	115
Ilustración 106: Tratamiento de aguas grises de la vivienda para reutilización en riego (Elaboración propia).....	116
Ilustración 107: Sistema de reciclaje de aguas negras (Permacultura, 2021)	117
Ilustración 108: Humedal subsuperficial de flujo vertical (Pérez, 2022)	118
Ilustración 109: Tratamiento de aguas negras de la vivienda para riego.....	120
Ilustración 110: Área necesaria según población equivalente (Arias, 2005).....	123
Ilustración 111: Potencial extinción mínimo por superficie de cubrimiento y distancia de traslado (CChC)	128
Ilustración 112: Extintor seleccionado PQS para fuegos ABC (KUPFER)	129

1 Introducción

Con el pasar de los años la contaminación a nivel mundial ha sido un tema que cada vez va adquiriendo más importancia para todos los que habitamos este planeta. Al ser una problemática que nos incluye a todos, debemos tomar conciencia sobre esta, entendiendo el problema y buscando soluciones que se puedan concretar para distintos escenarios de la vida.

La contaminación que se genera no sólo causa problemas y deterioro en el planeta, sino también con todo ser vivo, como la salud de las personas, la vegetación, los animales, el patrimonio cultural, entre otros. Debido a todas las complicaciones que esto provoca nace la necesidad de buscar las soluciones apropiadas que reduzcan nuestra huella ecológica, con ello menos carga de enfermedades, ayuda al medio ambiente, mejorar calidad de vida y evitar pérdidas de ingreso y productividad. (Geographic, 2022).

Históricamente se viene hablando de problemas ambientales y prácticas sustentables desde la filosofía antigua, revolución industrial, siglo xx, sin embargo, no fue hasta los 70's cuando el desarrollo y la conservación estaban en conflicto que se comenzó a hablar sobre desarrollo sustentable. De ahí en adelante en conferencias de ONU llamadas cumbre de la tierra se fue considerando el desarrollo y también el medio ambiente, con declaraciones, programas, convenciones, protocolos, restricciones, medidas, fondos incentivos y revisiones. (Sustentable, 2015)

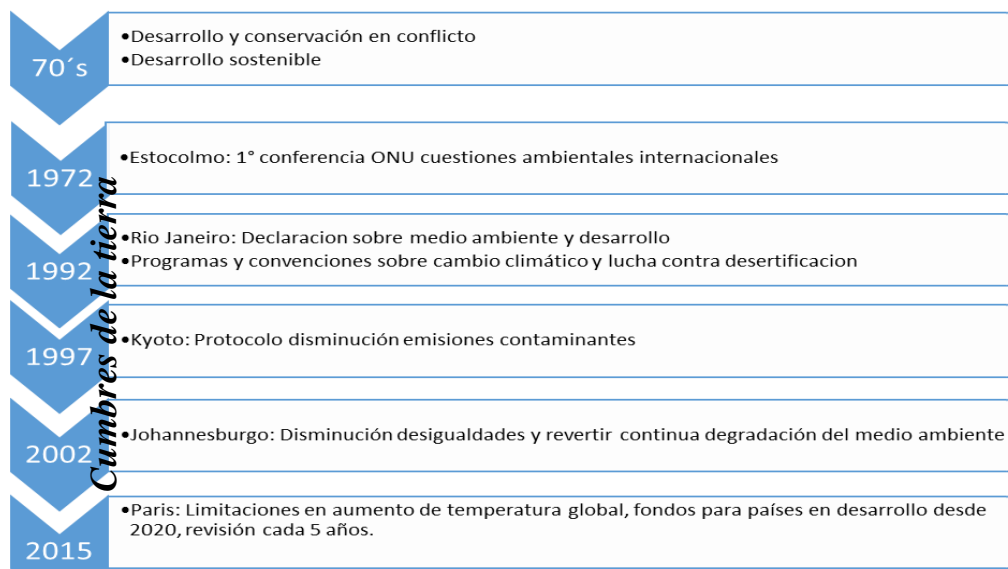


Ilustración 1: Evolución temporal desarrollo sostenible (Elaboración propia)

A su vez el desarrollo de aplicaciones de sustentabilidad en el mundo de la edificación. Mediante certificaciones como, por ejemplo: certificación edificios sustentables (CES), calificación energética de viviendas (CEV), certificación LEED (Leadership in Environmental and Energy Efficient Development).

En Chile se establecieron compromisos internacionales hacia un crecimiento verde con: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), Cooperación Económica Asia Pacifico (APEC), Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC).

1.1 Planteamiento y Formulación del Problema

Según información de la CChC, el sector empresarial de la construcción a nivel internacional, genera cerca de un 30% del total de emisiones de gases de efecto invernadero. (CCHC, 2019)

A partir de la Estrategia Nacional de Construcción Sustentable 2013-2020 se obtiene el impacto de la construcción en Chile, la producción total de la industria de la construcción se estima que aporta un promedio del 7,8% del PIB nacional, representa un 8,46% de los empleos y un 34% de la generación de residuos sólidos. Asimismo, el 33% de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) son generadas por el sector residencial - público - comercial, ligado íntegramente a edificaciones. Este mismo sector es responsable, si sólo consideramos la etapa de operación, del 26% del uso final de energía en el país. Finalmente, el agua potable sanitaria, que se utiliza principalmente en edificaciones, corresponde a un 6% de los usos consuntivos de los recursos hídricos. Por lo tanto, a partir de las cifras mencionadas, se puede concluir que los cambios que se puedan realizar al respecto, tienen un gran potencial de impacto.

El Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente entrega indicadores y estadísticas ambientales del país, los que permiten hacer un seguimiento a la evolución de los principales componentes medio ambientales, problemas de esta materia y políticas públicas en base al modelo de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** El cual busca mostrar las relaciones causales entre el medio ambiente y la actividad humana y situación en que se encuentran los distintos componentes del medio ambiente.

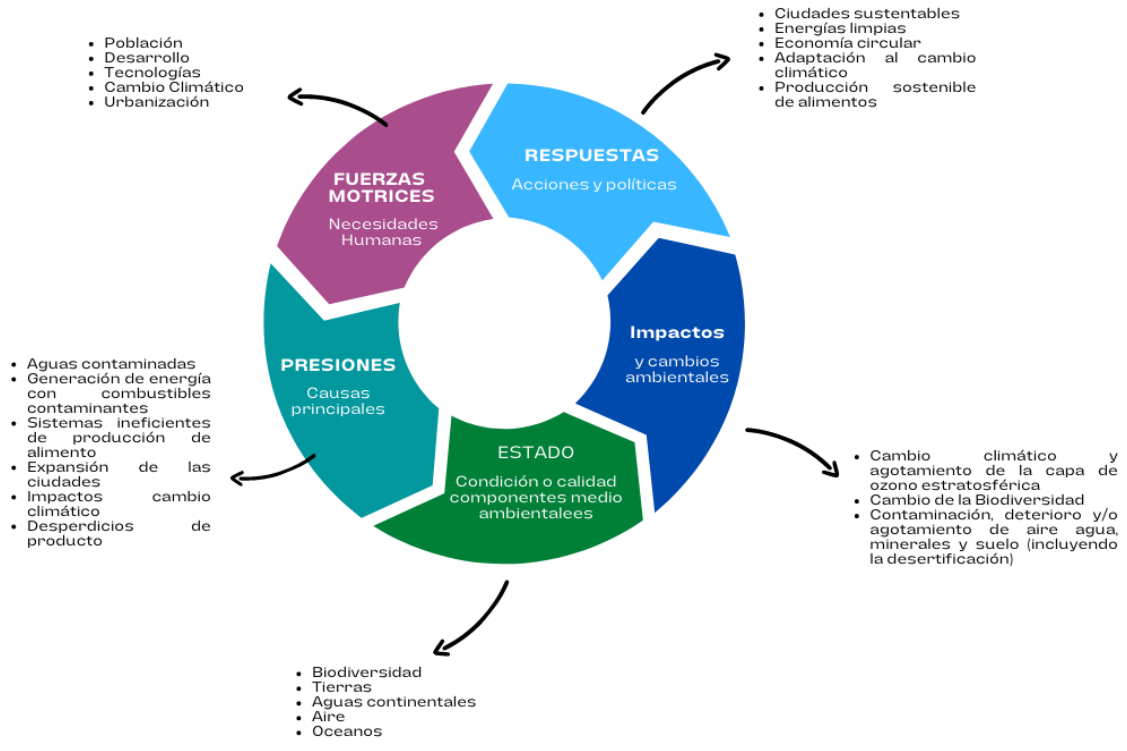


Ilustración 2: Fuerza motriz, Presión, Estado, Impacto y respuesta. (Departamento de Información Ambiental, Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente, 2021)

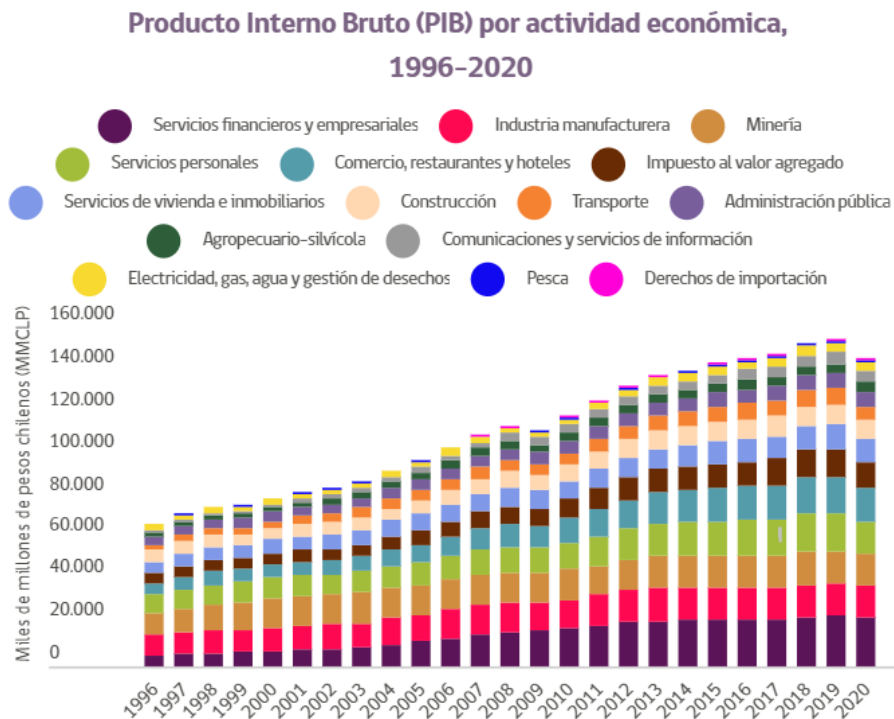


Ilustración 3: PIB por actividad económica, 1996-2020. (Departamento de Información Ambiental, Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente, 2021)

Tipo de energía consumida por sector económico, 2019

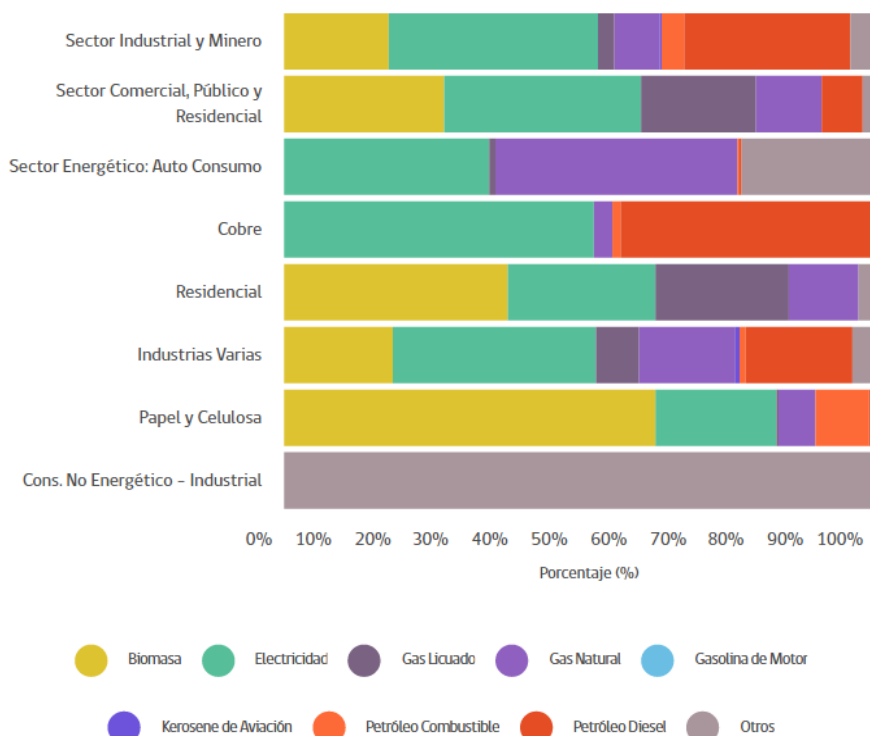


Ilustración 4: Tipo de energía consumida por sector económico 2019, (Departamento de Información Ambiental, Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente, 2021)

El consumo de energía final en Chile llegó en 2019 a 301.629 teracalorías.

Proporción consumo energético

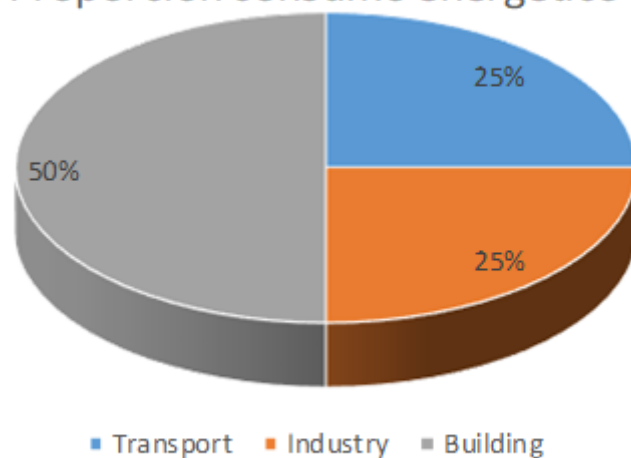


Ilustración 5: Proporción del consumo energético total: Edificios, transporte e industria. (Sophia y Stephan Behling, 1996)

Según investigadores del desarrollo sustentable, se puede inferir que, el total porcentual final del consumo energético en todo el ciclo de la construcción, considera que está representado por aproximadamente el 50%, en el grafico anterior se compara la proporción que esta representa con el transporte e industria.

En la región del Biobío, la vivienda es un aspecto relevante dentro de la realidad local, pues existe un déficit habitacional de alrededor de 50.000 viviendas (UFhoy, 2022). Por lo que el proyecto a realizar tiene en cuenta contribuir al déficit habitacional de manera sustentable debido a la problemática en torno a la construcción y su impacto ambiental.

Santa Juana cuenta con 13.749 habitantes, 73.120 hectáreas. La tasa de pobreza por ingresos es 15,48 por ingresos y 29,73 multidimensional. Respecto a las condiciones climáticas, esta zona se define como de transición entre un clima templado mediterráneo cálido y un clima templado húmedo o lluvioso. (bcn, 2021) Las viviendas sustentables se caracterizan por procurar economía y adaptarse a su entorno.

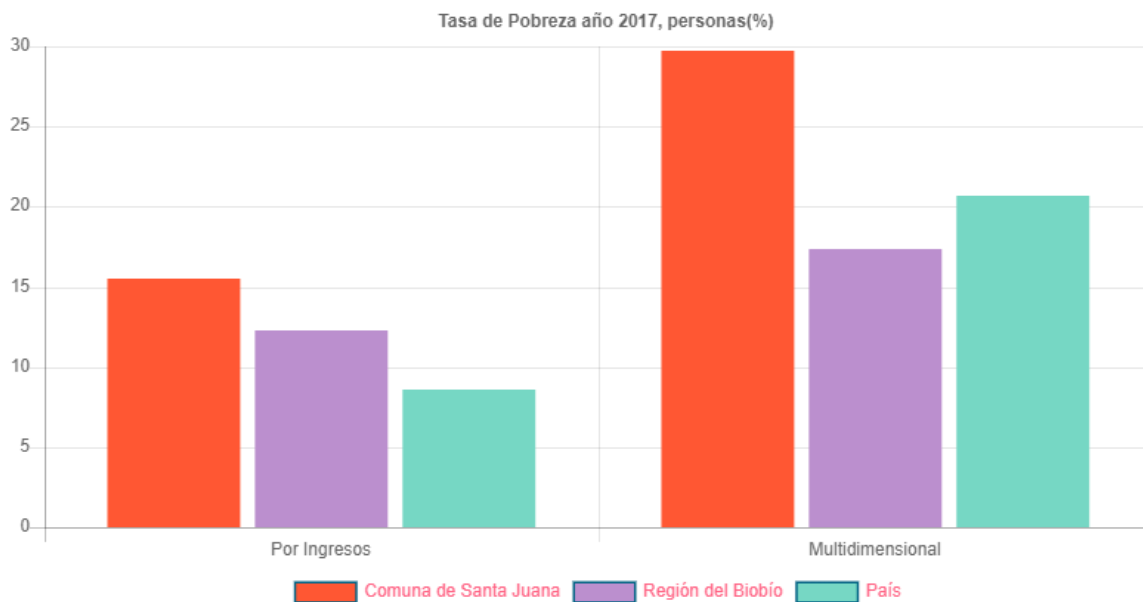


Ilustración 6: Tasa pobreza año 2017, (bcn, 2021)

Temperature - Santa Juana, Chile

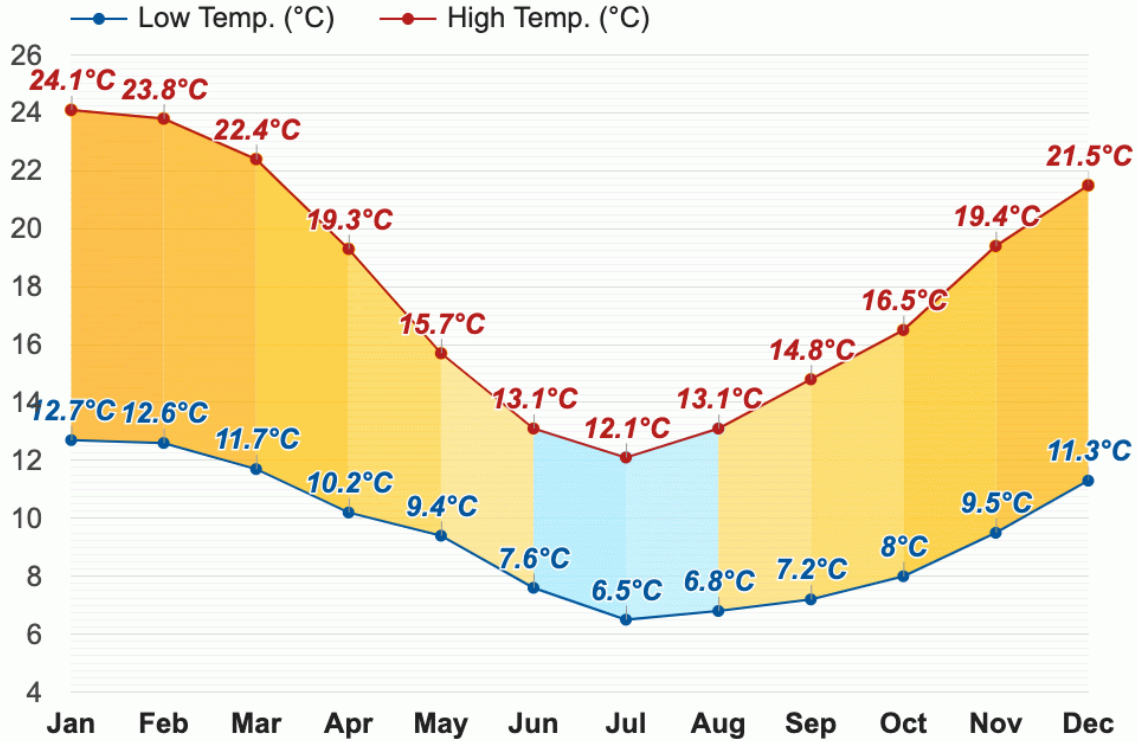


Ilustración 7: Temperatura media Santa Juana, Chile. (Atlas, s.f.)

Humidity - Santa Juana, Chile

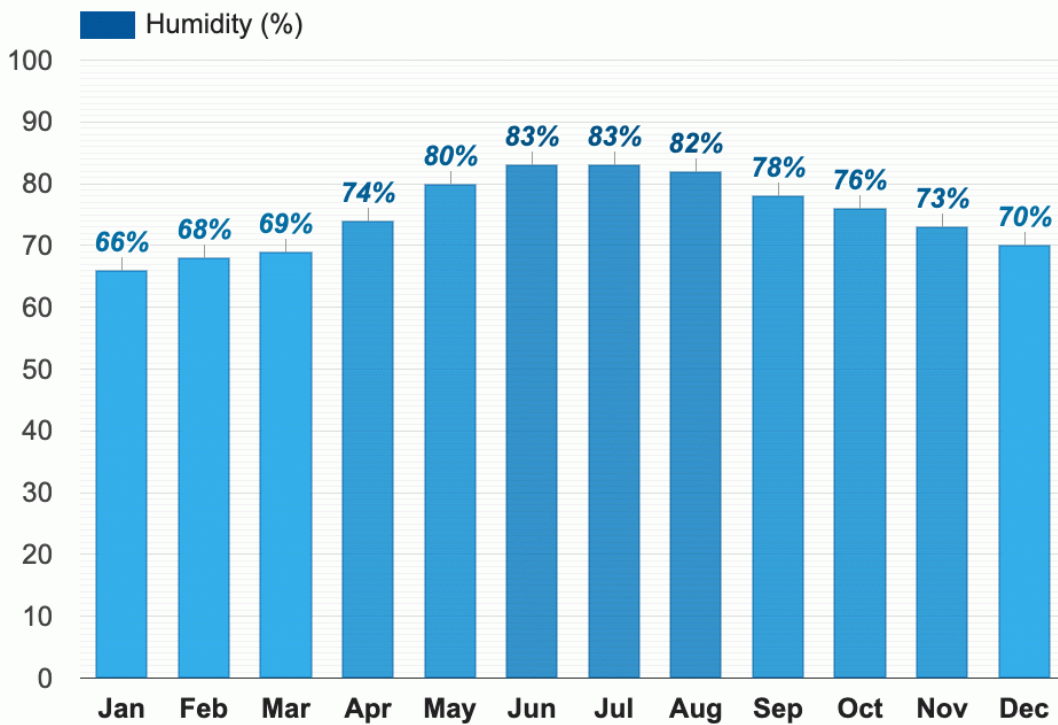


Ilustración 8: Humedad media Santa Juana, Chile. (Atlas, s.f.)

1.2 Justificación del Proyecto

Los profesionales relacionados con la construcción tenemos el deber y el desafío de permitir la aplicación de nuevas tecnologías para un mejor desarrollo de proyectos, prever y prevenir los impactos provocados por las cifras elevadas de contaminación y el gran consumo energético que requiere el desarrollo de la industria de la construcción y el mantenimiento de estas, se hace preciso el actuar que los disminuya mediante la implementación de métodos de sustentabilidad.

Por esa razón es que se escogió esta problemática, para incorporar todos los sistemas y acondicionamientos necesarios para la realización de un proyecto real, en un terreno rural de 5800 m² ubicado en Santa Juana en la provincia de Concepción. La aplicación del diseño sustentable en una vivienda unifamiliar, que comprenda conceptos de economía circular, estrategias pasivas y activas, energías renovables no convencionales, etc. Se hace imprescindible en este proyecto en particular cuya finalidad y justificación principal es mejorar calidad de vida manteniendo estándares de seguridad, eficiencia y comodidad, que además de ser un beneficio personal también lo sea con el medio ambiente y nuestro futuro.

Y además tiene como propósito, que pueda servir como una base para que puedan realizarse más proyectos desde la misma perspectiva en viviendas, con un mayor aporte al medio ambiente con efecto positivo en la salud, a las generaciones futuras, que constituya un gran ahorro para las personas, mayor satisfacción de los dueños. Puesto que el país va avanzando e implementando nuevas estrategias de aplicación de este concepto, pese a que es voluntario aún, se planifica que pronto habrá obligaciones en ciertos criterios.

1.3 Objetivos del Proyecto

1.3.1 Objetivo General

- ✓ Diseñar una propuesta de vivienda unifamiliar sustentable en Santa Juana.

1.3.2 Objetivos Específicos

- ✓ Diagnosticar bio clima del lugar de emplazamiento.
- ✓ Determinar estrategias a utilizar para vivienda sustentable.
- ✓ Desarrollar modelo de la vivienda unifamiliar sustentable.

1.4 Metodología para Realizar el Proyecto

Se desarrollará esta solución de caso de estudio en base a:

- ✓ Recopilación de antecedentes de sustentabilidad a nivel internacional a través de información proporcionada por internet, buscando ejemplos, normativa, estándares necesarios para la proyección del diseño oportuno.
- ✓ Utilizar diferentes exploradores y software para un diagnóstico acertado.
- ✓ Recopilación de toda la información del terreno, visitas a terreno, fotografías.
- ✓ Análisis de tipos de aplicaciones de diseño constructivo sustentable, buscando la disposición y composición ideal para la finalidad que se requiere.

1.5 Marco Teórico

En consideración del tema a analizar, para mayor entendimiento se nombra y definen conceptos asociados:

1.5.1 Medio ambiente:

Todo lo que rodea a un ser vivo. Entorno que afecta y condiciona especialmente las circunstancias de vida de las personas o de la sociedad en su conjunto. Comprende el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y en un momento determinado, que influyen en la vida del ser humano y en las generaciones venideras. Es decir, no se trata sólo del espacio en el que se desarrolla la vida, sino que también comprende seres vivos, objetos, agua, suelo, aire y las relaciones entre ellos, así como elementos tan intangibles como la cultura.

1.5.2 Contaminación:

La contaminación ambiental es definida como la presencia de agentes químicos, físicos o biológicos en el ambiente que pueden tener efectos nocivos sobre la seguridad y salud de los seres vivos. A medida que la población comenzó a crecer y aumentar su tecnología, el impacto del ser humano sobre el medio ambiente natural comenzó a ser mayor y más nocivo.

1.5.3 Impacto ambiental:

Cualquier cambio en el ambiente, adverso o beneficioso, como resultado parcial de las actividades, productos o servicios de una organización.

1.5.4 Mitigación:

La mitigación del cambio climático se refiere a los esfuerzos para reducir o prevenir las emisiones de gases de efecto invernadero. Puede referirse al uso de nuevas tecnologías y energías renovables, al aumento en la eficiencia energética de equipos antiguos o el cambio en las prácticas de gestión o el comportamiento de los consumidores.

1.5.5 Gestión ambiental:

Proceso orientado a resolver, mitigar y/o prevenir los problemas de carácter ambiental, con el propósito de lograr un desarrollo sustentable.

Definiciones con respecto a sustentabilidad en la construcción

1.5.6 Desarrollo sustentable:

Satisfacer las necesidades de la actual generación sin sacrificar la capacidad de futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades.

1.5.7 Construcción sustentable:

Edificaciones que generan valor al mejorar la calidad de vida de las personas equilibrando los aspectos sociales, económicos y ambientales a lo largo de todo el ciclo de vida de la edificación.

1.5.8 Eficiencia energética:

Es el conjunto de acciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos y servicios finales obtenidos. Esto se puede lograr a través de la implementación de diversas medidas e inversiones a nivel tecnológico, de gestión y de hábitos culturales en la comunidad. La Eficiencia Energética (EE) existe en la medida que un fin determinado se consigue con el menor consumo de energía posible.

1.5.9 Confort térmico:

Equilibrio en el intercambio térmico entre el individuo (actividad metabólica) y el medio ambiente. Depende de una serie de intercambios de calor y masa gobernados por principios físicos inmutables y características propias del edificio, del entorno y del clima.

1.5.10 Economía circular:

La economía circular es un modelo de producción y consumo que implica compartir, alquilar, reutilizar, reparar, renovar y reciclar materiales y productos existentes todas las veces que sea posible para crear un valor añadido. De esta forma, el ciclo de vida de los productos se extiende.

1.5.11 Diseño pasivo:

Es una forma de proyectar edificios aprovechando las características medioambientales existentes para reducir al máximo el consumo de energía necesaria para ser habitables. El diseño pasivo se centra en la parte pasiva del edificio, es decir, los componentes constructivos y

materiales, y recurre a fenómenos naturales como la radiación solar y el viento para acondicionar los espacios.

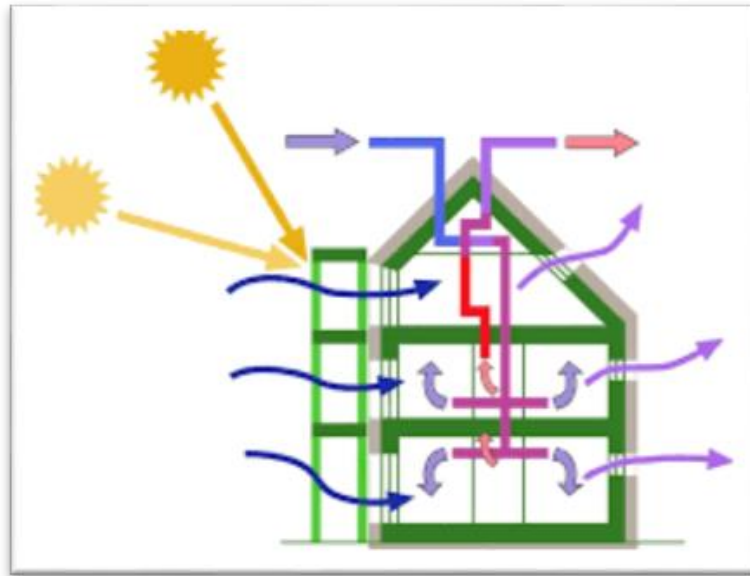


Ilustración 9: Esquema ejemplo diseño pasivo en vivienda

1.5.12 Muro de Trombe-Michel:

Diseñado en 1881, el cual aprovecha la orientación del muro, la densidad del aire y el principio de convección para lograr el confort higrotérmico en el interior, hasta estrategias de control más elaboradas y tecnologías de censado más complejas, que son capaces de permitir o restringir el flujo de calor a la envolvente del edificio con el propósito de responder a variables externas de ganancia de calor e internas de confort. Se construye con materiales que tienen la capacidad de acumular calor; como, por ejemplo: **pedra, hormigón o adobe**. A su vez, estos materiales se combinan perfectamente con un espacio de aire, láminas de vidrio y ventilaciones, para poder formar un colector solar muy eficaz.

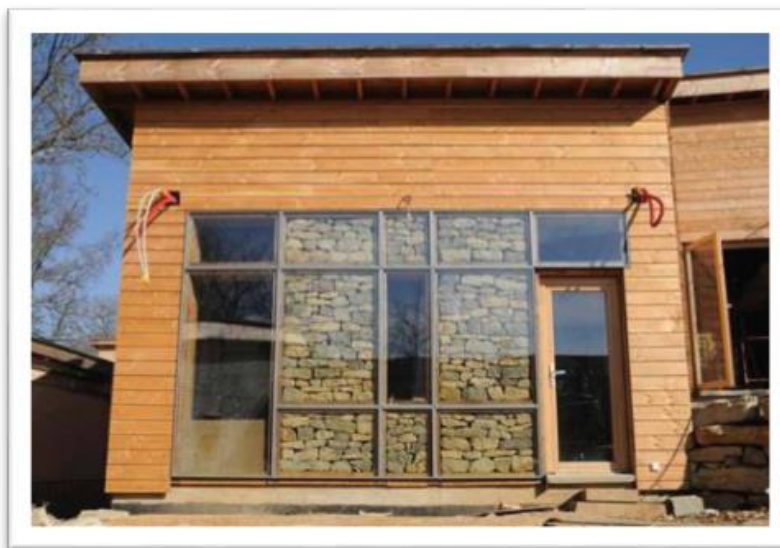


Ilustración 10: Construcción con Muro Trombe

1.5.13 Ventilación natural o cruzada:

Es aquella que utiliza entradas y salidas de aire mediante celosías y ventanas ubicadas en puntos estratégicos de la vivienda, permitiendo que fluya por la mayor cantidad de lugares.



Ilustración 11: Diseño computacional de ventilación cruzada en vivienda

1.5.14 Diseño activo:

Los sistemas activos son sistemas que necesita energía para su funcionamiento. Un sistema activo de climatización consistiría en un dispositivo o conjunto de dispositivos mecánicos que se instalan en un edificio para proporcionar control ambiental en los espacios interiores.



Ilustración 12: Sistemas activos de una vivienda

1.5.15 Domotización:

Tecnología aplicada al hogar que integra automatización y nuevos medios de comunicación en instalaciones y servicios. El objetivo es mejorar la comodidad, seguridad y bienestar. Ahorro significativo de energía, agua y gas.



Ilustración 13: Domotización en viviendas

1.5.16 Paneles Solares Fotovoltaicos (ERNC):

Los Paneles Solares Fotovoltaicos son dispositivos que utilizan la energía del sol para generar electricidad o calor. Estos dispositivos están formados por una gran cantidad de celdas, denominadas células fotovoltaicas, las cuales convierten la radiación solar en electricidad.

1.5.17 Termo paneles (ERNC):

Las Termas son un sistema de calentamiento que está formado por panel y un tanque térmico los cuales funcionan de forma conjunta. Estos aparatos sirven para calentar el agua con el uso de la energía solar, para ello deben ser instalados en el techo de las casas



Ilustración 14: Paneles y Termopaneles solares

1.6 Marco Normativo

Para la aplicación de sustentabilidad en la propuesta de vivienda de este trabajo se puntualizan las instituciones y estándares que promueven el desarrollo sustentable en Chile:

1.6.1 Jerarquía de Normas Jurídicas en Chile:

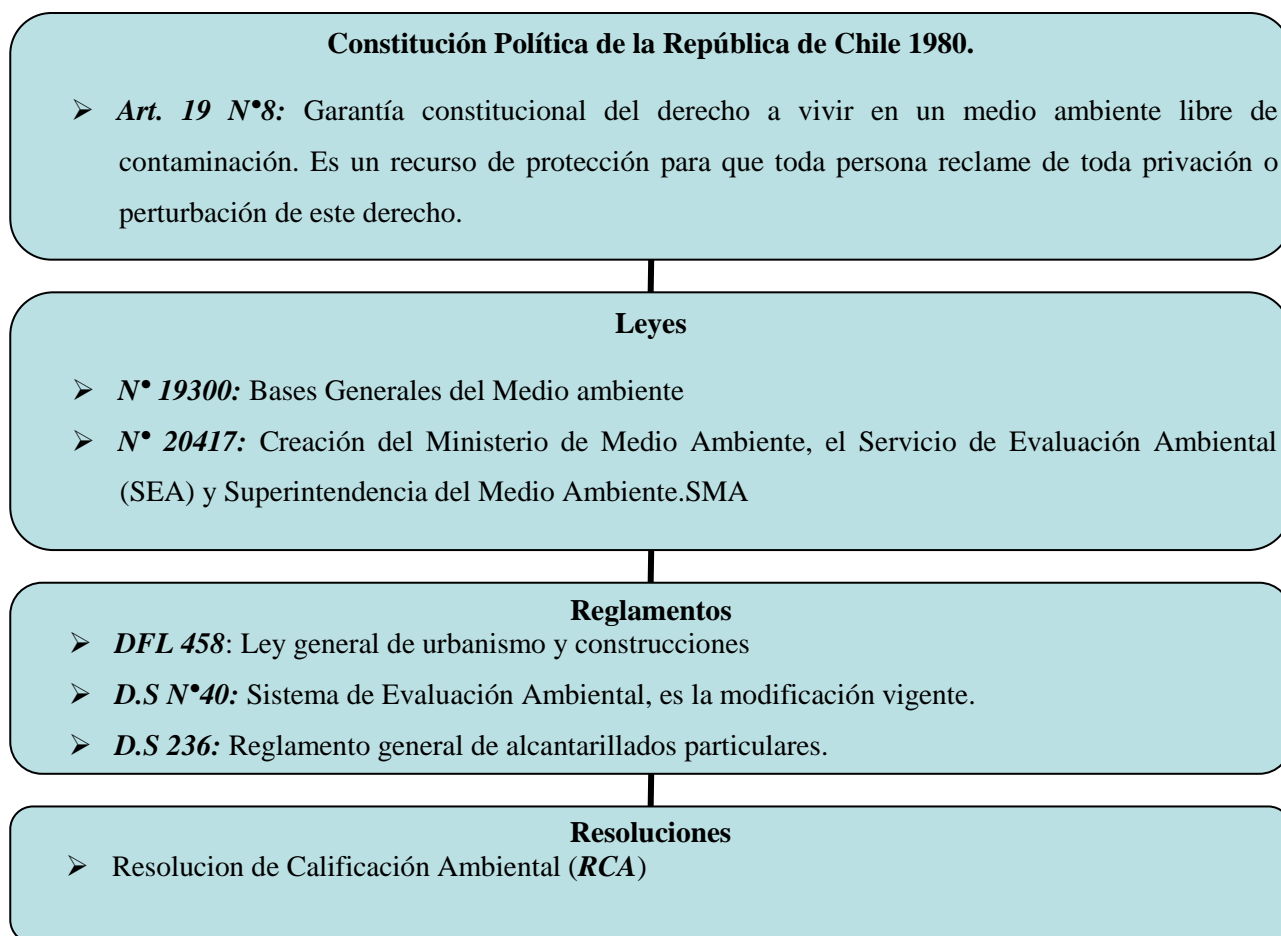


Ilustración 15: Jerarquía de Normas Jurídicas Chile

1.6.2 Actores de sustentabilidad en Chile:

- **Ministerio del Medio Ambiente:** Tiene la misión de liderar el desarrollo sustentable en materia normativa, protección de recursos naturales, educación ambiental y control de la contaminación, entre otras. A través de formulación de políticas públicas y regulaciones eficientes, promoviendo buenas prácticas y mejorando la educación ambiental ciudadana.

- **Superintendencia del Medio Ambiente:** Lidera y promueve estratégicamente el cumplimiento de los instrumentos de gestión ambiental a través de la fiscalización, asistencia al cumplimiento, sanciones disuasivas y entrega de información ambiental a la comunidad. Con Resoluciones de Calificación Ambiental (RCA), Normas de Calidad y Emisión, Planes de Prevención y/o descontaminación, Planes de Manejo.

- **Municipalidad:** Se encarga de que se aplique la Ley y Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, regula el procedimiento administrativo, el proceso de planificación urbana, proceso de urbanización y de construcción, los estándares técnicos de diseño de construcción exigibles.

- **Ministerio de Energía:** Publicó en el Diario Oficial la Ley N° 21.305 Sobre Eficiencia Energética cuyo objeto es promover el uso racional y eficiente de los recursos energéticos, que es aplicada en la construcción mediante tecnologías como aislamiento térmica, ahorro de agua potable y electricidad.

- **Servicio de Evaluación Ambiental:** Tecnicifica y administra el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), cuya gestión se basa en la evaluación ambiental de proyectos ajustada a lo establecido en la norma vigente, fomentando y facilitando participación ciudadana. SEIA obtiene la dimensión ambiental del diseño y ejecución de proyectos y actividades. A través de él se evalúa y certifica que la iniciativa se encuentra en condiciones de cumplir con los requisitos ambientales aplicables y se hace cargo de los potenciales impactos ambientales significativos, que luego se presenta en una

Declaración de Impacto Ambiental (DIA) o Estudio de Impacto Ambiental (EIA) respectivamente.

La normativa general del SEIA contempla lo siguiente:

- **Ley N° 19.300**, Sobre Bases Generales del Medio Ambiente.
- **Ley N° 20.417**, que Crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación y la Superintendencia del Medio Ambiente.
- **Ley N° 19.880**, sobre Bases de los Procedimientos Administrativos que rigen los Actos de los Órganos de la Administración del Estado.
- **DFL N° 1-19.653**, Fija Texto Refundido, Coordinado y Sistematizado de la Ley N° 18.575, Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado.
- **D.S. N° 40, de 2012**, del Ministerio del Medio Ambiente, Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental.

1.6.3 Norma ISO 14000:

Serie de estándares internacionalmente aceptados que establecen el procedimiento para implantar un correcto Sistema de Gestión Ambiental (SGA) con el objetivo de mantener la rentabilidad de la empresa y a su vez, reducir los impactos al entorno.

La norma está compuesta por los siguientes elementos:

- **14001:** Sistemas de Gestión Ambiental – Guía para su uso.
- **14004:** Directrices generales concernientes a principios, sistemas y técnicas de aplicación.
- **14010:** Directrices para auditoría ambiental. Principios generales.
- **14011:** Procedimientos de auditorías.
- **14012:** Criterios de calificación para los auditores ambientales.
- **14031:** Evaluación de desempeño ambiental.
- **14040:** Análisis de ciclo de vida.
- **14050:** Términos y condiciones.

1.6.4 Acuerdos de Producción Limpia (APL):

Estrategia de gestión ambiental y productiva de desarrollo sustentable que combina la preocupación por el entorno, la comunidad y su objetivo es aumentar la eficiencia y la productividad, sin aumentar el costo de los procesos productivos, gestionar de manera adecuada los residuos y a la vez reducir las emisiones.

Las Normas Chilenas Oficiales que buscan ser una guía para la implementación y el cumplimiento de estos acuerdos son las siguientes:

- **NCh2796 Of2003** sobre "Vocabulario" aplicado a este Sistema de Certificación. Define una serie de conceptos relacionados a los APL.
- **NCh2797.Of2009** sobre " Especificaciones - Acuerdos de Producción Limpia (APL) ". Establecen principios y objetivos de la estrategia, responsabilidades de los involucrados, entre otros.
- **NCh2807.Of2009** sobre " Diagnóstico, Seguimiento y Control, Evaluación final y Certificación de cumplimiento - Acuerdos de Producción Limpia (APL) ". Establece el procedimiento a seguir en las distintas etapas necesarias para obtener la certificación del cumplimiento de un APL.
- **NCh2825** sobre "Requisitos para auditores de evaluación final". Detalla requisitos que debe satisfacer un auditor que evalúa el cumplimiento de un APL.

1.6.5 Certificaciones

En nuestro país son voluntarias, sin embargo, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (MINVU) busca en un futuro cercano la exigencia de estas en empresas constructoras.

- **Calificación Energética de Viviendas (CEV):** Diseñada en el año 2012 y actualizada en 2018, es implementada por el MINVU y el Ministerio de Energía, consiste en evaluar la eficiencia energética de edificios residenciales nuevos en su etapa de uso. Considera requerimientos para calefacción, enfriamiento, iluminación y agua caliente sanitaria.

Existe una pre-calificación y una calificación para proyectos y obras terminadas respectivamente, la cual consiste en un etiquetado con colores, letras y porcentajes, similar al refrigeradores y automóviles, que va desde la letra A+ hasta la G de más a menos eficiente. El estándar de construcción en la actualidad se encuentra en la letra E, que queda establecido en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) a partir del 2007 para aislación en muros, piso ventilado y techo. Trabaja con tres principales indicadores que son, porcentaje de ahorro, nivel de eficiencia energética y requerimiento energético.



Ilustración 16: Significado de etiquetas eficiencia energética

En el área de edificación residencial, durante el 2021 se logró se logró alcanzar un total histórico sobre 20.000 etiquetas (Green Building Council Chile, 2021)

- **Passivhaus:** Certificación impulsada en Alemania es la más rigurosa, que fiscaliza la eficiencia energética excepcional y la calidad del confort térmico, mejorando calidad del aire interior, mediante aislación de primera categoría (infiltraciones mínimas) y la reducción de consumo de energía en calefacción y enfriamiento. Con diseño Passivhaus el consumo energético es casi nulo.

Regula:

- Consumo de electricidad por m², (120kWh/m²año).
- Calidad térmica de la envolvente, gasta aproximadamente un 80% menos de energía para su acondicionamiento térmico.
- Ventilación controlada.
- Consumo de energía primaria por m².
- Demandas de calefacción, máxima 15kWh/m²año.
- Refrigeración anual, 15 kWh/m²año.

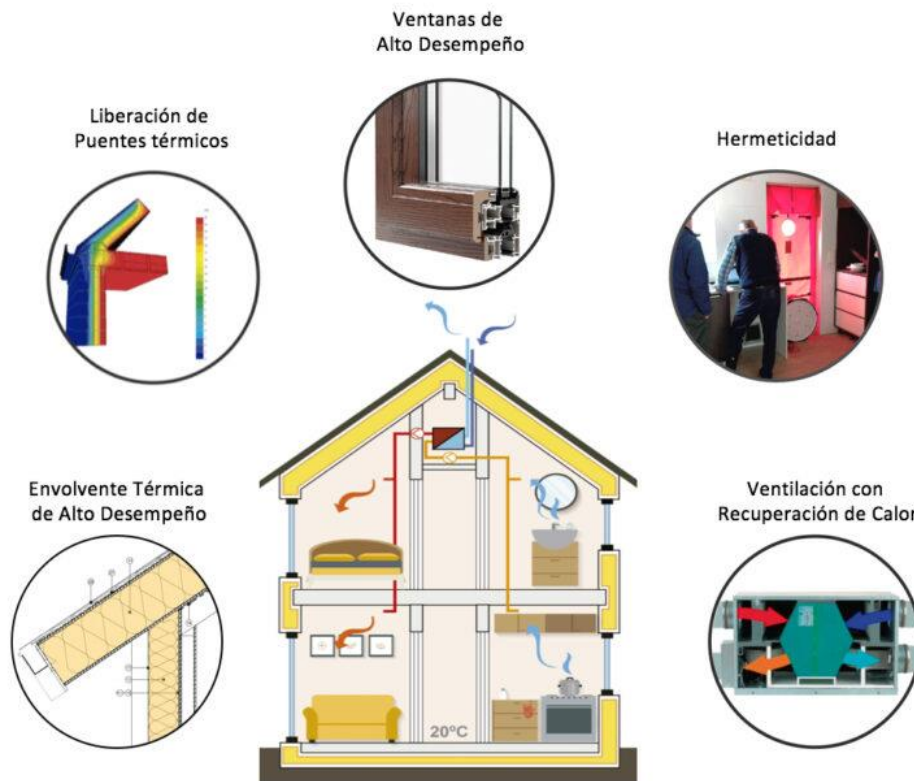


Ilustración 17: Conceptos principales Passivhaus

- **LEED:** Certificación elaborada en Estados Unidos, Leadership in Energy & Environmental Design en español significa Liderazgo en Energía y Diseño Medioambiental, es un método de evaluación de edificios verdes, está compuesta por un conjunto de normas sobre la utilización de estrategias encaminadas a la sostenibilidad en edificios de todo tipo. Basada en aspectos relacionados a eficiencia energética, uso de energías alternativas, mejora de la calidad ambiental interior, eficiencia en consumo de agua, desarrollo sostenible en espacios libres de la parcela y la selección de materiales.

El organismo facultado para otorgar la certificación es USGBC (U.S. Green Building Council). La evaluación y la verificación del cumplimiento los requerimientos de LEED es el Green Business Certification Institute (GBCI).

Posee 4 niveles de certificación según el puntaje alcanzado por la evaluación.



Ilustración 18: Tipos de certificación LEED según puntaje.

Se evalúa en nueve categorías de intervención que se distribuyen en créditos, algunas categorías están compuestas por prerrequisitos que son de carácter obligatorio para optar a la calificación y no otorgan puntaje.

Chile se encuentra en el tercer lugar de países latinoamericanos en la implementación de esta certificación.



PROCESO INTEGRAL
Promueve incorporar prácticas colaborativas de diseño en las fases más tempranas del desarrollo de los proyectos.



LOCALIZACIÓN Y TRANSPORTE



MATERIALES Y RECURSO
Fomenta el uso de materiales de construcción sostenible y la gestión de residuos.



EFICIENCIA DEL AGUA
Promueve un uso más eficiente del agua de interiores, de riego y de proceso para así reducir el consumo de agua.



ENERGÍA Y ATMÓSFERA
Promueve un mejor desempeño energético del edificio a través de estrategias para reducir la demanda de energía, la eficiencia energética en la envolvente y en los sistemas del edificio, la promoción de energía renovable y el comisionamiento.



SITIO SUSTENTABLE
Fomenta estrategias que minimicen el impacto sobre los ecosistemas, gestión de aguas pluviales y alternativa de transporte.



CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR
Promueve una mejor calidad ambiental interior, mediante el control de sustancias contaminantes, el acceso a la luz natural y vistas acceso del control a los ocupantes y el confort térmico y acústico.



INNOVACIÓN
Valora aquellos atributos del proyecto que van más allá de los requisitos contenidos en las otras categorías de LEED® o incorporan una estrategia que no aborda ningún prerrequisito.



PRIORIDADES REGIONALES
Aborda las prioridades ambientales regionales para edificios en diferentes regiones geográficas.

Ilustración 19: Categorías de evaluación LEED



LEED® A NIVEL LATINOAMERICANO

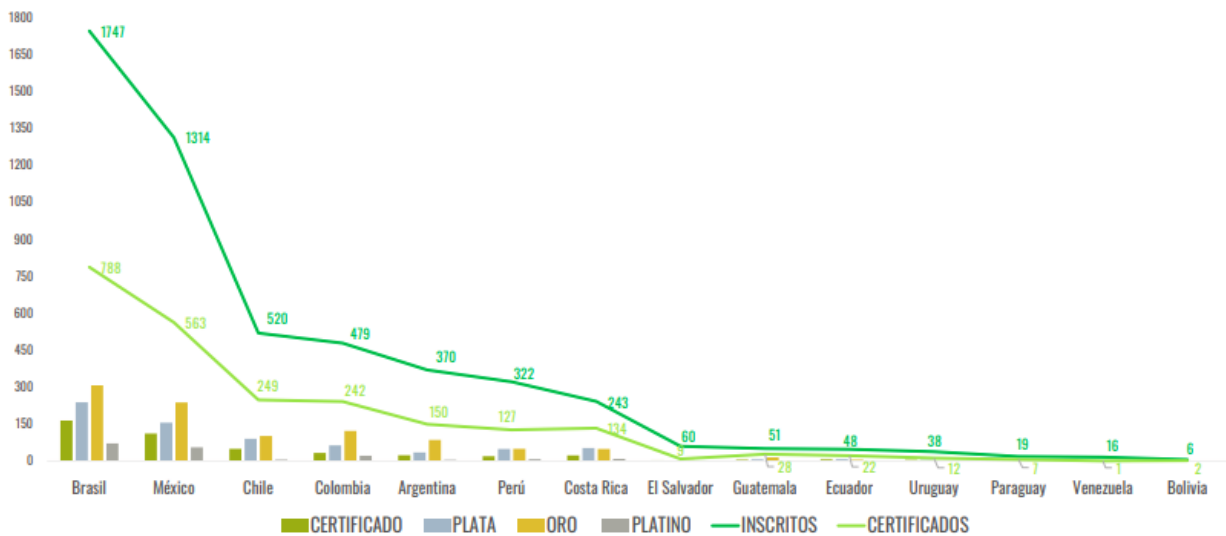


Ilustración 20: LEED a nivel latinoamericano

1.6.6 Estrategias de Construcción Sustentable

Tiene por objeto ser una herramienta orientadora que establezca los principales lineamientos para impulsar la integración de criterios de sustentabilidad en el área de la construcción en Chile. Los criterios de sustentabilidad comprenden una serie de variables que pueden presentar las edificaciones e infraestructuras cuya implementación conjunta permite erigir una construcción sustentable. Dichas variables deben ser consideradas, cuando corresponda, durante todo el ciclo de vida de lo que se construye.

Las variables son:

Trabajando en cuatro ejes estratégicos, Hábitat y bienestar, Educación, Innovación y competitividad, Gobernanza, como resultados de la aplicación de esta estrategia se esperan obtener:

- Edificaciones e infraestructura con consideraciones de sustentabilidad al 2020
- Aportar, desde el sector comercial, público, residencial (CPR) al compromiso de reducción del 12% del consumo energético (proyectado al año 2020)
- Aportar, desde el sector de la construcción, a la reducción del 20% de gases efecto invernadero, tomando como base emisiones proyectadas al 2020
- Aportar, desde el sector de la construcción, a que un 10% de la energía generada sea por fuentes renovables no convencionales al año 2024

1.6.7 Código de Construcción Sustentable

Tiene como objetivo desarrollar estándares técnicos elevados de sustentabilidad para las viviendas, teniendo en cuenta las diferentes situaciones geográficas y climáticas de las regiones de Chile. Con esta herramienta se busca acelerar la transición hacia viviendas de calidad que proporcionen confort a sus usuarios, incluyendo criterios de eficiencia en materias relacionadas con la energía, el uso del agua y la gestión de residuos. Asimismo, se busca promover la innovación y proporcionar oportunidades para las industrias sustentables.

1.6.8 Principales Normativas utilizables para la vivienda

- **NCh1079-2008**: *Arquitectura y construcción - Zonificación climático habitacional para Chile y recomendaciones para el diseño arquitectónico.*
- **NCh853-2007**: *Acondicionamiento térmico - Envolvente térmica de edificios - Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas.*
- **NCh2251-2010**: *Aislación térmica - Requisitos de rotulación de materiales aislantes.*
- **NCh1973-2014**: *Comportamiento higrotérmico de elementos y componentes de construcción — Temperatura superficial interior para evitar la humedad superficial crítica y la condensación intersticial — Métodos de cálculo.*
- **PDA**: *Plan de descontaminación ambiental cumplimiento a la norma primaria de calidad ambiental por MP2,5, en un plazo de 10 años y no sobrepasar los límites de latencia de la norma primaria de calidad ambiental por MP10.*
- **NCh1333**: *Requisitos de calidad de aguas para diferentes usos*
- **NCh 409**: *Calidad y muestreo del agua potable*

2 CAPÍTULO I: Diagnóstico Bioclimático del Lugar

2.1 Información Preliminar

Santa Juana es una comuna de Chile ubicada en la provincia de Concepción, Región del Biobío, en la zona central, su población es de 13.749 habitantes, y posee una superficie de 73.120 hectáreas. (BCN, 2020). Posee varias localidades rurales ubicadas principalmente en el sector de la Cordillera de Nahuelbuta, muchas de estas aldeas se ubican rodeadas de recintos forestales, una de las actividades económicas predominantes en esta comuna y la más dañina para la flora y fauna de esta. (Wikipedia, 2022)

Como ya se ha nombrado anteriormente, esta zona se define como de transición entre un clima templado mediterráneo cálido y un clima templado húmedo o lluvioso. Los veranos son cálidos y secos y en invierno la temperatura es fría. Esto se debe principalmente a la geomorfología que caracteriza al territorio. De acuerdo con Börgel (1983), la comuna de Santa Juana participa de dos unidades geomorfológicas, conformadas por la cordillera de la Costa y el Llano central fluvio-glacio-volcánico, en menor proporción. La cordillera de la Costa posee alturas cercanas a los 650 metros, caracterizados por un colinaje moderado que deja una expedita comunicación entre el llano central y la costa (Dirección General de Aguas, 2004). La vertiente oriental de la cordillera es abrupta y se encuentra bordeada por los ríos Vergara y Biobío, este último la atraviesa en el sector Nacimiento-Santa Juana. Esta cordillera se caracteriza por un lomaje moderado que deja una expedita comunicación entre la depresión central y la costa (Dirección General de Aguas, 2011). En cuanto al llano central, éste se presenta como una planicie suavemente ondulada e intensamente regada por los cursos fluviales de la región (Dirección General de Aguas, 2004) (CIREN)



Ilustración 21: Croquis digital de Localización de Santa Juana y Terreno del proyecto (Elaboración propia)



Ilustración 22: Fotografía aérea Comuna Santa Juana (Municipalidad_Santa_Juana, s.f.)

2.2 Lugar de Emplazamiento del Proyecto

El terreno se ubica en el sector rural de la comuna de Santa Juana, entre los 37°18'40.3" latitud Sur y 72°57'42.7" longitud Oeste, a 20 Km aproximadamente de la comuna por la Ruta de la Madera, que luego se conecta con una servidumbre de paso.

El Lote A-6, del inmueble denominado San Luis, ubicado en el sector Poduco. Tiene una superficie de 0,58 Hectáreas. A modo general se comenta que este cuenta con 3 niveles, donde el nivel principal (2°) será el de la entrada, y en el cual irá ubicada la vivienda.

Este contiene un tipo de suelo con mayor porcentaje arcilloso, y la napa freática se encuentra cercana a la superficie.

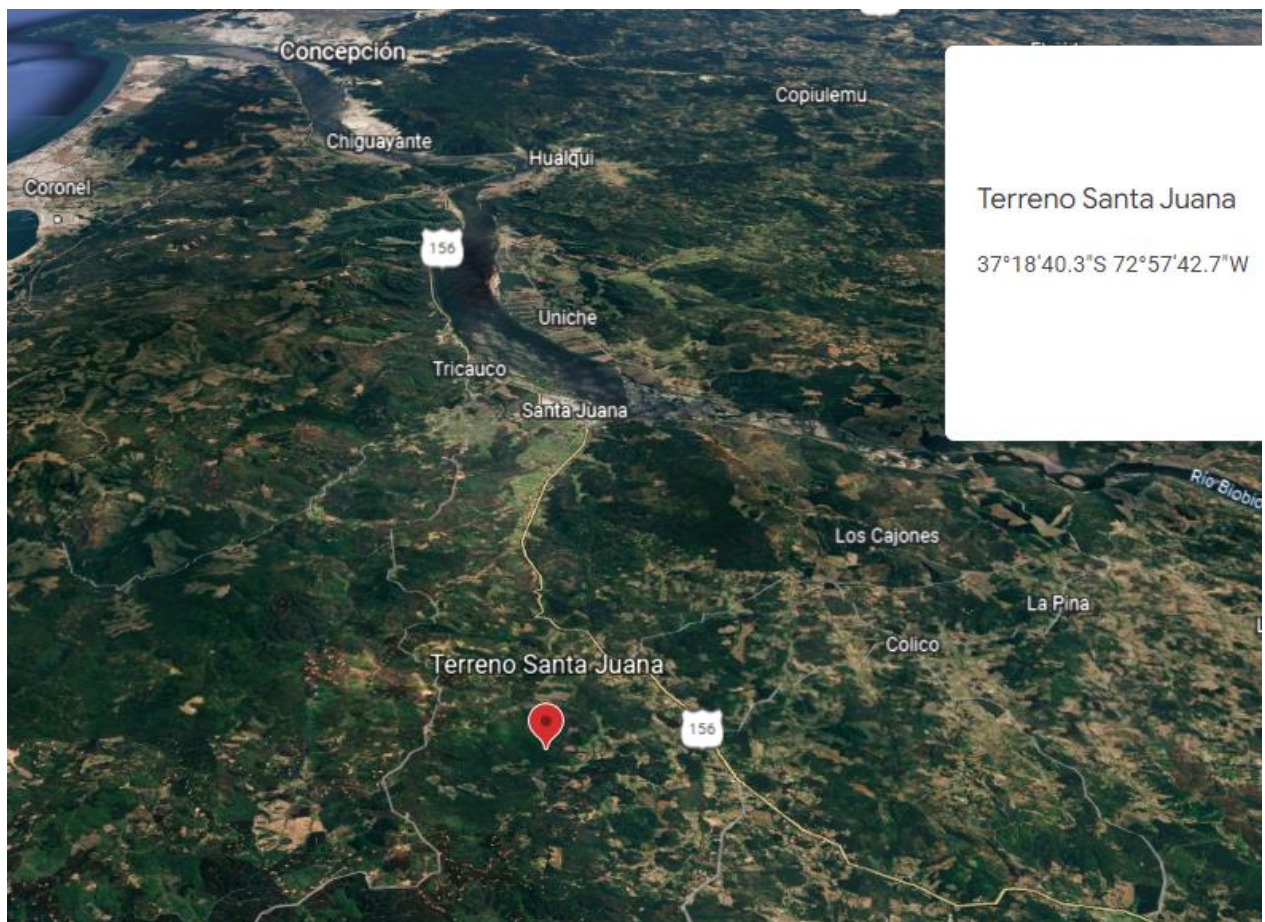


Ilustración 23: Georreferencia del terreno en Estudio (Google Earth)

A continuación, se detallará claramente la información bioclimática necesaria del Terreno para su posterior propuesta de estrategias sustentables para el diseño la vivienda.

Es de vital importancia entender al objeto arquitectónico como un modificador del sistema natural, que es a su vez modificado por las características del medio ambiente en el que se inserta. (Direcciónarquitectura-MOP)

2.3 Identificación Zona Climática

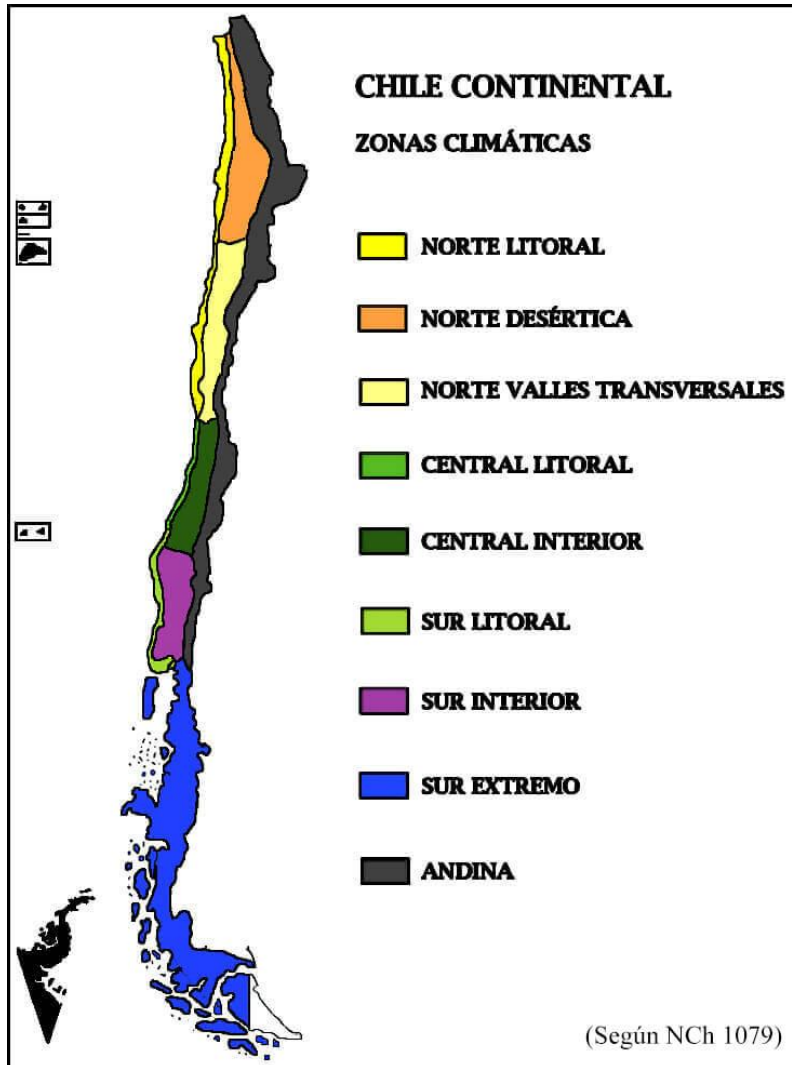


Ilustración 24: Zonificación climática de Chile (NCh 1079 Of.2008)

El terreno del proyecto se encuentra en la zona climática Sur Interior de Chile, Continuación de zona Central Interior, desde el Bío-Bío incluido, hasta la ensenada de Reloncaví. Hacia el E, hasta la Cordillera de los Andes por debajo de los 600 m, aproximadamente

2.4 Estudio de predominancia de viento

Según información proporcionada por el Explorador Eólico del Ministerio de Energía del Gobierno de Chile. Situándonos en la ubicación del terreno se obtiene:

Tabla 1: INFORMACIÓN GEOGRÁFICA Y VIENTO PROMEDIO

LATITUD	LONGITUD	ALTURA	VIENTO PROMEDIO
-37,31°	-72,96°	297 msnm	3,8 m/s



Ilustración 25: Predominancia de Vientos en el Terreno en Estudio (Elaboración propia)

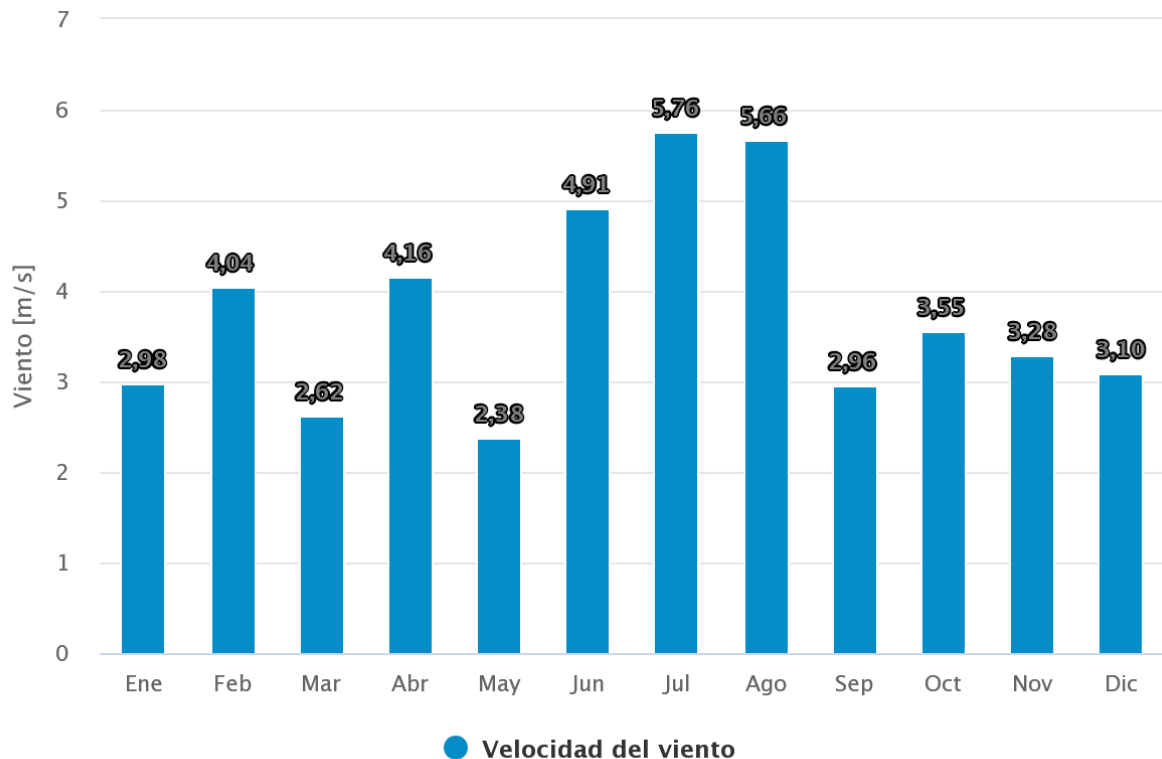
En primer lugar, para el estudio de predominancia de vientos se realiza una captura de pantalla de la imagen satelital del sitio web Google Earth, y con esto se superpone el gráfico que proporciona el explorador eólico, ambas imágenes tienen ubicadas al mismo sentido el Norte.

Con esto se analiza la predominancia de vientos correspondiente al lugar de emplazamiento del proyecto, a partir del gráfico Rosa de Viento, se deduce que en el caso de estudio estos son predominantes desde el Oeste-Noroeste al Sur-Oeste.

Con esta información relevante, se determina que para la disposición del diseño:

- Las entradas de aire de ventilación pasiva de la vivienda deben ubicarse en desde el Oeste-Noroeste al Sur-Oeste del terreno.
- Las zonas húmedas serán dispuestas en el sector Este y Sur del Terreno
- Las zonas de calidad podrán ser incorporadas en el sector Norte y Oeste.
- Las zonas donde predomine el viento deberán ser protegidas contra las precipitaciones.

En segundo lugar, se identifica dado el siguiente gráfico las velocidades del viento de manera mensual. del cual se puede concluir que el viento mantiene promedio anual de 3,8 m/s .



Highcharts.com

Ilustración 26: Velocidad del viento mensual (Explorador_Eólico, s.f.)

Además se adjunta rosa del viento según la época del año para observar la dirección del viento.

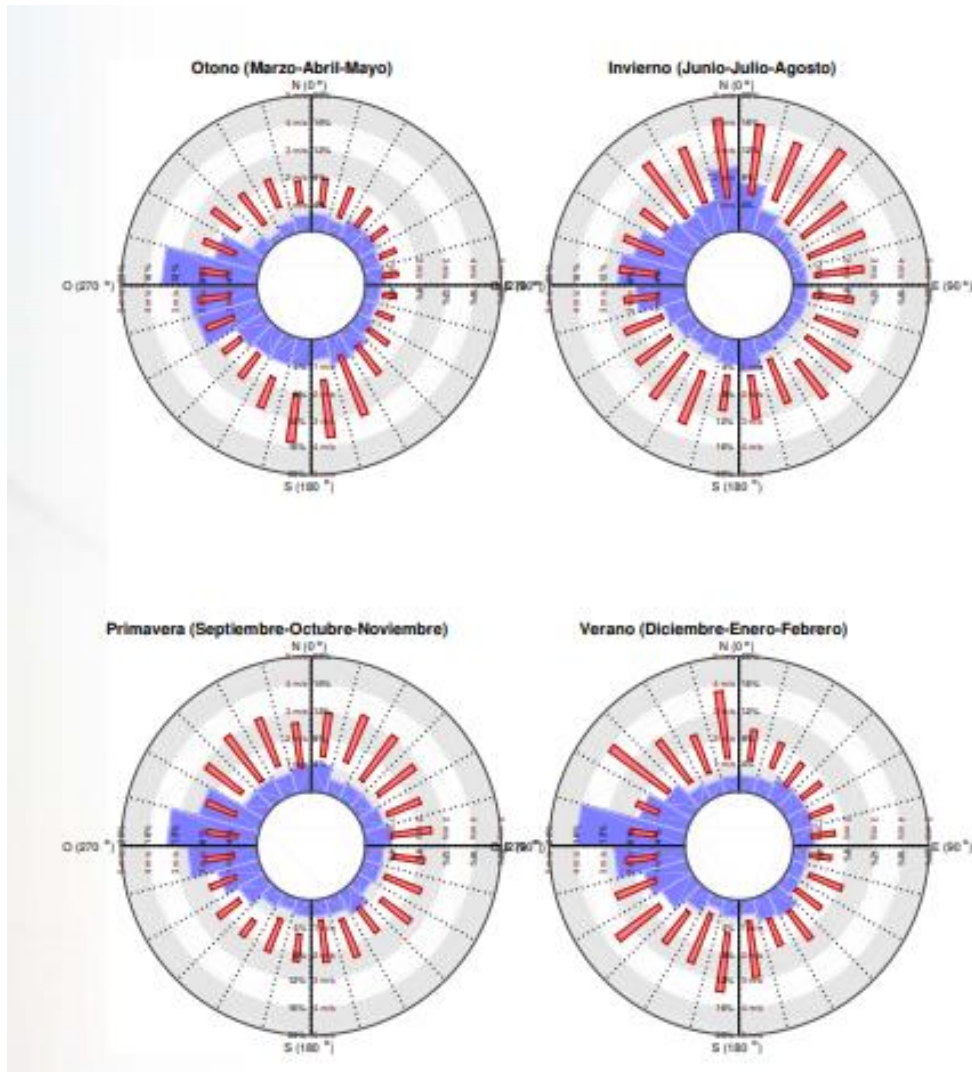


Ilustración 27: Rosa del viento por épocas del año

2.5 Estudio de temperatura y humedad

Para realizar este estudio se consideran los datos climáticos que entrega el sitio web Weather Atlas que utiliza recursos de la Dirección Meteorológica de Chile, de los cuales se analizará temperatura y humedades en el ciclo anual de la comuna.

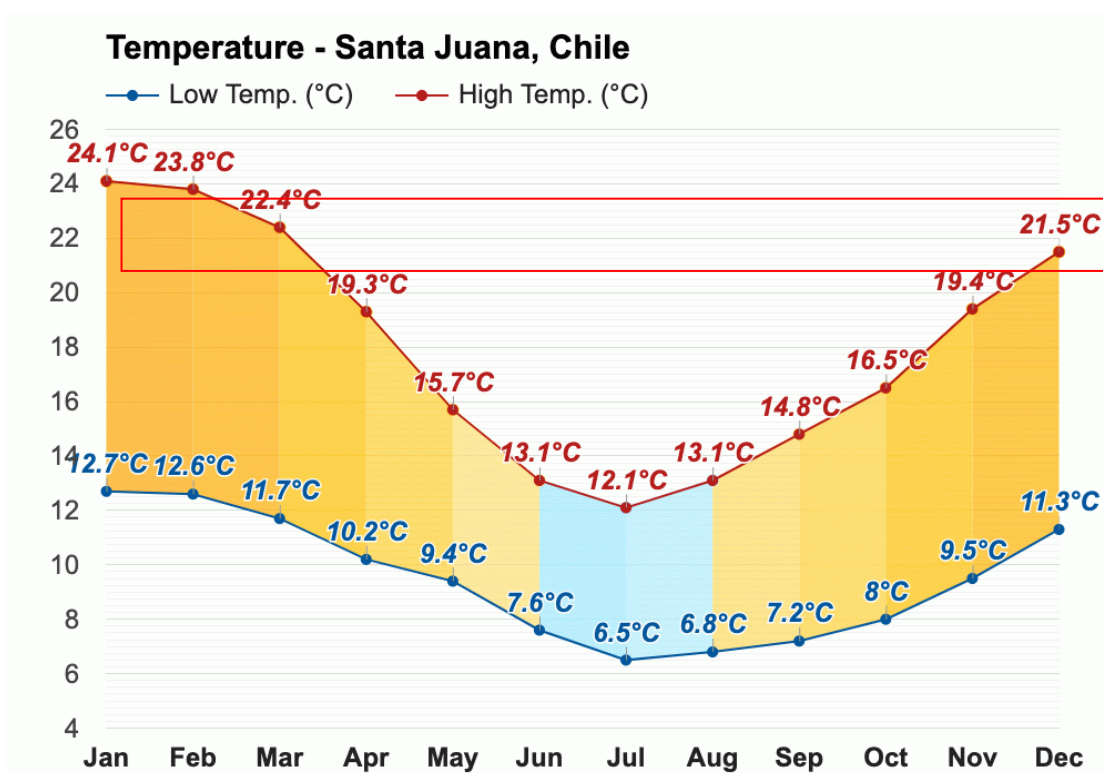


Ilustración 28: Gráfico de Temperaturas Anuales en Santa Juana (Atlas, s.f.)

Con respecto a las temperaturas anuales, en base al gráfico anterior se deduce que:

- Los meses con mayores temperaturas son desde Noviembre a Abril.
- Los meses con menores temperaturas son desde Junio a Agosto.
- Enero representa el máximo promedio de temperatura alta (24.1°C). Y además el promedio de temperatura baja más alto (12.7°C).
- Julio es el mes con el promedio de temperatura alta más bajo (12.1°C). Y además el promedio de temperatura baja más bajo (6.5°C).
- Dado que las temperaturas varían anualmente, pasando de temperaturas altas a muy bajas, para el diseño estratégico, la vivienda requerirá el uso de protecciones solares pasivas y por otra parte un método constructivo que se asocie a la captación solar para calefacción

ya que las temperaturas la mayor parte del año son menores a la temperatura de confort de acuerdo a investigaciones 19° a 22°C

También se investiga con respecto a las radiaciones anuales en el Explorador Solar Web del Ministerio de Energía del país. En la ubicación del Proyecto se obtiene que:

Tabla 2: RADIACIÓN ANUAL

Global Horizontal (kWh/m ² /día)	Global Inclinado 37° (kWh/m ² /día)	Directa Normal (kWh/m ² /día)	Difusa Horizontal (kWh/m ² /día)
4,82	5,21	6,07	1,26

INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Frecuencia de Nubes (%)	Temperatura Ambiental (°C)	Velocidad del viento (m/s)
19	12,2	1,8

Variación Anual de la radiación

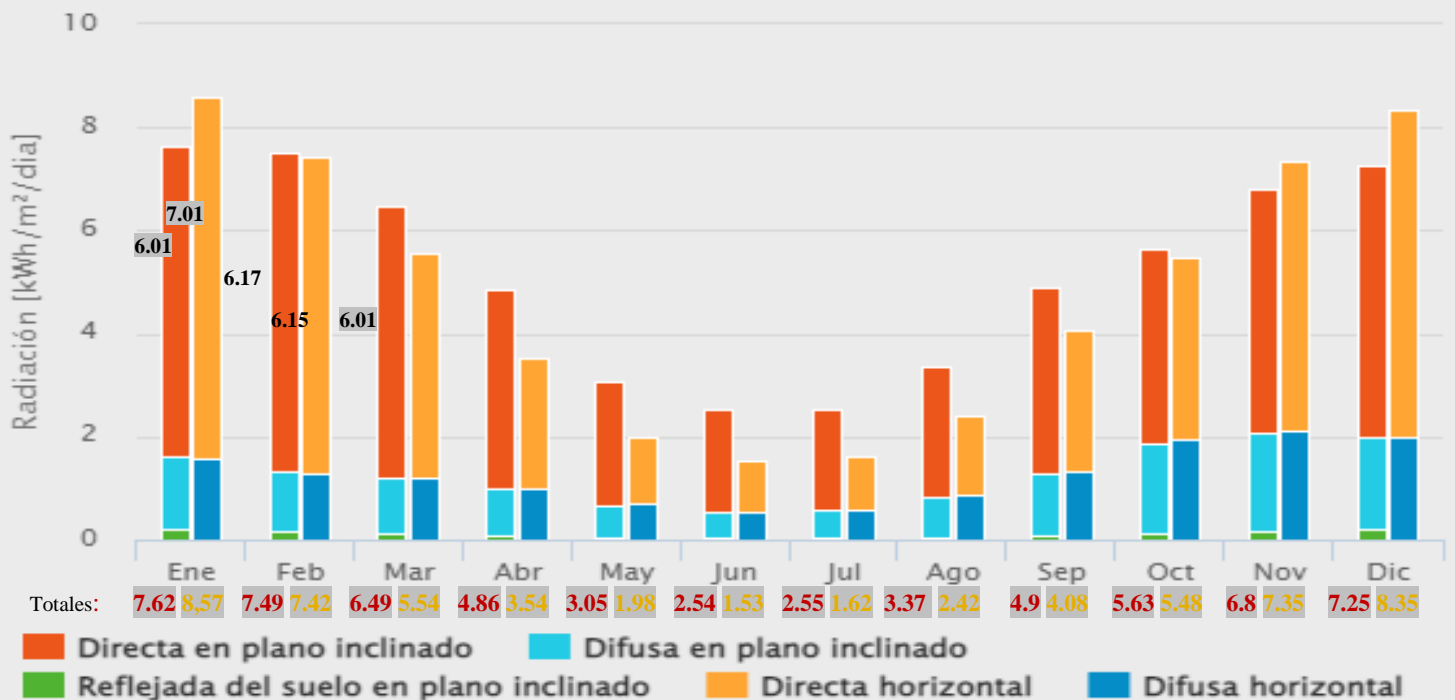


Ilustración 29: Gráfico de Variación Anual de la radiación (Explorador_Solar, s.f.)

Se presenta el gráfico anterior con el fin de evaluar de la radiación global (radiación en 1 m² de una superficie horizontal) dentro de la georreferencia del terreno en estudio, se observa el aporte de la componente Directa horizontal formada por los rayos procedentes del Sol directamente y de la componente Directa en plano inclinado que consiste en encontrar un ángulo de inclinación para la superficie receptora tal que se optimice la cantidad de radiación recibida durante el día y/o el año, las cuales son de gran importancia para el posterior diseño fotovoltaico de la vivienda y también de las protecciones solares que pudiera llevar.

Teniendo en cuenta que los mayores aportes son en los meses de más radiación. Por parte de la componente Directa Horizontal se determina que en las épocas de primavera-verano puede llegar a aportar mayor radiación que la Directa en plano inclinado, no así en las demás épocas del año donde presentan una menor radiación, que sin embargo solo en 3 meses desde Mayo a Junio su diferencia con la radiación directa horizontal podría llegar a ser menor que la directa en plano inclinado en un 50%. Por lo cual se determina que para la instalación de los paneles debiera

tomarse en cuenta que hay que encontrar el ángulo correcto y conveniente para un mejor aprovechamiento del recurso solar en todo el ciclo anual.

Salida y Puesta del sol



Ilustración 30: Horas de luz solar en Enero (Meteored, s.f.)

Y a continuación se presenta el siguiente gráfico de humedad anual.

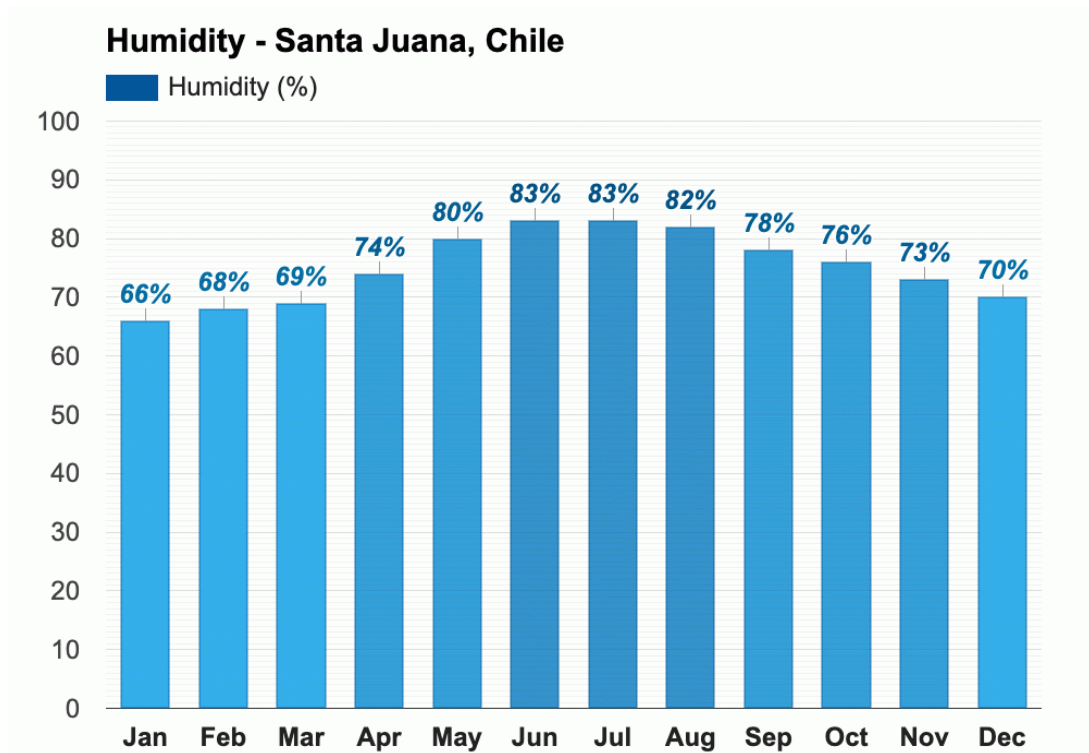


Ilustración 30: Gráfico de Humedades Anuales en Santa Juana (Atlas, s.f.)

A partir de lo expuesto en el gráfico anterior se puede concluir:

- La humedad está presente todo el año, dado principalmente por la geomorfología que caracteriza a la zona.
- La mayor humedad en Santa Juana predomina desde Mayo a Septiembre.
- De Diciembre al mes de Marzo las humedades son en menor proporción.

2.6 Estudio de precipitaciones

Para este estudio de precipitaciones también se consideran los datos climáticos que entrega el sitio web Weather Atlas.

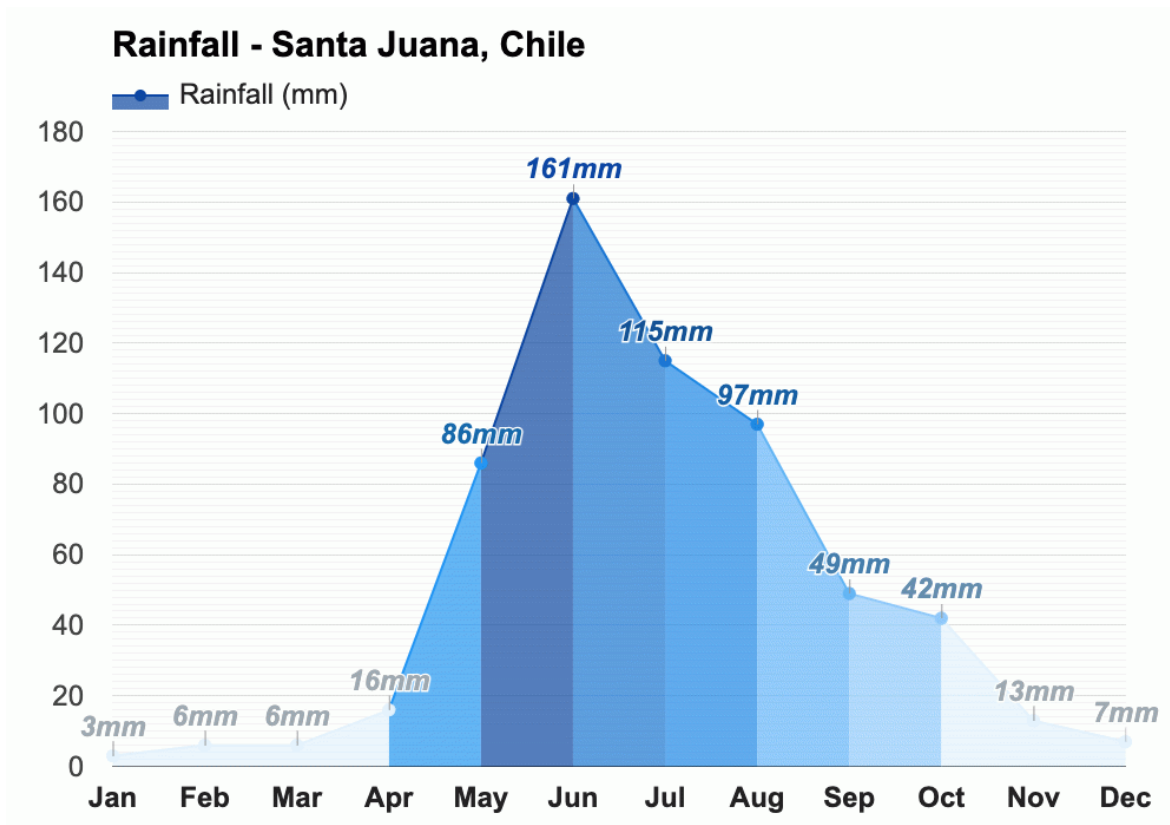


Ilustración 31: Gráfico de Precipitaciones Anuales de Santa Juana (Atlas, s.f.)

Del cual se puede determinar que desde el mes de Abril comienzan a aumentar al mes de Mayo y luego van disminuyendo, teniendo la mayor cantidad de mm de precipitación durante la época de invierno, de forma gradual sigue disminuyendo hasta el mes de Noviembre y se mantienen la menor cantidad de mm de precipitación en la época primavera-verano.

Para complementar también se adjunta el siguiente gráfico del cual se pueden observar los días de precipitación mensual durante el período anual.

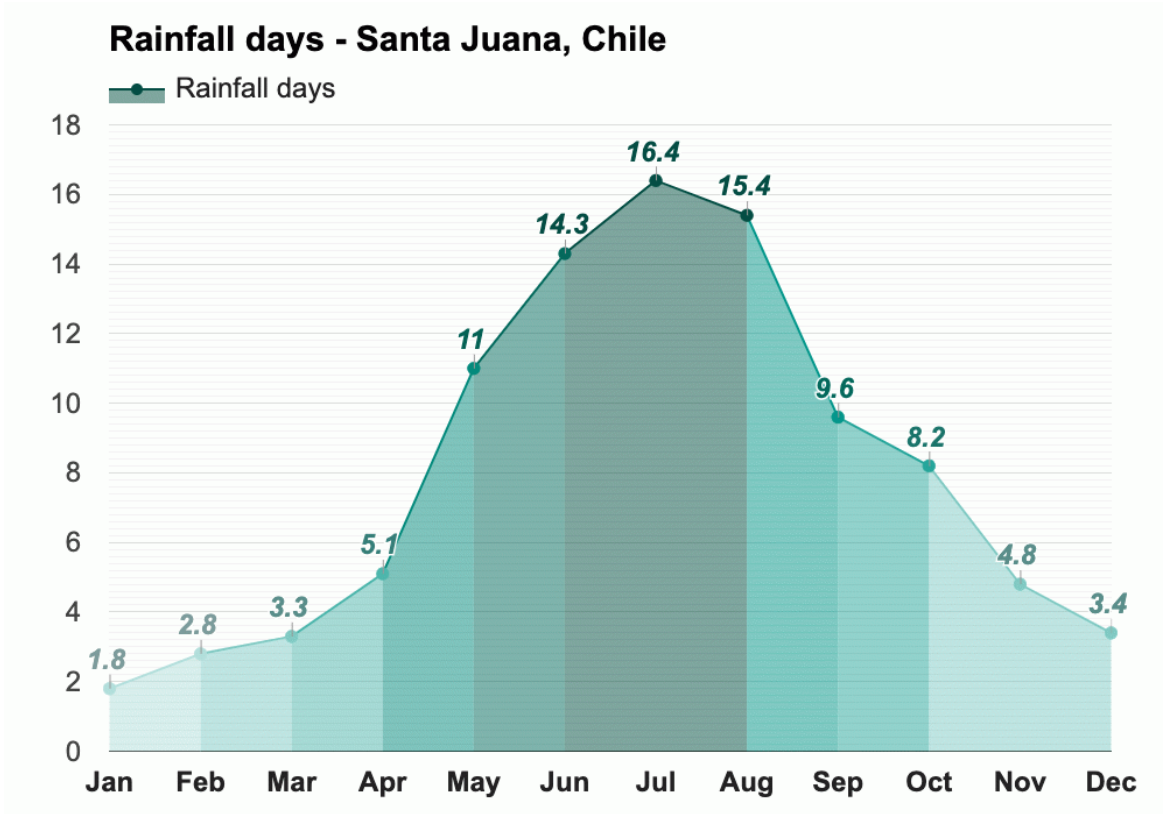


Ilustración 32: Gráfico de Días de Precipitaciones Mensuales (Atlas, s.f.)

2.7 Fotografías del emplazamiento



Ilustración 33: Fotografía terreno, nivel principal instalación Domo (Fuente propia)



Ilustración 34: Fotografía terreno, nivel principal instalación Domo (Fuente propia)



Ilustración 35: Fotografía zona de entrada a nivel principal (Fuente propia)

En la fotografía anterior se pueden distinguir los 3 niveles de este terreno.



Ilustración 36: Fotografía terreno tercer nivel, ubicación del bosque nativo.



Ilustración 37: Bosque Nativo tercer nivel del terreno. (Fuente propia)



Ilustración 38: Fotografía tomada desde el tercer nivel, Ubicación Poste eléctrico transmisión. (Fuente propia)

3 Capítulo II: Estrategias Sustentables para el Diseño

3.1 Diseño preliminar vivienda

A continuación, se presenta el diseño preliminar en distintas vistas que será la premisa para el estudio solar y luego para la aplicación de estrategias sustentables, se escoge esta forma de construcción dado sus características técnicas (Calluqueo, Estudio Técnico Domo Geodésico):

- Resistencia a todo tipo de clima debido a la tensegridad que la compone, que emplea componentes aislados comprimidos que se encuentran dentro de una red tensada continua por su forma geodésica (una cúpula geodésica o domo geodésico es parte de una esfera geodésica, un poliedro generado a partir de un icosaedro o dodecaedro) y calidad de los materiales.
- Estabilidad estructural que al estar formado por triángulos es indeformable a cargas externas, y su estructura es liviana.
- Eficiencia energética dado a su forma radial que permite aprovechar la luz natural todo el día y en cualquier estación del año.
- Reduce la necesidad de consumo de energía para calefacción dado a que su forma de semiesfera actúa como reflector que concentra el calor, permite una distribución uniforme del calor, y también la resistencia al paso del calor producto del aislamiento. Además, permite flujos de aire frío o caliente para regular la temperatura interior.
- Aportan una mayor optimización del espacio y unas condiciones termoacústicas más estables, que repercuten positivamente al coste económico de la misma.
- Construcción más económica que una convencional debido a que este diseño no comprende muros.
- Fácil instalación.

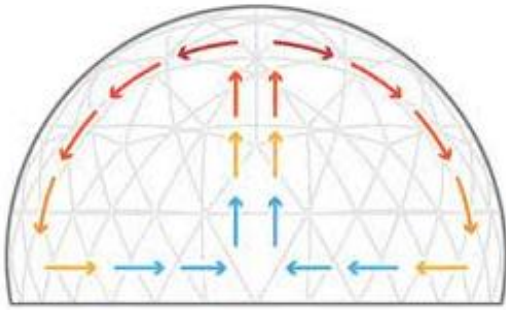


Ilustración 39: Estabilidad térmica

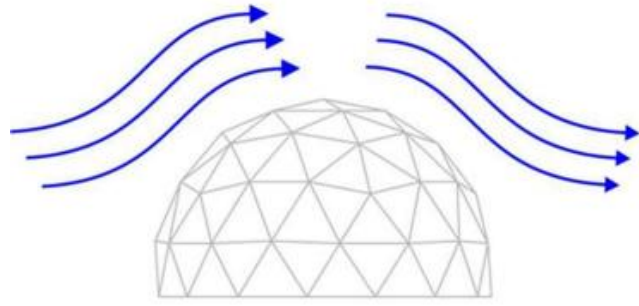


Ilustración 40: Aerodinámica de una cúpula geodésica

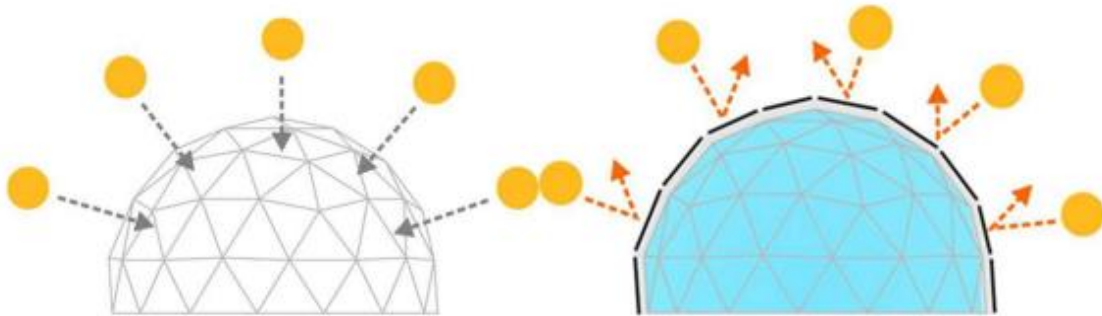


Ilustración 41: Absorción y reflexión lumínica natural

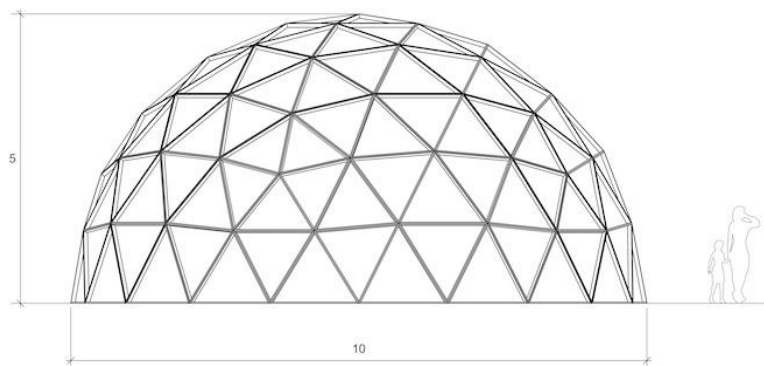


Ilustración 42: Estabilidad Estructural

El diseño de la cúpula es reconocida y utilizada en un variado campo de usos, y es una rama de la construcción con visión sustentable, la que lo hace excelente para aplicarla en el diseño de la presente propuesta. Su aplicación será en vivienda en este caso, pero como ya se mencionó tiene variados usos como: Espacio multiusos, camping, jardinería (viveros e invernaderos), comerciales. Debido a que es posible construir con diversos materiales y diseñar libremente.



Ilustración 43: Ejemplo de vivienda domo geodésico (domos, s.f.)

Cabe mencionar que en primera instancia en este proyecto se priorizará la utilización de elementos de construcción que cumplan con las expectativas de sustentabilidad.

Donde la Madera tendrá un valor primordial en la estructura y el diseño interior, debido a su bajo impacto ambiental por sus emisiones de gas efecto invernadero menor a las otras materialidades.

Table 1–3. Net carbon emissions in producing a tonne of various materials

Material	Net carbon emissions (kg C/t) ^{a,b}	Near-term net carbon emissions including carbon storage within material (kg C/t) ^{c,d}
Framing lumber	33	–457
Medium-density fiberboard (virgin fiber)	60	–382
Brick	88	88
Glass	154	154
Recycled steel (100% from scrap)	220	220
Concrete	265	265
Concrete ^e	291	291
Recycled aluminum (100% recycled content)	309	309
Steel (virgin)	694	694
Plastic	2,502	2,502
Aluminum (virgin)	4,532	4,532

^aValues are based on life-cycle assessment and include gathering and processing of raw materials, primary and secondary processing, and transportation.

^bSource: EPA (2006).

^cFrom Bowyer and others (2008); a carbon content of 49% is assumed for wood.

^dThe carbon stored within wood will eventually be emitted back to the atmosphere at the end of the useful life of the wood product.

^eDerived based on EPA value for concrete and consideration of additional steps involved in making blocks.

Ilustración 44:

Emisiones netas de carbono en la producción de una tonelada de diversos materiales

(A.Opazo)

Se trata de una vivienda unifamiliar de una superficie de 73,47 m² y una altura total desde el nivel de superficie de piso de 5,5 m con inspiración en el diseño geodésico de los domos, Richard Buckminster Fuller, quien patentó la idea y las matemáticas del proyecto a mitad del siglo XX.

Este diseño preliminar modelado en 3d en el programa Sketchup Pro, el que requiere de la aplicación de las estrategias posteriores de manera de presentar un diseño estratégico final para este estudio de propuesta.

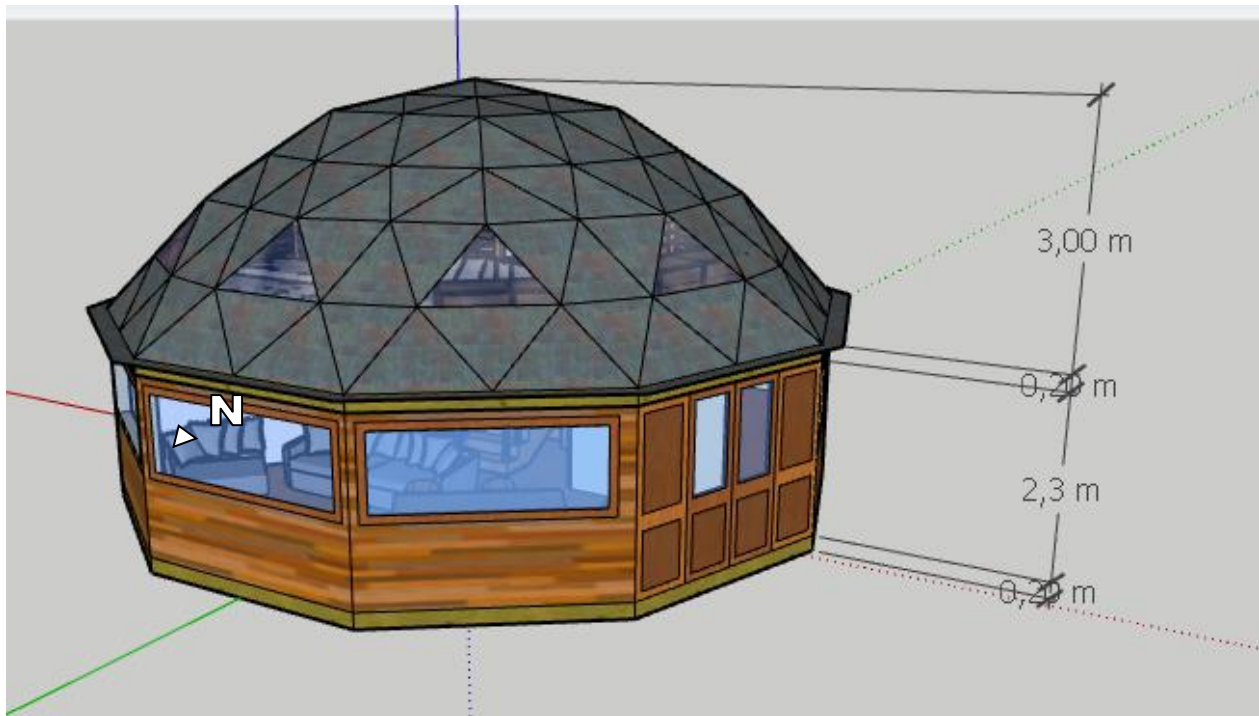


Ilustración 45: Vista isométrica del diseño preliminar de la vivienda (Elaboración propia)

De acuerdo a lo determinado en el estudio de predominancia de vientos, se superpone la imagen de la vivienda en la imagen del terreno, y se le da la disposición y orientación necesaria con tal que para efectos de ventilación resulte contar con una ventilación natural buscada por los diseños arquitectónicos pasivos.



**Ilustración 46: Vista Aérea Google Earth del Terreno con vivienda diseñada
(Elaboración propia)**

Su geometría corresponde en el primer y segundo nivel a un círculo de diámetro de 10 metros segmentado en 10 partes, que serán los tabiques del primer nivel de altura 2,3 metros, con aberturas de ventanas para iluminación y ventilación.

En el segundo nivel no es necesario una tabiquería debido a que al elegir esta inspiración de diseño fue principalmente por el aprovechamiento del recurso natural del sol, con la finalidad de proveer la casa con iluminación natural durante todo el día.

El primer nivel cuenta con una disposición de espacios oportuna para la necesidad de ventilación natural, con ubicación de las zonas de calidad en el sector norte y el sector oeste.

Y el segundo nivel está destinado solo a zonas de calidad dormitorio y sala de estar que pueden poseer separadores de espacio con celosía interior.

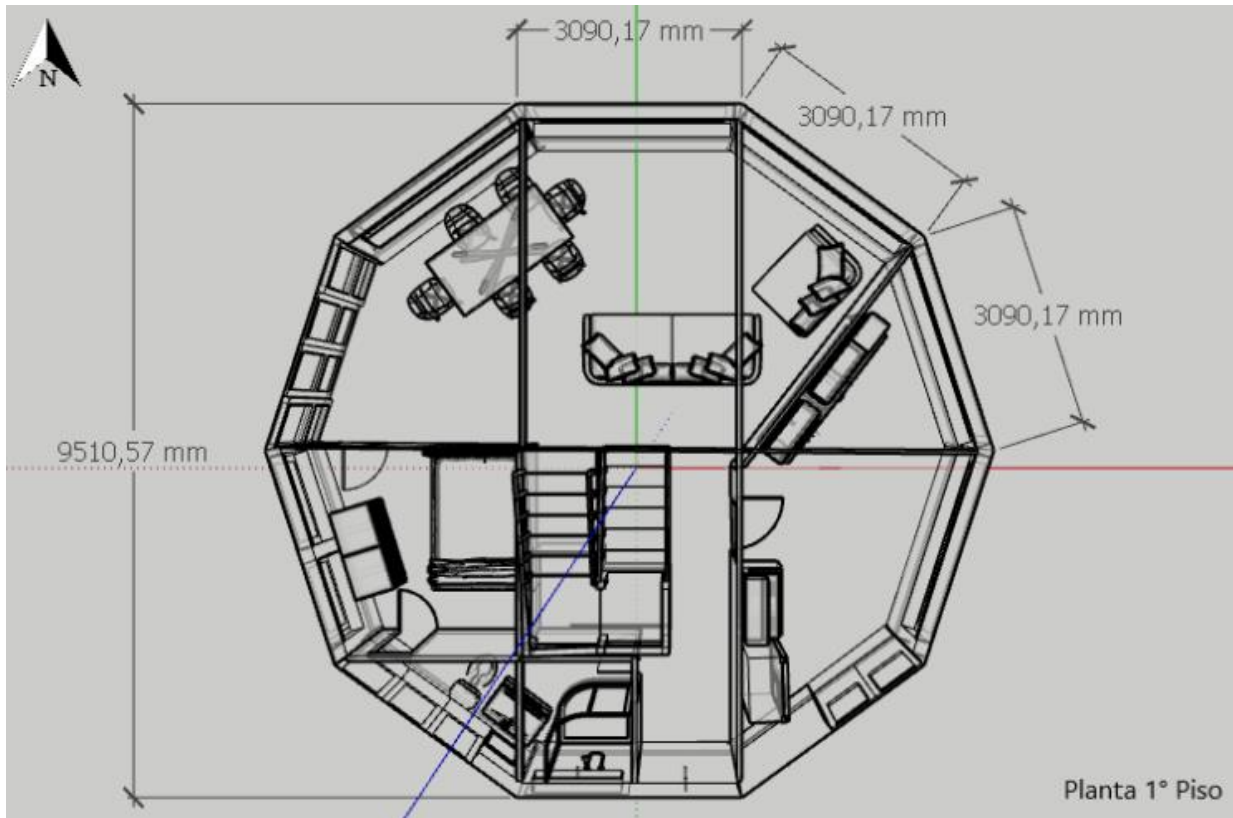


Ilustración 47: Diseño Planta 1° Nivel (Elaboración propia)

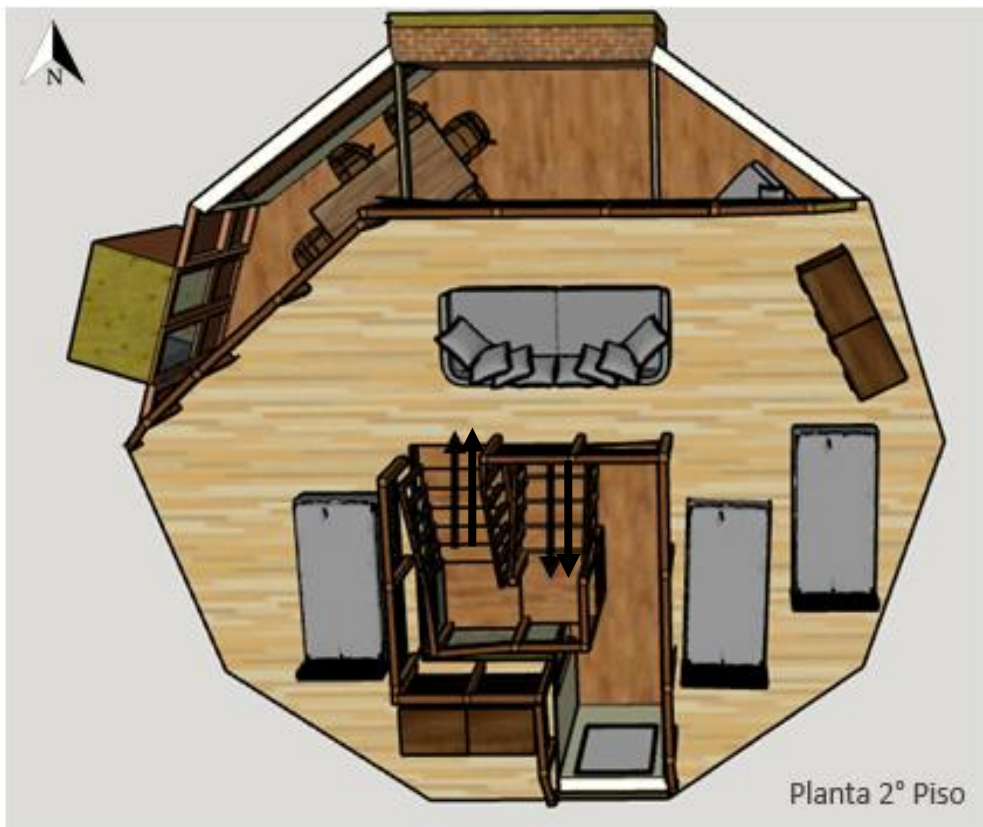


Ilustración 48: Diseño Planta 2° Nivel (Elaboración propia)

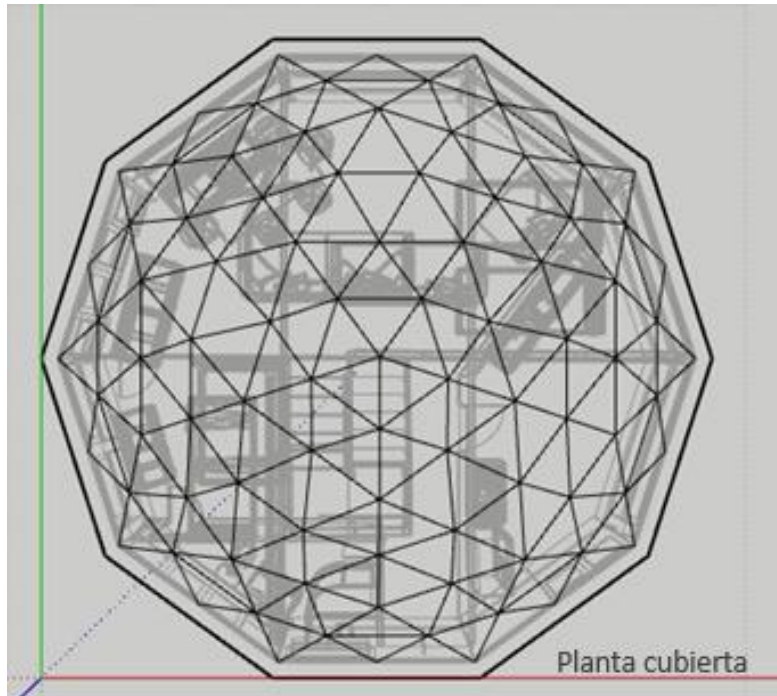


Ilustración 49: Diseño Techumbre (Elaboración propia)

El diseño de cubierta, se genera a partir de un sólido platónico, un poliedro (figura tridimensional) llamado icosaedro, los vértices deben coincidir todos con la superficie de una esfera o un elipsoide.

Las mallas espaciales están formadas por una gran cantidad de barras pequeñas, teniendo en cuenta el alcance de toda la estructura. Las barras se conectan entre sí por sus vértices, creando triángulos, que conforman pentágonos y hexágonos conformando así una Red Tridimensional. Esta red tridimensional funciona por la acción concertada de cada una de sus piezas: las barras unidas en los llamados “nudos o conectores” se organizan formando modelos tetraédricos, cúbicos, etc. que al repetirse logran el conjunto espacial, dirigiendo las fuerzas y transmitiendo las cargas. Cada cara triangular del Domo se subdivide a su vez en triángulos más pequeños, y dependiendo del número de veces que se realiza esta subdivisión es que logramos las diferentes frecuencias de las cúpulas geodésicas.

Icosaedro

Figura platónica original

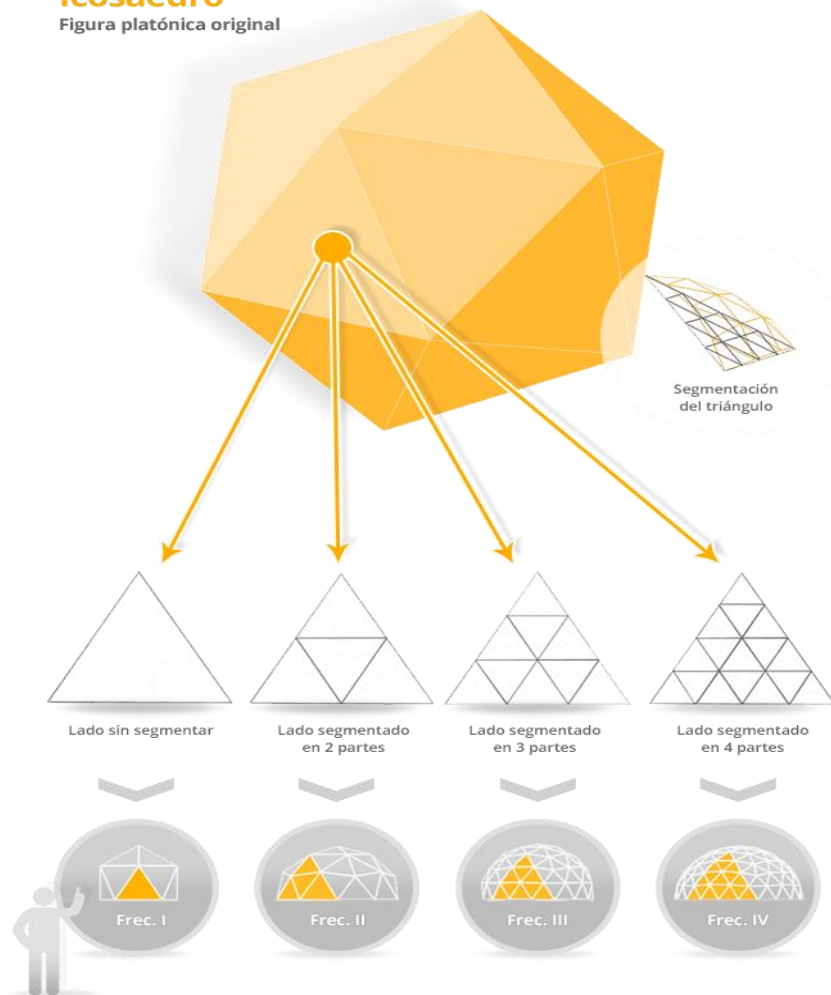


Ilustración 50: Frecuencias cúpula a partir de un icosaedro

Cuanto mayor es la frecuencia serán mayores las divisiones y mayor su resistencia, la perfección de la curvatura, pero también su complejidad de realizar. (Calluqueo, Estudio Técnico Domo Geodésico). Para este caso se utilizó el icosaedro con una frecuencia III.

Para definir las medidas de los triángulos se le dio una altura de 3 metros a la cubierta, de la cual se dibujan arcos desde cada vertice del polígono de tabiquería hasta la altura definida en el centro de la estructura. Estos arcos a su vez se segmentaron en 3 partes, lo que le dio origen a 5 tipos de triángulo con frecuencia III, con longitudes de barra entre 0,98 – 1,25 metros.

Posteriormente la techumbre se ensanchará con el fin de proteger ante el clima con un aleron que abarque todo el perímetro de la vivienda.



Ilustración 51: Vista Rayos X 1° Nivel (Elaboración propia)

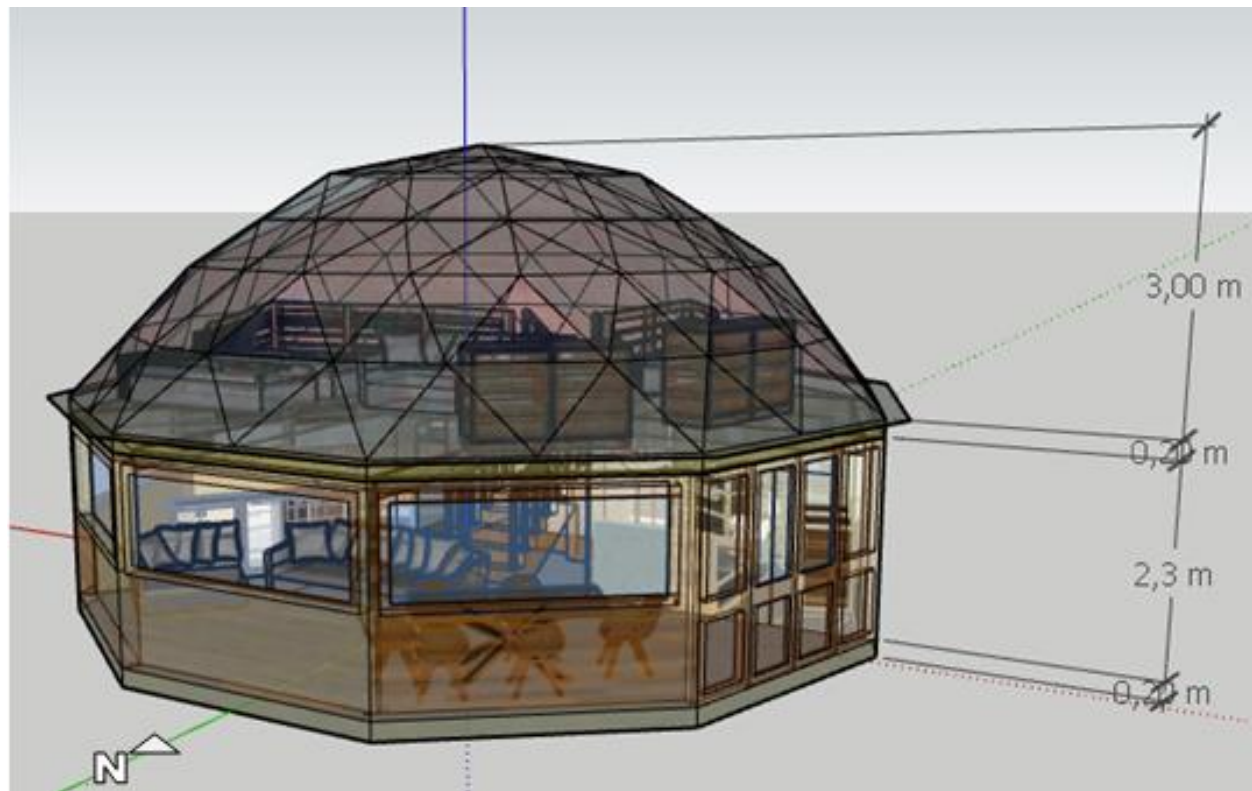
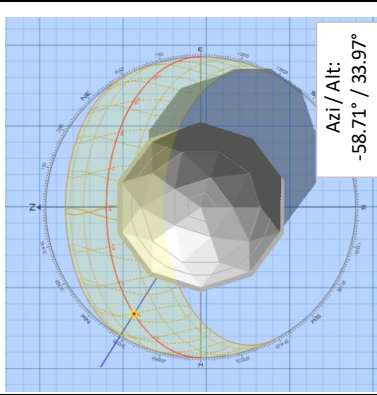
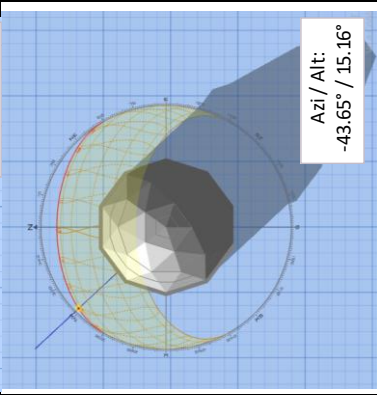
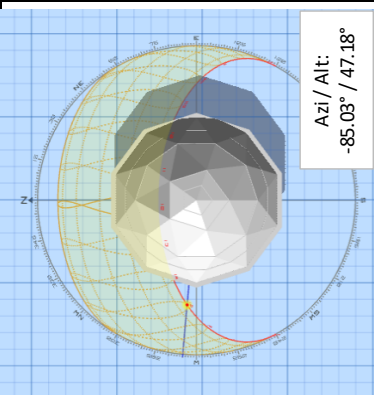
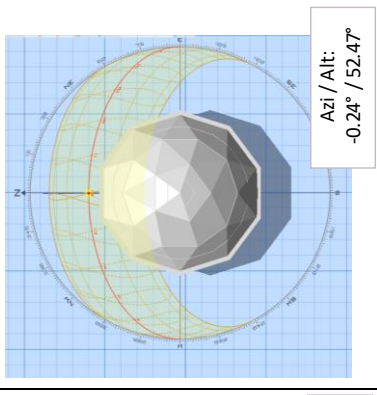
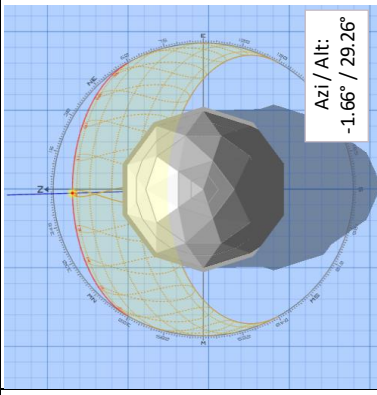
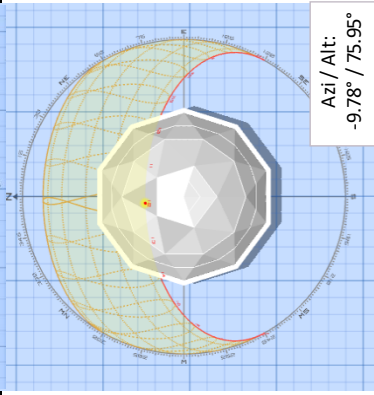
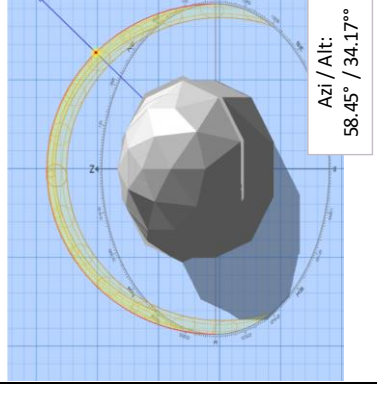
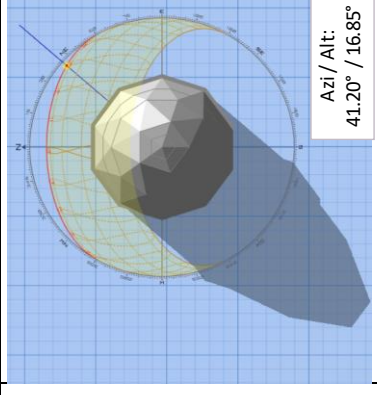
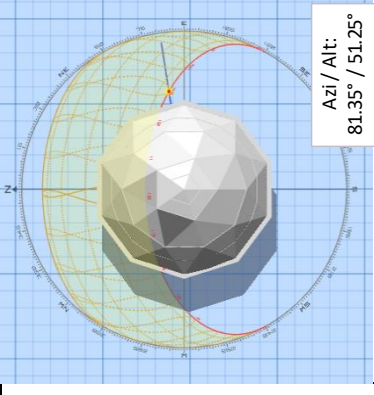


Ilustración 52: Vista Rayos X Diseño preliminar 1° y 2° nivel vivienda (Elaboración propia)

3.2 Estudio asoleamiento vivienda

El siguiente estudio de asoleamiento de la vivienda, se obtiene del prediseño el cual al ser analizado en la aplicación 3D Sun-Path, demuestra la relación entre la ubicación geográfica y la posición solar durante todo el año (Marsh/Software., s.f.), dando los siguientes resultados:

Tabla 3 : ESTUDIO ASOLEAMIENTO VIVIENDA (ELABORACIÓN PROPIA)

Estudio de recorrido del sol respecto al proyecto analizado	3:00 pm	 Azi / Alt: -58.71° / 33.97°	 Azi / Alt: -43.65° / 15.16°	 Azi / Alt: -85.03° / 47.18°
	12:00 pm	 Azi / Alt: -0.24° / 52.47°	 Azi / Alt: -1.66° / 29.26°	 Azi / Alt: -9.78° / 75.95°
	9:00 am	 Azi / Alt: 58.45° / 34.17°	 Azi / Alt: 41.20° / 16.85°	 Azi / Alt: 81.35° / 51.25°
	21 de marzo			
	21 de Junio			
	21 de Diciembre			

Se genera un diseño de vivienda que aproveche de una manera ideal la luz y calor del sol, con este cuerpo geométrico se logra la libertad de ubicar entradas de luz y captación solar en relación al asoleamiento y sombras. Las entradas de luz que se diseñaron pretenden dotar a la vivienda de luz durante todo el día. Y además este estudio nos permite reconocer donde ubicar las zonas de calidad.

En conclusión, de este estudio se analiza que, en el primer nivel, en la mañana la luz solar es recibida por el sector este de la vivienda, lo que comprende iluminación natural para la cocina y para el living comedor puesto a la ubicación de ventanas estratégicas. Durante el medio día se mantiene iluminación en el living comedor, luego a las 3 pm la iluminación estaría presente desde el sector noroeste de la vivienda al sector suroeste, abarcando living comedor, dormitorio principal y baño.

En el segundo nivel, no se idealiza la colocación de muchas ventanas ya que al ser un lugar donde la mayor parte del año tiene gran radiación y temperaturas altas no conviene, luego del estudio de la vivienda y sus requerimientos de renovaciones de aire podrían incorporarse las necesarias.

3.3 Objetivo del Modelo

Con la finalidad del alcance de bienestar para sus ocupantes es necesaria la dotación de condiciones de confort ambiental (higrotérmico, visual, acústico y de calidad del aire), demandando un mínimo de energía, con la visión del presente y a largo plazo del contexto de alzas de precios y futura escasez, sumado a las emisiones de gas invernadero por el consumo de combustibles fósiles (MOP, 2015), se determina que para este proyecto se debe trabajar en torno a las siguientes componentes:

3.4 Zona Climática 7 SI: Sur Interior

Se tendrá como referente la Guía Técnica de apoyo N°2 con la zonificación climática diagnosticada anteriormente en ciertos requerimientos, por lo cual se adjunta la siguiente tabla de valores límites de demanda energética de calefacción y refrigeración para edificios públicos.

Tabla 4: VALORES LÍMITES PARA ZONA CLIMÁTICA 7 SI: SUR INTERIOR (MOP, 2015)

TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - ENVOLVENTE						
Parámetros Característicos Medios	Valor U					
Transmitancia térmica límite de cubierta	0,30					
Transmitancia térmica límite de muro de fachada	0,50					
Transmitancia térmica límite de pisos en contacto con el terreno	0,50					
Transmitancia térmica límite de pisos ventilados	0,70					
Transmitancia térmica límite de cerramiento en contacto con el terreno	0,50					
Transmitancia térmica ponderada límite paramentos verticales	1,43					
TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA (U) - VANOS ACRISTALADOS (POR ORIENTACIÓN)						
% Vanos acristalados	N	E/O	S	NE/NO		
0 a 10	2,90	2,90	2,90	2,90		
11 a 20	2,90	2,90	2,90	2,90		
21 a 30	2,90	2,90	2,90	2,90		
31 a 40	2,90	2,90	2,90	2,90		
41 a 50	2,90	2,90	1,90	2,90		
51 a 60	2,90	2,90	1,90	2,90		
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética					
FACTOR SOLAR MODIFICADO - VANOS ACRISTALADOS (POR ORIENTACIÓN)						
% Vanos acristalados	Baja Carga Interna			Alta Carga Interna		
	E / O	N	NE / NO	E / O	N	NE / NO
0 a 10	-	-	-	-	-	-
11 a 20	-	-	-	-	-	-
21 a 30	-	-	-	-	-	-
31 a 40	-	-	-	0,54	0,60	0,56
41 a 50	-	-	-	0,45	0,56	0,49
51 a 60	-	-	-	0,40	0,54	0,43
> 60	Deberá cumplir con las exigencias de Eficiencia Energética					
Factor solar modificado límite de lucernarios = 0,36						
PERMEABILIDAD AL AIRE - ENVOLVENTE						
Cambios de aire (1/h) a 50 Pa	CON Sistema Mecánico de Ventilación			SIN Sistema Mecánico de Ventilación		
	2,5			5,0		
PERMEABILIDAD AL AIRE - VENTANAS						
Clase aceptable de permeabilidad al aire por superficie de hoja	4-3					

3.5 Temperatura y Asoleamiento

3.5.1 Aspectos Constructivos del Diseño

- ✓ Incorporación de *aislación térmica* según *NCh853* y *PDA* reduciendo la demanda de calefacción.
- ✓ *Tabique que respira* (fachada ventilada) para reducir riegos de condensación.
- ✓ *Ventanas* tipo *termopanel* de pvc de baja transmitancia con incorporación de láminas de *control solar* en el sector *norte y oeste*.
- ✓ Incorporar en el diseño *protecciones solares* en la fachada de la vivienda con orientación al *norte* y al *oeste*.
- ✓ Colocación de *muro trombe* en la orientación norte para captación solar encargada de lograr confort higrotérmico.
- ✓ *Panel solar y termosolar*.

3.5.2 Aislación térmica

Según lo dispuesto por **NCh853-2007: Acondicionamiento térmico - Envoltente térmica de edificios - Cálculo de resistencias y transmitancias térmicas.**

Y además lo dispuesto por el PDA de Concepción metropolitano, con respecto a valores límites de transmitancia térmica y asimismo exigencias para los materiales aislantes que se consideren para la solución, se debe cumplir que:

Elemento	Estándar	Valor
Techo	Valor U [W/(m ² K)]	0,33
Muro		0,60
Piso ventilado		0,60
Puerta		1,70

Ilustración 53: Transmitancia térmica máxima de la envoltente térmica, valores de U (MMA, PDA Concepcion Metropolitano)

Elemento	Estándar	Valor
Techo	Valor R100 [(m ² K)/W]x100	303
Muro		167
Piso ventilado		167

Ilustración 54: Valor R100 mínimo del material aislante térmico para elementos de techo, muro y piso ventilado (MMA, PDA Concepcion Metropolitano)

Por esto se hace indispensable a la hora de cumplir con la normativa y los estándares que la materialidad aislante sea considerada en estos valores mínimos.

La aislación térmica es un aspecto muy relevante a la hora de diseñar una vivienda sustentable, esta característica aportará grandes beneficios, entre ellos.

Los muros exteriores de fachada ventilada se caracterizan por la eficiencia y confort térmico que entregan, está compuesto por un espacio entre el revestimiento y la fachada base en donde se instala aislación térmica, que sigue con una cara de aire y finaliza con el revestimiento exterior. Dicha cámara funciona como chimenea al crear corrientes de aire por convección.

Con esto evita problemas de sobrecalentamiento y de humedad al interior del recinto.

La aislación térmica en la techumbre también cumple un rol fundamental, en conjunto con la calidad de los materiales, lo que nos lleva a evaluar opciones utilizables para esta solución, que signifique un ahorro en mantención y a su vez en calefacción.

Finalmente cabe recalcar que para evitar problemas de humedad en la vivienda se requiere de aislamiento térmico en el puente térmico de mayor importancia que es el perímetro de los sobrecimientos.

Además es imprescindible para una vivienda adecuada a la sustentabilidad el uso de solamente ventanas tipo termopanel, que cumplen realmente con las exigencias térmicas adecuadas a la zona del país, y a su vez que estas tengan control solar, o bien, encima de ellas instalar láminas de control solar, esto debido a las altas temperaturas que puedan percibir, con el fin de actuar como casi un escudo ante el calor que quiera traspasar el vidrio.

Se procura incorporar protecciones solares en las fachadas que reciben mayor cantidad de rayos UV, con el fin de brindar un cómodo estar en la vivienda en épocas de verano, para ello se requerirá de aleros de 1 metro en las zonas ya mencionadas.

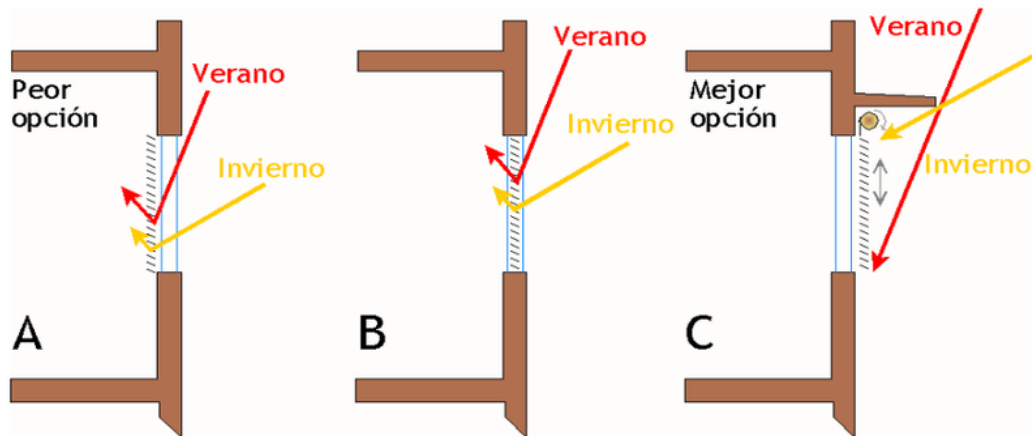


Ilustración 55: Opciones de protección contra el asoleamiento (Internet)

Con respecto al muro Trombe, su funcionamiento es el siguiente, el calor solar pasa a través del vidrio, el cual absorbe la pared de masa térmica y que luego se libera lentamente al interior de la vivienda. Mientras que la radiación solar directa tiene una longitud de onda más corta y, por lo tanto, se conduce fácilmente a través del vidrio, el calor reemitido por la masa térmica tiene una radiación de longitud de onda más larga, que no puede atravesar el vidrio con tanta facilidad. Esta propiedad de la radiación solar, descrita por la ley de desplazamiento de Wien, atrapa el calor entre el panel de vidrio y el muro de mampostería, permitiendo que el muro Trombe absorba el calor de manera efectiva y limitando su reemisión al medio ambiente. (ArchDaily, s.f.)

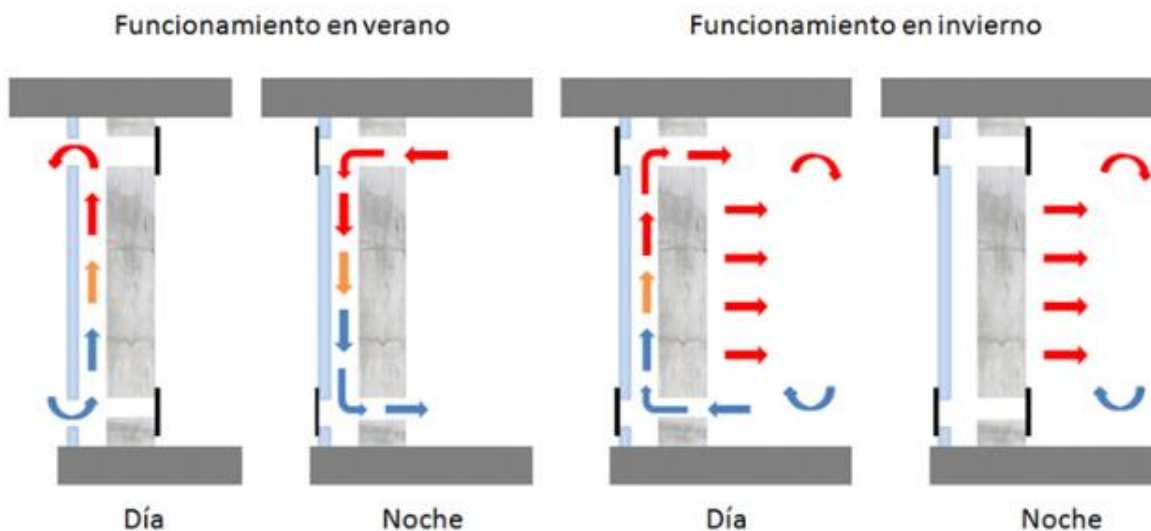


Ilustración 56: Funcionamiento muro trombe en época de verano e invierno (Internet)

Para la aplicación de paneles solares es necesario tener en cuenta la información proporcionada por la Corporación de desarrollo tecnológico de Chile.

ÍTEM	2009 kWh/viv/año	2018 kWh/viv/año
COCCIÓN DE ALIMENTOS (no considera Hornos)	234	284
HORNO	73	71
ACS (ducha)	1.596	1.328
LAVADO DE LOZA	213	200
HERVIDOR ELÉCTRICO	40	83
MICROONDAS	18	21
LAVADO DE ROPA	64	46
SECADO	59	129
ILUMINACIÓN	461	350
REFRIGERACIÓN DE ALIMENTOS (freezer, refrigerador)	458	443
CALEFACCIÓN	4.614	4.051
TV, COMPUTADORES, CONSOLA VIDEOJUEGOS	174	388
OTROS	424	689
TOTAL	8.428	8.083

Ilustración 57: Resumen ejecutivo caracterización residencial (CDT, 2018)

Con respecto al calentador solar y los temas relacionados al consumo de agua, es necesario tener conocimiento del consumo diario promedio dentro del grupo familiar que utilizará la vivienda. Por esto se considera la información proporcionada por el Servicio Nacional del consumidor.

Uso	Verano	Invierno
Duchas	250 litros	360 litros
Aseo en Lavatorio	50 litros	60 litros
Descarga en WC	300 litros	300 litros
Preparación comida y lavado de vajilla	80litros	90 litros
Lavado en General	150 litros	185 litros
Riego	5 litros	165 litros
Total diario	835 litros por día	1.150 litros por día
Total Mensual	25.050 litros por mes	34.500 litros por mes

Ilustración 58: Consumo máximo diario promedio grupo familiar 5 personas (Sernac, s.f.)

3.6 Ventilación

Es un hecho que las funciones que cumple la ventilación en una vivienda sustentable aportan de una manera amigable a los ocupantes. Principalmente por la renovación del aire interior de un espacio lo que mantiene la higiene, se asegura el confort térmico de los ocupantes, y del enfriamiento las superficies interiores de los elementos constructivos de los edificios (ventilación nocturna)

3.6.1 Requisitos del diseño

- ✓ **Hermeticidad** de la construcción para evitar intercambios de aire no deseados por infiltración debido a puentes térmicos, esto acompañado de una ventilación adecuada para prevenir contaminantes como COVs (Compuestos Orgánicos Volátiles), CO₂ (Dioxido de carbono), CO (monóxido de carbono), humedad interior, olores y contaminación exterior.
- ✓ Se requiere incorporar además de las **ventanas** que tiene el prediseño, **celosías** ubicadas **estratégicamente** con el propósito de renovar el aire en los distintos espacios de la vivienda, dejando como solución una **ventilación cruzada**.
- ✓ Para cuando sea necesario el uso se requerirá de **extracción mecánica (sistema que extraiga grasas y vapores principalmente)**.
- ✓ En conjunto, para una **ventilación natural** por calidad de aire y por confort térmico. Se realiza el cálculo de renovaciones de aire requerida en función de la superficie, el volumen y la cantidad de personas para las cuales se realizará el diseño, expresado en litros por segundo, metros cúbicos por hora, metros cúbicos por segundo y renovaciones de aire por hora. Es posible en base a términos de referencia estandarizados con parámetros de eficiencia energética y confort ambiental, según zona geográfica y tipología de edificio (DA-MOP, 2016), que sin embargo en este momento en Chile son para el ahorro energético en edificios públicos por lo que en este caso es una referencia.
- ✓ **Diseño en base a estándares de construcción sustentables para viviendas en Chile** (Urbanismo, 2016), documento que está editado por el MINVU y es la nueva versión del Código sustentable para viviendas.

Dichos estándares mencionan que para una ventilación natural todo recinto interior habitable, tales como dormitorios, estares y circulaciones, deberán proporcionar un área

de abertura para ventilación mayor al 4% de la superficie de piso del recinto y no menor a 0,3 m², con una distancia mínima de 3 m a cualquier obstrucción exterior. Y también todo recinto de servicio, tales como cocina, bodega y baños, deberán proporcionar un área de abertura para ventilación mayor al 4% de la superficie de piso del recinto y no menor a 0,15 m² con una distancia mínima de 3 m a cualquier obstrucción exterior. Con excepción de los cuartos de servicio con sistema de extracción y/o ventilación mecánica.

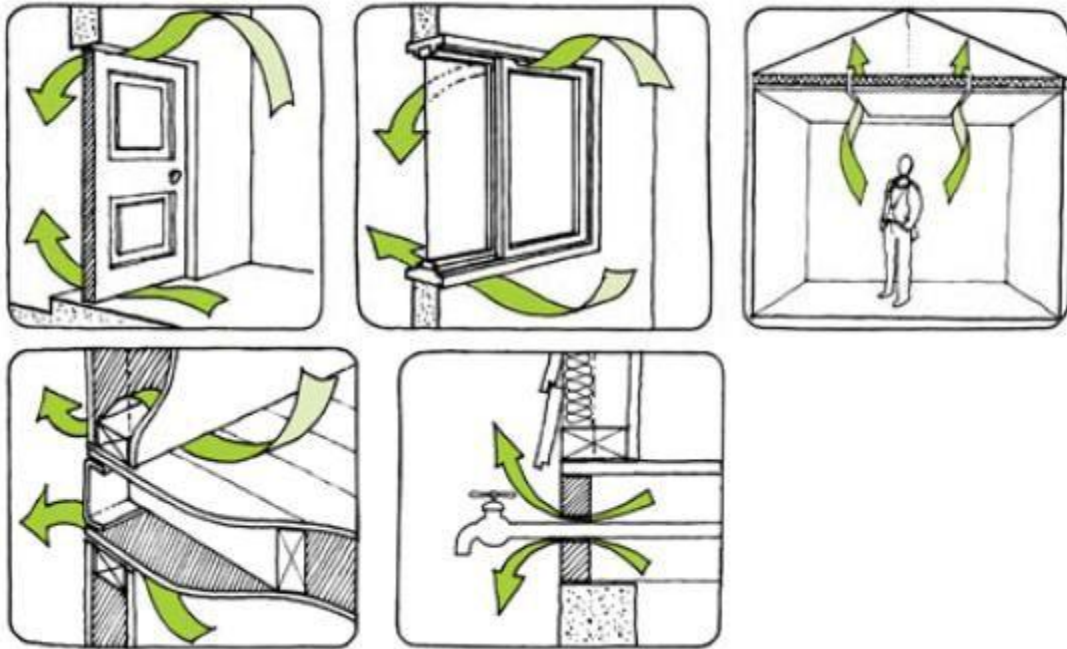


Ilustración 59: Soluciones de Hermeticidad a vivienda (Haus)

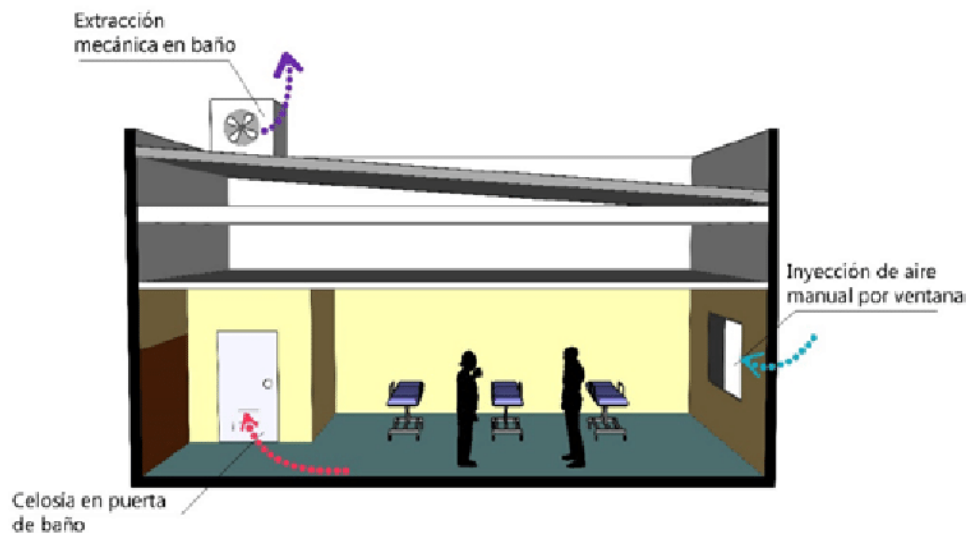


Ilustración 60: Ejemplo de Ventilación híbrida o mixta (Internet)

3.7 Precipitaciones y Dotación de Aguas

3.7.1 Objetivos del diseño

- ✓ **Protección de la fachada oeste** de la vivienda debido a la predominancia de vientos.
- ✓ **Protección del acceso** generando una zona de transición para evitar que por efectos del clima existan excesivas pérdidas de calor por ventilación. En zonas con lluvias, es un espacio donde las personas pueda guarecerse antes de ingresar. En climas calurosos este espacio de transición actúa como elemento que gradúa la luz y controla el posible ingreso de polvo por efecto del viento. Su rol también es de ayudar a controlar el ingreso de calor cuando se dispone de sistemas de clima.
- ✓ **Captación de aguas lluvias y reutilización en consumo**, mediante sistema filtrador e higienizador.
- ✓ Para cuando la dotación de lluvia no sea suficiente (meses de menor precipitación) teniendo en cuenta el diagnóstico, se cubrirá con la incorporación de una **captación de aguas subterráneas mediante puntera (bomba)**. Que igualmente será filtrada e higienizada.
- ✓ Considerar **agua no potabilizada** para **usos restantes** de la vivienda que no necesiten agua potable.



Ilustración 61: Caída de agua lluvia en alero (Internet)



Ilustración 62: Protección ante la lluvia en acceso (C.Perez)



Ilustración 63: Sistema recuperación aguas lluvias (Captación filtrante)

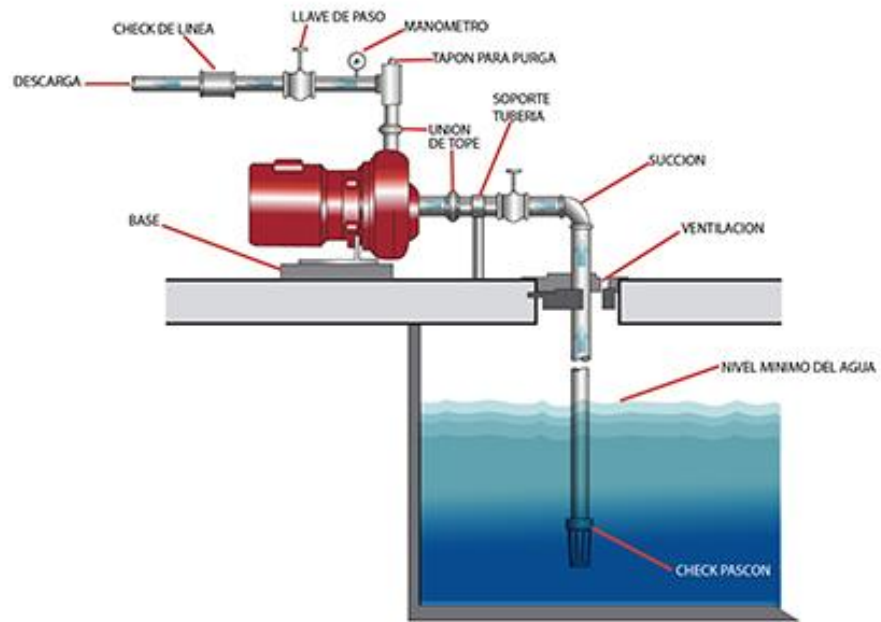


Ilustración 64: Instalación bomba periférica (Sodimac)

3.8 Reutilización de aguas residuales

3.8.1 Objetivos del diseño

- ✓ A partir de la necesidad de solucionar la disposición final de las aguas residuales de la vivienda debido a que esta zona rural no tiene red de alcantarillado, con la finalidad de seguir con el camino de la sustentabilidad en base a los problemas de sequía que atraviesa el país y la erosión que afecta a la zona debido a la explotación forestal, se busca generar **reutilización de aguas residuales** para un **ahorro de varios factores** que contempla en comparación con los pozos absorbentes, con lo que se evitará contaminación de la napa freática o de cuerpos de agua cercanos, menor mantenimiento, y un ahorro en regadío por medio de las aguas de la vivienda, **aguas grises y aguas negras por separado**, diseñando la implementación de un sistema óptimo y comprobable como **método que elimine las impurezas** extrayendo los contaminantes y reduciendo su peligro para la salud, para un agua no potabilizada ya que para el uso que se comprende no es necesario.
- ✓ En base a la **importancia del cuidado de las aguas subterráneas**, y dada la conformación de los suelos del emplazamiento se busca la solución que proporcione seguridad y cumplimiento a las exigencias normativas al finalizar el tratamiento para la infiltración de las aguas tratadas.
- ✓ Proponer una solución más barata que las que ofrece el mercado en Chile, que cumpla la función requerida y sea beneficiosa más.

A continuación, como referente se presentarán las opciones encontradas en el mercado del país, sin embargo la solución finalmente se guiará por lo más sustentable.



Ilustración 65: Biofiltro aguas grises uso domiciliario para riego (Circular)



Ilustración 66: Tratamiento aguas negras Fosa Séptica (BIOPLASTIC)

4 Capítulo III: Estrategias aplicadas al diseño

4.1 Diseño estratégico: Temperatura y Asoleamiento

4.1.1 Cálculo transmitancia térmica

TABLA 5 : SÍMBOLOS, MAGNITUDES Y UNIDADES A UTILIZAR

Símbolos, Magnitudes y Unidades		
Símbolo de la magnitud	Magnitud representada	Unidad
A	Área en general, superficie de un elemento constructivo	m ²
e	Espesor	m
R	Resistencia térmica de una capa de material	m ² x K/W
R_{si}	Resistencia térmica de una superficie al interior de un edificio	m ² x K/W
R_{se}	Resistencia térmica de una superficie al exterior de un edificio	m ² x K/W
R_T	Resistencia térmica total	m ² x K/W
U	Transmitancia térmica	W/(m ² x K)
\bar{U}	Transmitancia térmica media	W/(m ² x K)
λ	Conductividad térmica	W/(m x K)

4.1.1.1 Transmitancia en Muros

A continuación se aplicará lo aprendido en clases de construcción sustentable, el cálculo de transmitancia térmica para un muro exterior tipo tabique de madera con fachada ventilada.

El cual se regirá con la normativa competente.

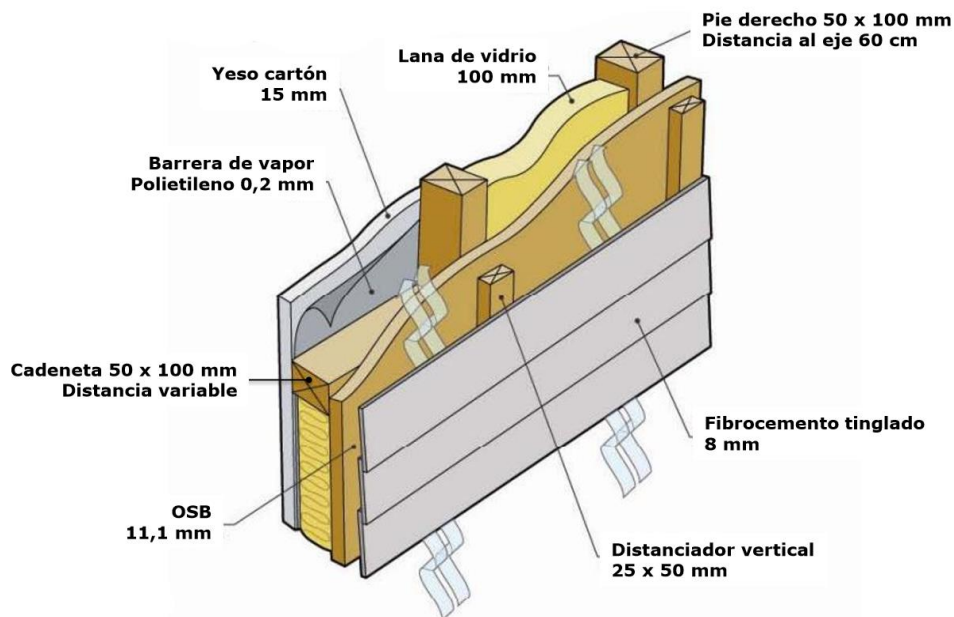


Ilustración 67: Muro exterior tipo tabique de madera con fachada ventilada (C.Perez)

Dentro de las clasificaciones de elementos que se encuentran en la NCh 853, para el cálculo de transmitancia térmica total del muro se analiza a través de los siguientes métodos de cálculo.

Transmitancia térmica ponderada de un elemento con heterogeneidades simples viene dado por la fórmula (10) siguiente:

$$\bar{U} = \frac{1}{R_T} = \frac{\sum U_i \times A_i}{\sum A_i}$$

Manual de Procedimiento CEV dispone que para el cálculo de transmitancia térmica de la NCH 853 se acepta un calculo simplificado de transmitancia térmica en muros de estructura metálica o de madera, utilizando los porcentajes que se indican en la tabla n° 8 del manual, es la siguiente:

Tabla 6: PORCENTAJE DE ESTRUCTURA EN TABIQUERÍA

Tipo de estructura	% de estructura a considerar
Tabiquería de estructura metálica	10%
Tabiquería de estructura de madera	15%

Además, para un tabique que comunique con un espacio exterior ventilado o semi ventilado, solo se consideran los elementos ubicados entre el interior y el espacio ventilado. Además, para este caso, el coeficiente de transferencia de calor por convección en el espacio ventilado (o semi ventilado) se debe considerar como un coeficiente convectivo interior.

La última disposición corresponde a la información contenida en la Tabla 2 de la NCh, donde, para elementos que separan de otro local, desván o cámara de aire, los valores para R_{si} y para R_{se} son iguales.

Se aplica la fórmula (9) de NCh para cámaras de aire muy ventiladas con el aire de la cámara en movimiento:

$$R_T = \frac{1}{U} = R_{si} + R_i + R_{se}$$

R_{si} y R_{se} se obtienen de la Tabla 2 de la NCh para elementos de separación con otro local, desván o cámara de aire. Se considerará una resistencia térmica de superficie en m^2 , 0,12 por flujo horizontal en elementos verticales o con pendiente mayor que 60° respecto a la horizontal.

R_i corresponde a elementos compuestos por varias capas homogéneas según 5.3.1 NCh, fórmula (5)

$$R_T = \frac{1}{U} = R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}$$

Transmitancia térmica total del muro

Flujos de transferencia de calor se ponderan:

- Por madera
- Por aislante

Transmitancia madera

$$R_T = \frac{1}{U} = R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}$$

$$\begin{aligned}
 R_{madera} &= R_{si} + \frac{e_{yeso}}{\lambda_{yeso}} + \frac{e_{madera}}{\lambda_{madera}} + \frac{e_{OSB}}{\lambda_{OSB}} + R_{se} \\
 &= (0,12 + \frac{0,015}{0,31} + \frac{0,1}{0,104} + \frac{0,0111}{0,28} + 0,12) \text{ m}^2 \text{ K/W} \\
 &= (0,12 + 0,048 + 0,962 + 0,0396 + 0,12) \text{ m}^2 \text{ K/W} = 1,29 \text{ m}^2 \text{ K/W}
 \end{aligned}$$

$$U_{madera} = \frac{1}{R_{madera}} = \frac{1}{1,29 \text{ m}^2 \text{ K/W}} = \boxed{0,775 \text{ W/m}^2 \text{ K}}$$

Consideraciones: Valores λ obtenidos en Tabla A.1 de la NCh 853

- Para Yeso-cartón se escoge el valor más desfavorable.
- Para Madera se escoge el valor para pino insigne por ser la de uso corriente en el país.
- Para OSB se escoge el valor más desfavorable para “Madera, tableros de fibra”

Transmitancia aislante

$$R_T = \frac{1}{U} = R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}$$

$$\begin{aligned}
 R_{aislante} &= R_{si} + \frac{e_{yeso}}{\lambda_{yeso}} + \frac{e_{aislante}}{\lambda_{aislante}} + \frac{e_{OSB}}{\lambda_{OSB}} + R_{se} \\
 &= (0,12 + \frac{0,015}{0,31} + \frac{0,1}{0,042} + \frac{0,0111}{0,28} + 0,12) \text{ m}^2 \text{ K/W} \\
 &= (0,12 + 0,048 + 0,962 + 0,0396 + 0,12) \text{ m}^2 \text{ K/W} = 2,709 \text{ m}^2 \text{ K/W} \\
 U_{aislante} &= \frac{1}{R_{aislante}} = \frac{1}{2,709 \text{ m}^2 \text{ K/W}} = \boxed{0,369 \text{ W/m}^2 \text{ K}}
 \end{aligned}$$

Consideraciones: Valores λ obtenidos en Tabla A.1 de la NCh 853

- Para Yeso-cartón se escoge el valor más desfavorable.
- Para Aislante se escoge el valor más desfavorable para “Lana mineral, colchoneta libre”

- Para OSB se escoge el valor más desfavorable para “Madera, tableros de fibra”

Finalmente la transmitancia térmica total del muro, considerando en un 15% la estructura de manera global según tabla n° 8 del manual CEV:

$$\bar{U} = \frac{1}{R_T} = \frac{\sum U_i \times A_i}{\sum A_i}$$

$$\begin{aligned} \bar{U} &= \frac{1}{R_T} = \frac{U_{madera} \times 15\% + U_{aislante} \times 85\%}{100\%} \\ &= \frac{(0,775 \times 15\%) + (0,369 \times 85\%) \text{ W/m}^2\text{K}}{100\%} \end{aligned}$$

$$\bar{U} = 0,43 \text{ W/m}^2\text{K}$$

El resultado obtenido con este tipo de solución de tabiquería cumple con la transmitancia térmica máxima para muros según el PDA de Concepción metropolitano (0,60 W/ m²K), y se acerca a al valor límite en transmitancia de muro para edificios públicos según lo dispuesto por el MOP para la zona climática del lugar (0,50 W/ m²K), por lo que es una solución óptima para una vivienda unifamiliar sustentable.

4.1.1.2 Transmitancia en Cubierta

Transmitancia techumbre



Ilustración 68: Domo Geodésico con revestimiento de Corcho proyectado (Isolcork, s.f.)

CARACTERÍSTICAS	TEJA ASFÁLTICA	CORCHO PROYECTADO ISOLCORK
Flexibilidad	✓✓	✓✓
Decorativo	✓✓	✓✓
Transpirable	✗	✓✓✓
Adherencia	✓✓	✓✓✓
Resistencia térmica	✗	✓✓✓
Aislación acústica	✗	✓✓
Durabilidad	✓✓	✓✓✓
Permeabilidad	✓✓	✓✓✓
Mantenimiento	✓✓✓	✓
Resistencia a la intemperie	✓✓	✓✓✓

Ilustración 69: Comparación Revestimiento exterior Isolcork con Teja Asfáltica (Isolcork, s.f.)

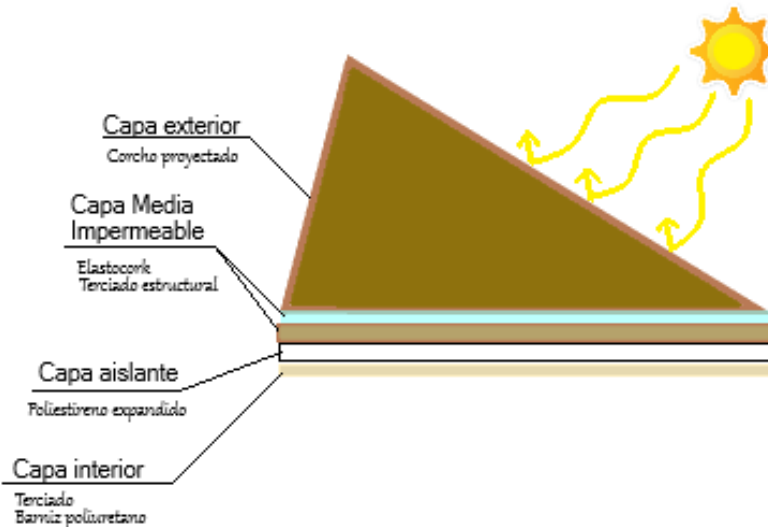


Ilustración 70: Capas del triángulo estructural del domo (Elaboración propia)

Materialidades:

Según lo que indica la Ilustración 70, se presenta la siguiente solución.

- Malla espacial: A partir de triángulos de piezas de 1" x 4".
- Capa exterior y capa media: Como solución para el diseño se utilizará la opción ofrecida en Chile de la tienda comercial isolcork, por su mejor eficiencia en instalación, mantenimiento, absorción de calor, impacto ambiental en comparación a la teja asfáltica.
 - 1° Tela reforzada en todas las Juntas con la función de proteger y trabajar correctamente las juntas, la cual se adhiere con el elastocork en 2 aplicaciones, que actúa como pegamento.
 - 2° Aplicación impermeabilizante 2 capas de Elastocork en la Madera Terciado estructural 18 mm
 - 3° Aplicación revestimiento exterior corcho proyectado o membrana de caucho
- Capa Aislante: Poliestireno expandido 100 mm, seguido de una barrera de vapor
- Capa Interior: Madera terciado 7 mm con terminación de barniz de poliuretano

Transmitancia madera

$$R_T = \frac{1}{U} = R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}$$

Al igual que anteriormente, R_{si} y R_{se} se obtienen de la Tabla 2 de la NCh para elementos de separación con espacio exterior o local abierto. Se considerará una resistencia térmica de superficie por flujo descendente en elementos horizontales o con pendiente menor o igual que 60° respecto a la horizontal.

Entonces:

$$\begin{aligned} R_{madera} &= R_{si} + \frac{e_{\text{Tablero F.}}}{\lambda_{\text{Tablero F.}}} + \frac{e_{\text{madera}}}{\lambda_{\text{madera}}} + \frac{e_{\text{Tablero F.}}}{\lambda_{\text{Tablero F.}}} + \frac{e_{\text{corcho}}}{\lambda_{\text{corcho}}} + R_{se} \\ &= (0,17 + \frac{0,018}{0,28} + \frac{0,1016}{0,104} + \frac{0,021}{0,28} + \frac{0,003}{0,074} + 0,05) \text{ m}^2 \text{ K/W} \\ &= 1,378 \text{ m}^2 \text{ K/W} \end{aligned}$$

$$U_{madera} = \frac{1}{R_{madera}} = \frac{1}{1,378 \text{ m}^2 \text{ K/W}} = \boxed{0,72 \text{ W/m}^2 \text{ K}}$$

Consideraciones: Valores λ obtenidos en Tabla A.1 de la NCh 853

- Para Terciado se escoge el valor más desfavorable para “Madera, tablero de fibra”.
- Para Madera se escoge el valor para pino insigne por ser la de uso corriente en el país.
- Para Terminación exterior, se escoge el valor de plancha de corcho, que podría asemejarse a la solución de corcho proyectado, en el que se considera el valor más desfavorable.

Transmitancia aislante

$$R_T = \frac{1}{U} = R_{si} + \sum \frac{e}{\lambda} + R_{se}$$

Consideraciones: Valores λ obtenidos en Tabla A.1 de la NCh 853

- Para Terciado se escoge el valor más desfavorable para “Madera, tablero de fibra”.
- Para Aislante se escoge el valor más desfavorable para “Poliestireno expandido”

Finalmente la **transmitancia térmica total de la techumbre**, considerando que esta está dada por la figura presentada como prediseño, que no posee solución final para ventilación e incorporación de protecciones contra el clima. La figura tiene un área total de 98,4 m², de la cual se considera un aproximado de 6,08 m² de vanos acristalados, donde finalmente la madera posee un área total de 13,35 m² lo que representa un 13,6%, y el aislante en consecuencia posee un área total de 78,97 m² lo que representa el 80,3% de la estructura. Por lo cual resulta lo siguiente:

$$\bar{U} = \frac{1}{R_T} = \frac{\sum U_i \times A_i}{\sum A_i}$$
$$\bar{U} = \frac{1}{R_T} = \frac{U_{madera} \times 13,6\% + U_{aislante} \times 80,3\%}{100\%}$$
$$= \frac{(0,72 \times 13,6\%) + (0,32 \times 80,3\%) \text{ W/m}^2\text{K}}{100\%}$$

$$\bar{U} = 0,35 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Se obtiene un valor de transmitancia térmica total para la cubierta domo que cumple totalmente con la expectativa del valor máximo para muros según el PDA de Concepción metropolitano ($0,60 \text{ W/ m}^2\text{K}$), sin embargo, en las exigencias de cubierta se acerca al valor límite en transmitancia según lo dispuesto por el mismo PDA ($0,33 \text{ W/ m}^2\text{K}$), superando este valor exigido.

También, cabe destacar que para el cálculo de transmitancia en domos no hay evidencias para ser utilizadas, es por esto que luego de este resultado, se toma como una buena opción debido a que la forma que posee la techumbre no conlleva un techo usual, las cerchas, y las costaneras son sustituidas por la figura geodésica de madera, que, si bien está presentada como una cubierta, cumple la función de tabiquería y techo, pero en una malla de triángulos que forman una semiesfera. Por lo que no se puede encasillar en una sola exigencia, y además por el cálculo de transmitancia como tabiquería.

4.1.1.3 Transmitancia Térmica del Radier

Para la superficie de construcción se utilizará un radier aislado de espesor de 10 cm, con hormigón liviano de densidad 1400 kg/m^3 , debe cubrir un área de $73,47 \text{ m}^2$ de igual forma del polígono de la tabiquería, este será el encargado de recibir las cargas de la estructura y del suelo en conjunto con el cimientado corrido de no menos de 60 cm de profundidad o bloques de hormigón como contención del relleno (según lo que dispone la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción), debido a que la madera en términos de humedad, insectos y mantenimiento juega en contra en términos prácticos, con la aplicación previa de base estabilizada posteriormente compactada de 10 cm, luego seguida por la colocación de polietileno como aislante de la humedad del terreno.

Para los posteriores cálculos se considera la siguiente superficie del dibujo.

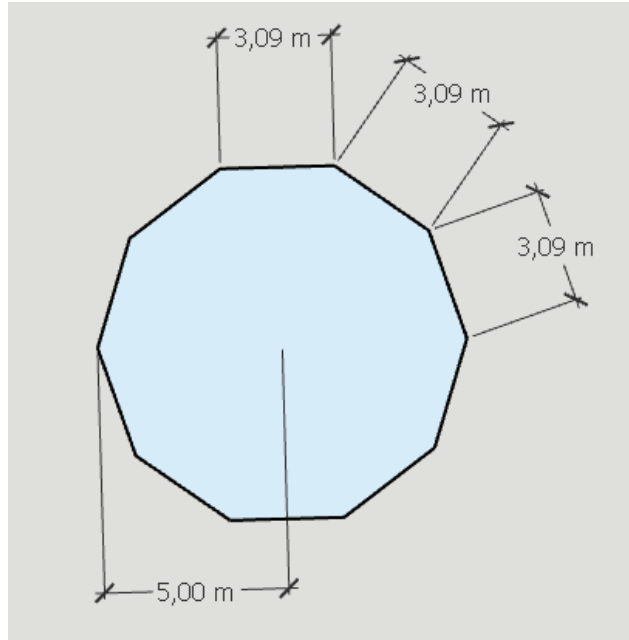


Ilustración 71: Superficie vivienda (Elaboración propia)

Según la normativa, se aplica para pisos en contacto con el terreno un concepto de transmitancia térmica lineal (K_l).

Para esto se debe:

- i. Calcular resistencia térmica total del piso para posterior obtención de la transmitancia térmica lineal.
- ii. Calculo del largo del perímetro

Dada la siguiente fórmula se calcula:

$$R_T = \frac{1}{U} = R_{si} + R_i + R_{se}$$

$$R_{se} = 0$$

$$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_i = \frac{e}{\lambda} = \frac{0,10}{0,55} = 0,18 \text{ m}^2$$

$$R_T = (0,17 + 0,18 + 0) = 0,35 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Consideraciones:

- Valor λ del hormigón es obtenido en Tabla A.1 de la NCh 853
- Rse se considera con valor 0 debido a que no existe transferencia de calor de un medio solido a un medio gaseoso
- Rsi obtenido en la tabla n° 2 para flujo descendente.

Se determina que el valor de transmitancia térmica total del radier concuerda y cumple con lo establecido por el MOP como referente.

Luego en base a la tabla n° 4 de la NCh 853, se considera que al ser un radier aislado su transmitancia térmica lineal corresponde a 1,0 W/mK.

Y el perímetro de la construcción 3,09m x 10 segmentos= 30,9 m total.

Finalmente cabe recalcar que para evitar problemas de humedad en la vivienda se requiere de aislamiento térmico en el puente térmico de mayor importancia que es el perímetro de los sobrecimientos.



Ilustración 72: Domo en construcción con superficie de radier aislado (Ingedomos.Chile, s.f.)

4.1.1.4 Transmitancia Térmica de Ventanas

Según la información que se encuentra en internet, las ventanas termopanel estándar poseen una transmitancia de 2,8 W/ m²K (Aislacel, s.f.), considerando las exigencias en base a la zonificación del MOP para valor mínimo de transmitancia en vanos acristalados y lo dispuesto por el PDA se cumple la exigencia.

Orientación	% v/s Transmitancia Térmica (U)										
	U	≤1,2	≤1,6	≤2	≤2,4	≤2,8	≤3,2	≤3,6	≤4	≤4,4	≤5,8
Norte		87%	85%	83%	80%	78%	75%	71%	67%	61%	10%
Oriente - Poniente		60%	58%	56%	54%	51%	48%	45%	41%	35%	8%
Sur		48%	46%	44%	41%	38%	35%	31%	26%	20%	0%
POND		37%	36%	34%	32%	30%	28%	26%	23%	19%	5%

Ilustración 73: Porcentaje máximo permitido de superficie de ventanas según orientación y valor U.

Además se requiere la incorporación de láminas de control solar en sector norte y oeste. O en su defecto ventanas tipo termopanel con control solar. Excepto en el lugar de incorporación del muro trombe.

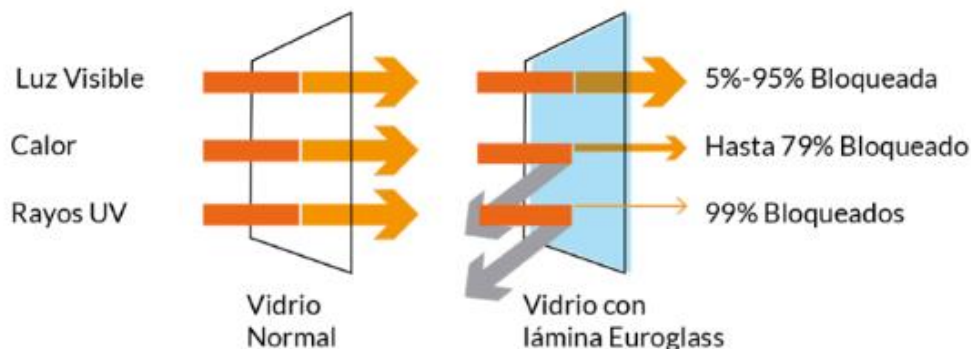


Ilustración 74: Características de protección solar de lámina (Euroglass, s.f.)

4.1.2 *Muro Trombe y Protección Fachadas*

Con respecto al muro Trombe, el estándar ubica un vidrio a aproximadamente 2 a 5 centímetros de una pared de mampostería oscura de 10 a 41 centímetros de espesor, generalmente hecha de ladrillos, piedra u hormigón.

Por otra parte se requiere de una protección ante el sol de verano en los vanos acristalados y que en invierno deje pasar la luz solar, con la finalidad que también sirva para lluvia, se opta por dejar un alero perimetral.

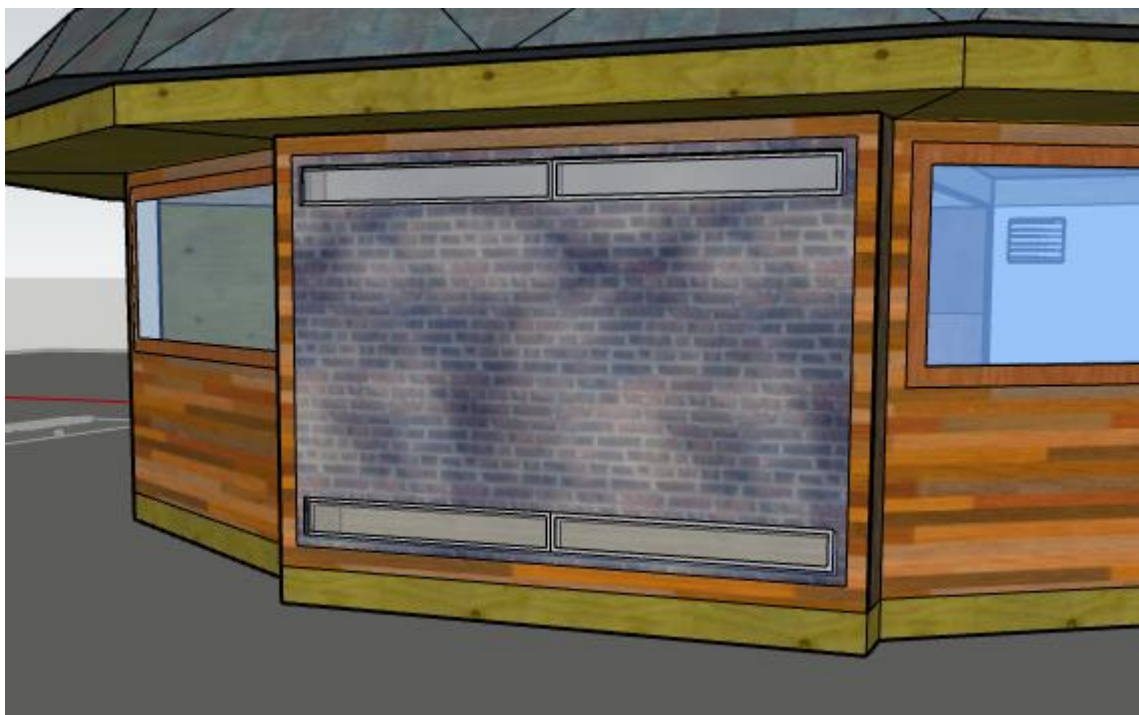


Ilustración 75: Muro trombe y Protección Fachadas en vivienda (Elaboración propia)

4.1.3 Paneles Solares y Termosolar

Luego para la aplicación de paneles solares con la información proporcionada por la Corporación de desarrollo tecnológico de Chile, sobre el consumo energético residencial.

El número de paneles solares que necesitaremos en una vivienda unifamiliar será la obtenida por el calculo siguiente(Frig, s.f.)

Para este caso de estudio el panel solar que se necesita debe cubrir un aproximado de 1665 kWh/viv/año, esto es la sumatoria de Cocción de alimentos, Horno, Hervidor, Lavado de ropa, Iluminación, Refigeración de alimentos, Tv y computadores. Con esto se obtiene que la vivienda necesitará un aproximado de 4,7 Kw/día, o sea 4700 W/día. Se considerará que necesitará 5000 W/día para asegurar el consumo, y además se considera un factor de seguridad de 1,3. De igual manera se considera en base al estudio solar que las horas solares pico en promedio anual serán 4 horas aproximadas. Y se considerará una potencia de panel de 340 W.

$$\frac{E \times 1,3}{HSP \times WP} = N^{\circ} \text{ panel}$$

$$\frac{5000 \text{ W} \times 1,3}{4 \text{ H} \times 340 \text{ W}} =$$

$$\frac{6500}{1360} = 4,8$$

~ 5 Paneles de 340 W

Luego para la selección de batería, se considerará una tensión de trabajo de 48v que sería la más adecuada por el tipo de panel seleccionado. Con esto se obtendrá la Intensidad necesaria por día.

$$\frac{E}{vt} = Id$$

$$\frac{5000}{48v} = 104,17 \text{ A}$$

Entonces para el banco de batería se necesitará considerando como cálculo una autonomía de dos días y también un factor de trabajo de 0,7.

$$CB = \frac{\text{Días} \times Id}{0,7} =$$

$$CB = \frac{2 \text{ d} \times 104,17 \text{ A}}{0,7} = 297,63 \text{ A}$$

$$CB = 1 \times (48v - 300 \text{ Ah})$$

Finalmente, se utilizará según las necesidades de la vivienda:

$$\begin{aligned} &5 \text{ Paneles} \rightarrow 340 \text{ W c/u} \\ E &= 5 \times 340 \text{ W} = 1700 \text{ W} \end{aligned}$$

Banco de baterías: 48 V – 300 Ah
Entrega por hora totales: 1700 W
Inversor: 2000 W

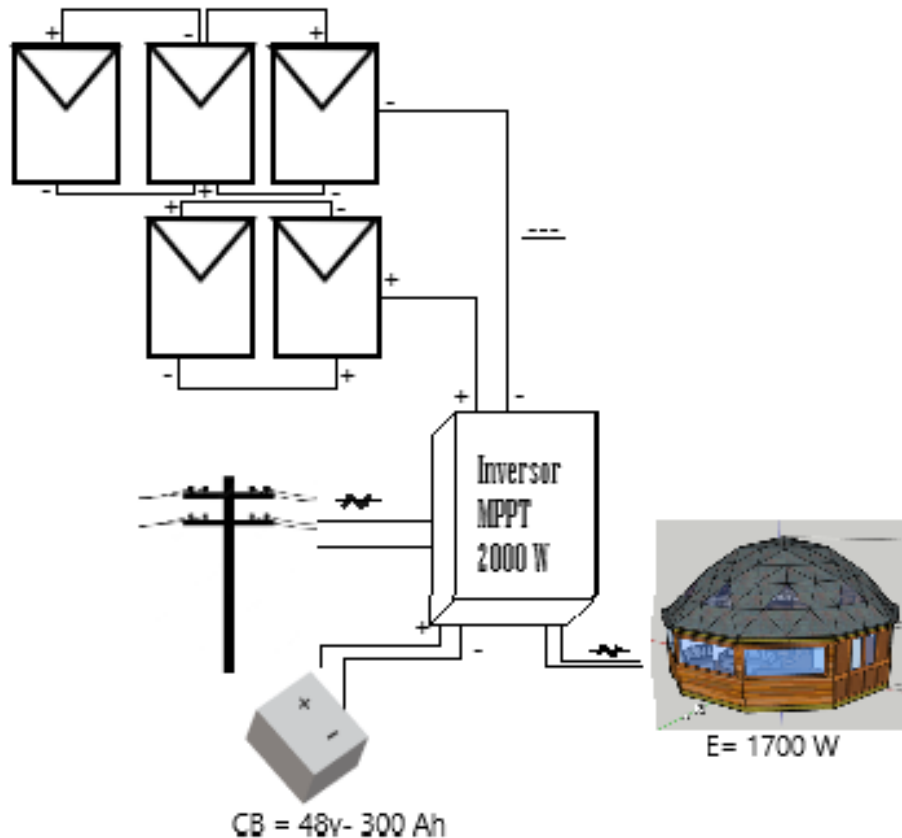


Ilustración 76: Diagrama instalación de Paneles fotovoltaicos (Elaboración propia)

Con respecto al calentador solar y los temas relacionados al consumo de agua, se considera la información proporcionada por el Servicio Nacional del consumidor.

Para dotación de la ducha y lavado de loza se considerará un aproximado de 380 litros diarios, en base a información entregada por Sernac sobre el consumo de agua promedio en familias de 5 personas. Valor que se redondeará en 300 lt debido a que la ocupación de estas dotaciones es intermitente. Y se considera que sean 4 personas con posibilidad de visita.

Con eso se opta por proponer un calentador solar de una capacidad de 300 lt.

4.2 Diseño estratégico: Ventilación

4.2.1 Renovaciones de aire TDRé

A partir de lo dispuesto por el Estándar TDRé para la zona, la vivienda requiere de la siguiente renovación de aire a modo general.

Tabla 7: RENOVACIONES DE AIRE REQUERIDAS (ELABORACIÓN PROPIA)

RENOVACIONES DE AIRE REQUERIDAS			
Estandar TDRé	Ra (L/s/p)	N° Personas	Total (l/s)
	5	4	20
	Ra (L/s/p)	Superficie (m2)	Total (l/s)
	0,6	73,47	44,082
Total (l/s)			64,082
Total (m3/h)			230,695
Total (m3/s)			0,064082
Volumen Sala (m3)			404,085
Total renovaciones de aire (1/h)			0,57

Altura
5,5

Para el análisis por separado de cada espacio o recinto de la vivienda, se propone en torno a lo dispuesto en los estándares de construcción sustentable de viviendas en Chile.

- **Ventilación cruzada:**

Este tipo de ventilación funciona siempre y cuando la distancia entre cada vano no sea mayor a 5 veces la altura del recinto.

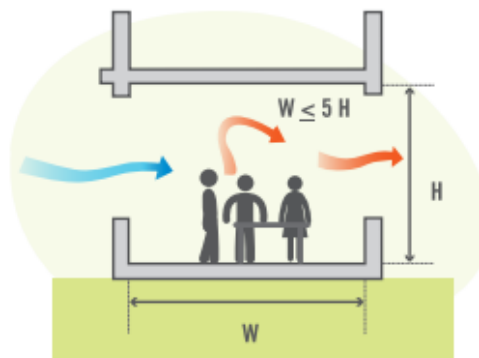


Ilustración N°4

Ilustración 77: Requisitos de ventilación cruzada (Urbanismo, 2016)

Entonces para el caso de estudio en el primer nivel es necesario que la distancia entre vanos no sea mayor a 11,5 metros dado a su altura de 2,3 metros, con lo cual se estaría cumpliendo ya que el diámetro de la figura en planta se acerca a los 10 metros.

Para el segundo nivel sería necesario que la distancia entre vanos no sea mayor a 15 metros dado a su altura de 3 metros, por lo que también cumple a cabalidad.

Se considera que la ventilación cruzada se encuentre en la totalidad de la vivienda, es por esto que se busca que la solución sea capaz de utilizar la ventilación pasiva y natural del recurso, y solo con la excepción que la solución de humedad de la cocina sea además acompañada de un extractor que pueda ser utilizado excepcionalmente.

TABLA 1.1.: NIVELES MÍNIMOS DE VENTILACIÓN POR EXTRACCIÓN FORZADA (L/S: LITROS POR SEGUNDO)

HABITACIÓN	EXTRACCIÓN INTERMITENTE	TASA CONTINUA	MÍNIMO DE TASA BAJA
	TASA MÍNIMA I/s POR UNIDAD		
Cocina	50	5 renovaciones/h	Se requiere campana ventilada (incluidas combinaciones de campana de artefactos) si la tasa de corriente del ventilador de escape es menor que 5 cambios de aire en la cocina por hora)
Baño	25	10 L/s	

Fuente: Tablas 3 y 4, NCh 3309:2014.

Ilustración 78: Tasa mínima ventilación por extracción forzada (l/s)

4.2.2 Ventilación Primer Nivel

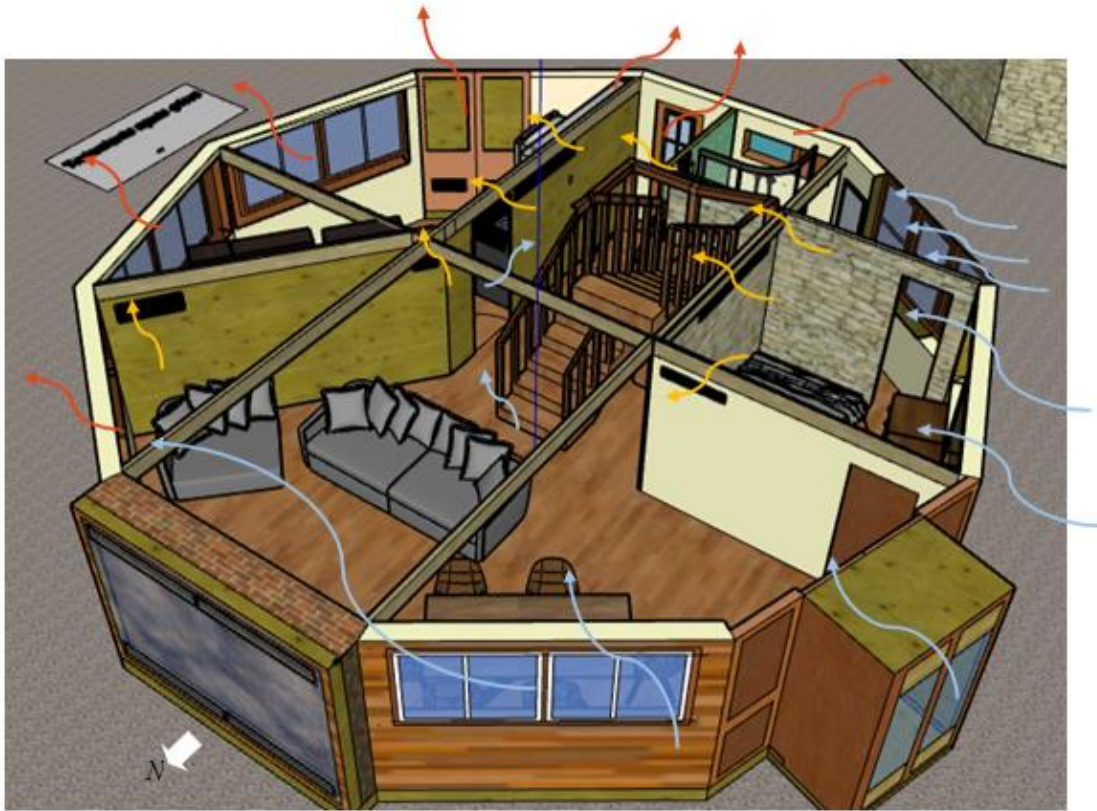


Ilustración 79: Ventilación pasiva en 1° Piso



Ilustración 80: Vista rayos x de Ventilación forzada (Campana de cocina con expulsión hacia exterior)



Ilustración 81: Instalación completa de sistema de extracción

Se propone la ventilación híbrida del primer nivel con ventanas y celosías estratégicas, cada espacio tiene ventanas, puertas y celosías.

Zonas de calidad:

- Living comedor: posee 2 ventanas grandes correderas con el fin de iluminar y ventilar las cuales pueden funcionar indistintamente, una de ellas como entrada y la otra como salida, también tiene la puerta de ingreso a la vivienda que si bien es controlada con una protección esta puede ventilar debido a que posee celosías (a medida en madera). Cabe destacar que, al ser una zona sin separaciones de tabiquería entre ellas u otros espacios de la vivienda, la conexión de este espacio con el área de pasillos, escalera y segundo piso permite abarcar mayor volumen para ventilar.
- Dormitorio principal: posee 2 ventanas medianas como entrada, ese aire ingresa y sale por las celosías (a medida en madera) de ambos tabiques hacia el living comedor y cocina, tiene una puerta de ingreso hacia el dormitorio y una hacia el baño.

Zonas húmedas:

- Baño: posee 3 ventanas medianas gillotina que pueden funcionar indistintamente en el área del inodoro como entrada, como salida en el área de la ducha posee una ventana pequeña abatible. Finalmente posee una celosía hacia el pasillo, donde la ventilación de la vivienda la lleva a la salida que posee el tabique del pasillo hacia al exterior en la zona sur.
- Cocina: posee celosías (a medida en madera) como entrada de aire ubicada en los tabiques que conectan con el living y pasillo, 2 ventanas grandes pudiendo funcionar indistintamente como salida y entrada de aire. Incluye celosías en la puerta de entrada y en la puerta de salida. Se recalca que además se considera la colocación de un extractor mecánico que complemente el control de humedad en situaciones exclusivas. Que funcionará mediante la salida desde una campana con filtros de grasa que dejará fluir por succión la humedad, vapores o humo, monóxido de carbono y olores, hacia el sector sur de la vivienda por un ducto (de material certificado cuyo interior sea lo más liso posible, cubierta con una cenefa) que finalizará en un deflector de salida.

4.2.2.1 Selección de tipos de aperturas (Admisión y extracción 1er piso)

Para términos prácticos se especifica tamaños seleccionados para esta propuesta, los cuales son ofrecidos por el mercado.

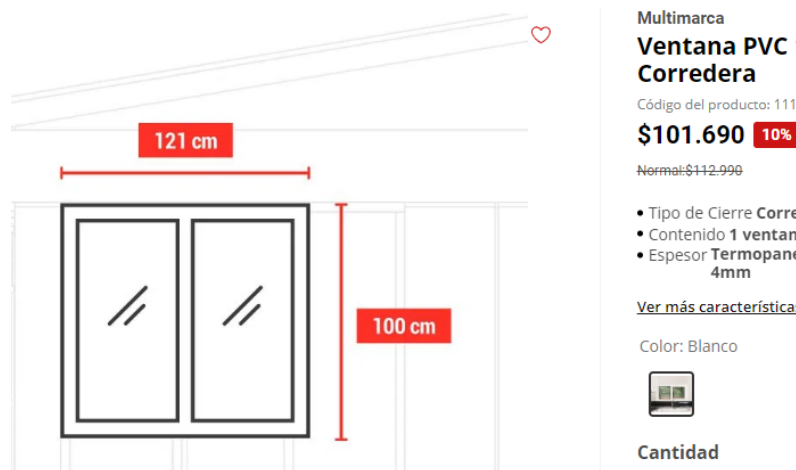
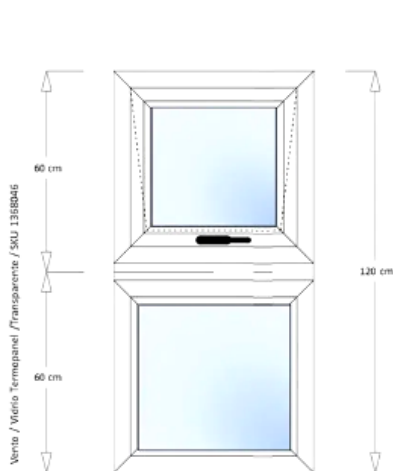


Ilustración 82: Ventanas correderas termopanel PVC 121x100 cm (Easy)



Vento

heart-glyph

**Ventana ext
Termopanel**

Código del producto: 1

\$119.990

- Tono **Blanco Sem**
- Superficie **Lisa**
- Apertura **No aplic**
- Alto **120 cm**

[Ver más característi](#)

Cantidad

- 1 +

Ilustración 83: Dimensiones ventanas guillotina baño 120x60 cm (Easy)



WINTEC

Ventana proyectante te
select 60x60 mate

★★★★★ (0) [Escribir comentario](#)

Vendido por Sodimac

Despacho a domicilio
[Ver disponibilidad >](#)

Retira tu compra
[Ver disponibilidad >](#)

Stock en tienda
[Revisar >](#)

Ilustración 84: Ventana abatible baño 60x60 cm (Sodimac)

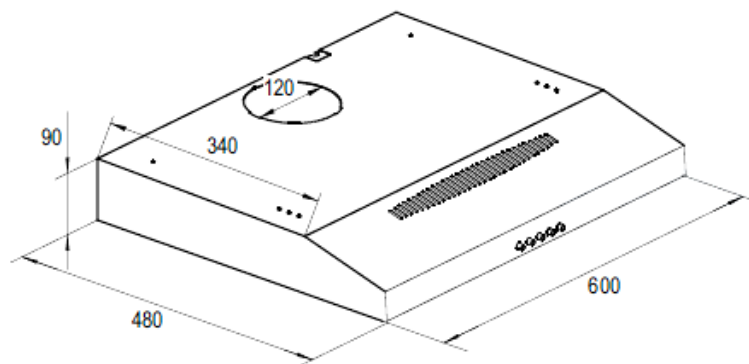


Ilustración 85: Dimensiones campana del sistema de extracción de cocina (mabe)

Marca	Mabe
Características Especiales	Controles push button
Mandos	Mecánicos
Instalación	Bajo mueble
Accesorios	Filtro de aluminio lavable
Color	Acero
Potencia	120 W
Tensión	220V
Tipo de Campana	Bajo mueble built in
Velocidades	3
Aspiración Máxima (m3/h)	210
Ruido Máximo (dBa)	50
Luz	Halógena
Diameter of Tube (cm)	12
Garantía	1 año según términos y condiciones
Tamaño	19
Peso (Kg)	5.7 kg

Ilustración 86: Características de la campana



PUERTA EXTERIOR PINO CLEAR

\$141.990 c/u

Retiro Despacho



AGREGAR A CARRITO

HASTA AGOTAR STOCK | [TÉRMINOS Y CONDICIONES](#)

DESCRIPCIÓN

Puerta vidriada pino

Ilustración 87: Puerta exterior de entrada principal 75x200 cm (Construmart)



Masonite
Puerta pino solida Square 0,70x2,00mt
SKU: 141483

Normal \$94.490 Unidad

Cantidad: [Agregar al carro](#)

Precio de la tienda: **Tienda Concepción**

Disponibilidad y metodos de entrega

Disponibilidad para despacho a domicilio [Simular costo de despacho](#)

[Ver stock](#)

[Agregar a lista de deseos +](#)

Ilustración 88: Puerta exterior Salida Sur Vivienda (Imperial)



WOODS
SKU: 222259
PUERTA EXTERIOR PINO NUDOSA BIO BIO

\$83.290 c/u

[Retiro](#) [Despacho](#)

[AGREGAR A CARRITO](#)

HASTA AGOTAR STOCK | [TÉRMINOS Y CONDICIONES](#)

DESCRIPCIÓN
La Puerta Exterior Pino Nudosa Bio Bio de Wods con nudo fabricada con madera de pino es una madera blanda y ligera. Se destaca por algunos nudos rústicos y un suave tono amarillento. Para su almacenamiento, no quite de la bolsa el sellante o barniz en todas las caras. Si es necesario rebajar la puerta, se debe rebajarla en la parte superior.

Ilustración 89: Puerta exterior Salida Cocina 75 x 200cm (Construmart)



SKU: 17348
CELOSÍA DE ALUMINIO ESMALTADO 25X20 CM

\$3520

[AGREGAR A CARRITO](#)

HASTA AGOTAR STOCK | [TÉRMINOS Y CONDICIONES](#)

Ilustración 90: Celosía 25 x 20 cm para puerta de salida cocina (Construmart)



CELOSIA BEAGLE 35 X 13CM

DESPACHO A TODO CHILE

\$3.790 UNITARIO

Agregar a Carro de Compras  1

Ilustración 91: Celosía baño (DVP)

4.2.3 Ventilación Segundo Nivel

En consideración de la instalación de termopaneles y para una mejor protección (solar y de precipitaciones) y eficiencia de las ventanas del segundo nivel, se opta por cambiar la geometría inicial de ocupar los mismos triángulos como un espacio para ventana. Con ese objetivo se diseña la siguiente solución:

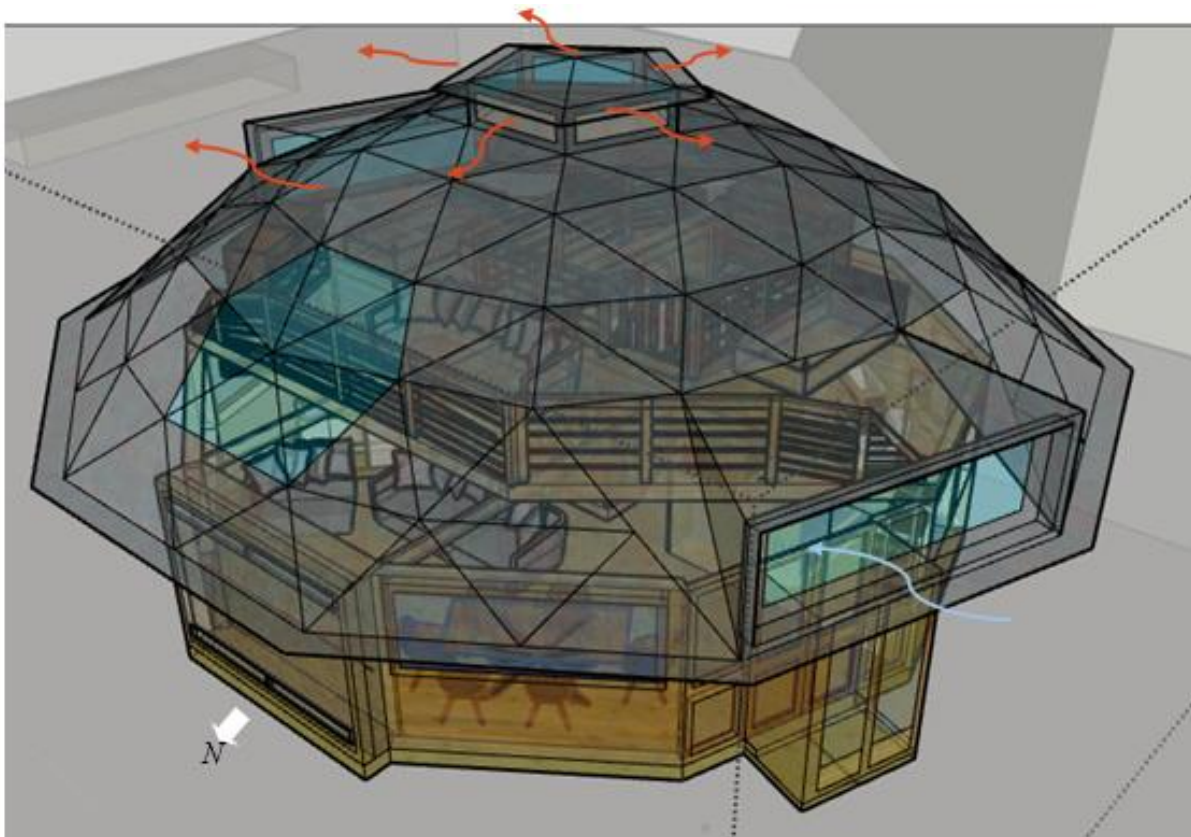


Ilustración 92: Ventilación pasiva en Techumbre (Elaboración propia)

Para el segundo nivel se propone la ventilación pasiva con 2 ventanas estratégicas a medida, 1 de entrada por el sector oeste y 1 de salida por el sector este, en la imagen además se aprecia un tragaluz en el sector norte.

La ventilación cruzada que permite este nivel se complementa además con la ventilación pasiva del primer piso ya que la superficie de entrepiso es un 70% aproximado de la figura total de perímetro de la vivienda. Dicho aire sube desde el sector norte y sur de la vivienda incorporándose a la ventilación cruzada. (Efecto Stack)

Esta figura de entrepiso se debe a temas de ventilación y también de calefacción, con el fin de seguir la finalidad del domo como estructura que permite mayor economía en ello.

Con el fin de ventilar el aire que pueda acumularse en la parte más alta de la techumbre se incorpora una elevación del pentágono central de la cubierta, con celosías móviles motorizadas a medida como salida, para dejar salir el aire denso. Manteniendo así la función de chimenea de ventilación

con la solución móvil motorizada con el fin de cerrarlas y abrirlas según requerimientos de enfriamiento o mantener la calefacción disponible en épocas de frío.



Ilustración 93: Celosía de lama orientable motorizada (Vallirana, s.f.)

Para el cumplimiento de los estándares sustentables del MINVU para un recinto habitable, primero se debe obtener la superficie de los espacios, y luego ver que los vanos que se comprendan satisfacen esta medida.

Evaluando lo propuesto, resulta lo siguiente:

Tabla 8: CUMPLIMIENTO DE LOS ESTÁNDARES SUSTENTABLES DEL MINVU

(Elaboración propia)

Ventilación natural	Área(m ²)	Vanos (m ²)	%Vanos vs área superficie	Cumple
Living comedor y pasillo	39,6 m ²	9,9 m ²	25%	✓
Dormitorio 1er nivel	7,8 m ²	3,2 m ²	41%	✓
Baño	5 m ²	5,53 m ²	98%	✓
Cocina	14 m ²	9,2 m ²	65%	✓
2do nivel (entrepiso)	48,3 m ²	7,2 m ²	15%	✓

Luego para la solución que necesitaría la vivienda en la zona húmeda de cocina en ventilación mecánica en casos excepcionales, se calcula renovaciones de aire según las tasas mínimas que dispone el MINVU. Cabe destacar que para la aplicación de estas tasas se debe contar con que la calefacción que tenga la vivienda sea de tiro forzado, y para esta vivienda se considera un calefactor de biomasa con cámara cerrada la que no provoca combustión interior ni descarga contaminantes al interior del hogar.

ECUACIÓN N° 1.1.: PARA CÁLCULO DE RENOVACIONES DE AIRE NECESARIAS SEGÚN LAS TASAS MÍNIMAS DE VENTILACIÓN REQUERIDAS.

$$Ach/h = Tasa (l/s) \times 3,6/volumen$$

Donde:

Ach/h:

Tasa: Tasa mínima de ventilación

Ilustración 94: Ecuación cálculo renovaciones aire necesarias ventilación forzada (MINVU)

Finalmente: $Ach/h = 50 \text{ l/s} \times 3,6 / 32,2 \text{ m}^3$

$Ach/h = 5.6$ renovaciones

Resultado que logra concordar con una tasa continua, para la necesidad es más que suficiente esta solución de campana con ventilación exterior.

4.3 Diseño estratégico: Precipitaciones y dotación de agua potable

Según información proporcionada por Sernac. Para este caso de estudio se considerará que para una familia de 5 personas se necesitarán 380 lt/día, es decir 76 l/hab/día para ducha, aseo en lavatorio, preparación de comida y lavado de vajilla. En este caso se considerará que es para la familia de 4 personas.

Con el método de cálculo del volumen de tanque de almacenamiento encontrado en internet, se realiza con los datos obtenidos de el diagnostico de precipitaciones el cual está y debe ser basado en datos meteorológicos de 10-15 años. Teniendo en cuenta además el tipo de material de revestimiento de la techumbre. Mediante este cálculo se puede determinar la cantidad de agua que es capaz de recolectarse por metro cuadrado de superficie de techo, con el fin de determinar la capacidad del tanque a partir de una determinada área de techo.

Tabla 9: CÁLCULO DE TANQUE (ELABORACIÓN PROPIA)

Población Beneficiada	P	=	4,00	habitantes
Dotacion	Dot	=	76,00	l/hab/día
Coeficiente de Escorrentía	C	=	0,90	
Reserva mínima	Vr	=	1,00	m3

Tabla 10: DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA

1.- Determinación de la Demanda

$$D = \frac{P \cdot N_D \cdot Dot}{1000}$$

P = Población
 ND= Número de días
 Dot= Dotación

Mes	Nº días (N _D)	Dotación (l/hab/día)	Demanda (m ³)
Enero	31	76,00	9,42
Febrero	28	76,00	8,51
Marzo	31	76,00	9,42
Abril	30	76,00	9,12
Mayo	31	76,00	9,42
Junio	30	76,00	9,12
Julio	31	76,00	9,42
Agosto	31	76,00	9,42
Setiembre	30	76,00	9,12
Octubre	31	76,00	9,42
Noviembre	30	76,00	9,12
Diciembre	31	76,00	9,42

Tabla 11: PRECIPITACIÓN PROMEDIO MENSUAL

2.- Precipitación Promedio Mensual

Mes	Precipitación Promedio (mm)
Enero	3,00
Febrero	6,00
Marzo	6,00
Abril	16,00
Mayo	86,00
Junio	161,00
Julio	115,00
Agosto	97,00
Setiembre	49,00
Octubre	42,00
Noviembre	13,00
Diciembre	7,00

Tabla 12: DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO

3.- Determinación del Volumen del Tanque de Almacenamiento

Área de captación (Techo)

$$A_c = 99,00 \text{ m}^2$$

$$V_{TA} = \frac{P_p \cdot C \cdot A_c}{1000}$$

Pp= Precipitación mm

C= coeficiente de escorrentía

Ac= Area de Captación (Techo) m²

Mes	Precipitación (mm)	Almacenamiento (m³)		Demanda (m³)		Diferencia (m3)	Diferencia (m³)
		V captado	V acumulado	D parcial	D Acumulado	D Mensual	Acumulada
Enero	3,00	0,27	0,27	9,42	9,42	-9,16	-9,16
Febrero	6,00	0,53	0,80	8,51	17,94	-7,98	-17,13
Marzo	6,00	0,53	1,34	9,42	27,36	-8,89	-26,02
Abril	16,00	1,43	2,76	9,12	36,48	-7,69	-33,72
Mayo	86,00	7,66	10,42	9,42	45,90	-1,76	-35,48
Junio	161,00	14,35	24,77	9,12	55,02	5,23	-30,25
Julio	115,00	10,25	35,02	9,42	64,45	0,82	-29,43
Agosto	97,00	8,64	43,66	9,42	73,87	-0,78	-30,21
Setiembre	49,00	4,37	48,02	9,12	82,99	-4,75	-34,97
Octubre	42,00	3,74	51,77	9,42	92,42	-5,68	-40,65
Noviembre	13,00	1,16	52,93	9,12	101,54	-7,96	-48,61
Diciembre	7,00	0,62	53,55	9,42	110,96	-8,80	-57,41

Oferta de agua	53,55 m3	Máximo	5,23 m³
Dotación máxima	36,68 lt/p.d	Mínimo	-9,16 m³
		Vregulación	14,38 m³
		Vtotal	15,38 m³
		Tanque de	15,00 m³
		Tanque de	15.100,00 litros

Con esto se determina que la demanda parcial mensual solo en 2 meses (Junio-Julio) logra cubrir la cantidad total necesaria quedando un pequeño porcentaje de agua, y en los demás meses queda una diferencia por cubrir de 6,4 m³ promedio mensual, estos valores de demanda deberán ser cubiertos por una bomba de agua periférica (1 HP INGCO VPM7508 ALTURA 52 MT CAUDAL 50 L/MIN) que previamente filtrada por los sedimentos y tratada con plantas en el bosque nativo y además filtrada por el sistema de la bomba, luego esta se canaliza hacia al tanque donde antes de su ingreso tendrá una válvula anti retorno, al tanque se le incluye un sensor de nivel de líquidos que cuando los tanques tienen un nivel bajo automáticamente lo llena hasta la solicitud de m³.

Se logra determinar que debido al uso que se le dará y el buen almacenamiento será necesario un Tanque de 5.000 litros que posea una tubería de reboso que será conducida al patio de riego.

Para este sistema finalmente se requiere para su potabilización, la cloración según la NCh 409 un mínimo del 0,2 mg/l y como máximo 2,0 mg/l en el tanque, y para concluir el sistema de tratamiento se considera colocación de filtros en los artefactos de Lavaplatos, Lavamanos y Ducha. Como complemento de la buena calidad del agua para su mantenimiento se necesita un Test de Ph Cloro, con el cual se podrá tomar las muestras necesarias del agua.

En el caso del agua no potabilizada que será necesaria para descarga de wc, lavado en general, riego, piscina, etc. Se dotará mediante la misma bomba la cual será conducida hacia otro tanque de una capacidad de 2.000 lt el cual está pensado para la capacidad de demanda diaria, siendo este dimensionado en base a la información pero como referencia entregada por el Sernac, para una familia de 5 personas se requiere de 455 litros al día sin considerar una piscina, es por esto que un tanque de la capacidad que se propone es una buena opción sabiendo que el uso de este agua será diario, y en la piscina se reutilizará finalmente en riego.

4.3.1 Elementos para la dotación



Ilustración 95: Captación aguas lluvias (SanitaryEngineer, s.f.)

En base a este esquema se diseña en la medida necesaria con las consideraciones anteriormente nombradas.



Ilustración 96: Filtro adicional para entrada de captación

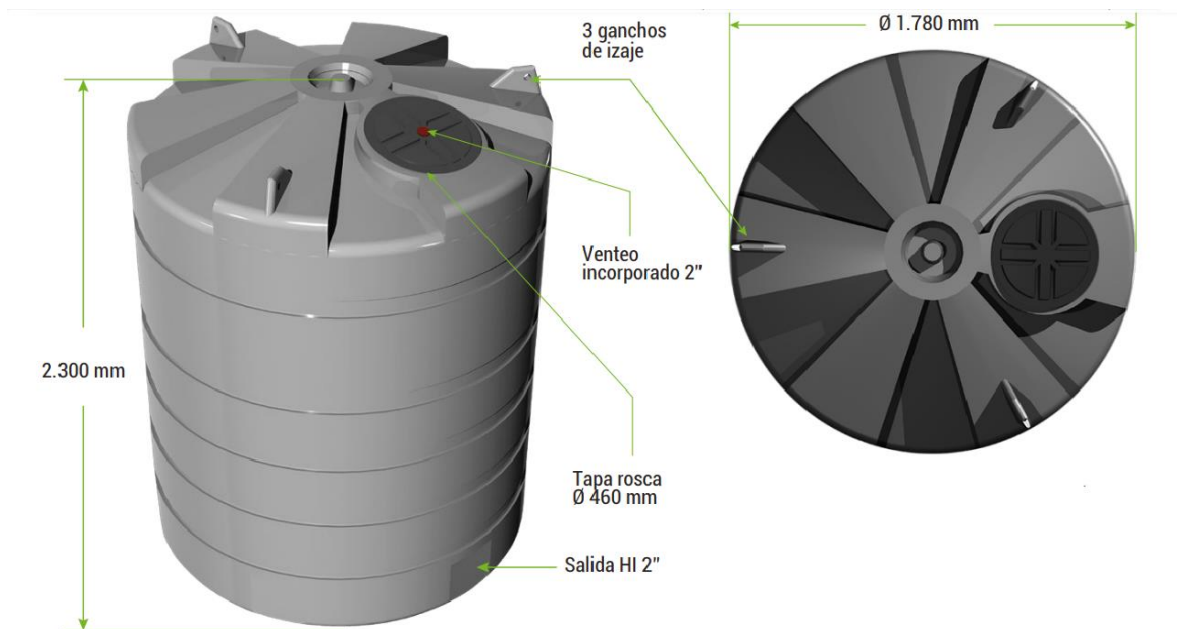


Ilustración 97: Tanque almacenamiento 5000 lt (Purificatec)



GENERICO

Código del prod

Pack Filtro de Agua para Cabezal de Ducha mas Purificador de Agua con Filtro Lavable

★★★★★ (0) [Escribir comentario](#)

Vendido por **Misnovedades**

\$ 11.990



Despacho a domicilio

[Ver disponibilidad](#)



Retira tu compra

No disponible para retiro



Acumula hasta **59** puntos

- 1 + Máximo 20 unidades

Agregar al Carr

¿AÚN NO TIENES TU CU

Ilustración 98: Pack Filtrros de Agua ducha y cocina (Falabella)



Deep Blue

Kit básico test ph cloro

Código del producto: 9000039

\$5.990

• Peso Bruto 0,164 kg

• Peso 0,164 kg

• Tipo de producto Niveladores PH I

• Garantía Mínima Legal 6 meses

[Ver más características](#)

Cantidad

- 1 +

Comprar a

Añadir al c

Medios de pago disponibles:

Ilustración 99: Kit básico test ph cloro (Easy)



Ilustración 100: bomba de agua periférica (1 HP INGCO VPM7508 ALTURA 52 MT CAUDAL 50 L/MIN) (INGCO, s.f.)



ESTANQUES VERTICALES ESTANQUE VERTICAL E



represe

35.9

NORMAL \$ 294.881

Stock: 5 Unidades.

Agregar a car

Ilustración 101: Estanque 2400 lt para el uso de agua no potable



Presiona para hacer zoom



Flowmak

Rebalse interruptor de nivel 3mts 220v
Flowmak

Código del producto: 1357366

\$9.990 **10%**

Normal: \$11.090

- Tono Azul
- Amperaje 16 Amp
- Voltaje 220V
- Alto 22 cm

[Ver más características](#)

Cantidad

- 1 +

Comprar ahora

Añadir al carro

Ilustración 102: Sensor de nivel de agua para tanques (Easy)

Finalmente se detalla en la siguiente imagen la disposición del sistema completo en el terreno.

Dotación Agua (Potable y no Potable)

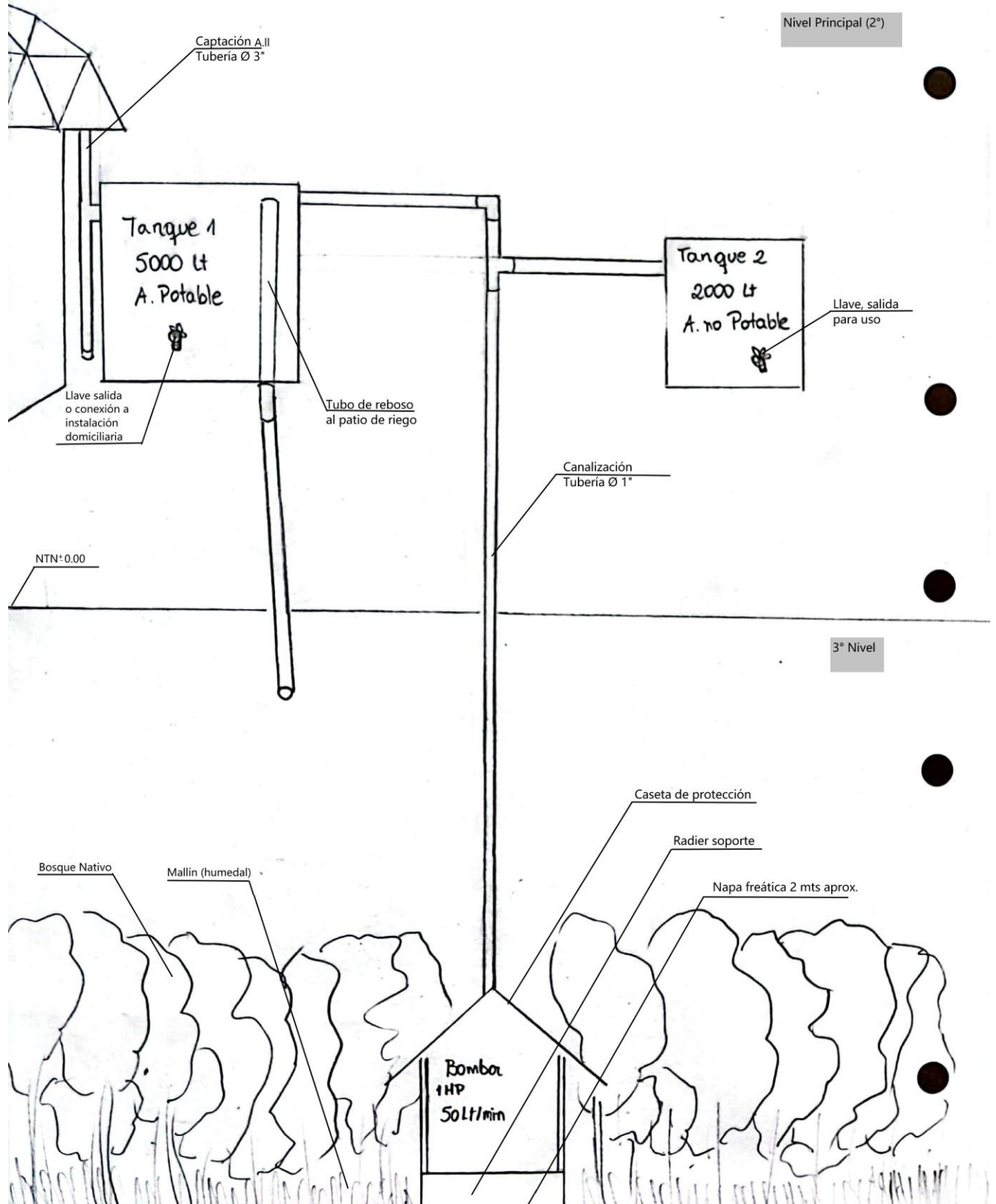


Ilustración 103: Dotación de agua (Potable y no Potable) (Elaboración Propia)



Ilustración 104: Fotografía agua obtenida de la puntera (Fuente propia)

4.4 Tratamiento y Reutilización de Aguas Grises



Ilustración 105: Sistema de reciclaje de aguas grises casero (Biodigestor anaeróbico) (WinniWalbaum, s.f.)

Este sistema de reciclaje de aguas grises para una vivienda es uno de los cuantos proyectos impulsados por Permacultura Holística, que en dos etapas hace disponible el agua para riego.

Consiste en un biodigestor casero que almacena el agua gris que evacua la vivienda mediante un receptor central dejando una cámara de inspección antes del acceso al primer tambor, y dicho almacenaje tiene la función de conformar la primera etapa del tratamiento de las aguas, para lo cual se necesitan dos tambores plásticos (graseras) de 150 lt o más grandes que permiten separar las grasas ya que flotan por su densidad menor y sólidos de las aguas grises que se depositan al fondo, esto debido a que el ingreso del agua a la grasera estará más arriba que la salida a la otra grasera, y la salida consiste en una tee abierta que se extiende hasta mas o menos la mitad del tambor dejando fluir la misma cantidad que ingresa de agua gris hacia la segunda grasera, pasando por el mismo proceso en ella y finalmente se conduce a una segunda cámara de inspección y se expulsa hacia la segunda etapa es conducida a algún sistema de recepción de agua gris conocido como terreno de infiltración que favorezca la presencia de bacterias que terminan haciendo disponible el agua para riego, en este caso se utilizará un meandro en pendiente, que es una zanja zigzagueante similar a las curvas pronunciadas de un río, que actuará como filtro del agua obtenida de la primera etapa, dicha forma busca generar un riego por

infiltración en la mayor superficie posible y minorizando la velocidad del agua. Este se debe rellenar con ladrillo partido o escombros y luego gravilla generando un tipo de pantano seco. En caso de que el sistema este tapado o con mucha grasa se puede verter agua oxigenada 250 volúmenes que no contamina, en el sumidero del lavaplatos con los implementos de seguridad necesarios, de igual manera si el terreno de infiltración está con mucha grasa.

Para el caso de estudio se debe contar con lo siguiente:

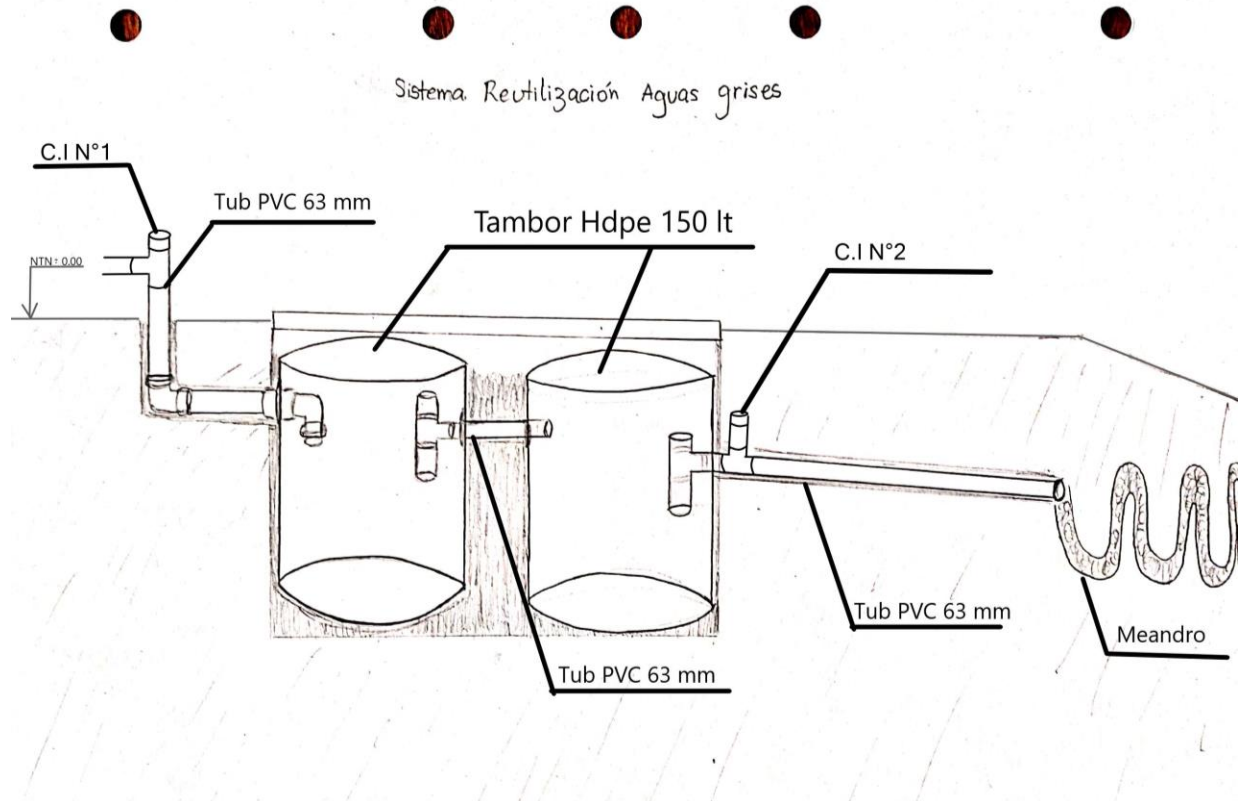


Ilustración 106: Tratamiento de aguas grises de la vivienda para reutilización en riego (Elaboración propia)

4.5 Tratamiento y Reutilización de Aguas Negras

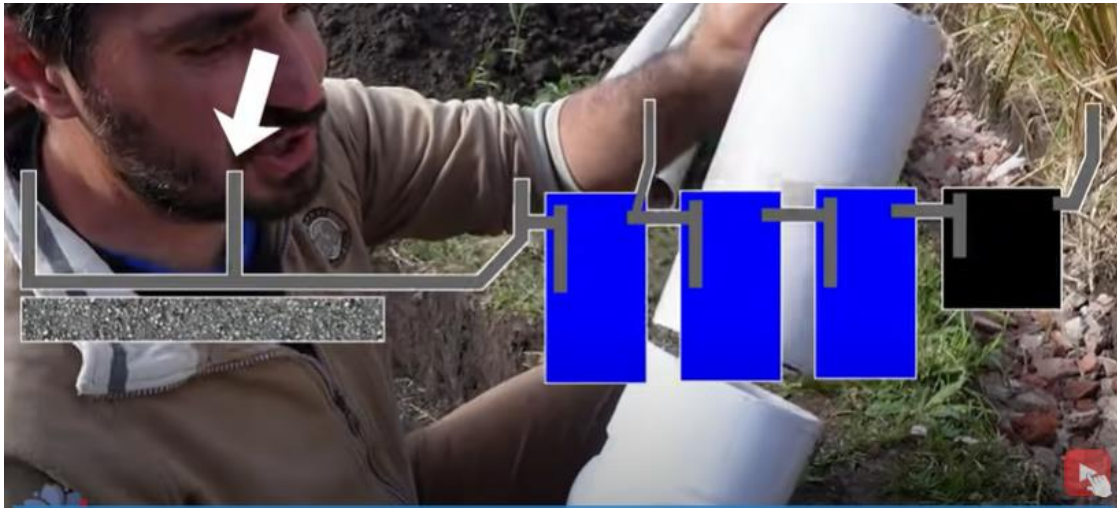


Ilustración 107: Sistema de reciclaje de aguas negras (Permacultura, 2021)

Al igual que en el caso anterior se presenta el sistema de reciclaje de aguas negras de una vivienda, proyecto impulsado por Permacultura holística, consiste en un sistema aeróbico del cual se extrae un buen agua para riego con nutrientes y materia orgánica debido a que los microorganismos disuelven y degradan los sólidos orgánicos.

Donde con el mismo método que para las aguas grises pero esta vez con cuatro tambores plásticos, con la diferencia que en este sistema se le incorpora además aire en los dos primeros, en el tercer tambor no se incorpora aire para que los sólidos pesados queden depositados en el fondo y los sólidos livianos queden flotando, y el ultimo tambor vendría siendo el biorreactor donde el agua con pocos sedimentos termina su proceso de tratamiento con más aire que en las dos primeras, y este aire junto con dos rollos de mangueras eléctricas cortadas en pequeños trozos proceso en el cual aumenta la superficie de bacterias, para luego finalmente expulsar el agua tratada en un humedal de tratamiento final mediante una tubería del mismo diámetro, en dicha salida se debe dejar una cámara de inspección para cualquier mantenimiento necesario, luego por medio de una tee dividir el flujo en dos tuberías con cortes abajo.

Cabe destacar que los tambores disponibles deben tener tapa, por dos motivos, los olores y los mosquitos, para la solución de olores es necesario dotar al primer tambor y al tercer tambor de tuberías de 63 mm para ventilación que saliendo de un costado de cada tambor se une en una salida cercana a una altura de mas o menos 2 metros con un sombrero para tubería.

El sistema aeróbico al estar en movimiento disminuye la emanación de olores, para este caso el aireador en la vivienda unifamiliar será necesario mantenerlo prendido 4 horas en la mañana y 4 en la tarde, pudiendo controlar el rendimiento del biodigestor si es necesario en caso de visitas aumentando las horas al día de aireación.

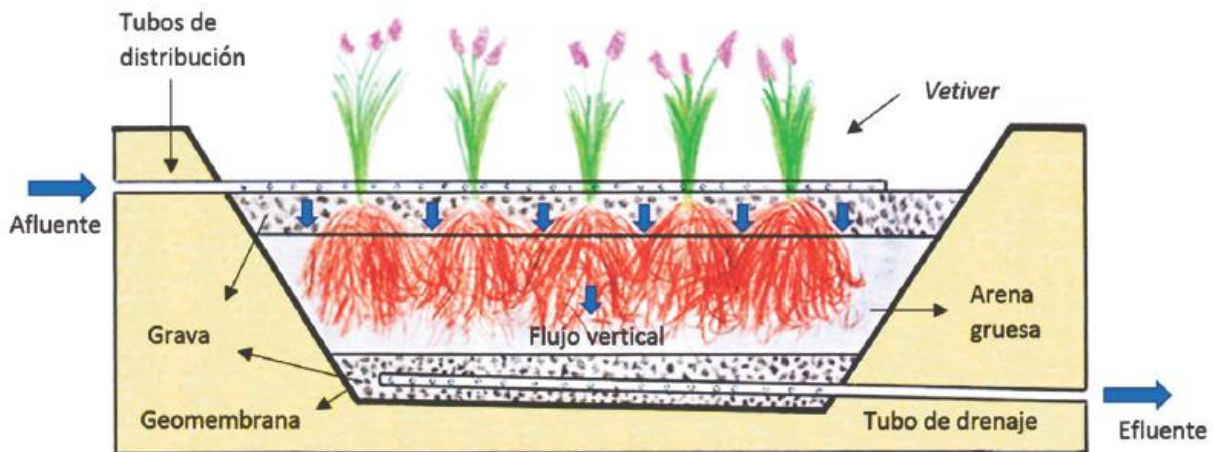


Ilustración 108: Humedal subsuperficial de flujo vertical (Pérez, 2022)

En base a la importancia del cuidado de las aguas subterráneas, dada la conformación de los suelos del emplazamiento se busca la solución que proporcione seguridad y cumplimiento a las exigencias normativas al finalizar el tratamiento para la infiltración de las aguas tratadas. Para esto se seleccionó un tratamiento no convencional pasivo. Que es de bajo costo en construcción y operación, menor mantenimiento que un sistema convencional, se incorporan a la estética del paisaje, protegen la vida silvestre, mitigan el cambio climático, funcionan en climas fríos y cálidos, seguridad alimentaria, gestión del riesgo de desastres, poda de las plantas puede ser reutilizada en agricultura, materia prima artesanías y producción de flores de ornato. (Humedales, s.f.)

Dicho humedal considerado como reactor biológico de biomasa adherida, deberá estar compuesto por una geomembrana, sustrato, sedimentos y vegetación puesto que soportará muchos de los organismos vivientes en ella, que terminará la etapa de tratamiento y se expulsará el agua tratada mediante dos tuberías de drenaje, será el lugar de muchas transformaciones químicas y biológicas microbianas, proporciona almacenamiento para muchos contaminantes, se autosustenta de energía para sus reacciones biológicas por su vegetación que con la acumulación

de restos de ella aumenta la cantidad de materia orgánica, dando lugar al intercambio de materia, fijación de microorganismos y fuente de carbono.

La vegetación del medio proporciona oxígeno (sistema oxidativo aerobio) por medio de la fotosíntesis y este les sirve a los microorganismos para producir diversas reacciones de degradación de materia orgánica y nitrificación. Lo que resulta en una degradación de materia orgánica un poco más rápida en comparación a otros sistemas de humedales. Entre los procesos involucrados en la eliminación de nitrógeno del sistema se encuentran la Amonificación y Nitrificación, estabiliza el sustrato y limita la canalización del flujo, dando lugar a velocidades de agua bajas permitiendo que los materiales suspendidos se depositen.

Entonces la remoción de microorganismos como bacterias y virus, está basada en una combinación de factores físicos, químicos y biológicos. Los factores físicos incluyen la filtración, sedimentación, agregación y acción de la radiación ultravioleta. Los mecanismos biológicos incluyen predación y ataque por bacteriófagos y también la muerte.

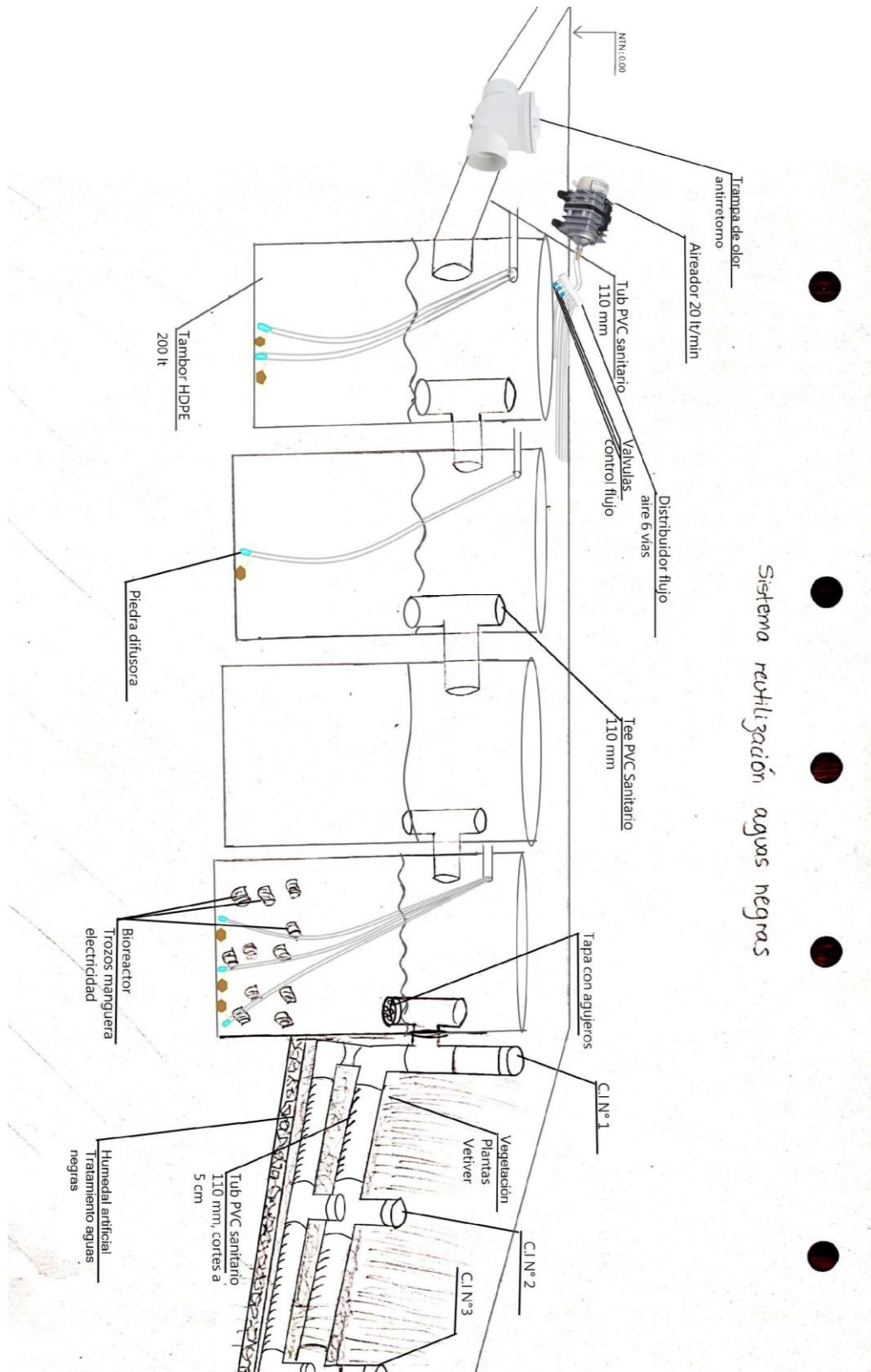
Finalmente, los factores químicos son la oxidación, absorción y exposición a toxina fijadas por otros microorganismos y exudadas por las raíces de las plantas, de acuerdo a investigaciones en estos humedales construidos existe una eficiencia en remoción de bacterias (coliformes fecales) entre 98% a 99% (humedal, 2010). También posee una capacidad de nitrificación del 90% (Carep, 2021).

Este tipo de humedal esta basado en sistemas de humedales de flujo vertical subsuperficial de los años 90's y ha sido modificado con mejor desarrollo tecnologico al día de hoy.

¿Por qué utilizar humedales de flujo vertical?

- Incremento en tasas de nitrificación
- Mayor capacidad admitiendo cargas orgánicas (debido a la naturaleza aerobia del proceso)
- Limitaciones de espacio para construcción
- Configuración del terreno con pendiente natural
- Economía

Para este caso de estudio se debe contar con lo siguiente:



Sistema reutilización aguas negras

Ilustración 109: Tratamiento de aguas negras de la vivienda para riego

4.5.1 Diseño hidráulico humedal subsuperficial de flujo vertical

Posterior al tratamiento en biodigestor aeróbico se presenta esta solución de ingeniería, es una solución basada en la naturaleza, de acuerdo con el documento “Diseño de un humedal subsuperficial vertical para la depuración de las aguas residuales de la Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas” (Maira Perez, 2013), para un buen rendimiento en la eficiencia de la depuración, considerando que los humedales con flujo vertical se diseñan con funcionamiento intermitente, por lo que operan con cargas superiores que los horizontales. La aplicación intermitente del agua residual y el drenaje vertical en el lecho permiten que las reacciones aeróbicas se produzcan con rapidez, permitiendo una mayor oxigenación del líquido.

Para comprender de mejor manera el procedimiento para dimensionar el humedal construido en pro de su aplicación en este caso de estudio, se busca una clase explicativa proporcionada por el Dr. Ismael Vera Profesor de la UCM, correspondiente al proyecto “Resiliencia y Adaptabilidad a la crisis hídrica ciudades esponja y campos sustentables mediante humedales depuradores de aguas residuales” (Carep, 2021) proyecto que se financió por parte del Fomento de los Ríos por el lineamiento de Validación de la Innovación Social ejecutado en nuestro país por el Centro de humedales del Río Cruces y la Cooperativa de Aprendizaje en Restauración Ecológica (CAREP) al cual se asociaron varias entidades del país, Instituto Forestal (INFOR) Centro de Recursos Hídricos para la Agricultura y la Minería (CRHIAM), Ministerio de Ciencia y Tecnología de Conocimiento e Innovación de la Macro Zona Sur, Universidad Católica del Maule (UCM) y la Universidad Austral de Chile. Con el fin de atender las necesidades del caso en particular, manteniendo esto como una referencia certera por corresponder al mismo país y además a la misma zona.

Para el cálculo de superficie total se toma referencias de Guías de diseño de otros países (Ej: Dinamarca), Método de demanda de oxígeno (Platzer, 1999).

- **Diseño y configuración de Tratamiento de aguas HC-FVSS aguas residuales de una casa unifamiliar (5 hab-eq) en clima templado, con el objetivo de DBO5 (demanda biológica de oxígeno durante 5 días) en el efluente, de 30 Mg/L.**

Para estos tratamientos es mejor sobre dimensionar la generación per cápita de aguas residuales, por esto se considerará que la generación per cápita será de 150 lt/(hab.-d), y una generación per cápita de 60gDBO5/(hab.-d), de 12 gNTK/(hab.-d) y además 120 gDQO/(Hab.-d).

Como factor de seguridad, puesto que no se aplican ensayos en este diseño, se considera que el tratamiento anterior del agua remueve 1/3 de materia orgánica.

i) Paso 1

a) Caudal total afluente:

$$Q_i = 5 \text{ Hab} * 150 / (\text{Hab} \cdot \text{d}) * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L} = 0,75 \text{ m}^3 / \text{d}$$

b) Carga másica afluente:

$$M_i = 5 \text{ Hab} * 60 \text{ g DBO}_5 / (\text{Hab} \cdot \text{d}) * 2/3 = 200 \text{ g DBO}_5 / \text{d}$$

$$M_i = 5 \text{ Hab} * 120 \text{ g DQO} / (\text{Hab} \cdot \text{d}) * 2/3 = 400 \text{ g DQO} / \text{d}$$

$$M_i = 5 \text{ Hab} * 12 \text{ g NTK} / (\text{Hab} \cdot \text{d}) * 2/3 = 60 \text{ g NTK} / \text{d}$$

c) Estimación de concentración afluente:

$$C_i = M_i / Q_i = \frac{200 \text{ g DBO}_5 / \text{d}}{0,75 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}} = 266 \text{ mg DBO}_5 / \text{L}$$

$$C_i = M_i / Q_i = \frac{400 \text{ g DQO} / \text{d}}{0,75 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}} = 532 \text{ mg DQO} / \text{L}$$

$$C_i = M_i / Q_i = \frac{60 \text{ g NTK} / \text{d}}{0,75 \frac{\text{m}^3}{\text{d}}} = 80 \text{ mg NTK} / \text{L}$$

ii) Paso 2

a) Cálculo del área necesaria

De acuerdo con la guía de Dinamarca se recomiendan distintas áreas dependiendo de la población equivalente para el diseño, que utilizó datos de investigación de varios años.

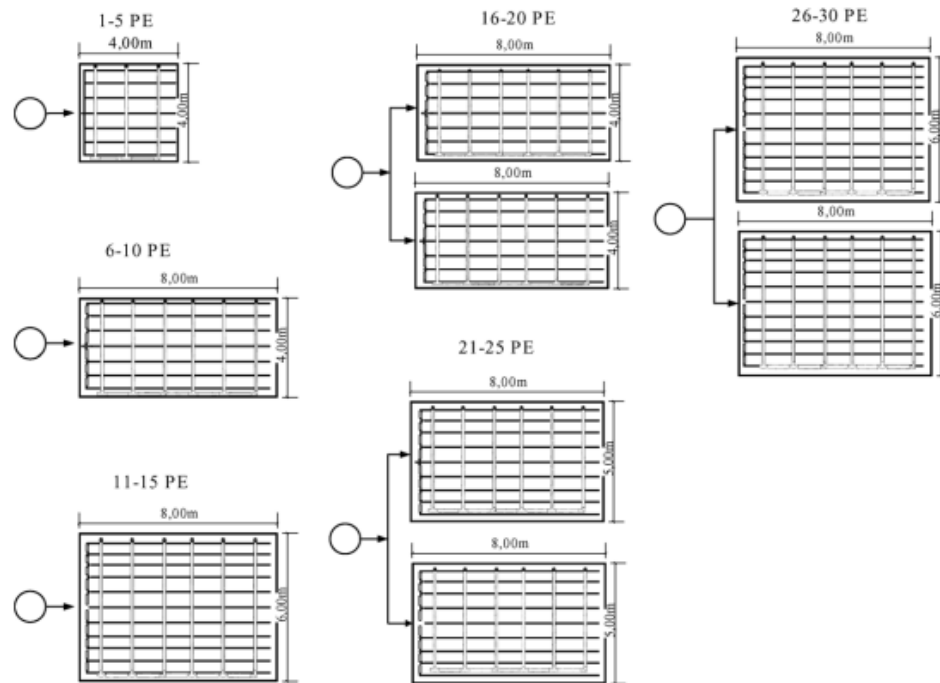


Fig. 7. Layout of vertical flow constructed wetland systems for capacities up to 30 PE. Systems with capacities larger than 15 PE should be divided into two parallel beds.

Ilustración 110: Área necesaria según población equivalente (Arias, 2005)

Por lo cual se requiere de un área de 16 m² como primera aproximación del área, este método garantizará una eliminación del 95% DBO₅ y 90% Nitrificación. Con esto se obtiene que:

$$C_o (\text{DBO}_5) = 266 (0,05) = 13.3 \text{ mg/L}$$

$$C_o (\text{NTK}) = 80 (0,1) = 8 \text{ mg/L}$$

Bajo las consideraciones que se estimaron de eliminación de DBO₅ como obtención final en el efluente, este método cumple en su cabalidad respondiendo así la afirmación de su eficiencia para el procesamiento de la materia orgánica y del nitrógeno.

Luego por el Método de Demanda de Oxígeno (Platzer, 1999), el cual comprende el razonamiento de que el aporte de oxígeno (OI) debe ser mayor a la demanda de oxígeno (OD):

$$OI \text{ [g/d]} - OD \text{ [g/d]} > 0$$

$$OD \left[\frac{g}{d} \right] = OD_{DQO} + OD_{Nitrificación} + OD_{Desnitrificación}$$

$$OI \left[\frac{g}{d} \right] = OI_{Difusión} + OI_{Convección}$$

Donde:

OD_{DQO} : Demanda de Oxígeno debido a la descomposición de la materia orgánica, g/d

$OD_{Nitrificación}$: Demanda de oxígeno debido a la nitrificación, g/d

$OD_{Desnitrificación}$: Reducción de la demanda de oxígeno por efecto de desnitrificación parcial, g/d

El método dice que para el consumo de oxígeno por DQO se considera que:

- Se necesitan 0,7 g O_2 para degradar 1g DQO
- Eliminación promedio es del 85%

Entonces:

$$OD_{DQO} = 0,85 * 0,7 \frac{gO_2}{L} * DQO_{IN} = 0,85 * 0,7 \frac{gO_2}{gDQO} * 400 \frac{gDQO}{d} = 238 \frac{gO_2}{d}$$

Donde:

OD_{DQO} = Demanda de oxígeno debido a la descomposición de la materia orgánica, g/d

DQO_{IN} = Carga de DQO en el afluente, g/d

Para el consumo de oxígeno por nitrificación (NTK) se considera:

- Se necesitan 4,3 g O_2 para degradar 1 gNTK

$$OD_{Nitrificación} = 4,3 \frac{gO_2}{L} * NTK_{IN} = 4,3 \frac{gO_2}{gNTK} * 60 \frac{gNTK}{d} = 258 \frac{gO_2}{d}$$

Para el consumo de oxígeno por Desnitrificación se considera:

- Se asume una nitrificación completa y sólo un 10% (valor conservador) de desnitrificación
- Se recuperan 2,9 gO₂ por cada 1 gNTK denitrificado

$$OD_{Desnitrificación} = 0,1 * 2,9 \frac{gO_2}{gNTK} * NTK_{IN} = 0,1 * 2,9 \frac{gO_2}{gNTK} * 60 \frac{gNTK}{d} = 17,4 \frac{gO_2}{d}$$

Finalmente, la demanda de oxígeno sería:

$$OD_{[g]} = 238 \frac{gO_2}{d} + 258 \frac{gO_2}{d} + (-17,4 \frac{gO_2}{d}) = 478,6 \frac{gO_2}{d}$$

Luego para el cálculo del aporte de oxígeno que nos entrega el proceso:

Primero se calcula el aporte por convección,

$$OI_{Convección} = 0,3 \frac{gO_2}{L} * V_{cargado} \frac{m^3}{d} * 1000 \frac{L}{m^3}$$

Donde:

$OI_{Convección}$ = Aporte de oxígeno por convección, g/d

$V_{Descargadas}$ = Caudal de agua diario, m³/d

Donde se considera que:

- El aporte por convección es proporcional a la carga hidráulica
- Supuesto que el aire contiene 300 mg O₂ /L (0,3g O₂/L)

Luego se obtiene:

$$OI_{Convección} = 0,3 \frac{gO_2}{L} * 0,75 \frac{m^3}{d} * 1000 \frac{L}{m^3} = 225 \frac{gO_2}{L}$$

Después, el cálculo de aporte por difusión:

$$OI_{Difusión} = 1 \frac{gO_2}{h * m^2} * A [m^2] * \frac{24[h] - 1,5[h] * n \text{ cargas}}{1[d]}$$

Donde:

$OI_{Difusión}$ = Aporte de oxígeno por efecto de la difusión, g/d

A = Área superficial, m²

N cargas= número de cargas diarias, adimensional

Consideraciones:

- Aporte de oxígeno por difusión a razón de $1gO_2 / (h * m^2)$
- Tiempo entre cargas debe ser superior a 1,5 h para que se produzca reoxigenación

Finalmente en base a valores iterativos entre A y número de cargas diarias:

$$\begin{aligned} OI_{Difusión} &= 1 \frac{gO_2}{h * m^2} * 16 [m^2] * \frac{24[h] - 1,5[h] * 6}{1[d]} \\ &= 240 \frac{gO_2}{d} \end{aligned}$$

Para dar cumplimiento al Método

$$OI \left[\frac{g}{d} \right] - OD > 0$$

Teniendo la oxigenación de demanda:

$$OD \left[\frac{g}{d} \right] = 478,6 \frac{gO_2}{d}$$

Se obtiene que el aporte de oxígeno:

$$OI \left[\frac{g}{d} \right] = 225 \frac{gO_2}{d} + 240 \frac{gO_2}{d} = 465 \frac{gO_2}{d}$$

Donde:

Con 6 cargas diarias en el área que se consideró, el proceso aporta casi todo el oxígeno necesario, se considera un buen valor debido a que los datos del caudal son maximizados y los datos aplicados a las formulas no son exactos puesto a que debiera ensayarse en laboratorio cada aspecto del tratamiento desde la salida del afluente hacia el primer tanque de biodigestor en adelante, el modelo de humedales de este tipo considera una bomba para aguas residuales para lograr el número de cargas, en este caso no se considera eso debido al coste que implica, esta podría ser reemplazada por sifones,

iii) Paso 3

Se determina la profundidad del humedal será de 1 metro debido también a las recomendaciones que proporciona la Guía de Dinamarca

iv) Paso 4

La relación largo/ancho se puede trabajar 1/1 o 2/1, osea 4 m x 4m o 2m x 8m.

v) Paso 5

Compartimentalización (número de lechos), para este paso se requiere de verificaciones.

I. Carga orgánica superficial (COS)

$$\begin{aligned} \text{COS}(\text{gDQO}/(\text{m}^2\text{-d})) &= \text{Carga organica diaria} / \text{Área Superficial} \\ &= (400 \text{ gDQO}/\text{d}) / 16 \text{ m}^2 \\ &= 25 \text{ g DQO}/(\text{m}^2\text{-d}) \end{aligned}$$

Se cumple según las recomendaciones de diseño en Dinamarca que la máxima tasa de carga orgánica gDQO/ (m²-d) tiene que ser 27. Entonces con un lecho de estas dimensiones esta bien.

II. Carga Hidraulica (CH)

$$\begin{aligned} \text{CH} (\text{mm}/\text{d}) &= \text{Volumen diario} / \text{Área superficial} \\ &= (0,75 \text{ m}^3/\text{d}) / (16 \text{ m}^2) * (1000 \text{ mm} / 1\text{m}) \\ &= 46,88 \text{ mm}/\text{d} \end{aligned}$$

vi) Paso 5

Finalmente, otras consideraciones, la vegetación a utilizar puede ser la ya nombrada anteriormente Vetiver, en caso de no encontrar este tipo de plantas disponible en la zona se opta por ocupar Totoras, plantas bastante conocidas en Chile y de gran disponibilidad. Por otra parte, se debe generar un cercado perimetral del tratamiento para evitar ingreso de cualquier animal.

Otra consideración es que la tubería de drenaje debe tener tubos de ventilación.

Entonces, en resumen, se seleccionó el humedal subsuperficial de flujo vertical de un largo de 8 metros x un ancho de 2 metros. Con una profundidad total (efectiva + borde libre) de 1,1 m

4.6 Extintor

Según lo que dispone el Manual de Seguridad contra incendios CChC, se presenta en la siguiente tabla el potencial de extinción mínimo por superficie de cubrimiento y distancia de traslado.

SUPERFICIE DE CUBRIMIENTO MÁXIMO POR EXTINTOR	POTENCIAL DE EXTINCIÓN MÍNIMO (M2)	DISTANCIA MÁXIMA DE TRASLADO DEL EXTINTOR (M)
150	4 A	9
225	6 A	11
375	10 A	13
420	20 A	15

Ilustración 111: Potencial extinción mínimo por superficie de cubrimiento y distancia de traslado (CChC)

De acuerdo a lo investigado el extintor de polvo químico seco para clase de fuego ABC es el ideal para tener en la vivienda.

Se adjunta imagen del extintor requerido.



Extintor EXANCO PQS Polvo Químico Seco

Modelo: Línea Nacional

Códigos

> 95803 - 1 Kg > 140809 - 2 Kg > 35781 - 4 Kg
> 35782 - 6 Kg > 35783 - 10 Kg

Descripción

Extintor de polvo químico seco multipropósito para fuegos clase ABC, certificados conforme a norma y decretos vigentes. El PQS controla amagos de incendio en forma física desplazando el oxígeno, formando además, una película capaz de cubrir y penetrar en la brasa impidiendo su re ignición, efecto que asociado a la acción de micro cristales líquidos, restan temperatura a la llama colaborando en el control de incendios. Equipo recomendado para vehículos motorizados, inmuebles domésticos u otros con alcance industrial, protegiendo bodegas, talleres y plantas producción.

Datos Técnicos

Extintor PQS Presurizado al 90% para fuegos clase ABC.
Polvo químico seco al 90% de fosfato monoamonio.
Presion de trabajo de 195 PSI.
Válvula de latón anticorrosiva
Fabricados de acero al carbono con 1,5 mm de espesor.
Aplicaciones para empresas, oficinas, viviendas, transporte, colegios, industria.

Ilustración 112: Extintor seleccionado PQS para fuegos ABC (KUPFER)

5 Conclusiones del diseño del proyecto

Concluyendo, en primer lugar, se logra destacar que para la comprensión del desarrollo de diseños sustentables es necesario ahondar en muchos aspectos, teniendo la capacidad de comprender la construcción como una industria altamente contaminante que genera gran parte de los impactos ambientales a nivel mundial, y luego la importancia trascendental de considerar soluciones que conlleven un futuro de mejor calidad con respecto a diversos puntos de vista y un mejor aprovechamiento del ciclo de construcción, uso y mantenimiento.

En segundo lugar, se señala en cada capítulo lo necesario para la vivienda en cada situación a solucionar. Partiendo por el diagnóstico acertado de la ubicación, para una vivienda sustentable este paso es el principal ya que con esto podemos en seguida diseñar en base a los resultados obtenidos con respecto a temperatura y asoleamiento, protección de humedad, ventilación y captación de aguas. También cumple un rol fundamental para el comienzo de la planeación del proyecto, la visita a terreno donde se obtiene la recopilación de fotografías e inspección visual.

Luego más específicamente, al desarrollar cada arista componente del diseño sustentable final, para lo que se considera la vivienda unifamiliar. Es necesario que las soluciones e ideas se determinen ordenadamente para que, por consiguiente, se pueda abarcar cada especificación determinada de manera detallada en cada aspecto sustentable.

Además de aplicar en estas ideas la realidad, en base a la ocupación final de la construcción y su prolongación en el tiempo de una forma útil particularmente, y localmente colaborando en temas tan importantes, como la incorporación de una solución en base a la no existencia de alcantarillado y a la sequía de la zona.

Además, como inicial de este diseño se propuso un domo geodésico que es un tipo de vivienda adaptable a climas como el expuesto de este caso y a todo tipo de clima, lo que lo hace ideal para una vivienda segura en bienestar de los ocupantes. Procurando que el diseño trabaje en conjunto con el diagnóstico bioclimático y del emplazamiento del terreno, este sistema de construcción conlleva varios beneficios a los cuales además se les agrega los beneficios del diseño sustentable, siendo este tipo de edificación residencial una propuesta de innovación que busca la mayor comodidad, seguridad, desempeño, y ahorros que pueda poseer una vivienda.

Finalmente, en la etapa del diseño específico es bastante significativa la investigación de diversas fuentes, generando así que este cumpla con la normativa y con la finalidad de cada arista, teniendo como resultado una vivienda unifamiliar que se enfoca en la sustentabilidad y termina siendo un proyecto que si bien en este caso no se ha valorizado en un presupuesto, se tiene en cuenta que este tipo de proyecto es una gran alternativa de trabajo hoy y en los próximos años, ya que este método se ha ido desarrollando y seguirá haciéndolo en adelante gracias a los profesionales que seguirán esta senda, existe la consideración de una inversión quizás un poco mayor a una vivienda normal, pero que motivará ahorros sustanciales durante los años que una vivienda normal no incluye en sus parámetros.

Es por esto que se recalca en último lugar que en base a los objetivos propuestos al comienzo se consideran completamente cubiertos, estos métodos de solucionar sustentablemente dan un horizonte esperanzador, para las familias, para el empleo, y principalmente para el Planeta que ya está bastante contaminado y explotado. Dejo como conclusión una invitación a que modifiquemos la realidad de la construcción en viviendas, y que esto sea abarcado también en otras instalaciones dejando que se concreten nuevas alternativas de innovación y beneficio.

6 Bibliografía

- A.Opazo (Intérprete). (s.f.). *Estabilidad Madera*.
- Aislacel. (s.f.).
- AluminiosV. (s.f.).
- ArchDaily. (s.f.).
- Arias, C. (2005). Obtenido de <https://ocfpathplanning.org/graywater/BrixDanishGWguidelines.pdf>
- arquitectura, D. d. (2015). *TDR*.
- Atlas, W. (s.f.). Obtenido de <https://www.weather-atlas.com/>
- bcn. (s.f.). Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/nuestropais/region8/#:~:text=Limita%20al%20norte%20con%20la,nacional%2C%20excluida%20la%20Ant%C3%A1rtica%20Chilena.>
- BCN. (2020).
- bcn. (2021).
- bcn.cl. (s.f.). Obtenido de <https://www.bcn.cl/siit/nuestropais/nuestropais/region8/#:~:text=Limita%20al%20norte%20con%20la,nacional%2C%20excluida%20la%20Ant%C3%A1rtica%20Chilena.>
- Behling, S. y. (1996).
- BIOPLASTIC. (s.f.). Obtenido de <https://instalacionfosaseptica.cl/como-instalar-una-fosa-septica/>
- C.Perez. (s.f.). *Clases construcción sustentable*.
- Calluqueo, R. (s.f.). *Estudio Técnico Domo Geodésico*.
- Carep. (17 de Mayo de 2021). *Youtube* .
- CChC. (s.f.).
- CCHC. (2019). *Fundamenta "El sector de la construcción ante el desafío climático global*.
- CDT. (2018).
- Chile, B. d. (s.f.). Región del Biobío.
- Chile, I. (s.f.).
- Circular, P. (s.f.). Obtenido de <https://www.paiscircular.cl/agua/yaku-cientificas-chilenas-crean-biofiltro-que-reutiliza-aguas-grises-para-otros-usos-en-el-hogar/>
- CIREN, M. d. (s.f.). *Recursos Naturales Comuna de Santa Juana*.

Construmart. (s.f.).
DA-MOP. (2016). *TDR*.
Departamento de Información Ambiental, M. d. (2021). *Sexto Reporte del Estado del Medio Ambiente*.
Diariosustentable. (s.f.).
Direcciónarquitectura-MOP. (s.f.).
domos, R. i. (s.f.). *Youtube* .
DVP. (s.f.). *dvp.cl*.
Easy. (s.f.).
Elaboración propia. (s.f.).
Euroglass. (s.f.).
Explorador_Eólico. (s.f.).
Explorador_Solar. (s.f.).
Falabella. (s.f.). Obtenido de <https://www.falabella.com/falabella-cl/product/116141729/Pack-Filtro-de-Agua-para-Cabezal-de-Ducha-mas-Purificador-de-Agua-con-Filtro-Lavable/116141735>
Frig, E. (s.f.). *Youtube*.
Geographic, N. (15 de Agosto de 2022). *Nationalgeographicla.com*. Obtenido de <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2022/08/cuales-son-los-principales-tipos-de-contaminacion-ambiental>
Google Earth. (s.f.).
Green Building Council Chile. (2021). Obtenido de <https://www.chilegbc.cl/index.php?sec=documentos>
Haus, P. (s.f.). Obtenido de <https://plushaus.cl/soluciones-en-hermeticidad/>
Holística, P. (s.f.). *Youtube*.
hoy, U. (s.f.). Déficit habitacional.
humedal, P. (2010). *Depuración de aguas residuales por medio de humedales artificiales*.
Humedales, R. P. (s.f.). *Youtube*.
Imperial. (s.f.).
INGCO. (s.f.). Obtenido de www.ingco.cl
Ingedomos.Chile. (s.f.).
Isolcork. (s.f.). *tienda.isolcork.cl*.

- Juana, M. d. (2021).
- KUPFER. (s.f.).
- mabe. (s.f.).
- Maira Perez, E. D. (2013). *Diseño de un humedal subsuperficial vertical*.
- Marsh/Software., A. (s.f.).
- Meteored. (s.f.). *Meteored.com*.
- MINVU. (s.f.). *Estandares sustentables para viviendas en Chile*.
- MMA. (2013-2021). *Estrategias Construcción sustentable* .
- MMA. (s.f.). *PDA*.
- MMA. (s.f.). *PDA Concepcion Metropolitano*.
- MOP, D. A. (2015). *TDR*.
- Municipalidad_Santa_Juana. (s.f.).
- Pérez, Y. G. (2022). Humedales construidos como alternativa de tratamiento de aguas residuales.
- Ecosistemas*.
- Permacultura. (2021). *Youtube*.
- Platzer. (1999).
- Purificatec. (s.f.). Obtenido de <http://www.purificatec.cl/producto/908/estanque-de-agua-aquatank-titan-5000-litros>
- SanitaryEngineer. (s.f.).
- SantaJuana, M. (2021).
- Selectra. (s.f.). *selectra.es*.
- Sernac. (s.f.).
- Sodimac. (s.f.).
- Sophia y Stephan Behling. (1996).
- sustentable, D. (s.f.). *Desarrollo sustentable.co*. Obtenido de <https://www.desarrollosustentable.co/2018/03/historia-del-desarrollo-sustentable.html>
- Sustentable, P. D. (2015). Obtenido de <https://www.desarrollosustentable.co/2018/03/historia-del-desarrollo-sustentable.html>
- UFhoy. (2022). Déficit habitacional.
- Urbanismo, M. d. (2016). *Estandares de construcción sustentable para viviendas en Chile*.
- Vallirana, A. (s.f.).
- Wikipedia. (s.f.).

Wikipedia. (2022).

WinniWalbaum. (s.f.). *Youtube*.

https://cchc.cl/uploads/archivos/archivos/Fundamenta_45.pdf

<https://sinia.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/06/REMA2021.pdf>

<https://snichile.mma.gob.cl/>

<https://arquitectoismaeldelrio.com/guia-que-es-una-casa-sustentable/>

<https://concepto.de/medio-ambiente/#ixzz7gLxs2c5b>

<https://ccps.mma.gob.cl/lineas-de-accion/construccion-sustentable/#:~:text=%C2%BFQu%C3%A9%20es%20una%20construcci%C3%B3n%20sustentable,sin%20comprometer%20al%20medio%20ambiente.>

<https://www.energia2050.cl/>

https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/2_Estrategia-Construccion-Sustentable.pdf

<https://www.nidoarquitectos.cl/post/arquitectura-sustentable-bioclim%C3%A1tica-y-dise%C3%B1o-pasivo>

<https://retokommerling.com/diseño-pasivo/>

<https://www.mundohvacr.com.mx/2015/11/sistemas-activos-y-pasivos-la-combinacion-mas-eficiente-en-la-proyeccion-de-espacios/>

<https://repositorio.usm.cl/bitstream/handle/11673/48864/3560901064886UTFSM.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

<https://tienda.isolcork.cl/blogs/news/recubrimiento-en-domos-geodesicos>

<https://www.calificacionenergetica.cl/que-evalua-la-calificacion-energetica-de-viviendas/#:~:text=La%20Calificaci%C3%B3n%20Energ%C3%A9tica%20de%20Viviendas,de%20informaci%C3%B3n%20objetiva%20y%20estandarizada.>