



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

“OPTIMIZACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO A TRAVÉS DE LA ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA PARA EL DISEÑO DE UN CENTRO EXPERIMENTAL TECNOLÓGICO AGRARIO EN VIRÚ”

Tesis para optar el título profesional de:

Arquitecta

Autor:

Diana Estefanía Rojas Meza

Asesor:

Arq. Hugo Gualberto Bocanegra Galván

Trujillo – Perú

2018

APROBACIÓN DE LA TESIS

El asesor y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por la Bachiller **Diana Estefanía Rojas Meza**, denominada:

**“OPTIMIZACIÓN DEL AISLAMIENTO TÉRMICO A TRAVÉS DE LA
ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA PARA EL DISEÑO DE UN CENTRO
EXPERIMENTAL TECNOLÓGICO AGRARIO EN VIRÚ”**

Arq. Hugo Gualberto Bocanegra Galván
ASESOR

Arq. César Augusto Aguilar Goicochea
JURADO
PRESIDENTE

Arq. Silvia Liliana Ponce Miñano
JURADO

Arq. Diego Antonio Ríos Gutiérrez
JURADO

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo

A Dios.

Por haberme concedido la oportunidad de conocer a personas maravillosas y competitivas, la fortaleza para seguir adelante y la oportunidad de vivir este trayecto increíble.

A mis padres.

Por brindarme su apoyo incondicional a lo largo de mi vida y en mis estudios. Por brindarme las oportunidades de los cuales siempre les estaré muy agradecida; por ser mis ejemplos de perseverancia, humildad, paciencia y responsabilidad. Gracias por todo su amor.

A la Facultad de Arquitectura y Diseño.

Por los cinco años de apoyo, aprendizaje y entusiasmo para seguir en la trayectoria de la carrera de Arquitectura y Urbanismo, una carrera maravillosa que vale la pena cada esfuerzo. Gracias compañeros y docentes por compartir y concluir esta etapa de mi vida.

A mí.

Por creer en ti misma, eres una persona capaz, inteligente y perseverante; no pierdas la paciencia y fe en ti, no te conformes, sigue aprendiendo y jamás te detengas. Dios está siempre contigo.

Gracias.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a aquellas personas que me apoyaron y aportaron con sus conocimientos para hacer posible la realización de esta tesis; y a aquellas personas que me apoyaron en mi desarrollo como estudiante, profesional y persona.

Al Arq. Hugo Bocanegra Galván.

Por su asesoría y consejos que me permitieron alcanzar los objetivos y culminación de esta tesis. Gracias por encaminar mi interés en la Arquitectura Bioclimática desde estudiante, sus enseñanzas y apoyo en los concursos de arquitectura.

Al Bach. Arq. Juan Padilla Cárdenas.

Por su apoyo en temas puntuales para el desarrollo de esta tesis. Gracias por compartir años de compañerismo y trabajo en equipo en la universidad.

A mis hermanos Daniella, Julio y Valeria.

Por estar siempre allí cuando los necesito, su comprensión y por creer en mí. Sigamos adelante hermanos, aún nos falta mucho por recorrer juntos y profesionalmente. "It's a Rojas thing".

A mi tía Pilar.

Por sus sabios consejos y ser un ejemplo de mujer fuerte e independiente, te admiro tía, gracias por confiar en mí.

A mi Mayo y Familia Meza Méndez.

Por creer en mí, engreírme y hacerme recordar que Dios siempre está conmigo. A mis tíos, tías y primos porque desde niña siempre han estado allí para mí. Gracias por el apoyo hacia mi familia durante todos estos años. Gracias Alejandro por el apoyo puntual en temas relacionados a la ingeniería agrónoma.

A Kirara.

Por acompañarme en mis traspasadas de trabajo desde mis primeras prácticas pre profesionales.

A mis compañeros y colegas Fátima, Mariacldia, Xiomara, Ángel y Paulo.

Por compartir cinco años de compañerismo y trabajos en equipo. Les deseo lo mejor en su trayecto como profesionales y personas de bien. Gracias Ángel por tu amistad incondicional.

Al Arq. Martín Bravo Idiáquez.

Agradezco y aprecio mucho el apoyo, comprensión, consejos y la motivación para concluir esta etapa importante para mí.

A todos aquellos colegas profesionales y practicantes de trabajo.

Porque día a día en el trabajo se aprende y se aplican conocimientos adquiridos, aprendidos y compartidos, gracias por la oportunidad laboral y por confiar en mis capacidades.

Gracias a todos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Contenido

<u>APROBACIÓN DE LA TESIS</u>	ii
<u>DEDICATORIA</u>	iii
<u>AGRADECIMIENTO</u>	iv
<u>ÍNDICE DE CONTENIDOS</u>	v
<u>ÍNDICE DE TABLAS</u>	ix
<u>ÍNDICE DE FIGURAS</u>	x
<u>RESUMEN</u>	xii
<u>ABSTRACT</u>	xiii
CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN Y CONTEXTO DEL PROBLEMA	14
1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA	14
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.2.1 Problema general.....	18
1.2.2 Problemas específicos	18
1.3 MARCO TEORICO	18
1.3.1 Antecedentes	18
1.3.2 Bases Teóricas	21
1.3.2.1 ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA.....	21
1.3.2.1.1 Introducción	21
1.3.2.1.2 El Clima.....	23
1.3.2.1.3 Trayectoria Solar.....	28
1.3.2.1.4 Criterios de Diseño Bioclimático	31
1.3.2.1.5 El Confort Térmico	33
1.3.2.1.6 Eficiencia Energética	37
1.3.2.2 AISLAMIENTO TÉRMICO.....	38
1.3.2.2.1 Introducción	38
1.3.2.2.2 Control Higrotérmico en Edificios.....	38
1.3.2.2.3 Aplicación de Aislantes a la Envolvente Arquitectónica	42
1.5 JUSTIFICACIÓN	44
1.5.1 Justificación teórica.....	44
1.5.2 Justificación aplicativa o práctica	44
1.6 LIMITACIONES.....	44
1.7 OBJETIVOS	45
1.7.1 Objetivo general.....	45
1.7.2 Objetivos específicos de la investigación teórica	45
1.7.3 Objetivos de la propuesta.....	45

CAPÍTULO 2. HIPÓTESIS.....	46
2.1 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS	46
2.1.1 Formulación de sub-hipótesis	46
2.2 VARIABLES	46
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	46
2.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	49
CAPÍTULO 3. MATERIAL Y MÉTODOS.....	50
3.1 TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	50
3.2 PRESENTACIÓN DE CASOS ARQUITECTÓNICOS.....	50
3.2.1 California Academy of Sciences (California, EE.UU., 2008, Renzo Piano Building Workshop):	50
3.2.2 New Orleans BioInnovation Center (New Orleans, Louisiana. EE.UU., 2011, Eskew+Dumez+Ripple):.....	50
3.2.3 Biosciences Research Building (Galway, Ireland, 2013. Payette + Reddy Architecture and Urbanism):.....	51
3.2.4 Jacobs Institute for Design Innovation (California, EE.UU. 2015. Leddy Maytum Stacy Architects):	51
3.2.5 West Branch of the Berkeley Public Library (California, EE.UU. 2013. Harley Ellis Devereaux):.....	51
3.3 MÉTODOS.....	52
3.3.1 Técnicas e instrumentos	52
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	55
4.1 ANÁLISIS DEL LUGAR.....	55
4.2 PROGRAMACIÓN ARQUITECTÓNICO GENERAL.....	61
4.3 ESTUDIO DE CASOS ARQUITECTÓNICOS	62
4.4 PARÀMETROS AISLANTES	64
4.5 LINEAMIENTOS DE LAS CONDICIONANTES DEL DISEÑO BIOCLIMÀTICO	65
4.6 ANÁLISIS DE LA PROPUESTA SEGÚN LAS VARIABLES DE INVESTIGACION	67
CAPÍTULO 5. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA	69
5.1 IDEA RECTORA Y LAS VARIABLES	69
5.2 PROGRAMACIÓN ARQUITECTÓNICA	71
5.3 PROYECTO ARQUITECTÓNICO.....	78
5.3.1 Planos del Proyecto	78
5.3.2 Vistas Exteriores	79
5.3.3 Vistas Interiores	96
5.4 MEMORIA DESCRIPTIVA	99
5.4.1 Memoria de Arquitectura	99
5.4.1.1 Aspectos Generales del Terreno y Contexto.....	99
5.4.1.2 Estudio del Clima	102
5.4.1.3 Estudio del Usuario INIA	106
5.4.1.4 Aforo Total.....	107
5.4.1.5 Propuesta de Habilitación Industrial.....	108
5.4.1.6 Consideraciones de Diseño del Reglamento Nacional de Edificaciones	115
5.4.1.6.1 Norma A.010.....	115

5.4.1.6.2	Norma A.130.....	116
5.4.1.7	El Proyecto Arquitectónico.....	118
5.4.1.7.1	Definición del Proyecto Arquitectónico.....	118
5.4.1.7.2	Conceptualización Volumétrica.....	118
5.4.1.7.3	Descripción Funcional del Proyecto.....	120
5.4.1.7.3.1	Emplazamiento y Orientación.....	120
5.4.1.7.3.2	Zonificación.....	122
5.4.1.7.3.3	Descripción Funcional de Laboratorios.....	125
5.4.1.7.4	Sistema de Climatización HVAC.....	135
5.4.1.7.4.1	Ventilación en laboratorios y la Norma ASHRAE.....	135
5.4.1.7.4.2	Climatización en los laboratorios CETA.....	136
5.4.1.7.5	Aplicación de las Variables.....	138
5.4.1.7.6	Simulación Climática.....	147
5.4.2	Memoria de Estructuras.....	159
5.4.2.1	Generalidades del Sistema STEEL FRAMING.....	159
5.4.2.1.1	Tipos de Perfiles H e I.....	159
5.4.2.2	Cimentación Mixta: Losa de Cimentación y Zapatas de Refuerzo.....	160
5.4.2.3	Juntas de Dilatación.....	160
5.4.2.4	Placas de Concreto Armado.....	160
5.4.2.5	Perfiles de Acero Pesado.....	160
5.4.2.6	Entrepiso: Losa Colaborante Cofradal 200.....	162
5.4.2.7	Cubierta: Ondatherm 1040 TS Curvado.....	164
5.4.2.8	Escaleras.....	164
5.4.3	Memoria de Instalaciones Sanitarias.....	165
5.4.3.1	Generalidades.....	165
5.4.3.2	Equipos Especiales.....	165
5.4.3.3	Sistema de Agua Fría.....	166
5.4.3.4	Cantidad de Aparatos Sanitarios.....	167
5.4.3.5	Sistema de Agua Caliente.....	168
5.4.3.6	Sistema de Agua Contra Incendio.....	168
5.4.3.7	Agua para Riego.....	171
5.4.3.8	Agua de Lluvia.....	172
5.4.3.9	Red de Desagüe y Ventilación.....	172
5.4.3.10	Calculo de Potencia de Bombas.....	175
5.4.4	Memoria de Instalaciones Eléctricas.....	177
5.4.4.1	Generalidades.....	177
5.4.4.2	Equipos Especiales.....	177
5.4.4.3	Máxima Demanda.....	178
5.4.4.4	Sub Estación y Grupo Electrónico.....	179
5.4.4.5	Electroductos.....	180
5.4.4.6	Conductores.....	180
5.4.4.7	Cajas.....	181
5.4.4.8	Interruptores, tomacorrientes y placas.....	181
5.4.4.9	Tableros Eléctricos.....	181
5.4.4.10	Bandejas Metálicas.....	181

5.4.4.11	Buzones Eléctricos	182
5.4.4.12	Sistema Tierra.....	182
CONCLUSIONES		183
RECOMENDACIONES		185
REFERENCIAS.....		186
ANEXOS		188

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación Köppen y García del clima	27
Tabla 2: Estaciones en los hemisferios	30
Tabla 3: Operacionalización de variables.....	49
Tabla 4: Cuadro de cotejo nivel distrital	57
Tabla 5: Cuadro de cotejo características exógenas y endógenas	58
Tabla 6: Características del terreno	60
Tabla 7: Zonas generales a partir del análisis de casos.....	61
Tabla 8: Resultados de la medición de los indicadores de los casos arquitectónicos – bases para el diseño.....	62
Tabla 9: Comparación de parámetros aislantes	64
Tabla 10: Programa arquitectónico de proyecto	71
Tabla 11: Áreas por zonas	76
Tabla 12: Datos climáticos de Virú.....	100
Tabla 13: Condiciones de suelo	101
Tabla 14: Cuadro Comparativo de Trabajadores INIA Paraguay y Perú.....	106
Tabla 15: Cantidad de Alumnado Universidades Agrónomas de Trujillo.....	106
Tabla 16: Resumen de Alumnado en Universidades Agrónomas de Trujillo.....	107
Tabla 17: Cantidad de usuarios para diseño.....	107
Tabla 18: Cantidad de aforo en proyecto	107
Tabla 19: Tipo de habilitación industrial	109
Tabla 20: Coordenadas UTM del terreno.....	109
Tabla 21: Características de obras tipo C	110
Tabla 22: Resumen de vías de tránsito pesado	111
Tabla 23: Aportes normativos.....	111
Tabla 24: Parámetros edificatorios industria liviana en Virú.....	112
Tabla 25: Estacionamientos al interior del predio.....	112
Tabla 26: Parámetros viales de habilitación urbana.....	113
Tabla 27: Resumen de áreas de la habilitación.....	113
Tabla 28: Intensidad de ruido respecto a la distancia	114
Tabla 29: Plantilla de materiales aislantes	141
Tabla 30: Cuadro resumen del balance energético.....	158
Tabla 31: Tipos de Perfiles de Acero	161
Tabla 32: Pre dimensionamiento de vigas	161
Tabla 33: Dotaciones diarias de agua para consumo	166
Tabla 34: Dimensionamiento de cisterna de agua para consumo.....	167
Tabla 35: Cantidad de aparatos sanitarios.....	167
Tabla 36: Dotaciones de agua caliente	168
Tabla 37: Dotación diaria de agua para riego de áreas verdes.....	172
Tabla 38: Tipos de caja registro de desagüe	173
Tabla 39: Tipos de buzones de desagüe	174
Tabla 40: Calculo de cota fondo de cajas registro.....	174
Tabla 41: Calculo de la demanda máxima	178

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Esquema de principios bioclimáticos que componen a la envolvente arquitectónica.....	21
Figura 2: Riesgo de salud en relación a la humedad del ambiente	25
Figura 3: Clasificación climática del Perú por Köppen	28
Figura 4: Ejes georreferenciales.....	29
Figura 5: Ruta solar latitud 8.4°S Virú	30
Figura 6: Carta bioclimática de Olgyay.....	35
Figura 7: Carta bioclimática de Givoni.....	36
Figura 8: Esquema de funcionamiento del aislamiento térmico	38
Figura 9: Transmisión del calor unidimensional	39
Figura 10: Resistencia y transmitancia térmica	40
Figura 11: Comportamiento de vidrio fotovoltaico	42
Figura 12: Mapa de potencialidades agrícolas La Libertad	55
Figura 13: Lotes en el distrito de Virú.....	58
Figura 14: Condicionantes del diseño bioclimático.....	63
Figura 15: Estrategias del Diagnostico Climate Consultant.....	66
Figura 16: Idea rectora del proyecto.....	69
Figura 17: Aplicación de las variables al proyecto arquitectónico	70
Figura 18: Organigrama funcional	77
Figura 19: Fachadas protegidas orientados al oeste.....	79
Figura 20: Volumen acristalado protegido por las pantallas perforadas y volado.....	80
Figura 21: Fachada sur oeste protegido e ingreso remarcado	80
Figura 22: Fachada sur oeste.....	82
Figura 23: Fachadas oeste.....	83
Figura 24: Ventanales en fachada sur este con voladizo	84
Figura 25: Fachada nor oeste	85
Figura 26: Fachadas orientados al norte.....	86
Figura 27: Protección de muro cortina con pantalla perforada y volado Onyx Solar	87
Figura 28: Invernadero orientado al norte con lucernario Onyx solar	88
Figura 29: Patio central donde volados protegen ventanales.....	89
Figura 30: Vista panorámica 01.....	90
Figura 31: Vista panorámica 02.....	91
Figura 32: Vista panorámica 03.....	92
Figura 33: Vista panorámica 04.....	93
Figura 34: Vista del lote matriz.....	94
Figura 35: Vista del conjunto diseñado	95
Figura 36: Cuarto de cámaras climáticas ARALAB y Gabinetes de Bioseguridad	96
Figura 37: Vista 01 de laboratorio In Vitro	96
Figura 38: Vista 02 de laboratorio In Vitro	97
Figura 39: Cámara de crecimiento de foto estabilidad CONVIRON	97
Figura 40: Vista 01 de taller laboratorio.....	98
Figura 41: Vista 02 de taller laboratorio.....	98
Figura 42: Vistas del terreno	99
Figura 43: Secciones viales de carreteras actuales	101
Figura 44: Virú – rangos de temperatura.....	102
Figura 45: Virú – radiación global diaria	102
Figura 46: Virú – precipitaciones.....	103
Figura 47: Virú – diagrama de sombreados	103
Figura 48: Virú – rosa de vientos.....	104
Figura 49: Virú – esquema psicométrico	105
Figura 50: Organigrama operacional administrativa.....	108
Figura 51: Tramo Pativilca - Trujillo y tramo Virú - Carabamba.....	110
Figura 52: Secciones viales de carreteras ampliadas	111
Figura 53: Secciones viales internas principal y secundario del entro experimental	113
Figura 54: Área optima de emplazamiento aplicando retiros de seguridad.....	115

Figura 55: Influencia de los medios de evacuación.....	116
Figura 56: Configuración volumétrica bioclimática	119
Figura 57: Disposiciones del emplazamiento	120
Figura 58: Recorrido de los rayos del sol	120
Figura 59: Sombras generadas entre verano y otoño	121
Figura 60: Sombras generadas entre invierno y primavera.....	121
Figura 61: Zonificación volumétrica.....	122
Figura 62: Zonificación de plantas arquitectónicas.....	122
Figura 63: Accesos y circulaciones de piso 01	124
Figura 64: Accesos y circulaciones de piso 02.....	125
Figura 65: Proporción área-función de un laboratorio	126
Figura 66: Relación funcional y adyacentes.....	126
Figura 67: Composición del módulo	127
Figura 68: Zonas de apoyo al personal en el sector.....	127
Figura 69: Laboratorios húmedos y secos en el sector	128
Figura 70: Laboratorios soporte en el sector.....	129
Figura 71: Gabinetes de bioseguridad y estación de seguridad en el sector	129
Figura 72: Tipos de circulación en los laboratorios del sector	130
Figura 73: Esquema funcional de laboratorio plaguicidas y fertilizantes	131
Figura 74: Esquema funcional del laboratorio de análisis de semillas	131
Figura 75: Esquema funcional del laboratorio de fitopatología.....	132
Figura 76: Esquema funcional del laboratorio in vitro.....	133
Figura 77: Esquema funcional del laboratorio biología molecular	133
Figura 78: Esquema funcional del laboratorio de control biológico	134
Figura 79: Laboratorios húmedos y secos en el sector	137
Figura 80: Criterios de aplicación bioclimáticos a la envolvente arquitectónica	139
Figura 81: Bosquejo de aplicación en fachada.....	140
Figura 82: Aplicación de la variable Aislamiento Térmico	146
Figura 83: Aplicación de la variable Envolvente Arquitectónica	147
Figura 84: Carta psicométrica de Virú al año 2017- sistemas pasivos y activos	148
Figura 85: Radiación solar incidente en el proyecto.....	149
Figura 86: Dirección y velocidad del viento incidente en el proyecto	150
Figura 87: Incidencia de la ventilación natural en verano e invierno	151
Figura 88: Comparación de los escenarios 1 y 2 en verano	152
Figura 89: Exposición solar de verano sobre cubierta.....	153
Figura 90: Comparación de los escenarios 1 y 2 en invierno	154
Figura 91: Balance energético – edificio con elementos adicionados	155
Figura 92: Necesidad energética – edificio con elementos adicionados	156
Figura 93: Balance energético – edificio sin elementos adicionados	156
Figura 94: Necesidad energética – edificio con elementos adicionados	157
Figura 95: Corte isométrico de losa Cofradal 200	163
Figura 96: Sección de unión planchas Cofrada.....	163
Figura 97: Corte isométrico de cubierta Ondatherm.....	164
Figura 98: Sección de plancha Ondatherm	164
Figura 99: Puntos de alimentación y desfogue sanitario de cámaras climáticas.....	165
Figura 100: Esquema de columna seca contra incendios	170
Figura 101: Esquema de inyección a red contra incendios	171
Figura 102: Áreas verdes para riego	171
Figura 103: Puntos de ingreso y salida trampa de grasa OCTAFIX.....	173
Figura 104: Puntos de alimentación eléctricos de cámaras climáticas.....	177
Figura 105: Casetas de control PowerCORE	180

RESUMEN

La arquitectura bioclimática es diseñar proyectando con el clima y contexto para lograr el bienestar del usuario y eficiencia energética del edificio aplicando un uso estratégico de material aislante y mecanismos pasivos y activos; enfocándose en el diseño de la envolvente arquitectónica. Esta envolvente responde ante la demanda energética del edificio, siguiendo principios y condicionantes de diseño. El cambio climático ha influenciado en el diseño y construcción de la arquitectura; sin embargo, éste frecuentemente no conlleva a un estudio previo y evaluación del impacto ambiental que puede generar, resultando hoy en día con edificios enfermos y un bajo ciclo de vida con altos costes de mantenimiento.

La presente investigación describe el principal problema que aqueja actualmente el sector agrario en la provincia de Virú, la falta de centros de innovación que impulse el sistema de producción, competitividad y rentabilidad agraria. A su vez explica la falta de proyectos sin consideraciones bioclimáticas en la región. En consecuencia se propone el diseño de un Centro Experimental Tecnológico Agrario regulado por el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA), que aplique principios de la arquitectura bioclimática en búsqueda de la eficiencia energética, centrándose en la optimización del aislamiento térmico a través de la envolvente arquitectónica.

La metodología realizada se basa en la aplicación de las variables de investigación al proyecto a través de un previo estudio de casos antecedentes. Además, se realiza la interrelación de los datos climáticos y condiciones de confort de los cuales se extraen pautas de diseño para proyectar ante las posibles demandas energéticas y estrategias de diseño de la envolvente arquitectónica. Finalmente, se evalúa el diseño propuesto en un software de simulación bioclimático o energético para concluir que es posible optimizar el aislamiento térmico a través de la envolvente arquitectónica en el diseño de un centro experimental tecnológico agrario.

ABSTRACT

Bioclimatic architecture is to design projecting with the climate and context to achieve the well-being of the user and energy efficiency of the building applying a strategic use of thermal insulating material and passive and active mechanisms; focusing on the design of the architectural envelope. This envelope responds to the energy demand of the building, following design principles and conditions. Climate change has influenced the design and construction of architecture; however, this frequently does not lead to a prior study and evaluation of the environmental impact it can generate, resulting today with sick buildings and a low life cycle with high costs of maintenance.

This research describes the main problem that currently affects the agricultural sector in the province of Virú, the lack of innovation centers that boost the production system, competitiveness and agricultural profitability. In turn, it also explains the lack of projects without bioclimatic considerations in the region. Consequently, the design of an Agricultural Technological Experimental Center regulated by the National Institute of Agrarian Innovation (INIA) is proposed, which applies principles of bioclimatic architecture in search of energy efficiency, focusing on the optimization of thermal insulation through the architectural envelope.

The methodology is applying the research variables to the project through a previous study of antecedent cases. In addition, the interrelation of climate data and comfort conditions draw design guidelines to project potential energy demands and design strategies of the architectural envelope. Finally, the proposed design is evaluated in a bioclimatic or energy simulation software to conclude that it is possible to optimize the thermal insulation through the architectural envelope in the design of an Agricultural Technological Experimental Center.

CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN Y CONTEXTO DEL PROBLEMA

1.1 REALIDAD PROBLEMÁTICA

Hoy en día la arquitectura busca responder a la estética y sostenibilidad ante una crisis climática global e industria contaminante que afecta a las ciudades y atenta contra la salud y bienestar de la población; se intenta aplicar nuevas formas, estrategias, función y materiales para mitigar el impacto, sin embargo, la arquitectura en su mayoría resulta en edificios de alto consumo energético y económico. El clima, en cambio constante, ha influenciado en los criterios de diseño por siglos en cada situación nueva y en muchas ocasiones la elección y aplicación del material renovado no es efectivo a lo largo del tiempo, sea para el confort del usuario o mantenimiento del edificio. Es decir, si bien a favor o en contra del clima, se aplican materiales de carácter aislante que no logran reducir la demanda o necesidad energética del edificio trabajándolas por si solas.

Partiendo de esto, el campo de estudio al cual se enfocará la presente tesis es el diseño bioclimático: la optimización del aislamiento térmico mediante la envolvente arquitectónica como diseño sostenible. Estudiándolo como una ciencia y herramienta para analizar y evaluar, el diseño proyectual debe lograr un balance energético y confort térmico mediante la envolvente del edificio. Fuentes (s.f.) al hablar de la arquitectura Bioclimática, sostiene que:

En el campo de la Arquitectura Bioclimática, entendida como aquella que busca el bienestar y confort de los usuarios, un uso eficiente de la energía y la integración armónica al medio ambiente, se requiere manejar un sin número de variables de tipo ambiental, climático, social, científico, económico y técnico, donde convergen varias disciplinas (p. 09).

La arquitectura bioclimática propone alternativas pasivas teniendo en cuenta las condiciones climáticas, implementación de materiales, instalaciones, sistemas constructivos y evaluaciones para alcanzar el confort y eficiencia energética. Además, recurre a sistemas activos o energías limpias para apoyar la climatización interior del edificio ante las condiciones climáticas volubles externas, reduciendo así la demanda energética del edificio. La eficiencia energética es el resultado de la aplicación de estrategias, materiales y sistemas que optan por reducir la demanda energética. Poveda, (2007) sostiene que:

La eficiencia energética en su concepción más amplia pretende mantener el servicio que presta, reduciendo al mismo tiempo el consumo de energía. Se trata de reducir

las pérdidas que se producen en toda transformación o proceso, incorporando mejores hábitos de uso y tecnologías. (p.05).

Paralelamente, hoy en día la evolución de materiales de construcción y cerramientos han mejorado en calidad y durabilidad, son eco amigables y cero emisiones contaminantes; es decir, existen materiales aislantes que permiten tener una envolvente arquitectónica más eficiente energéticamente, duradera y de proveniencia regenerativa o reciclable. Massó (s.f.) sostiene que:

La influencia del aislamiento térmico es decisiva en los edificios. Con unos niveles de aislamiento correctos, podríamos ahorrar casi el 50% del consumo de los edificios. Debemos tener presente que el aislamiento térmico es la medida más sostenible en los edificios. Desde luego teniendo el aislamiento térmico correcto requiere de simulaciones y conocimiento de los materiales aislantes para la envolvente, para lograr el bien estar del usuario, reduciendo las pérdidas de calor en las estaciones extremas de invierno y verano. (p. 15).

Las alternativas de materialidad y sistemas aislantes son indispensables para lograr un edificio de bajo consumo energético y económico. En la actualidad se implementan los aislamientos, pero no siempre se logra el objetivo, ya que no son evaluados en escenarios próximos a la realidad mediante simulaciones software para un mejor entendimiento del comportamiento de la envolvente arquitectónica adicionada a los paramentos aislantes a fin de evitar pérdidas energéticas por transmisión a través de ésta, para obtener un edificio de bajo consumo energético, confortable, durable y económico.

Lamentablemente, en Perú no se establece aún el compromiso con la sostenibilidad arquitectónica por la falta de lineamientos políticos predominantes, conciencia poblacional y profesional. No obstante, existen edificios bioclimáticos privados con certificación LEED en el Perú (Hotel Tambo del Inka en Cusco y Plaza Platinum en San Isidro en Lima). Por otro lado, abundan proyectos institucionales del estado que, si bien carecen de requisitos de funcionalidad en su diseño, tampoco son sostenibles y autosuficientes. Las instituciones de innovación, tecnología y desarrollo que representan progreso para el país no están bien dotadas para cumplir dichas funciones y no promueven la tecnología al alcance. El sector agrario está en la mira debido a la cantidad de producción que genera y pérdidas por la falta de buenas prácticas en sus centros de investigación y capacitación, los cuales se centran la

mayoría la costa peruana. El desarrollo de la agricultura, para el país y el mundo, ante su adaptación al cambio climático es importante; Ortiz (2012) sostiene que: Si bien el cambio climático tendrá impactos negativos sobre la agricultura, habrá una oportunidad de forjar agro ecosistemas productivos, competitivos y compatibles con el medio ambiente. Los enfoques para adaptarse al cambio climático en cada establecimiento agropecuario dependerán de la elección de nuevos cultivos y ganados por parte de los productores rurales, el empleo de cultivares y razas resistentes al clima, la utilización de prácticas ecológicas en la producción de cultivos y ganado, la diversificación y la intensificación sostenible de los sistemas de producción agropecuaria y las opciones en pos de otras actividades económicas (incluso abandonar la agricultura cuando deja de ser redituable). (p. 19).

El Ministerio de Agricultura preside que el Instituto de Innovación Agraria (INIA) es ente rector y autoridad técnico normativo que orienta el Sistema Nacional de Innovación Agraria (SNIA) hacia el desarrollo, generación de conocimientos y tecnologías para alcanzar competitividad agro exportador y seguridad alimentaria en asociación con el sector privado y las universidades. El sistema también lo conforman Centros o Estaciones Experimentales en diversas regiones del país, además, los marcos regionales del sector agrario establecen implementaciones de más centros de investigación y desarrollo las cuales también deben ser adscritas al INIA. En consecuencia, se delimita el tema de investigación en una de las regiones más productoras del país a formar parte del SNIA, la región de La Libertad. El Plan Estratégico Regional del Sector Agrario La Libertad PERSA (2008) hace hincapié la falta de centros de innovación que impulse el sistema de producción y competitividad agraria; además, estas instituciones no cuentan con las condiciones adecuadas de laboratorios de alta calidad. En base al diagnóstico, el PERSA establece que Virú tiene gran potencial para el desarrollo agroindustrial, actividades comerciales y servicios de apoyo a la producción, tanto por la extensión de suelo agrícola y la inmigración que ha ocasionado el proyecto Chavimochic.

Por lo tanto, se escoge como objeto de estudio e intervención el distrito de Virú; una ciudad en constante crecimiento poblacional y urbano, potencial productor y agroexportador, que sin embargo presenta problemas de bajo nivel competitivo y rentabilidad agraria (ver ANEXO n°1: Causas del bajo nivel de competitividad y rentabilidad agraria). Paralelamente, el Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Virú PDC (2010) ostenta los problemas antes mencionados, en donde

destaca “La ausencia de centros de investigación experimental y de transferencia de tecnología agropecuaria”. Entre sus causas menciona que el estado es ajeno a la implementación de centros experimentales y que existe el conformismo de actores productivos agrarios, es decir, la falta actitud y planificación para ejecutar un proyecto de tal envergadura.

Haciendo énfasis a la carencia de estos centros de investigación, el PDC de Virú destaca entre sus programas económicos los proyectos 4 y 5 de implementar estos centros (ver ANEXO n°2: Programas y proyectos prioritarios en el desarrollo económico de Virú).

Debe tomarse importancia a estos proyectos debido a la alta producción que genera Virú anualmente según el PERSA: cultivos permanentes de 4 406há y cultivos transitorios de 6 797há, superando a la producción de Chau, Moche y el resto del valle; lo cual implica grandes medidas de observación y control de calidad para no generar pérdidas en producción, desgaste ambiental y con la visión de ser una institución competitiva del norte del país.

Los centros experimentales del país cuentan con infraestructura similar a la base central en la Universidad Nacional Agraria la Molina UNALM: construcción de concreto armado y albañilería, además donde la estética, importancia aséptico y aislante se desarrolla mayormente al interior del edificio, descuidando la piel exterior y como consecuente la comodidad de las actividades y logros del usuario al interior (ver ANEXO n°3).

Por lo tanto, se busca implementar un centro experimental agrario de carácter bioclimático, optimizando el aislamiento térmico a través de la envolvente arquitectónica para reducir la demanda energética y ser autosuficiente. De esta manera, se permite la difusión de una infraestructura sostenible institucional-industrial que requiere el sector agrario para potencializar una producción de calidad en el país.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

¿De qué manera la envolvente arquitectónica permite la optimización del aislamiento térmico para su aplicación en el diseño de un centro experimental tecnológico agrario?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿De qué manera los criterios bioclimáticos y parámetros de aislamiento térmico determinan el diseño de la envolvente arquitectónica?

1.3 MARCO TEORICO

1.3.1 Antecedentes

Adriana Cordero y Vanessa Guillen (2012), con tesis Criterios bioclimáticos para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca, de la Universidad de Cuenca, Ecuador, realizaron un estudio donde determinan ciertos criterios de diseño bioclimático como alternativa a solucionar los problemas ambientales mediante un diseño lógico que aproveche los factores naturales y optimicen los sistemas energéticos tradicionales. El estudio compone de tres partes: el primero corresponde a un análisis de conceptualización, criterios y aplicación de la arquitectura bioclimática; la segunda, corresponde a un análisis del contexto climático de Ecuador y tercero, comparación de casos de vivienda para determinar sus condiciones térmicas y problemas de confort. Respecto al análisis se determinó criterios e indicadores para el diseño de viviendas unifamiliares en la ciudad de Cuenca. Los autores concluyen que, en cuanto a la radiación, los criterios de elementos adicionados de la envolvente han favorecido al aprovechamiento natural del contexto para determinar criterios de diseño óptimo térmico y lumínico de los espacios, reduciendo costos de la demanda energética y mejorando el bienestar del usuario. La investigación se relaciona con la presente tesis debido a que se busca reducir la demanda energética mediante la aplicación de criterios bioclimáticos como elementos adicionados que aporten a mejorar las condiciones del edificio. Además, para la presente tesis de investigación, el antecedente brinda información sobre aislamiento de la envolvente en casos del Cuenca con clima similar al de estudio y se realizó simulación software para evaluar la envolvente, de tal manera que sirve como guía práctica para analizar las condiciones ambientales y comportamiento de la envolvente.

Francisco Coellar (2013), con tesis Diseño Arquitectónico Sostenible y Evaluación Energética de la Edificación, de la Universidad de Cuenca, Ecuador, realizó un estudio sobre el uso de sistemas pasivos y activos mediante la aplicación de nuevas tecnologías con el fin de crear una arquitectura de diseño eficiente para el confort los usuarios, utilizando menos recursos posibles en la ciudad del Cuenca. El estudio se realizó en dos partes: criterios de diseño y construcción sostenible, y un análisis de casos que avalasen la arquitectura sostenible. Partiendo de los criterios de investigación el autor pudo conceptualizar el diseño en un edificio residencial multifamiliar. El autor concluye que la aplicación de dichos criterios contribuye a la reducción de la demanda energética, comprobado mediante un programa de simulación que brinde resultados que determina modificar o no el diseño.

La metodología de la investigación del autor se relaciona con la presente tesis debido a que sirve como guía al buscar de manera ordenada aplicar criterios de diseño bioclimático que aporten a mejorar las condiciones del edificio y a reducir el consumo de energía, logrando una eficiencia energética. Para esto se toma en cuenta los requerimientos y principios arquitectónicos, la empleabilidad de algunos materiales aislantes y cómo lograr una buena orientación de las fachadas del edificio.

Marcos González (2009), con tesis Morfología Geométrica de la Envolvente Arquitectónica como elemento de Control Térmico, del Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura Unidad de Tecamachalco, México, realizó un estudio sobre el comportamiento térmico en función a los materiales y sistemas constructivos aplicados a la envolvente arquitectónica. El estudio comprende de cuatro partes: la primera, conceptualización e importancia del control térmico de las envolventes a través de la noción geométrica; la segunda, aspectos de las envolventes arquitectónicas; la tercera, geometría solar y cálculo de la radiación; la cuarta, estudio de un caso respecto a la ganancia térmica obtenida mediante la envolvente. El autor concluye que el estudio de la forma de la envolvente influye en la ganancia térmica generada al interior de la envolvente como también la pérdida en ausencia de la radiación solar, contribuyendo al ahorro de energía no renovable.

La tesis de maestría del autor se relaciona con la presente tesis debido a que se quiere lograr un óptimo aislamiento térmico mediante un diseño volumétrico que influya en la envolvente de la propuesta, partiendo de conocimientos respecto al comportamiento del clima y cuál es la forma adecuada. Para esto, se tomará en

cuenta los aspectos generales de la envolvente arquitectónica como control térmico y las ganancias térmicas que desempeña en una envolvente.

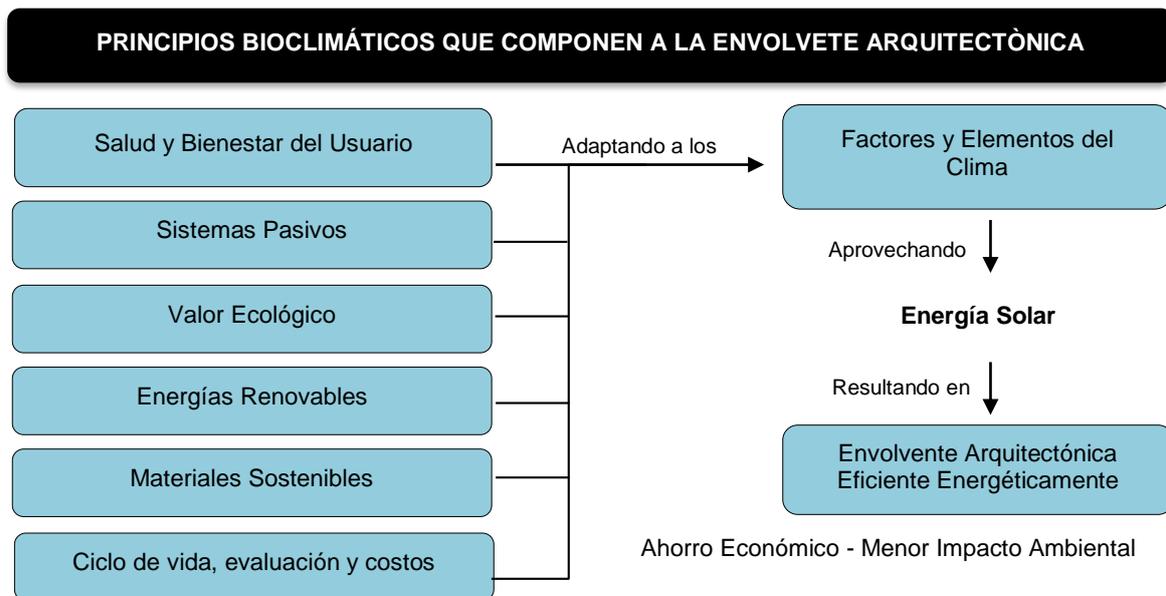
Hassan Arham (2005), con la tesis Valoración de la Respuesta Térmica en Edificios: La Repercusión Dinámica de la Envolvente, de la Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, realizó un estudio sobre el comportamiento térmico dinámico de las viviendas para determinar criterios sobre tamaño y construcción, para mejorar las condiciones térmicas interiores y repartición de inercia térmica espacial de una vivienda mediante la envolvente. El estudio comprende tres partes: la primera, análisis de flujos energéticos en los edificios; la segunda, la respuesta dinámica en el interior respecto a la distribución espacial analizando dos viviendas; la tercera, análisis y comprobación mediante una simulación térmica con el uso de programas digitales y un modelo numérico de comportamiento térmico. El autor de la tesis concluye que por medio de la envolvente se produce el mayor intercambio de flujos entre el exterior y el interior, determinando una tipología de edificio y evolución de la oscilación en fachadas, generando criterios concretos bioclimáticos para aplicar al diseño o modificación de viviendas.

La investigación del autor busca el entendimiento de los flujos dinámicos térmicos respecto a la envolvente, esto puede servir para la presente tesis en cuanto a la influencia de las condiciones en la fachada y la distribución del espacio para aprovechar a desarrollar las actividades de manera óptima, alcanzando niveles confortables térmicos.

1.3.2 Bases Teóricas

1.3.2.1 ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA

Figura 1: Esquema de principios bioclimáticos que componen a la envolvente arquitectónica



Elaboración: Autor de Tesis

1.3.2.1.1 Introducción

Desde 1997, se toma en consideración el Protocolo de Kyoto por varios países sobre la sostenibilidad de las ciudades, donde se han generado estrategias para enfrentar el problema mediante una arquitectura y construcción sostenible; una de estas estrategias es el diseño bioclimático. El concepto de la arquitectura o diseño bioclimático es muy complejo, no existe una definición universal exacta de la misma. Celis (2000) menciona: “La ‘arquitectura bioclimática’, entendida en términos conceptuales, se fundamenta en la adecuación y utilización positiva de las condiciones medioambientales y materiales, mantenida durante el proceso del proyecto y la obra.”(p.30). Además, Páez (2006) señala que: “La concepción bioclimática busca diseñar edificios adaptados a su propio clima utilizando con acierto las transferencias naturales de calor y los recursos que la naturaleza ofrece con la intención de crear condiciones de confort físico y psicológico limitando el uso de sistemas mecánicos de calefacción o climatización, lo que representa un ahorro importante para la sociedad.” (p.15). Entonces se puede decir que la arquitectura bioclimática es aquella entendida como el diseño armonioso que aprovecha las condiciones naturales del entorno, logrando un confort del usuario y bienestar interior, mediante la

aplicación de criterios y técnicas que además permita ahorrar y producir energía para el edificio.

- **Principios Bioclimáticos**

El diseño bioclimático se percibe claramente en el proyecto manteniendo principios de composición y organización, generándose una integración entre la arquitectura con el medio natural, de tal manera que cumple las exigencias de habitabilidad y permita satisfacer las necesidades del usuario.

a) Creación del Bienestar y Salud del Usuario

Comprende de dimensiones subjetivas donde se trabaja y diseña con los valores y percepciones del usuario, es decir, se requiere de una programación de necesidades y gustos, creando ambiente confortable en base al usuario. La temperatura es un factor importante y respuesta adaptable al ser humano.

b) Uso De Sistemas Pasivos

El uso de los cuadros bioclimático y psicométrica permite seleccionar estrategias y sistemas para diseñar en un tipo particular de edificio y clima. Los sistemas pasivos son aquellos criterios aplicados directamente al diseño conformando una sola arquitectura, es decir, el edificio necesita una orientación y forma geométrica ideal que pueda responder al clima mediante controladores solares.

c) Restauración De Valor Ecológico

La relación entre la construcción y el contexto de sitio debe ser integral y armonioso, de tal manera que el edificio respete el suelo sobre el cual se construye y considere un valor ecológico medible y controlable para su arquitectura. Al hablar de huella ecológica se refiere al consumo y absorción de los recursos para volver a producir el mismo usando tecnologías prevalecientes.

d) Uso De Energía Renovable

La energía es clave para el desarrollo de la sociedad, el cual satisface a un gran número de necesidades a un costo, sin embargo, la fuente de extracción para producir energía es un tema de urgencia a tratar con el desarrollo medioambiental y sostenible. En los últimos años se ha tratado de generar energía mediante los mecanismos de energía renovable, en donde el sol es fuente mayor para obtener dicha energía aprovechándola de manera racional. El informe de energía solar de Ente Vasco de la Energía menciona que:

“El sol constituye una fuente de energía permanente. Esta energía del astro solar llega a la tierra en forma de radiación. Sin embargo, del total de la energía que llega a la tierra procedente del sol, sólo 3/4 partes entran a través de la atmósfera. Esta radiación es percibida en forma de luz.” (p.11).

Además, el documento Guía de la Energía Solar (2006) de Madrid Solar sostiene que:

“La energía solar es la energía contenida en la radiación solar que es transformada mediante los correspondientes dispositivos, en forma térmica o eléctrica, para su consumo posterior allá donde se necesite.” (p.20).

Por consiguiente, la energía solar es aquella energía térmica y lumínica que llega a la tierra el cual puede ser captado de manera directa mediante dispositivos de captación y transformación como los captadores solares térmicos y celdas fotovoltaicas. La energía solar es captada para su aprovechamiento mediante la absorción de materiales los cuales deben ser proyectados estratégicamente para no generar almacenamiento innecesario de calor y que a su vez permitan el acceso de luz deseado.

e) Uso De Materiales Sostenibles

El diseño es conformado mediante una cuidadosa selección y manejo de los recursos empleados, la manera para conservar dichos recursos es mediante un diseño con materiales y sistemas seleccionados que deben ser de bajo impacto ambiental, reciclables y reusables.

f) Razonamiento de Ciclo de Vida, Valoración y Costos

El edificio arquitectónico es evaluado periódicamente para comparar resultados de tiempo a tiempo en cuanto al funcionamiento adecuado de los sistemas aplicados en términos de ahorro energético. La vida útil del edificio depende mucho de estos sistemas.

1.3.2.1.2 El Clima

Clima es de origen griego y significa etimológicamente “pendiente o inclinación” aludido a los rayos solares al incidir sobre la superficie terrestre. Es la combinación de factores atmosféricos que dan individualidad a una región geográfica.

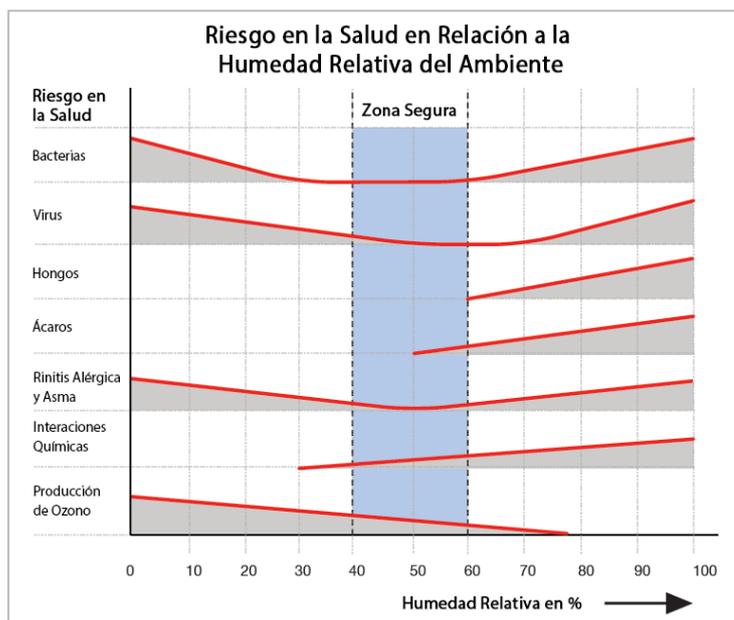
- Factores Climáticos

La arquitectura bioclimática es aquella diseñada con el clima de gran escala la cual influye en su contexto y los elementos del entorno, es decir, los componentes físicos de la atmósfera; sin embargo, estas propiedades van cambiando a lo largo del tiempo por alteraciones naturales y de la actividad industrial. Rodríguez (2001) define: “Los factores

climáticos son las condiciones físicas que identifican a una región o un lugar en particular, y determinan su clima.” (p. 14). Entre los factores macro climáticos que Figueroa considera se encuentran:

- **Temperatura del Aire:** Se percibe alrededor del cuerpo como el calor contenido en el aire, dando una idea general sobre estado térmico del ambiente. Este parámetro determinante de la transmisión del calor de un cuerpo a otro se mide en grados Centígrados. La temperatura se evalúa mediante rangos mensuales y anuales de consistencia entre temperaturas media, máxima extremo y mínima extremo. Fuentes (2000) menciona que al alcanzar la temperatura del aire óptima, *temperatura neutra*, se alcanza el bienestar térmico parcial del usuario respecto al ambiente, sin embargo esto también depende mucho de la actividad que realice el individuo y su temperatura corporal.
- **Radiación:** Es la transferencia de energía por ondas electromagnéticas, producida y direccionada desde el sol hacia la tierra:
 - **Radiación solar directa (D):** La radiación no cambia de dirección y llega directa.
 - **Radiación solar indirecta (I):** Desviaciones causadas por las nubes (difusa).
 - **Radiación global:** combinación de las dos radiaciones (I+D).
- **Humedad:** El aire está compuesto por 75% nitrógeno 20% oxígeno y 5% es vapor de agua. La humedad es la capacidad del aire de contener agua y depende de la temperatura: a más temperatura, mayor vapor de agua se puede contener, a menor temperatura menor capacidad de retención del agua.
 - **Humedad Absoluta:** Es la cantidad de vapor de agua por cada m³ de aire seco que puede contener el aire, cuantos gramos de vapor de agua en un m³ de aire.
 - **Humedad Relativa:** Representa en porcentaje de vapor que contiene el aire. La humedad puede afectar el material de cerramiento o elementos arquitectónicos por el alto contenido de agua en la atmósfera. Según la empresa DICONAM SAS, establecen un rango de humedad confortable del 40 a 60%. Cuando la humedad llega de 30% a menos ocurre resequedad en el cuerpo; de 80% a más el ambiente empieza a condensarse.

Figura 2: Riesgo de salud en relación a la humedad del ambiente



Fuente: DICONAM SAS Control Ambiental

- **Precipitación:** Es el agua que cae en la tierra en forma de lluvia, rocío, nieve, granizo o niebla. Este parámetro incide en la forma y extensión, grado de inclinación y materiales de las cubiertas.
- **Viento:** Desplazamiento de corrientes de aire producidos por presiones en la atmósfera variando en dirección, frecuencia y velocidad. El viento se representa en forma de una rosa de vientos.
 - **Dirección:** orientación proveniente del viento dominante por ser el más frecuente.
 - **Frecuencia:** porcentaje de recorrido que el viento pasó en una orientación específico.
 - **Velocidad:** Distancia recorrida por el flujo del viento en una unidad de tiempo (km/h o m/seg).

Guimarães (2008 p.13) menciona que el viento sirve como una herramienta para presenciar el frescor en determinado tiempo, pero no modifica la temperatura. Es por esto que en época de verano se debe buscar la manera de reducir la sensación de calor mediante el viento, sin embargo, en invierno, dejar entrar el viento es enfriar el aire del ambiente, pero controlando el ingreso del viento puede reducir un poco la humedad. Según la escala de Beaufort (ver ANEXO nº4), una brisa ligera oscila entre 1.6 a 3.3 m/s, permitiendo sentir el aire fresco; también se puede considerar

la brisa suave 3.4 a 5.4 m/s donde existe un ligero golpeteo de la ropa que empieza a ser incomodidad y la vegetación se mueve.

- Elementos del Clima

Los elementos climáticos son aquellas dadas en lugares específicos como las condicionantes geográficas del contexto del lugar y la influencia u obstáculos existentes próximos que afectan a un objeto de estudio:

- **Latitud:** Es la distancia angular de un punto sobre la superficie terrestre al ecuador el cual determina la incidencia de los rayos solares sobre la tierra, es decir, la incidencia de los rayos determina la temperatura, y depende de las condiciones del suelo la cantidad de radiación que recibe un sitio específico. La latitud permitirá definir la forma, color, textura, proporción y relación de vanos y muros ciegos de la arquitectura.
- **Altitud:** Hace referencia a la distancia vertical de la superficie terrenal física respecto al mar, el cual se mide a metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.). Figueroa (2001) establece que la altitud juega un rol importante en el diseño debido a que según la altitud de los lugares se determina su clima, y como consecuencia los criterios y estrategias de diseño, material y sistema constructivo; si la altitud aumenta, desciende la temperatura.
- **Relieve:** Es la disposición de la superficie de la tierra en metros manifestado en el grado de pendientes. La forma plana o accidentada de la tierra condiciona bastante en los elementos o componentes del clima, considerando que estos pueden incrementar o disminuir, es decir, se puede generar sombras de viento o sol los cuales cambian sus temperaturas. Una superficie plana tendrá una máxima exposición a la radiación solar y a los vientos del lugar.
- **Aproximación de Elementos:** En todo terreno natural o urbano existen elementos que son próximas al objeto de estudio las cuales pueden ser edificios próximos o grandes masas de vegetación. Las aproximaciones de edificios generan sombras, lo cual impide el paso de la radiación y además cambia la dirección de los vientos. La existencia de vegetación puede funcionar como pantallas, es decir, bloquen o filtran el viento según la densidad del elemento presente.

El diseño contempla el entorno natural y en caso lo amerite puede ocasionarse variaciones significativas sobre el clima en el lugar específico como cambios dinámicos: disminuir o

augmentar los elementos del clima, niveles de ruido, mitigar contaminación de agua, suelo y aire.

- Clasificación Climática de Köppen y García

La clasificación climatológica es la agrupación de climas con características atmosféricas similares. La finalidad de establecer la agrupación es identificar con facilidad los requerimientos bioclimáticos generales para fines de confort y arquitectónicos. La clasificación de Köppen modificada por Enriqueta García considera cinco grupos básicos.

Tabla 1: Clasificación Köppen y García del clima

GRUPO			TEMP.	MEDIA	PRECIP.
A.Tropical Lluvioso	Af	Lluvias todo el año	29 – 34 °C	31.5	15-40
	Am	Húmedo con lluvias en verano	26 – 31 °C	28.5	15-50
	Aw	Subhúmedo con lluvias en verano			
B. Seco	BS	Estepario	23 – 28 °C	25.5	20-60
	BW	Desértico			
C.Templado Lluvioso	Cf	Húmedo con lluvias todo el año	20 – 25 °C	22.5	30-70
	Cw	Subhúmedo con lluvias en verano	17 – 22 °C	19.5	20-60
	Cm	Húmedo con lluvias en verano			
D.Continental	Df	Continental, sub ártico	14 - 19 °C	16.5	15-60
E.Frío	ET	Tundra	11 – 16 °C	13.5	15-40
	EF	Polar			

Fuente: Introducción a la Arquitectura Bioclimática
Elaboración: Autor de Tesis

La zona costera norte del Perú presenta temperaturas extremas de 30 a 38°C: caluroso, húmedo y soleado, lluvias nocturnas ocasionales, precipitaciones raramente exceden 210mm a excepción de El Niño. La costa de La Libertad presenta un clima semi seco desértico; el PERSA establece los siguientes datos para Virú:

Temperatura Media Anual: 19.4°C

Temperatura Máxima Media Mensual: 32.7°C (Enero, Febrero, Marzo)

Temperatura Mínima Media Mensual: 10.0°C (Julio, Junio, Agosto, Septiembre)

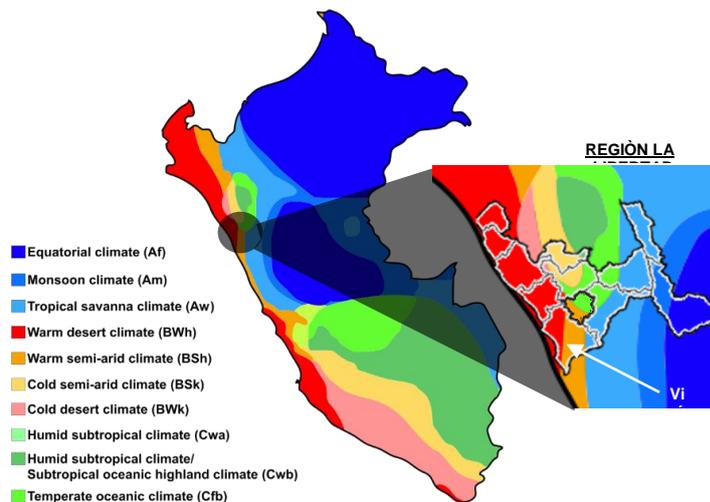
Horas sol: 4 horas en zonas litoral; 7 horas en zonas interiores (7horas/día en verano, 5horas/día en invierno)

Precipitación: Media mensual de 1.48mm

Humedad Relativa: 74.46% mínima en febrero; 81.47% en junio

Vientos: Predominante del sur con variación suroeste, velocidad media 0.5m/s máximos 17.5m/s de sur-sureste, vientos en meses de septiembre y octubre y declinando en febrero y marzo.

Figura 3: Clasificación climática del Perú por Köppen



Fuente: Peel, M.C. y Finlayson, B.L. y McMahon, T.A. (2007) Universidad de Melbourne – Vectorización por Ali Zifan

Virú se caracteriza como zona semi cálida seca, con requerimientos de enfriamiento en verano y poca precipitación pluvial; sin embargo, presenta altos rangos de humedad al de una zona cálida húmeda con lluvias en verano/otoño por el cual debe también estar presente en el diseño arquitectónico. Lo más recomendable para trabajar la arquitectura en esta zona es el enfriamiento evaporativo a través de la humidificación y ventilación.

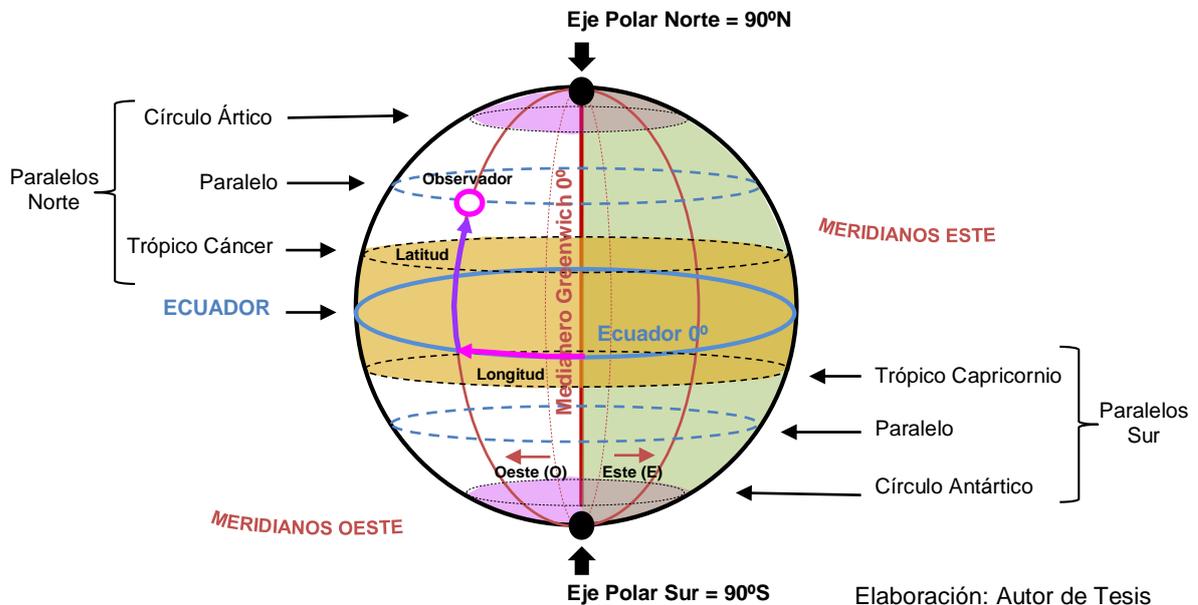
1.3.2.1.3 Trayectoria Solar

- Referencias de Revolución

El planeta está definido por dos planos: El plano horizontal referencia los paralelos separados a 15° cada uno entre los polos norte y sur, estas determinan las zonas de donde se ubica el observador con referencia al ecuador; no tienen las mismas longitudes y el paralelo más grande es el Ecuador. Los paralelos nos determinan la latitud, es decir cuán cerca estamos hacia el norte o sur a más o menos 90°. En cuanto al plano vertical se encuentran los meridianos como trazos longitudinales de norte a sur, estas también se encuentran separados a 15° desde partiendo como referencia desde Greenwich, medida sobre el paralelo que pasa por dicho punto, se mide de 0 a 180° y sitúa al observador en

relación de este – oeste. Los meridianos determinan la diferencia horaria de 1 hora, en total 24 horas.

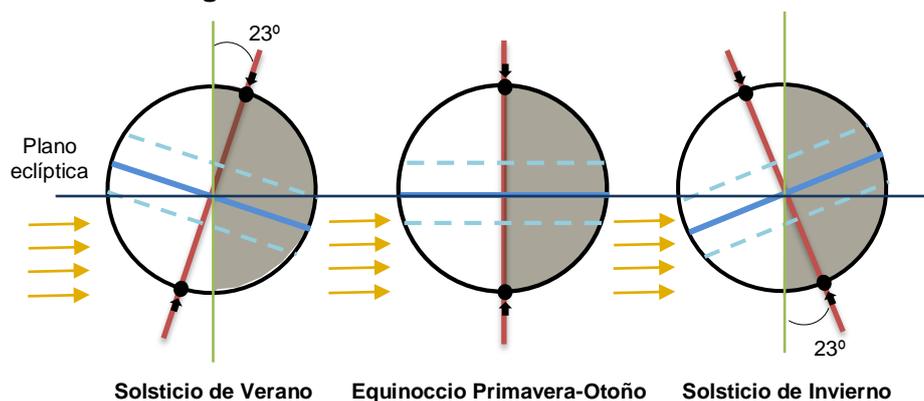
Figura 4: Ejes georreferenciales



- Solsticios y Equinoccios

Tierra rota en su eje en 24 horas una vuelta completa; además realiza una traslación orbital alrededor del sol en un año solar de 365 días en una órbita elíptica. Al realizar la revolución el planeta se encuentra posicionado en cuatro temporadas climáticas o puntos de máxima diferenciación climática. Entre las líneas imaginaria de los trópicos de cáncer y capricornio suceden con mayor incidencia lo cambio climáticos extremos de verano e invierno para el hemisferio norte y sur con una inclinación axial del planeta a 23° . Las variaciones de los ángulos de incidencia de los rayos solares sobre la superficie, determinan la cantidad de horas día y noche; además, provoca un calentamiento no uniforme en el planeta el cual genera diferentes presiones atmosféricas y corrientes de viento.

Figura 5: Incidencia solar en el hemisferio sur



Elaboración: Autor de Tesis

Tabla 2: Estaciones en los hemisferios

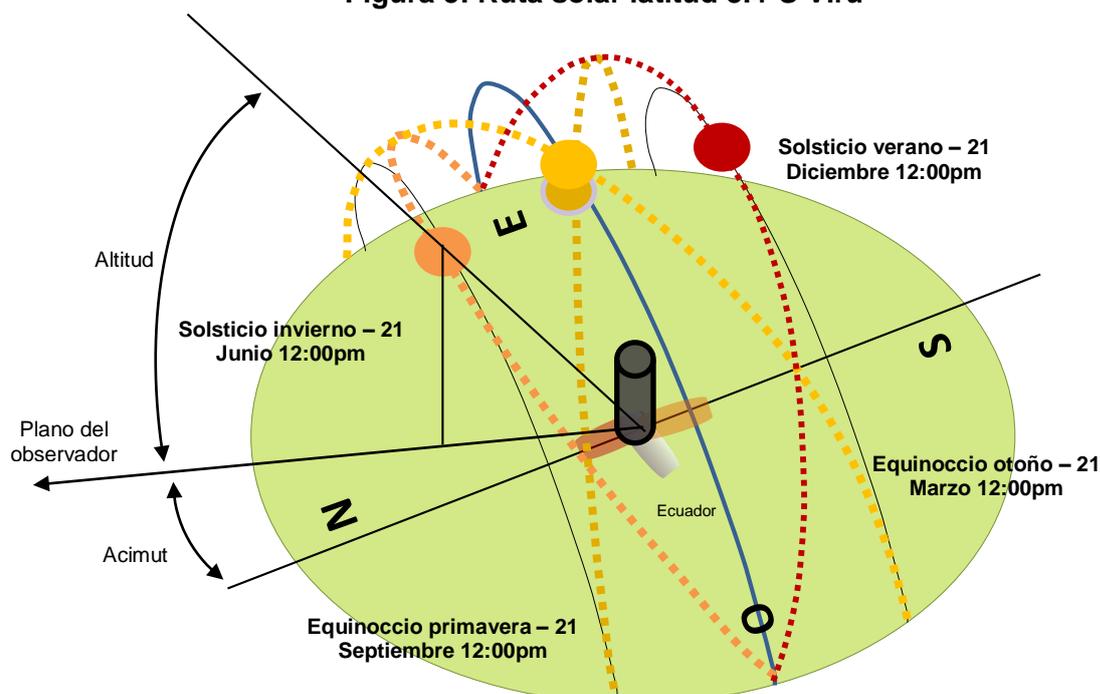
	21 Diciembre	21 Marzo	21 Junio	21 Septiembre
N	Solsticio Invierno + horas noche Inclinación 23.5° S	Equinoccio Primavera Igual duración horas Inclinación 0°	Solsticio Verano + horas día Inclinación 23.5° N	Equinoccio Otoño Igual duración horas Inclinación 0°
S	Solsticio Verano + horas día Inclinación 23.5° S	Equinoccio Otoño Igual duración horas Inclinación 0°	Solsticio Invierno + horas noche Inclinación 23.5° N	Equinoccio Primavera Igual duración horas Inclinación 0°

Elaboración: Autor de Tesis

- Ruta del sol: Hemisferio Sur

Se le denomina la ruta del sol al movimiento aparente del sol vista por un observador en la superficie terrestre. A fin de hallar la posición del sol en la bóveda celeste se utilizan las coordenadas solares altitud y acimut, como también coordenadas geográficas de latitud y longitud. Las coordenadas solares son datos básicos para para cualquier estudio de asoleamiento en el diseño bioclimático. El acimut es el ángulo horizontal que forma un cuerpo celeste (sol) respecto al norte; es decir, el norte tiene un acimut de 0°, este a 90° sur 180° y oeste 270°. El acimut se mide en sentido horario de un reloj el rededor del horizonte del observador. La elevación es la distancia angular vertical entre el plano local del observador y el cuerpo celeste

Figura 5: Ruta solar latitud 8.4°S Virú



Fuente: Simulación Movimientos del Sol – University of Nebraska-Lincoln

Elaboración: Autor de Tesis

1.3.2.1.4 Criterios de Diseño Bioclimático

- Sistema de Calentamiento Pasivo

Los sistemas de calentamiento pasivos aprovechan la energía solar mediante la radiación solar incidente sobre los materiales no superficie para almacenar y acumular calor en materiales de masa térmica:

- **Ganancia Solar Directa:** El sol fluye directamente y se acumula en la masa térmica de muros, cubiertas y pisos que irradian el calor al interior, además el calor penetra ventanas o domos al interior del edificio.
- **Ganancia Solar Indirecta:** El calor es acumulado en tanques de agua o invernaderos para luego ser transmitido al interior de la edificación.

- Sistema de Enfriamiento Pasivo

- **Enfriamiento radiante:** Consiste en fuentes de enfriamiento natural mediante la transferencia de calor por radiación de:

Techos fríos: Cubiertas planas de impermeabilización de techo que, además, hacen barrera contra la humedad y ofrecen gran reflectancia solar y alta emisión térmica. Los materiales reflectivos son aquellos que reflejan la luz solar, mientras que los son emisivos cuando disipan el calor.

Cubiertas Vegetales: utilizan la inercia del agua para contener el frío y por el día poder dispersarlo en el interior.

Patios: Espacio exterior con elementos de agua y vegetación que permite la conducción del viento y enfriamiento hacia los edificios.

- Diseño de Dispositivos de Control Solar

El exceso de radiación que incide sobre un edificio es aquel que debe ser controlado mediante mecanismos que retengan el pase del calor logrando acondicionar térmicamente el edificio para el bienestar del usuario. Estos dispositivos también deben cumplir criterios visuales como vanos acristalados para confort lumínico y elección de materiales con espesores que aporten a un confort acústico; por lo tanto, estos dispositivos son estrategias de control solar que por su forma, dimensionamiento, materialidad y orientación cumplen una función puntual como parte de la envolvente arquitectónica. Según Figueroa et. al. (2004) clasifica estos dispositivos en tres grupos:

- **Horizontales:** Aquellas que sobresalen el paramento vertical como un volado, pórtico, repisa, uso de persiana y faldón; es la extensión de techumbre.

- **Verticales:** Elementos verticales que sobresalen la fachada de manera vertical como parte sol, persiana vertical y muro doble.
- **Vegetación:** Mecanismos como techos verdes, jardines verticales al interior y exterior y arborización. Controlan la absorción solar, humedad del aire, ruido acuático y controla y filtra las corrientes de aire.

- **Ventilación Natural**

La ventilación natural consiste en controlar la acción del viento para refrescar la edificación y usuario, desviar la trayectoria masiva de viento, y también purificar y renovar el aire contenido en un espacio cerrado. No solo es importante la dirección y presión que ejerce el viento en una abertura o fachada, sino también es importante saber que la forma y dimensión de la abertura influye en la ventilación, el cual es importante analizar: A más cambios de dirección en aberturas de salida del flujo del viento interior, disminuye su velocidad; si la abertura de entrada es más pequeña que la de salida, incrementa su velocidad; las aristas de un volumen donde se ejerce presión puede reducir la velocidad a que uno de forma orgánica o libre de esquinas.

- **Ventilación Entre Edificaciones:** Se considera una cercanía adecuada entre edificios para permitir un flujo considerable de viento entre ellas; esta distancia se considera 05 veces la altura del edificio menor.
- **Ventilación cruzada:** Consiste en utilizar ventanas en fachadas opuestas generando el ingreso a un flujo de aire renovado, debido al efecto convectivo, se expulsa al exterior el aire caliente que sube por ser menos denso. Se puede lograr el flujo ubicando y dimensionando óptimamente los vanos, sin sobre pasar 15 metros de ancho entre fachadas opuestas y considerar la diferencia mínima de temperatura dese ser 1.7 °C.
- **Ventilación Bajo Control Vegetal:** Colocar pantallas de vegetación o árboles controla la cantidad de viento y filtra la corriente de aire masivo entre la dirección del viento y el edificio, disminuyendo la velocidad, presión del viento y la dirección. Además, puede mejorar en la reducción de decibeles para el confort acústico.
- **Ventilación Controlado por Cubiertas:** La cubierta es el elemento fundamental de protección para el usuario, tanto que debe aprovecharse su forma, magnitud y composición para controlar la dirección del viento o aprovecharla para enfriamiento del edificio y mejorar el confort del usuario.

- **Iluminación Natural**

Se considera una composición de materiales transparentes, traslúcidos y opacos para el paso de luz, pero no dejar accionar mucho la transferencia de calor de lo necesario. Rey y Velasco (2006), indican que "Se ha demostrado en varios estudios que es posible reducir hasta un 50% el consumo generado por iluminación tomando algunas precauciones." (p.12), esto puede ser probable gracias a la aplicación de sistemas de energías renovables, como también a un buen diseño espacial que favorezca la iluminación natural durante el día. La luz como componente perceptual rebota y se refleja desde una superficie, brindando sensación de color e intensidad. Si bien el color puede manifestarse en el bien estar psicológico del usuario de confort visual, cabe mencionar que también se puede tomar como un método de absorción o reflexión térmico. Si el clima es cálido, la envolvente debe ser de colores de alta reflectancia; si el clima es frío o templado los colores deben ser de baja reflectancia.

1.3.2.1.5 El Confort Térmico

"El confort térmico puede definirse como la manifestación subjetiva de conformidad o satisfacción con el ambiente térmico existente" (ASEPEYO, 2005, p.3), quiere decir que es una condición neutra respecto a no experimentar una sensación de calor ni frío; las condiciones de temperatura y humedad son las adecuadas a la actividad física del usuario en un determinado espacio. Evaluar el confort térmico conlleva a un estudio subjetivo de variables que pueden ser modificados, entre los parámetros se encuentran las ambientales y termo higrométricas. Para llegar a la sensación neutra, el balance térmico de pérdidas y ganancias de calor debe ser nulo.

- **Parámetros Termo higrométricos**

Son los elementos de temperatura, humedad y velocidad del viento las cuales influyen en los intercambios energéticos entre el usuario y la arquitectura mediante los procesos de convección, conducción, evaporación y radiación. Lacomba (1991) resaltan que todo proceso por convección es la transferencia de calor que se realiza al estar un fluido en contacto con la piel, esto depende de la temperatura y movimiento de la persona. Además, mencionan que la conductividad depende del contacto de la piel con materiales; la evaporación cuando el cuerpo expulsa agua por la respiración y la transpiración, por último, la radiación dependerá de la transferencia de calor entre el cuerpo y la superficie que lo rodea. Se debe tener en cuenta que el cuerpo humano puede alcanzar estados de equilibrio en diversas condiciones de temperatura y humedad, por lo tanto, la temperatura confortable

de un frío extremo no será la misma a de un lugar cálido, sin embargo, se puede dar datos globales para evaluar.

Temperatura del aire interior	:	18 a 26°C
Temperatura radiante media superficie	:	18 a 26°C
Velocidad del aire	:	0 a 2 m/s (brisa ligera)
Humedad relativa	:	30 a 60%

Cuando en un edificio ocurren pérdidas o ganancias de calor, o transferencias de energía, es indispensable conocer el equilibrio térmico con la finalidad de planificar y/ o evaluar la envolvente arquitectónica como una segunda piel que propicie y conserve los niveles adecuados de temperatura y humedad en el espacio. La expresión del balance térmico es:

$$M \text{ (producción de calor actividad)} + Cd \text{ (conducción)} + Cv \text{ (convección)} + R \text{ (radiación)} - E \text{ (evaporación)} = 0$$

a. Producción Energética Horaria (MET)

Es la unidad de calor que genera el usuario en una hora de actividad en función a 58.15 watts por m² de superficie de cuerpo en un promedio de 1.8m² de superficie promedio (ver ANEXO n°5).

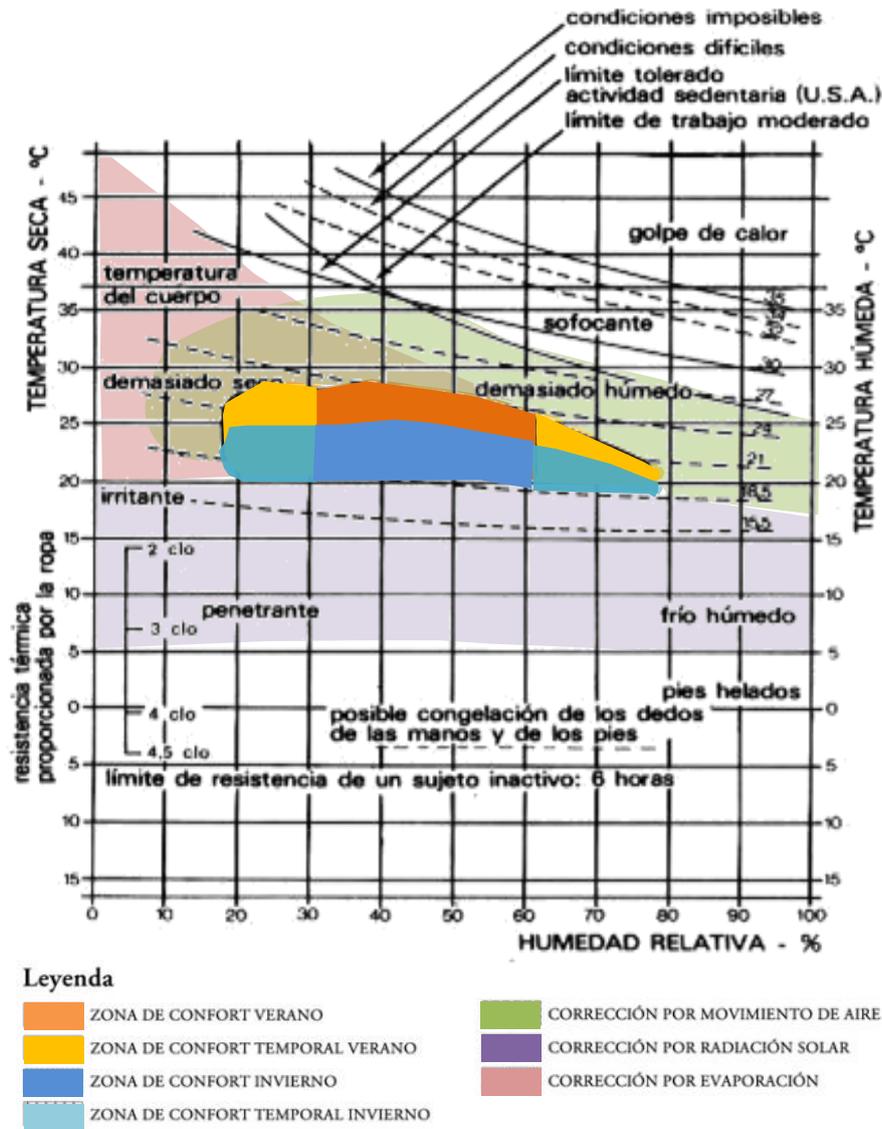
b. Efecto Aislante de la Ropa (CLO)

Hace mención al tipo de vestimenta que utiliza el usuario como medio aislante y control sobre la temperatura y humedad de la piel: 1 CLO = 0.16°C x m²/W (ver ANEXO n°6).

- Carta Bioclimática de Olgay

Este diagrama representa los indicadores de confort, humedad y temperatura entre otros factores, con la finalidad de estudiar las variables climáticas respecto al ser humano; e decir, las condiciones higrotérmicos para el ser humano en cuando a los factores climáticos. Cada región tiene su carta bioclimática en donde da a conocer cuál es la zona de confort de una persona en reposo o actividades ligeras bajo la sombra entre temperaturas de 22 a 27°C. La carta puede expresar temperaturas mensuales tomadas en cuenta las temperaturas media o extremas. La carta representa ejes de coordenadas de temperatura de bulbo seco y humedad relativa, además expresa:

Figura 6: Carta bioclimática de Olgay



Fuente: EURE (Santiago) vol.41 no.123 Santiago 2015

Radiación (Kcal/hora): parte inferior de zona de confort, el confort se pierde a consecuencia del frío.

Viento (m/s): crecientes con la temperatura y decreciente con la humedad.

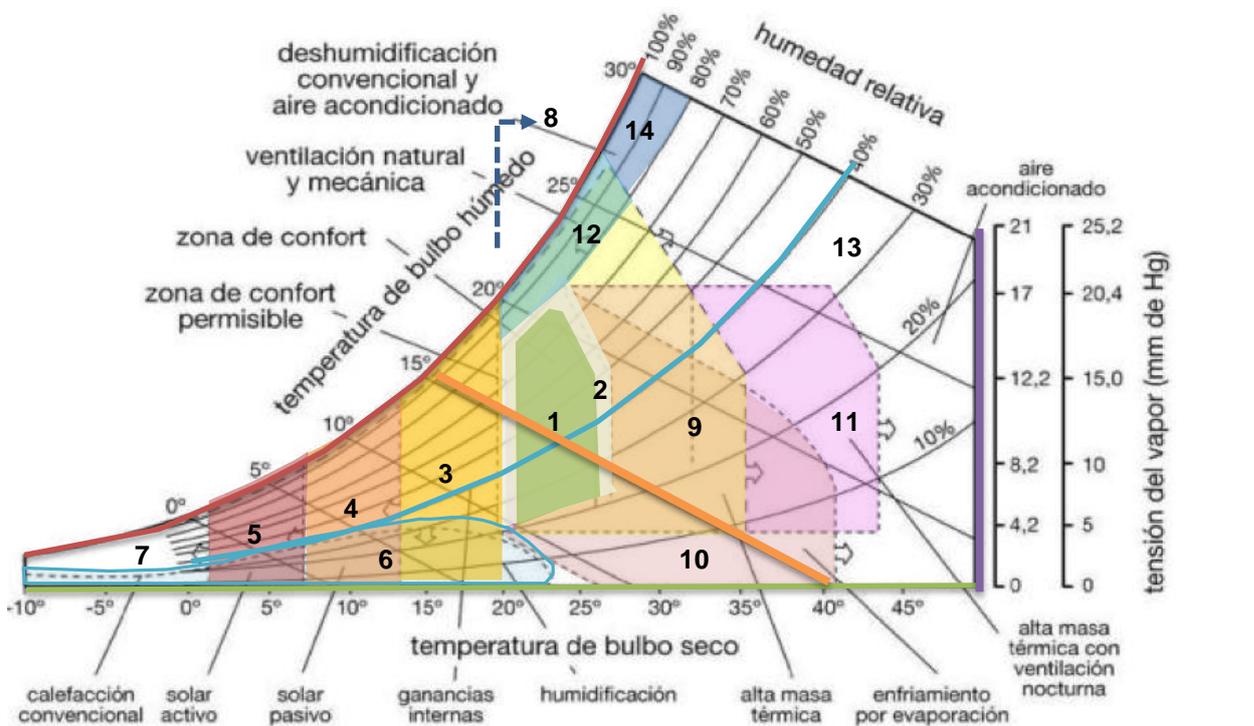
Línea de Congelación: representa temperatura mínima soportable previa a problemas de congelación de los miembros.

Línea de Insolación: indica efectos como desmayos debido a altas temperaturas y humedad elevada.

- Carta Bioclimática de Givoni

Esta carta o diagrama psicrométrico es la relación de condiciones de temperatura y humedad del aire considerando a la envolvente arquitectónica como el mediador entre el usuario y el exterior. Givoni propone estrategias que permiten ajustar el clima interior de edificación mediante la envolvente arquitectónica.

Figura 7: Carta bioclimática de Givoni



- | | | |
|---------------------------------------|--|---------------------------------------|
| 1) Zona de Confort | 8) Protección Solar | Temperatura bulbo húmedo |
| 2) Confort Permisible | 9) Refrigeración por alta Masa Térmica | Temperatura bulbo seco |
| 3) Calefacción por Ganancias Internas | 10) Enfriamiento por Evaporación | Temperatura relación humedad absoluta |
| 4) Calefacción Solar Pasiva | 11) Refrigeración por alta Masa Térmica con refrigeración nocturna | Humedad relativa |
| 5) Calefacción Solar Activa | 12) Refrigeración por Ventilación natural y mecánica | Volumen específico |
| 6) Humidificación | 13) Aire Acondicionado | |
| 7) Calefacción Convencional | 14) Deshumidificación Convencional | |

Fuente: Building Bioclimatic Chart"

Observando bien el gráfico, se determinan desplazamientos hacia zonas cálidas o frías; hacia el lado izquierdo el confort se extiende o se logra siempre y cuando se produzca un calentamiento mediante estrategias pasivas; hacia el lado derecho el bien estar térmico de edificio dependerá de estrategias de enfriamiento utilizando además sistemas mecánicos de ventilación y des humidificación. Este método permite el ahorro energético durante

épocas de climas extremos; inercia térmica del edificio, dimensión y forma de vanos, protección de la radiación directa; mientras más adecuado sea el diseño acorde al clima, menor será la carga energética para climatizar el espacio vital.

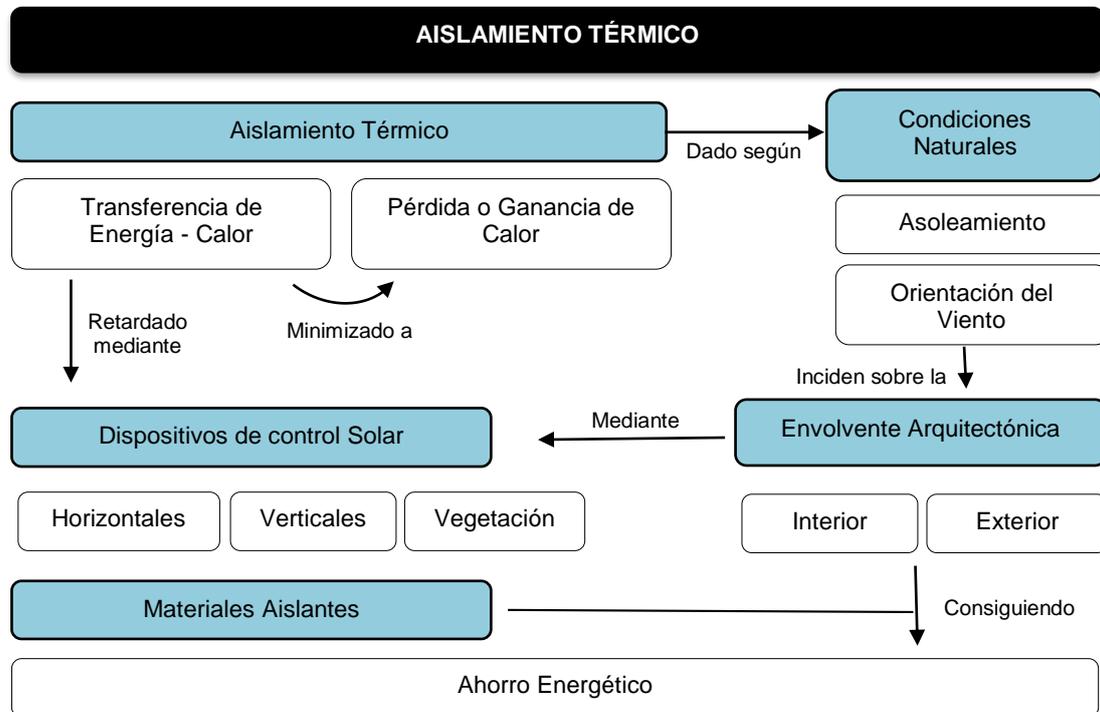
1.3.2.1.6 Eficiencia Energética

“La eficiencia energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucho menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de los recursos y con menos conflicto. ” AEDENAT (1998), es decir, la sociedad de hoy necesita un alto consumo energético en sistemas y dispositivos (mayormente de climatización) para satisfacer la demanda del edificio. “Las mejoras en la edificación residencial pueden clasificarse en tres grandes grupos: mejoras en la envolvente del edificio, del rendimiento de las instalaciones de calefacción y aire acondicionado, y del rendimiento de los equipos de iluminación” (Rey y Velasco, 2006. P.6). Estos factores se consideran para toda edificación, si bien para lograr la eficiencia energética se necesita de una piel arquitectónica eficaz y tenga un comportamiento óptimo con el clima, se necesita control de los niveles de consumo eléctrico en cuanto a las instalaciones, sistemas que contribuyan al confort térmico (HVAC) y la agrupación de espacios conocido como “energía por capas”.

El edificio deberá tener en claro los principios bioclimáticos aplicados y debe valorar la energía pasiva u optimización de la radiación solar para aumentar la autonomía del edificio y disminuir costos significativos; la eficiencia energética es el valor de bajo consumo energético de un edificio porque utiliza estrategias de diseño y energías renovables. La arquitectura proyectada debe concluir en una necesidad energética mínima.

1.3.2.2 AISLAMIENTO TÉRMICO

Figura 8: Esquema de funcionamiento del aislamiento térmico



Elaboración: Autor de Tesis

1.3.2.2.1 Introducción

El aislamiento es un mecanismo de defensa y contención de factores indeseables. Al hablar de aislamiento térmico se refiere a la capacidad de los materiales para oponerse al paso del calor por conducción o son de baja conductividad térmica, los cuales pueden emplearse al interior y exterior al edificio. La finalidad de aislar un edificio se debe a dos propósitos: confort del usuario y ahorro económico en cuanto al uso correcto de las instalaciones de calefacción o refrigeración del edificio. El aislamiento térmico en la arquitectura se emplea sobre la superficie del edificio siendo ésta el componente de mayor masa, conformada por muros, tabiques, cubierta y piso considerando además la forma y estructura.

1.3.2.2.2 Control Higrotérmico en Edificios

- Transferencia de Calor

La primera ley de la termodinámica establece que la energía no se crea ni se destruye sino se transforma; la segunda ley dice que el calor es energía y siempre viaja de un cuerpo a mayor temperatura a una menor, es así que surge la transferencia de calor y humedad entre las condiciones climáticas exteriores con la envolvente arquitectónica. Según la ley

de Fourier, existen diferentes puntos en el espacio con diferentes temperaturas lo cual permite un flujo de calor (q) entre dichos puntos para alcanzar un equilibrio medido en W/m^2 .

$$q = -\lambda d\theta/dx$$

λ Coeficiente de conductividad térmica del medio

$d\theta/dx$ Gradiente de temperaturas

– Indica sentido del flujo contrario al aumento gradiente de temperaturas

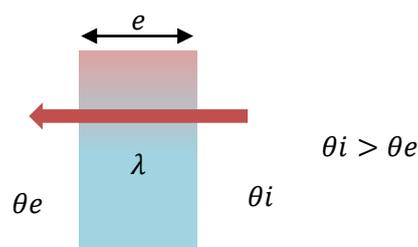
El flujo del calor se realiza mediante los mecanismos de transmisión del calor:

- **Conducción:** Transmisión de calor a través de un material sólido o fluido que es buen conductor del calor; aumento de actividad molecular.
- **Convección:** Transmisión del calor entre líquidos y gases con un cuerpo sólido debido al movimiento del fluido, esto depende de las diferencias de densidad producidas por las temperaturas.
- **Radiación:** Transmisión del calor a través de la radiación solar u ondas electromagnéticas sin soporte material alguno.

La conductividad térmica es la propiedad de transferencia del calor en los materiales: materiales de conductividad térmica baja (materiales ligeros 0.1-0.5 W/mK), conductividad térmica alta (materiales pesados 0.5-3 W/mK) y materiales aislantes (0.025-0.065 W/mK). “La conductividad térmica es la principal propiedad para caracterizar el comportamiento térmico de un material dado. Junto con el espesor e de la capa del material, nos permite calcular de la forma sencilla, la resistencia térmica R , y la transmitancia térmica U , de una capa de material de espesor constante.” (Castro, 2008, p.22). Es decir, este factor mide la facilidad del paso del calor a través de un material.

$$\lambda = q \cdot e / \Delta\theta$$

Figura 9: Transmisión del calor unidimensional



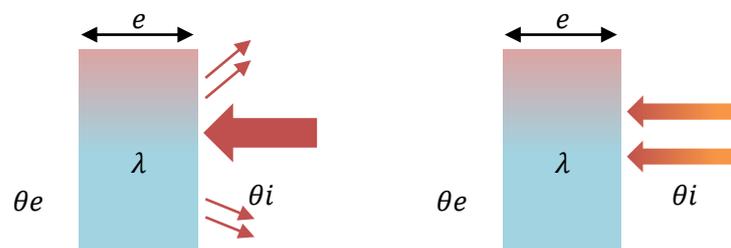
Fuente: Ley de Fourier

Elaboración: Aislamiento Térmico en Edificaciones – Carlos Castro Martín

La resistencia térmica es aquella propiedad que mide la capacidad del material de oponerse al paso del calor, inversamente proporcional al flujo de calor. La transmitancia térmica U por otro lado mide la cantidad de energía que atraviesa un elemento o la cantidad de calor entre dos puntos proporcional al flujo de calor; es inverso a la resistencia térmica.

$$q = U \cdot \Delta\theta \quad y \quad q = \Delta\theta / R$$

Figura 10: Resistencia y transmitancia térmica



Fuente: Instituto Valenciano de la Educación

Cuando el calor se transmite mediante la envolvente arquitectónica de un edificio pueden ocurrir pérdidas o ganancias de calor condicionados por las diferencias de temperatura del exterior e interior del edificio y la composición de la envolvente a través de:

- **Pérdidas por transmisión:** A través de cubiertas, paredes, ventanas y suelos.
- **Perdidas por ventilación:** A través de aberturas y rendijas. Este aire calentado interior escapa posteriormente al exterior.

- Puentes Térmicos

Las condiciones térmicas de un edificio dependerán además de las pérdidas de calor de puntos discontinuos en la envolvente arquitectónica, llamados puentes térmicos, debido a una falta de precisión en la ejecución de obra. Estudios realizados en Francia estiman que los puentes térmicos representan más del 40% de las pérdidas. Rey y Velasco (2006, p. 10) indican que los puentes térmicos conllevan a enfriamientos de la superficie interior del edificio el cual provoca la aparición de condensaciones (mohos y deterioro del material). Los puentes térmicos se presentan mayormente en la estructura del edificio, juntas, esquinas o encuentro geométricos.

Para contrarrestar la condensación de los puntos se debe tomar en consideración la modalidad de aislamiento:

- **Aislamiento por el interior:** La discontinuidad geométrica entre cerramiento y estructura tendrá un fuerte efecto sobre la temperatura superficial, el cual entrará en contacto con el interior un cerramiento básicamente frío y sufrirá condensación.
- **Aislamiento por el exterior:** Cualquier discontinuidad tendrá un efecto débil sobre la temperatura superficial, es decir, entrará en contacto con el interior un cerramiento básicamente caliente y no habrá condensación. Las caras laterales del edificio que debe proporcionarse mayor protección de cerramiento frente a las inclemencias del clima en cuanto a la superficie opaca y ventanas, la solución de aislamiento exterior es comprobada que elimina casi por completo los puentes térmicos.
- **Aislamiento en cámara:** El efecto discontinuo será intermedio. Las fachadas ventiladas disipan el calor de intensa radiación solar y debido a la cámara de aire entre el aislamiento y la cara caliente del edificio reduce la evaporación de cualquier condensación. Cabe destacar que normalmente se usa en edificio para rehabilitación térmica, sin embargo, puede aplicarse en edificios nuevos como piel aislante entre una cámara de aire.

Castro (2008, p.62) concluye que el aislamiento térmico por el exterior presenta menos riesgos de condensación que el aislamiento por el interior. Considerando lo anterior se puede trabajar en un edificio nuevo el cubrir y aislar la estructura y trabajar una doble envolvente arquitectónica actuando como una cámara: es decir, refuerzo del aislamiento por el exterior y menor al interior.

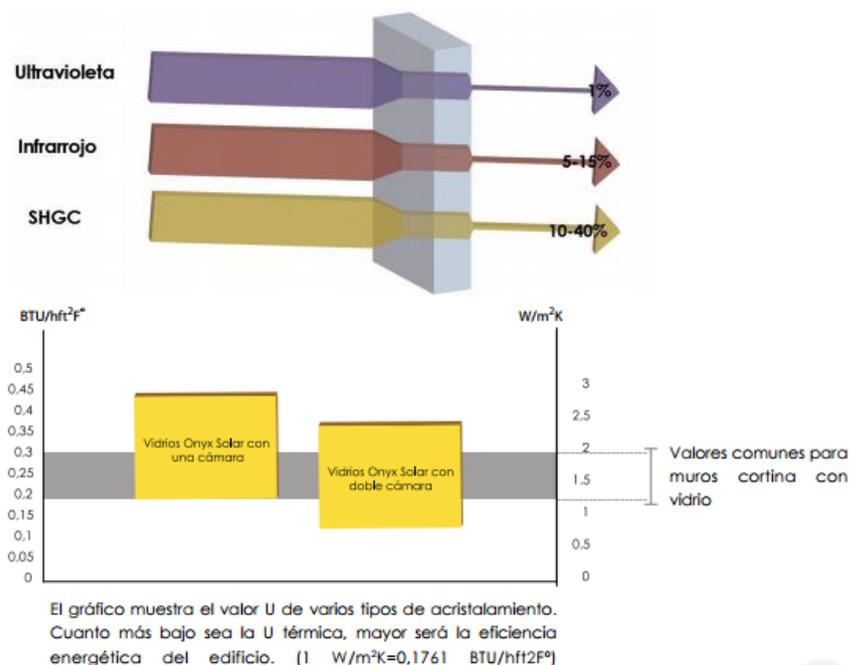
El proyectista debe considerar utilizar aislantes térmicos que permitirán reducir el consumo de energía para climatización y ampliará la vida útil del edificio. Los materiales aislantes se clasifican en inorgánicos (sintéticos) y orgánicos (fibras naturales) los cuales funcionan reduciendo significativamente la transmitancia térmica U mediante la envolvente arquitectónica y presentan valores bajos de conductividad. Se debe tener en cuenta que los aislamientos no anulan ningún tipo de flujo de calor, solo reducen en mayor o menor medida según sea el espesor del paramento.

$$R = \text{espesor} / \lambda$$

Los aislantes presentan un cierto nivel de porosidad, mientras más sea su estructura porosa más puede introducirse el agua.

En cuanto a planos transparentes o translucidos en los vanos se debe considerar un material aislante, a su vez que capte la energía solar para uso eléctrico como el Vidrio solar ONYX SOLAR. El factor solar (g) o SHGC (Solar Heat Gain Coefficient) indica la cantidad de energía que el vidrio deja pasar al interior del edificio respecto a la incidencia de la radiación solar. Los valores bajos del factor evitarán que se eleve la temperatura y efecto invernadero en especial en climas cálidos. Se expresa por la transmitancia térmica “U” que denota la cantidad de calor que atraviesa el vidrio cuanto entre sus dos caras existe un gradiente térmico. Mientras más bajo sea el valor, más aislante será el vidrio; Onyx Solar presenta un valor hasta 0.73W/m²K.

Figura 11: Comportamiento de vidrio fotovoltaico



Fuente: ONYX SOLAR

1.3.2.2.3 Aplicación de Aislantes a la Envolvente Arquitectónica

Antes de aplicar un aislamiento térmico es necesario conocer que el material sea de muy baja conductividad térmica, resistencia al fuego, conocer su comportamiento relativo ante la humedad y resistencia mecánica, esto también determinará en qué parte de la envolvente se aplica el material, su presentación e instalación.

- Cubiertas y/o entrepisos

Es la cara del edificio más expuesta a la radiación solar y parte de la envolvente con mayor intercambio térmico; entre sus formas de implementación ante la resistencia al calor puede

ser una cubierta invertida o cubierta deck. La cubierta extensiva o de vegetación no se considera mucho en edificaciones industriales por el alto grado de mantenimiento.

Invertida: Son aislamientos sobre la impermeabilización para protegerla de las variaciones extremas de temperatura, de daños mecánicos y radiación solar. El material a escoger para este tipo de cubiertas de tener la mínima absorción de agua por inmersión, elevada resistencia a la absorción de agua por difusión, resistencia mecánica a instalación y cargas; el poli estireno extruido XPS satisface estas condiciones requeridas. El acabado se apoya sobre soportes de dilatación creando una cámara ventilada en la plancha aislante; el acabado puede ser de material aislante.

Extensiva: Cubiertas vegetales que no necesitan muchos cuidados ni riego periódico dependiendo de la planta a utilizar; ésta cubierta funciona en condiciones ambientales con humedad relativa media no menor al 40% y temperaturas menores a 45°C.

Cubierta Deck y Paneles Sándwich: Paneles semirrígidos prefabricados mayormente utilizados en edificios industriales por su rapidez de instalación y economía; consiste de tres capas de aislamiento (1) e impermeabilización (2).

1.5 JUSTIFICACIÓN

1.5.1 Justificación teórica

El presente estudio tiene como propósito aportar con investigación a la corriente bioclimática de la arquitectura optimizando el aislamiento térmico a través de la envolvente arquitectónica, de esta manera se logra proponer una alternativa de diseño arquitectónico proyectual más eficiente según el entorno del edificio, analizado y evaluado ante un software de simulación bioclimático. La investigación plantea materiales y sistemas como alternativas para orientar a una arquitectura que reúna las condiciones de confort del espacio vital y consolidar la arquitectura propuesta como autosuficiente, minimizando el impacto que pueda ocasionar en el usuario y medio ambiente.

1.5.2 Justificación aplicativa o práctica

Un Centro Experimental Tecnológico Agrario es un proyecto que tiene como finalidad establecer las premisas y criterios arquitectónicos necesarios para generar un edificio que reúna y cumpla con los estándares de un centro de laboratorios especializados para la investigación innovación, educación y competitividad para mejorar la calidad de prácticas y producción agrarias bajo un marco de espacios funcionales, suficientes y confortables, mejorando el esquema tradicional de un edificio institucional bajo espacios de investigación y transferencia tecnológica.

Este proyecto parte de la necesidad y objetivo de impulsar la competitividad y rentabilidad agraria en La Libertad con visión a convertirse en la región líder agro exportador, ateniendo la problemática tecnológica agraria de los Programas Nacionales de Innovación Agraria (PNIA). Así mismo, busca fomentar el desarrollo e integración de profesionales, estudiantes, pasantes y población rural para aportar al impulso económico de la agricultura.

1.6 LIMITACIONES

El presente estudio tiene como limitación referirse a un solo contexto donde sus resultados solo se pueden generalizar y aplicar a otros proyectos que reúnan las condiciones del clima específico.

Ingresar a las instalaciones de la base central del Instituto Nacional de Innovación Agraria es limitada, de tal manera que se pudo ingresar a las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria La Molina UNALM, siendo esta considerada la Estación Experimental principal del INIA, similar a las estaciones experimentales menores, y evaluar la condición y funcionalidad de sus instalaciones.

Por otro lado, se recopila una base de datos climáticos por un periodo mínimo de 10 años el cual SENHAMI no tiene publicado en su totalidad por regiones o lugares puntuales específicos. Para la simulación del diseño proyectual se tiene que polarizar información de centros meteorólogos más cercanos al lugar de estudio e ingresar datos de manera manual. Además, para entender el comportamiento de la envolvente arquitectónica con el clima se debe tener buen manejo del programa a evaluar.

Estas limitaciones afectan la calidad de la investigación en cuanto a la precisión del resultado de la necesidad y balance energético del edificio debido a la base de datos climáticos recopilados y cantidad precisa de equipos internos del establecimiento, no obstante, el autor cree que la propuesta puede contribuir como referencia para estudios posteriores.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo general

Determinar cómo la envolvente arquitectónica permite la optimización del aislamiento térmico para su aplicación en el diseño de un centro experimental tecnológico agrario.

1.7.2 Objetivos específicos de la investigación teórica

- Identificar los criterios bioclimáticos aplicados a la envolvente arquitectónica de edificios situados en lugares con clima similar al de la zona de estudio, a partir del análisis de casos.
- Determinar condicionantes de diseño para que la envolvente arquitectónica optimice el aislamiento térmico en su contexto.
- Establecer una comparativa de parámetros del aislamiento térmico más comerciales y efectivos.
- Determinar la relación de la envolvente arquitectónica y aislamiento térmico mediante una evaluación en paralelo de escenarios en verano e invierno utilizando un software de simulación bioclimático.
- Ostentar la reducción de la demanda energética de la envolvente arquitectónica optimizando el aislamiento térmico mediante el software.

1.7.3 Objetivos de la propuesta

- Diseñar un Centro Experimental Agrario que responda adecuadamente al clima y a las necesidades de investigación, desarrollo y tecnología del usuario mediante la optimización del aislamiento térmico a través de la envolvente arquitectónica.

CAPÍTULO 2. HIPÓTESIS

2.1 FORMULACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Es posible optimizar el aislamiento térmico a través de la envolvente arquitectónica en el diseño de un centro experimental tecnológico agrario en tanto se utilicen criterios bioclimáticos tales como materialidad y mecanismos pasivos.

2.1.1 Formulación de sub-hipótesis

- La aplicación de las formas de aislamiento puede disminuir aún más la pérdida por transmisión de calor a través de la envolvente arquitectónica si se adicionan dispositivos de control solar.

2.2 VARIABLES

Variable independiente: Envolvente Arquitectónica

Variable dependiente: Aislamiento Térmico

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Aislamiento Térmico.

Es la capacidad de los materiales y sistemas que controlan y minimizan la transmisión de calor hacia otros elementos o espacios no convenientes instalados al interior, exterior o entre cámara de la envolvente arquitectónica.

- **Transferencia del calor:** Es el paso de energía y humedad entre las condiciones climáticas exteriores de la envolvente arquitectónica en relación al interior, alcanzado flujos de calor en diferentes puntos para lograr un equilibrio. Se realiza mediante los mecanismos de conducción, convección y radiación teniendo en cuenta las propiedades de los materiales.
- **Conductividad térmica:** Es una característica de cada sustancia y expresa la magnitud de su capacidad de conducir el calor.
- **Capacidad Calorífica:** Indica la mayor o menor dificultad que presenta dicho cuerpo para experimentar cambios de temperatura bajo el suministro de calor.
- **Resistencia Térmica:** Es la capacidad de los materiales para oponerse al flujo del calor.
- **Peso Específico:** La relación existente entre el peso y el volumen de una sustancia o material.

- **Puente térmico:** Zonas de la envolvente del edificio en las que se evidencian una discontinuidad estructural o de aislamiento térmico donde ocurren pérdidas de calor y se produce puntos de condensación.
- **Aislamiento Interior:** Los paramentos se aíslan tanto en muros y pisos al interior del edificio para contener mejor las condiciones de clima confortable de trabajo o actividades del usuario.
- **Aislamiento Exterior:** Aislamiento térmico adosado a paramentos perimetrales estructurales o tabiques.
- **Aislamiento mediante Cámara:** El aire contenido y sellado entre planos aislantes permite la des humidificación de vanos; la cámara generada entre paramentos de tabiques, losas, cubiertas y cerramientos permite circular, direccionar y contener el aire interior deseado.
- **Cubierta Invertida:** Cubierta con aislamiento de bajo mantenimiento sobre una capa de impermeabilización para proteger el techo de la incidencia solar y daños mecánicos; esta cubierta se encuentra sobre una cámara aislante.
- **Cubierta Extensiva:** Losa para la instalación de cubre suelo vegetal de alto mantenimiento debido al riego de plantas.
- **Cubierta Deck:** Paneles prefabricados de aislamiento térmico de fácil instalación y costo asequible compuesto por tres capas.

Envolvente Arquitectónica.

Casco o piel del edificio conformado por elementos expuestos al exterior e interior del como estructuras, muros, tabiques, cubierta, piso y dispositivos de control solar, definido por su forma, volumen y materiales.

- **Principios Bioclimáticos:** Principios que sistematizan el diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas, uso recursos y energías renovables, sistemas pasivos, materiales sostenibles, valor ecológico y mitigación de los impactos ambientales, valoración y costos en consumo de energía.
- **Temperatura del aire:** La temperatura seca del aire es la temperatura a la que se encuentra el aire que rodea al individuo. La diferencia entre esta temperatura y la de la piel de las personas determina el intercambio de calor entre el individuo y el aire, a este intercambio se le denomina intercambio de calor por convección.
- **Temperatura máxima:** Es la mayor temperatura del aire registrada en un lugar en un determinado tiempo (día, mensual, anual).

- **Temperatura mínima:** Es la menor temperatura del aire registrada en un lugar en un determinado tiempo (día, mensual, anual).
- **Humedad Relativa:** La cantidad de vapor de agua contenida en el aire.
- **Viento:** Flujo de gases llamado aire el cual presenta dirección, frecuencia y velocidad.
- **Ventilación:** Es la renovación del aire del interior de una edificación mediante extracción o inyección de aire.
- **Radiación Solar:** La transferencia de energía por ondas electromagnéticas, producida y direccionada desde el sol hacia la tierra.
- **Mecanismos Pasivos:** Dispositivos de control solar que retienen el paso de radiación y calor al interior del edificio, además aportan al confort lumínico y acústico.
- **Altitud:** La distancia vertical de la superficie terrenal física respecto al mar.
- **Relieve:** La disposición de la superficie de la tierra en metros manifestado en el grado de pendientes.
- **Necesidad Energética:** Es la cantidad de energía que requiere un sistema para alcanzar el confort térmico del edificio.
- **Balance Energético:** Es un estudio comparativo de la suma de las ganancias y la suma de las pérdidas de energía llamado equilibrio energético en donde la suma de ganancias y pérdidas deben ser iguales

2.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 3: Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	SUB DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE 1: AISLAMIENTO TÉRMICO	Es la capacidad de los materiales y sistemas que controlan y minimizan la transmisión de calor hacia otros elementos o espacios.	Diseño de Paramentos de la Envolverte	Tipo aislamiento	Interior, exterior, cámara
			Exposición de Cubiertas y pisos	Invertida, extensiva, Deck
		Materiales Aislantes	Propiedades termodinámicas	Conductividad térmica (W/mK)
				Capacidad Calorífica (J/(kg.K))
				Resistencia Térmica (m ² K/W)
Peso Específico (Kg/m ³)				
VARIABLE 2: ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA	Es el cerramiento exterior, tabiques, losas, entrepisos, cubiertas y elementos adicionados al edificio expuesto a factores de su contexto ambiental, definido por su forma, volumen y materiales.	Factores climáticos	Temperatura	Máxima (°C)
				Mínima (°C)
			Humedad	Relativa (%)
			Viento	Velocidad (m/s)(km/h)
		Dirección		
		Radiación Solar	kWh/m ² /d	
		Dispositivos de control solar	Mecanismos Pasivos	Mecánicos (horizontal/vertical)m ² : volados, persianas, pantallas, marquesinas
				Sistema Tecnológico Bioclimático: fachadas ventiladas, cubierta doble, cerramientos adosados o doble cerramiento, corredor térmico
		Contexto Biofísico	Elementos del Clima	Altitud (msnm)
				Topografía y entorno
Software	ArchiWIZARD	Necesidad Energética (kWh)		
		Balance Energético (kWh)		

Elaboración: Autor de Tesis

CAPÍTULO 3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación es de tipo no experimental de carácter transversal descriptivo debido a que se basa en la recopilación de datos basados en la descripción de carácter casual y proyectivo; se formula de la siguiente manera:

M → **O** Diseño descriptivo “muestra observación”.

Dónde:

M (muestra): Casos arquitectónicos antecedentes al proyecto, como pauta para validar la pertinencia y funcionalidad del diseño.

O (observación): Análisis de los casos escogidos.

3.2 PRESENTACIÓN DE CASOS ARQUITECTÓNICOS

3.2.1 California Academy of Sciences (California, EE.UU., 2008, Renzo Piano Building Workshop):

La envolvente arquitectónica de esta academia de ciencias es eficiente energéticamente por su aislamiento térmico mediante dos formas: el techo ajardinado proporciona una capa de aislamiento térmico superior el cual permite la reducción de las necesidades de energía para el aire acondicionado; además se utilizó vidrio de alto rendimiento en todo el edificio, reduciendo los niveles estándar de absorción de calor y disminuir la carga de refrigeración. Para la tabiquería se utilizó como aislamiento muros conformados por blue jeans, es decir, material reciclado. También se escoge el caso debido a la estrategia de ahorro energético que presenta mediante la ventilación e iluminación natural; además se empleó una marquesina solar alrededor del perímetro de la cubierta que contiene 60.000 células fotovoltaicas suministrará casi 213.000 kWh de energía limpia al año, logrando un 20% de eficiencia energética más (ver ANEXO n°7).

3.2.2 New Orleans BioInnovation Center (New Orleans, Louisiana. EE.UU., 2011, Eskew+Dumez+Ripple):

Es un edificio de bajo consumo energético en un clima cálido húmedo gracias a su diseño bioclimático de la envolvente acristalada. La misma forma del edificio se configura alrededor de un patio en una orientación de noreste y se basa en un sistema de sobras mediante el uso de mecanismos para proteger el interior de manera elegante. El edificio en su conjunto tiene una relación ventana / pared del 35% de las cuales el 63% es el uso de persianas y el resto vidrio para seguir

permitiendo algo de la ganancia solar en verano (ver ANEXO n°8).

3.2.3 Biosciences Research Building (Galway, Ireland, 2013. Payette + Reddy Architecture and Urbanism):

El concepto característico del proyecto es el uso de “laboratorios en capas”, es decir, distribuye los espacios en agrupaciones según la energía que demanda, los de bajo consumo en el perímetro para deducir ventilación e iluminación; los espacios de mayor energía son protegidas por una doble envolvente arquitectónica delimitada por lo que llaman “corredor térmico”. Optimizar la envolvente arquitectónica exterior permite reducir costos, espesores y material como tabiques al interior del edificio; parte el concepto de planta libre con divisores de vidrio aislante o material traslucido para permitir el paso de la luz natural (ver ANEXO n°9).

3.2.4 Jacobs Institute for Design Innovation (California, EE.UU. 2015. Leddy Maytum Stacy Architects):

Su forma compacta presenta una proporción eficiente de envolvente arquitectónica que ayuda a reducir la transferencia térmica. La circulación y espacio de alto consumo energético y bajos están ubicados estratégicamente a lo que requieren estos espacios de las estrategias pasivas. La cubierta doble suspendida genera sombra, refresca el edificio y direcciona los vientos; se facilita el ingreso de aire al interior a través del techo (ver ANEXO n°10).

3.2.5 West Branch of the Berkeley Public Library (California, EE.UU. 2013. Harley Ellis Devereaux):

La fachada frontal se extiende sobre el nivel del techo para crear una chimenea de viento continua. Las brisas prevalecientes crean presión negativa detrás de la fachada, donde las rejillas aspiran el aire a través de los espacios principales de las ventanas en el extremo opuesto del edificio. Además, los tragaluces se abren automáticamente para soportar el flujo de aire. Un sistema de suelo radiante conectado a paneles solares térmicos en la azotea proporciona calefacción y refrigeración. La huella del edificio está optimizada para maximizar el área del techo para paneles solares térmicos y fotovoltaicos. Con el fin de igualar el consumo real de la construcción con el presupuesto energético proporcionado por este sistema se desarrollaron una variedad de estrategias pasivas (ver ANEXO n°11).

3.3 MÉTODOS

3.3.1 Técnicas e instrumentos

- **Búsqueda de Antecedentes**

Se realiza una búsqueda de cuatro antecedentes teóricos internacionales de investigación con el objetivo de tener investigaciones precedentes que servirán como referencia al presente estudio, utilizando un resumen elaborado por el autor, tomando en cuenta a analizar los puntos de: nombre de tesis, autor, institución y lugar, en qué se basó, partes y conclusión de la investigación; luego se hace una relación de la investigación con la presente tesis (ver Antecedentes en Marco Teórico).

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Repositorio Virtual Universitario	Resumen de antecedentes teóricos

- **Análisis de Criterios de Casos Arquitectónicos**

Se realiza un análisis individual de cinco casos similares al tema de investigación con el objeto de tener proyectos análogos que sirvan de referencia en el proceso de diseño al presente proyecto arquitectónico, mediante una ficha de análisis descriptivo y gráfico, considerando aspectos y criterios formales, estructurales, tecnológicos y sostenibles (ver ANEXO n°12).

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Descripción analítica de casos arquitectónicos	Ficha técnica de análisis, Portales de arquitectura en Internet

- **Recolección de Datos del Lugar de Estudio**

Se realiza el estudio del lugar a intervenir mediante una ficha de observación de terrenos a intervenir para obtener datos, analizando sus características endógenas y exógenas, considerando los siguientes aspectos: la morfología, influencias ambientales y factores de mínima inversión, zonificación, viabilidad, tensiones urbanas, equipamiento urbano, accesibilidad y habitabilidad (ver ANEXO n°10). Además se recurre a software de información satelital y software Global Mapper para conocer las condiciones de relieve; Los planos Municipales sirven para delimitar mejor la elección de terreno (ver ANEXO n°13).

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Elección de Terreno, Estudio de las condiciones actuales del contexto	Planos Municipales, Software Google Earth, Software Global Mapper, Visita de campo

- **Análisis de la Programación Arquitectónica**

Para determinar la programación del proyecto se acude a las zonas y/o ambientes de los casos referenciales mediante un cuadro de áreas y porcentajes de ocupación. Además, se toma en cuenta los ambientes de tipos de laboratorio en las instalaciones del Instituto Nacional de Innovación Agraria y Universidad Nacional Agraria La Molina en base a sus programas de investigación prioritarios por región (PERSA), también se considera espacios regulados por el NIH National Institutes of Health – Design Requirements Manual 2016 (ver ANEXO n°14).

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Determinar zonas/ ambientes a partir de casos, Instituciones Agrarias en el Perú, Manual de diseño Extranjero	Ficha técnica de programación general, Internet, Esquemas de función de laboratorios

- **Análisis de Indicadores en casos Referenciales**

Para el análisis de casos a partir de variables se realizó un cuadro comparativo donde se aplican las dimensiones e indicadores de las variables de la presente tesis de investigación; la fuente de información para el análisis de estos casos es mediante el uso de internet donde se referencien los datos (ver ANEXO n°15).

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Medición de indicadores con los casos referenciales	Ficha de análisis de variables, Internet

- **Datos Climatológicos de Estaciones Meteorológicas**

Para la obtención de datos del clima se acude a datos registrados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI), los cuales serán insertados e interpolados con otros registros obtenidos en el Software Meteororm para obtención de datos más precisos y posteriormente ser evaluados mediante gráficos en Climate Consultant.

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Obtención de base de datos climatológicos	Software Meteororm, Software Climate Consultant, SENAMHI

- **Condiciones Generales de Diseño**

Las condiciones generales de diseño de infraestructura arquitectónica y servicios se regulan mediante la normatividad del Reglamento Nacional de Edificaciones, Código Nacional Eléctrico y National Institutes of Health Design Requirements Manual 2016.

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Condicionantes normativos de diseño de infraestructura	Reglamento Nacional de Edificaciones, Código Nacional Eléctrico, NIH National Institutes of Health Design Requirements Manual 2016

- **Elección de Materiales Aislantes**

Se realiza un cuadro comparativo de materiales aislantes para poder llevar a cabo un consenso del cerramiento, recurriendo a sus parámetros físicas – químicas (ver ANEXO nº16).

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Resumen de las propiedades físicas y químicas de los materiales aislantes	Fichas técnicas de los productos/ Internet

- **Evaluación del Proyecto en ARCHIWIZARD**

Para determinar las necesidades energéticas y la relación de la envolvente arquitectónica con el aislamiento térmico, se mide y evalúan los indicadores mediante una simulación digital respecto a factores climatológicos insertados del lugar de estudio en el software bioclimático ARCHIWIZARD.

TÉCNICA	INSTRUMENTO
Evaluación del aislamiento térmico y envolvente arquitectónica	Software ARCHIWIZARD

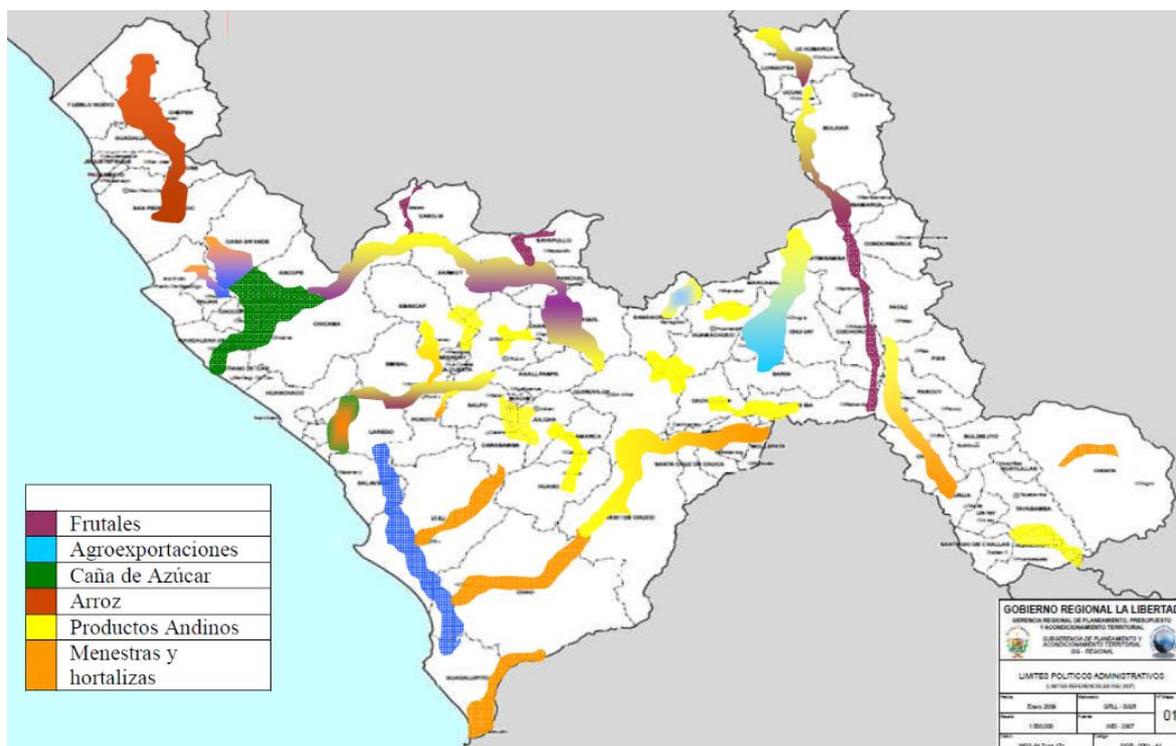
CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1 ANÁLISIS DEL LUGAR

- La Provincia: Virú

El Plan de Desarrollo Regional Concertado de La Libertad 2010-2021 presenta, bajo la dimensión económica, que la producción y productividad agropecuaria es baja debido a la insuficiente capacitación y asistencia técnica en las actividades del sector: escasa investigación e innovación tecnológica y valor agregado a la producción agropecuaria. Sobre la base de proyectos especiales de CHAVIMOCHIC las empresas privadas costeras han incorporado tierras cultivadas a la agro exportación en los últimos años; los valles de Chao, Virú, Moche y Chicama son sectores dedicados a la producción (menestras y hortalizas) y exportación. En el mapa se observa que la sierra de La Libertad tiene más potencial identificada por el desarrollo forestal, agrícola, pecuario y ganadero, en cambio la costa tiene como potencial la articulación productiva agro industrial, servicios, manufactura y empleo.

Figura 12: Mapa de potencialidades agrícolas La Libertad



Fuente: Plan de Desarrollo Regional Concertado de La Libertad 2010-2021

El Plan Regional del Sector Agrario menciona que “el sector agropecuario es la actividad de mayor contribución al VBP valor bruto de producción regional (19,3%). Su estructura se viene diversificando en los últimos años a favor de los productos agroindustriales. [...] El

sector agroindustrial en los últimos años ha tenido crecimiento importante, representando aproximadamente el 22% de las exportaciones totales. El actor principal es el Proyecto Especial de Chavimochic, que en los últimos 10 años ha tenido un crecimiento promedio anual de 23.8%.” (p. 35). Además, sostiene que un impulso a la economía y producción agraria es “La existencia de Laboratorios de biotecnología, la disponibilidad de recursos hídricos, el uso de sistemas de riego regulado y presurizado en los valles de la costa, permitirá incrementar la producción de productos ecológicos para la exportación mediante la activa participación del sector privado.” (p. 39). La visión de desarrollo al año 2021 indica que la región contará con una agricultura formalizada, organizada y tecnificada e integrada: garantiza la salud alimentaria, promueve metodologías de extensión y acompañamiento a agricultores, y promueve la generación de valor agregado, es decir, fomentar la competitividad agraria y agro industrial impulsando la investigación vinculados al desarrollo de productos, tecnología, técnicas agrarias en instituciones.

En consecuencia, del proyecto CHAVIMOCHIC, “Virú se ha constituido en los mayores productores nacionales en agro exportación” por lo mismo que la provincia abarca la mayor extensión de tierras permanentes y transitorias de cultivo con mayor administración de las actividades agrícolas y actividad obrera en la costa libertina. No obstante, “Con la puesta en operación del proyecto Chavimochic y el violento incremento de la actividad productiva, con sus impactos territoriales y efectos dinamizadores han configurado un territorio particularmente complejo y conflictivo desde la perspectiva del desarrollo integral y sustentable de lo provincia de Virú.” (Plan Desarrollo Urbano Rural de Virú al 2020. p. 16). Por los motivos antes mencionados se busca intervenir en Virú como potencia agro industrial para mejorar y mantener su rentabilidad agraria pretendiendo diseñar un equipamiento que ayude a mitigar el problema, implementando un centro de desarrollo e investigación buscando mejorar las prácticas agrícolas e impulse la producción y economía agraria.

- Fundamentación de los Escenarios

Considerando el diagnóstico mencionado se procede a analizar los distritos de Virú, Chao y Guadalupito como posibles escenarios para la implementación del proyecto mediante cuadros de potencialidades y desventajas.

Tabla 4: Cuadro de cotejo nivel distrital

INDICADORES		VIRÚ	CHAO	GUADALUPITO
Economía Urbana	PEA (secundario)	4	3	2
	Ocupación Agrícola	5	3	2
	Densidad Alta	5	3	2
	Tensión Urbana	4	3	1
Entorno Natural	Geología costera	4	4	2
	Mecánica de suelo	3	3	3
	Clima favorable	3	2	2
	Hidrografía	5	5	2
	Arborización	2	2	2
Infraestructura Urbana	Agua Potable	4	3	3
	Alcantarillado	4	3	3
	Electricidad	5	3	3
Viabilidad	Viabilidad Asfaltada	4	3	3
	Accesibilidad costa y sierra	4	4	3
	Transporte Público a Trujillo	5	4	3
Equipamiento Urbano	Educativo	4	3	2
	Comercial	3	3	2
	Social Asistencial	3	3	2
	Salud	3	2	2
Vulnerabilidad Ambiental	Nivel Freático alto	*5	3	3
	Microzonificación	*5	*5	*5
	Fenómeno del Niño (precipitación alta y desbordamiento hidrográfica)	*5	4	2
TOTAL:		89	71	54
Leyenda: 1.Desfavorable/*nula 2.Bajo lo Esperado 3.Esperado 4.Sobre lo esperado 5.Favorable/*alta				
*El puntaje se evalúa mediante los datos alcanzados en el Plan de Desarrollo Rural Urbano de Virú y Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Virú 2014-2021				

Elaboración: Autor de Tesis

Según los datos analizados y valorizados, Virú es el distrito con mayor potencial económico y desarrollo urbano, alcanzando un puntaje de 89 a pesar de los problemas puntuales que tenga sus centros poblados. La vulnerabilidad ambiental del fenómeno del Niño, ocurre cada cierto tiempo y el último registrado en marzo 2017, deja devastador escenario de inundaciones en los centros poblados y erosión de tierra debido a la napa freática alta y ubicación de los centros poblados en el desemboque de las quebradas, esto se toma en consideración para la ubicación de terrenos con cercanía a cuerpos hidrográficos del valle.

- Elección del Terreno

La elección del terreno a intervenir es propuesta en lotes agrícolas a las afuera de los centros poblados con acceso adecuado desde las vías principales, abastecimiento de servicios, cercanía a equipamientos y fuera del alcance de las secuelas de catástrofes naturales, entre otros factores. Es importante destacar que el terreno no solo será elegido para el área construida el proyecta sino también debe considerar una extensión de terreno

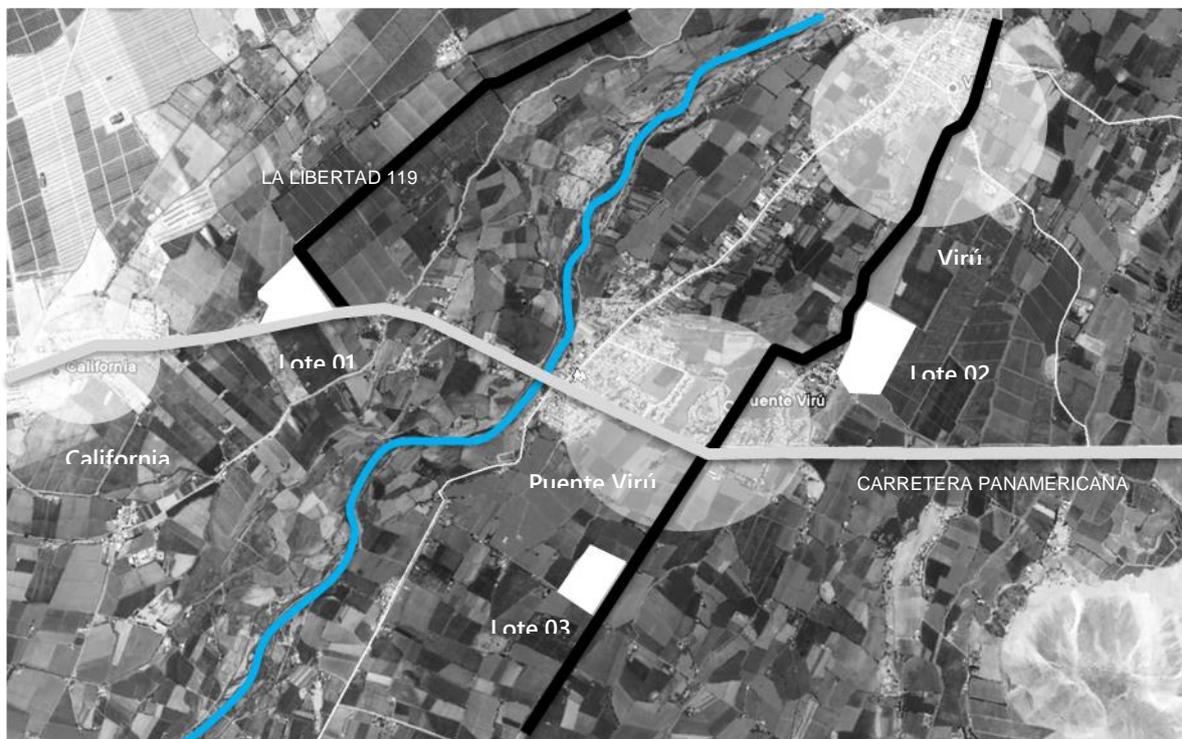
para las prácticas agrícolas de la institución, con la posibilidad de extender suelo agrícola a futuro. Los tres lotes escogidos obtienen las siguientes características:

Lote 01: 15.6ha, Panamericana-La Libertad 119, cercanía CC.PP. California y Puente Virú

Lote 02: 22.2ha, desvió a Virú (zona de expansión), cercanía CC.PP. Puente Virú y Virú

Lote 03: 13.6ha, trocha (zona agrícola), cercanía CC.PP. Puente Virú.

Figura 13: Lotes en el distrito de Virú



Fuente: Google Earth

Tabla 5: Cuadro de cotejo características exógenas y endógenas

CARACTERÍSTICAS EXÓGENAS						
ÍTEM		UNIT	VALOR	LOTE 01	LOTE 02	LOTE 03
Morfología	N° de frentes	3-5 frentes (Alto)	3	3	2	2
		2 frentes (Medio)	2			
		1 frente (Bajo)	1			
	Forma	Regular	2	2	1	2
		Irregular	1			
Topografía	Pendiente = 2+ %	2	2	2	2	
	Pendiente = 0 – 1%	1				1
Influencias Naturales	Condiciones Climáticas	TEMPLADO	3	3	2	2
		CÁLIDO	2			
		FRÍOS	1			
	Vientos	6-11 Km/h (Suave)	3	3	3	3
		15-28 km/h (Moderado)	2			
		39-49 km/h (Fuerte)	1			
	Abastecimiento de Agua	Río	3	3	3	2
Pozos		2				
Sub suelo		1				
Proximidad	Educativo	3	3			

Mínima Inversión	Adquisición	Residencial / Comercial	2	2	2	2	2
		Industrial / Arqueológico	1				
		Terreno del Estado	2				
	Textura de Suelo	Terreno Privado	1	3	1	1	1
		Alta Calidad (Franco Limoso)	3		3	3	3
		Mediana Calidad (Arcilloso)	2				
	Ocupación del Terreno	Baja Calidad (Arenoso)	1	3			
		0%-29% Ocupado	3		3	3	3
		30-70% Ocupado	2				
	Más del 70% Ocupado	1					
SUB TOTAL			27	22	22	21	
CARACTERÍSTICAS ENDÓGENAS							
ÍTEM			UNIT	VALOR	LOTE 01	LOTE 02	LOTE 03
Zonificación	Accesibilidad y Servicios	Agua/ Desagüe/Electricidad	2	2	2		
		Solo 1 o 2	1				1
Viabilidad	Accesibilidad y Servicios	Vehicular	2	2	2	2	2
		Peatonal	1				
	Vías	Relación Vías Principales	3	3	3		
		Relación Vías Secundarias	2			2	2
Tensiones Urbanas	Cercanía a Centro Poblado de Servicios	Relación con Vías Menores	1				
		Alta Cercanía	3	3			
		Mediana Cercanía	2		2	2	
	Baja Cercanía	1				1	
	Genera polo de desarrollo	Alta Posibilidad	3	3			
		Mediana Posibilidad	2		2	2	
Baja Posibilidad		1				1	
Accesibilidad	Transporte Público Cercano	10 rutas	3	3	3		
		5 rutas	2				
		1 ruta	1			1	1
Habitabilidad	Cercanía a alquiler de habitación	Alta Cercanía	3	3			
		Mediana Cercanía	2		2		
		Baja Cercanía	1			1	1
SUB TOTAL			19	12	11	09	
VALORACIÓN TOTAL							
Características Exógenas					22	22	21
Características Endógenas					12	11	09
TOTAL					34	33	30

Elaboración: Autor de Tesis

- El Terreno

La propuesta del Centro Experimental Tecnológico Agrario se encuentra ubicada en la carretera Panamericana Norte, entre centros poblados California y Puente Virú, distrito y provincia de Virú. El terreno es llano de cinco lados con perímetro de 1 723.72ml y extensión de 15.66 hectáreas el cual se proyecta la infraestructura y distribución de parcelas de prácticas.

Tabla 6: Características del terreno

FICHA TÉCNICA DE ELECCIÓN DE TERRENO		
A. CARACTERÍSTICAS ENDÓGENAS		
Morfología	Nº de frentes	Terreno de gran extensión presentando una superficie total de 157 310 m ² (15.7 ha) y un perímetro de 1.77 km. 05 frentes.
	Forma	La forma del terreno en un 85% se considera regular, para un mecanismo de riego no será difícil su instalación y es menos costoso.
	Topografía	Presenta una pendiente de 2° el cual es casi plano.
Influencias Ambientales	Condiciones Climáticas	Virú tiene un clima desértico. Temperatura mínima: 13°C Temperatura máxima: 26.5 °C Humedad: 70% Precipitación: 14 mm
	Vientos	Velocidad: 6km/h Dirección: Sureste → Noroeste
	Abastecimiento de Agua	El terreno cuenta con canales que dirigen el agua del río Virú hacia la actual parcela agrícola siendo esta el agua más favorecedor para riego de los cultivos.
Mínima Inversión	Proximidad	Actualmente es más próximo a comercio como el grifo Petro Perú y a viviendas rurales.
	Adquisición	El terreno de intervención pertenece a Agro Industria Laredo.
	Textura de Suelo	El suelo es de alta calidad para cultivo siendo suelo franco limoso con presencia de actividad microbiólogo y apto para la construcción.
	Ocupación del Terreno	El área de intervención tiene una ocupación del 0.2 % de toda su superficie total que corresponde a viviendas de adobe de guardianes en un área de 325m ² .
B. CARACTERÍSTICAS EXÓGENAS		
Zonificación	Accesibilidad a servicios	Es accesible a los servicios de agua, luz y desagüe por lo mismo que se encuentra en la panamericana norte y colinda al grifo PETROPERÚ.
Viabilidad	Accesibilidad	Vehicular.
	Vías	Accesible mediante vía nacional Panamericana Norte y La Libertad 119.
Tensiones Urbanas	Cercanía a Centro Poblado de Servicios	Cercanía a Centro Poblado California y Puente Virú.
	Genera Polo de Desarrollo	Mediana posibilidad.
Accesibilidad	Transporte Público Cercano	Transporte público interprovincial de pasajeros, de trabajadores/empresa y turístico.
Habitabilidad	Cercanía a Habitación	Cercanía media a zonas residenciales y servicio de hospedaje.

ELABORACIÓN: Autor de Tesis

El terreno se encuentra delimitada al este por la trocha La Libertad 119 que conlleva al norte del distrito, y la carretera Panamericana delimita el lado sur el cual conecta los centros poblados de Virú y provincias. Actualmente entre ambas vías el terreno se encuentra ocupada por viviendas de adobe el cual serán propuestos su reubicación para impedir el paso a la ocupación de suelo informal.

- Congruencia del proyecto con el lugar

Además de los motivos por el cual el proyecto se ubica en Virú como consecuente de los documentos establecidos dentro del marco regional con estudios previos en La Libertad

(PERSA, PDU Virú, PDRC La Libertad), se determina que el carácter del proyecto es congruente al lugar por los siguientes casos analizados según su ubicación y entorno inmediato (ver ANEXO n°17):

- Los centros experimentales de producción agraria requieren y se encuentran rodeados de grandes extensiones de terreno agrícola para siembra y cosecha de insumos, como resultado de las practicas pre y post laboratorio a los programas del INIA, presta servicios a instituciones privadas y su producción genera un apoyo económico a la misma institución.
- Los centros experimentales de producción agraria se ubican en extensiones de terreno agrícola fuera y cerca de ciudades o centros poblados; no obstante, entre los casos nacionales e internacionales encontrados, la ciudad empieza a crecer cerca o a los alrededores del establecimiento, ambos próximos a vías principales o carreteras.
- Los centros experimentales de producción agraria se ubican cerca a fuentes de agua como canales de regadío para parcelas, ríos o proyectos como, en este caso, CHAVIMOCHIC.
- El proyecto nace a partir de la propuesta de habilitación urbana liviana, compatible con la zona de estudio, debido a la producción que genera el establecimiento; la funcionalidad y formalidad de la arquitectura responde al análisis del clima habiendo aplicado las variables de estudio bajo el enfoque bioclimático.

4.2 PROGRAMACIÓN ARQUITECTÓNICO GENERAL

En Perú no existe norma que reglamente los coeficientes de ocupación, tipos de ambientes, zonas y jerarquías de bioseguridad de laboratorios de investigación especializado y bio producción. Para la programación general de zonas de un centro agrario de tal envergadura se recurre al análisis de ambientes mediante la ficha de programación de los casos arquitectónicos (ver ANEXO n°18).

Tabla 7: Zonas generales a partir del análisis de casos

CENTRO EXPERIMENTAL TECNOLÓGICO AGRARIO	
ÁREA TERRENO (m2)	151970.26 m ²
ÁREA LIBRE (m2)	+50%
ZONAS Y/O AMBIENTES GENERALES	ADMINISTRACIÓN: oficinas, salas reuniones INVESTIGACIÓN: laboratorios, soporte técnico SERVICIO GENERALES: almacenes, cuartos de energía SOCIAL: lobby, cafetería, comedor, tienda, conferencias TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA: biblioteca, salas de trabajo

Elaboración: Autor de Tesis

De esta manera se determina que el proyecto debe contar con un área libre superior al 50%; las zonas mencionadas determinan la base de la programación arquitectónica para con ambientes esenciales. Para la especificación del tipo de laboratorio se acude a tipos de laboratorio proporcionados por las instalaciones de la Universidad Nacional Agraria La Molina y el Instituto Nacional de Innovación Agraria. Dentro de esta programación se deben agrupar o concentrar los ambientes que requiere de alto consumo energético y de bajo consumo que requieren más confort pasivo que indirecto.

4.3 ESTUDIO DE CASOS ARQUITECTÓNICOS

A través del estudio de las fichas técnicas de cada caso referencial y el cuadro comparativo del cruce de los indicadores con los casos (ver Anexo n° 19) se determinan criterios puntuales o bases de diseño que definen la idea rectora del proyecto para el desarrollo de la propuesta.

Tabla 8: Resultados de la medición de los indicadores de los casos arquitectónicos – bases para el diseño

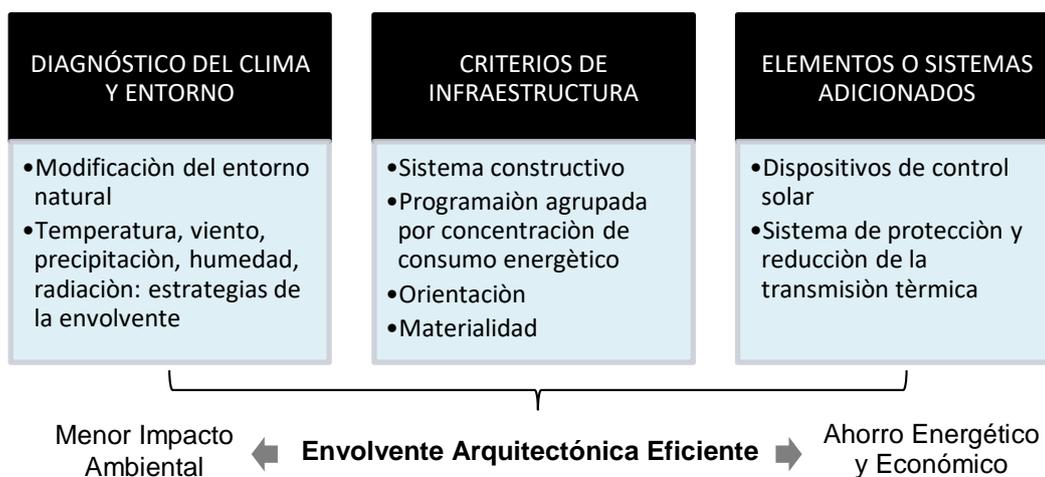
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	BASES
AISLAMIENTO TÉRMICO	Diseño de Paramentos de la Envolvente	Tipo aislamiento : Interior, exterior, cámara	El aislamiento por el exterior es aquel cerramiento que recibe directamente las inclemencias del clima y por general son adosadas, también es la más perjudicada y permite la transmisión del calor a través de la envolvente; se propone además aislar el interior del edificio aumentando así las capas de aislamiento de los paramentos. La cámaras de aislamiento puede servir como espacio (corredores térmicos) y sobre el techo bajo de ambientes, de esta manera el ambiente no está directamente anexa a la cubierta del edificio que recibe mayor radiación solar.
		Exposición de Cubiertas y pisos : Invertida, extensiva, Deck	Las cubiertas vegetales disipan favorablemente la radiación solar sin embargo son de alto mantenimiento y coste. En los proyectos de industria es más favorable una cubierta deck o paneles sándwich con aislamiento por su instalación rápida, mantenimiento y bajo coste.
	Materiales Aislantes	Conductividad térmica (W/mK)	Para todo paramento vertical u horizontal se elige el tipo de aislamiento opaco y transparente. En el edificio se opta por el uso de vidrio aislante doble con cámara. En cuanto a la elección del mejor aislante térmico opaco este además de tener sus propiedades termodinámicas debe constatar de un ahorro y coste de energía en la composición de la envolvente arquitectónica a fin de disminuir las necesidades energéticas por la pérdida de transmisión.
		Capacidad Calorífica (J/(kg.K))	
		Resistencia Térmica (m ² K/W)	
Peso Específico (Kg/m ³)			
Factores climáticos	Temp. Máxima (°C)	Los valores climáticos son interpretados a través del gráfico psicométrico el cual además determina las estrategias de confort térmico para aplicar al proyecto. Estos factores del clima ayudarán al diseño de la envolvente	
	Temp. Mínima (°C)		
	Hum. Relativa (%)		
	Viento Velocidad (m/s)(km/h)		

ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA		Viento Dirección	arquitectónica evaluándolo con la propuesta mediante un software de simulación bioclimática. El viento es uno de los factores indispensables de estudio, el edificio debe orientarse de tal manera que el viento pueda aportar el enfriamiento pasivo de las fachadas.
		Radiación Solar kWh/m ² /d	
	Dispositivos de control solar	Mecánicos (horizontal/vertical): m ²	Uso de elementos adicionados a la fachada que conformen la envolvente arquitectónica como volados, cubiertas extendidas, para soles verticales, pantallas perforadas suspendidas,
		Sistema Tecnológico Bioclimático	La integración de un sistema fotovoltaico mediante módulos solares como un dispositivo de control solar, para fines del estudio importa su función como dispositivo de protección y la materialidad. Aplicación de una doble fachada al interior (espacios como corredores) y exterior (fachada).
	Contexto Biofísico	Altitud (msnm)	El proyecto se sitúa sobre el terreno de manera a aislada sin volúmenes colindantes donde se considera la modificación de su entorno físico natural para generar y aprovechar las inclemencias de un microclima.
		Topografía y entorno	
	Software	Necesidad Energética (kWh)	Mediante el software de simulación bioclimática se puede evaluar la necesidad energética y balance energético del edificio con la finalidad de determinar si las aplicabilidad de los indicadores fueron las más adecuadas.
		Balance Energético (kWh)	

Elaboración: Autor de Tesis

Los principios de la arquitectura bioclimática componen la envolvente arquitectónica que engloban los indicadores de la investigación como requerimientos mínimos para lograr la optimización del aislamiento térmico en tres condicionantes de diseño: los factores del clima y entorno, criterios de infraestructura y elementos o sistemas adicionados.

Figura 14: Condicionantes del diseño bioclimático



Elaboración: Autor de Tesis

4.4 PARÁMETROS AISLANTES

Las propiedades termodinámicas de los materiales aislantes nos permiten elegir el material más conveniente a instalar en un edificio, sin embargo, no solo se elige el material por su capacidad de propiedades sino además al ahorro y coste energético que presenta. A continuación, se presenta una tabla de los aislantes más comercializados:

Tabla 9: Comparación de parámetros aislantes

Aislante	Espesor	Conductividad Térmica	Capacidad Calorífica	Peso Específico	Resistencia Térmica	Ahorro Energía
Material	mm	W/m.k	J/(kg.K)	Kg/m ³	m ² K/W	Mj
Lana de Vidrio	100(190)	0.055	1030	30	3.04	5954
Aglomerado de Corcho	100	0.045	840	70-80	3.03	4993
Lana de Roca	100(90)	0.040	840	20-40	3.02	14239
Fibra de Algodón	100	0.045	1500	60-70	5.60	5761
Espuma de Poliuretano (PUR)	100	0.045	2000	30-60	3.30	21865
Panel de Celulosa	100(30)	0.039	1800	30-35	3.03	5761
Poliestireno Expandido (EPS)	100	0.035	1400	30-60	5.41	7885
Poliestireno Extruido (XPS)	100	0.032	1400	40-70	6.01	14634

Fuente: Datos técnicos de productos

De la tabla se escogen los materiales: lana de roca, espuma de poliuretano, poliestireno expandido y extruido. Estos materiales presentan un alto ahorro energético y debido a este indicador es que se puede planificar estratégicamente en qué paramento del edificio puede ubicarse.

- **Lana de roca:** Se aplica al interior del edificio en el entrepiso, esto se debe a que es el material más comercializado para placas prefabricadas de losas.
- **Espuma de poliuretano (inyectado):** Debido a la alta concentración de ahorro energético, este aislante se coloca en las cubiertas por recibir mayor incidencia solar y también servirá como aislamiento exterior en las fachadas. También es un material recomendado para el cerramiento interior de laboratorios.
- **Poliestireno expandido:** Mayormente utilizando en fachadas ventiladas opacas.
- **Poliestireno extruido:** Los paramentos verticales o muros interiores deben ser igual de protegidos como el exterior.

La elección de los productos de estos aislantes viene en paneles sándwich prefabricados listas para instalar a excepción del poliestireno expandido para la fachada ventilada opaca. Como principal aislante, el poliuretano inyectado tiene una conductividad térmica 8 veces menor que la cámara de aire, lo que reduce notablemente las pérdidas de energía por transmisión a través del cerramiento.

4.5 LINEAMIENTOS DE LAS CONDICIONANTES DEL DISEÑO BIOCLIMÁTICO

Se determinan lineamientos de diseño bioclimático como premisa a la aplicación de variables al proyecto; estos lineamientos responden a las necesidades encontradas en el apartado 4.3 del Análisis de Casos. Estos lineamientos determinan la envolvente arquitectónica bioclimática como eficiente ante el ahorro energético y económico, además que produce un menor impacto ambiental.

DIAGNÓSTICO DEL CLIMA Y EL ENTORNO

- Clima y Entorno

Temperatura: El registro de temperaturas mínimas y máximas mensuales y anuales permiten determinar las necesidades energéticas de enfriamiento o calefacción.

Vientos: El movimiento del aire natural será aprovechado al máximo para el clima cálido de Virú, su dirección y velocidad recaen sobre las fachadas y vegetación que permita generar un corriente de viene ligera, cada vez que el viento choca con un objeto disminuye su velocidad.

Precipitación: Las precipitaciones no son muy frecuentes en Virú sin embargo se considera la posibilidad de la venida del fenómeno del niño, para esto se considera una ligera pendiente de la cubierta con un sistema de canaletas.

Humedad: La humedad en la zona es continuamente alta en verano e invierno, por lo general el edificio necesita de un sistema de des humidificación, levemente puede ser controlado con los vientos.

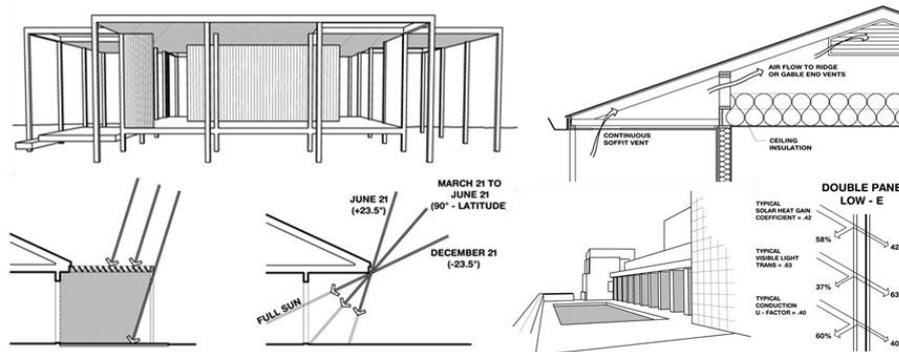
Modificación del Entorno Natural: El entorno natural donde se sitúa el proyecto debe ser modificado a favor del proyecto en cuanto a la generación de un microclima y la redirección de sus factores, es decir, si el entorno no presente elementos de vegetación o relieve como es la zona de estudio, se propone un colchón verde de vegetación/ árboles para controlar y filtrar los vientos dominantes.

- Estrategias del clima

Sombrear para evitar el sobrecalentamiento, abrirse a las brisas en verano y usar ganancia solar pasiva en invierno. El acristalamiento de alto rendimiento en todas las orientaciones debería resultar rentables en veranos cálidos claros o inviernos oscuros nublados. Las ventanas salientes o las sombrillas pueden reducir o eliminar el aire acondicionado. En climas húmedos, los techos dobles bien aislados y ventilados funcionan bien para direccionar el aire caliente a grandes alturas; además la cubierta se puede extender para proteger entradas, terrazas, áreas de trabajo vidriadas. El sistema de climatización HVAC

es una herramienta de apoyo a las estrategias pasivas en cuando a la ventilación forzada requerida y des humidificación

Figura 15: Estrategias del Diagnostico Climate Consultant



Fuente: Climate Consultant

CRITERIOS DE INFRAESTRUCTURA

- **Sistema Constructivo:** El sistema constructivo a emplear es el Steel Framing, construcción versátil que brinda calidad estructural a la infraestructura industrial mediante una modulación del esqueleto del edificio con columnas y vigas de perfiles de pesados de acero; este sistema además permite la instalación adecuada y de paramentos prefabricados.
- **Programación por capas de energía:** Los ambientes deben agruparse por necesidad de energía, es decir, espacios que requieran de iluminación y ventilación natural deben ubicarse en el perímetro del volumen, estos exigen también mayor confort, mientras que los otros espacios cerrados se concentran al centro del edificio.
- **Orientación:** La orientación del edificio es de sur este a nor oeste, este giro sirve para aprovechar el recorrido del sol en los espacios de menor energía y permite cambiar la velocidad y dirección del viento.
- **Materialidad:** Para fines del proyecto se escogen materiales aislantes prefabricados para instalar; en cuanto al vidrio se opta por vidrio solar aislante con alto reflexión térmica.

ELEMENTOS O SISTEMAS ADICIONADOS

- **Dispositivos de Control Solar:** Los mecanismos de control solar adicionados al edificio como segunda piel son voladizos proyectados con ángulo de 70°-76. 5°, pantallas perforadas suspendidas, parasoles verticales en ventanales.
- **Sistema de protección y reducción de la transmisión térmica:** Se aplican sistemas de fachada ventilada vidriada y opaca, ambos cumplen la función de refrescar la fachada interior y aislar el calor mediante su cerramiento exterior, direccionando el

aire. Por otra parte, los mismos paramentos de la envolvente se aíslan de tres maneras estratégicas: interior, exterior y cámara. Los tres tipos de aislamiento permiten eliminar en gran mayoría los puentes térmicos del proyecto para disipar la pérdida de calor a través de la envolvente.

4.6 ANÁLISIS DE LA PROPUESTA SEGÚN LAS VARIABLES DE INVESTIGACION

Aplicar elementos adicionales a la envolvente arquitectónica sí optimiza el aislamiento térmico del edificio, estos elementos funcionan como una envolvente doble que recibe la incidencia solar en primer plano (ver memoria de arquitectura).

- **Radiación:** La radiación incide sobre la cubierta (cara más expuesta a la radiación) en verano con 506 kWh/m² y en invierno con 265 kWh/m² acumulados. En cuanto a las fachadas más expuesta por la trayectoria solar son las caras nor oeste y sur oeste.
- **Vientos:** En Virú se alcanzan 20km/h de velocidad de viento o 5.5m/s, según la escala de Beaufort se considera esta una brisa de tipo 4 o moderada. Sin embargo, en los meses de junio y julio (invierno) se llega a alcanzar velocidades de 28km/h o 7.8m/s; en la escala es considerado de tipo 8 o brisa fresca. Mediante la simulación se concluye que la orientación la edición permite el enfriamiento natural y apoyo al sistema de fachada ventilada en las fachadas este a oeste, abarcando así las cuatro fachadas del edificio, no obstante, se muestra que por la rotación las fachadas nor oeste y nor este disminuye en velocidad, para controlar la retención de viento mínimo se ubican vegetación y árboles en estos frentes.

Para el análisis de la aplicación de los elementos adicionales respecto al aislamiento térmico se evaluó en el software en épocas de verano e invierno, dos escenarios del mismo proyecto: 1) Edificio con elementos adicionales + aislamiento térmico y 2) Edificio sin elementos adicionales + aislamiento térmico.

- **Exposición Solar:**

VERANO: La fachada sur oeste es más expuesta al sol alcanzando un 60% y 70% de exposición solar durante el verano; se aplica al proyecto elementos de pantalla perforada distanciado de la fachada para proteger el segundo nivel y general sombra el primer nivel, por otro lado, en el volumen donde se concentran los ventanales se extiende la cubierta proyectando un ángulo entre 70°-76. 5°. En ambos escenarios la fachada nor-este de un nivel está expuesta al 59%, se contrarresta el calor en estos avientes a través del aislamiento térmico de sus paramentos. Las fachadas orientadas al sur-este y aquellos que conforman el patio central presentan ventanales de corredores (zona de investigación) y aulas teóricas; aplicando el ángulo de protección

solar se extienden volados sobre estas fachadas vidriadas, los planos opacos son protegidos mediante paramentos de aislamiento térmico.

INVIERNO: A diferencia de verano, en invierno se tienen dos escenarios remarcadas de enfriamiento en el oeste y ganancia solar en el este. En cuanto a las fachadas del oeste son controladas, para las fachadas del este la acumulación térmica en sus paramentos se realiza mediante el aislamiento, cabe mencionar en los espacios orientadas al este no son ambientes ocupados todo el tiempo salvo las aulas teóricas, no obstante, para esto el ángulo de incidencia de rayos solares disminuye y penetra los ventanales.

Evaluando la simulación, las fachadas más críticas del proyecto son aquellas orientadas al oeste por lo que requieren de más elementos adicionales. Además, se concluye que un edificio que cuente con paramentos verticales y horizontales de aislamiento térmico necesita de elementos adicionales que conformen la envolvente arquitectónica para proteger estos paramentos o fachadas de la radiación solar directa.

Las necesidades energéticas del software indican que el proyecto con elementos adicionales requiere para el enfriamiento 621 770kWh y ventilación 23 286 kWh; para el edificio sin elementos adicionales es de enfriamiento 924 021kWh y ventilación 11 583 kWh. En cuanto a ciertos factores del balance energético con estrategias pasivas de la envolvente arquitectónica, indica que el proyecto pierde calor a través del aislamiento y puntos críticos del cerramiento a 446 520kWh, en cambio el proyecto sin elementos adicionales pierde 1 187 276 kWh; esto respalda que los elementos adicionales si optimizan el aislamiento térmico de una exposición solar excesiva. En cuanto a las necesidades de enfriamiento se refiere a pérdidas de calor por ventilación; en el proyecto con elementos adicionales se pierde 621 77kWh y sin elementos pierdes más 924 021kWh. La radiación reflejada en la edificación es aquella rebotada de la superficie terrestre. La cantidad de este tipo de radiación depende del coeficiente de reflexión de las superficies verticales. El proyecto en este caso pierde 30 737kWh, sin los elementos pierdo mucho más el cual es 278 650kWh.

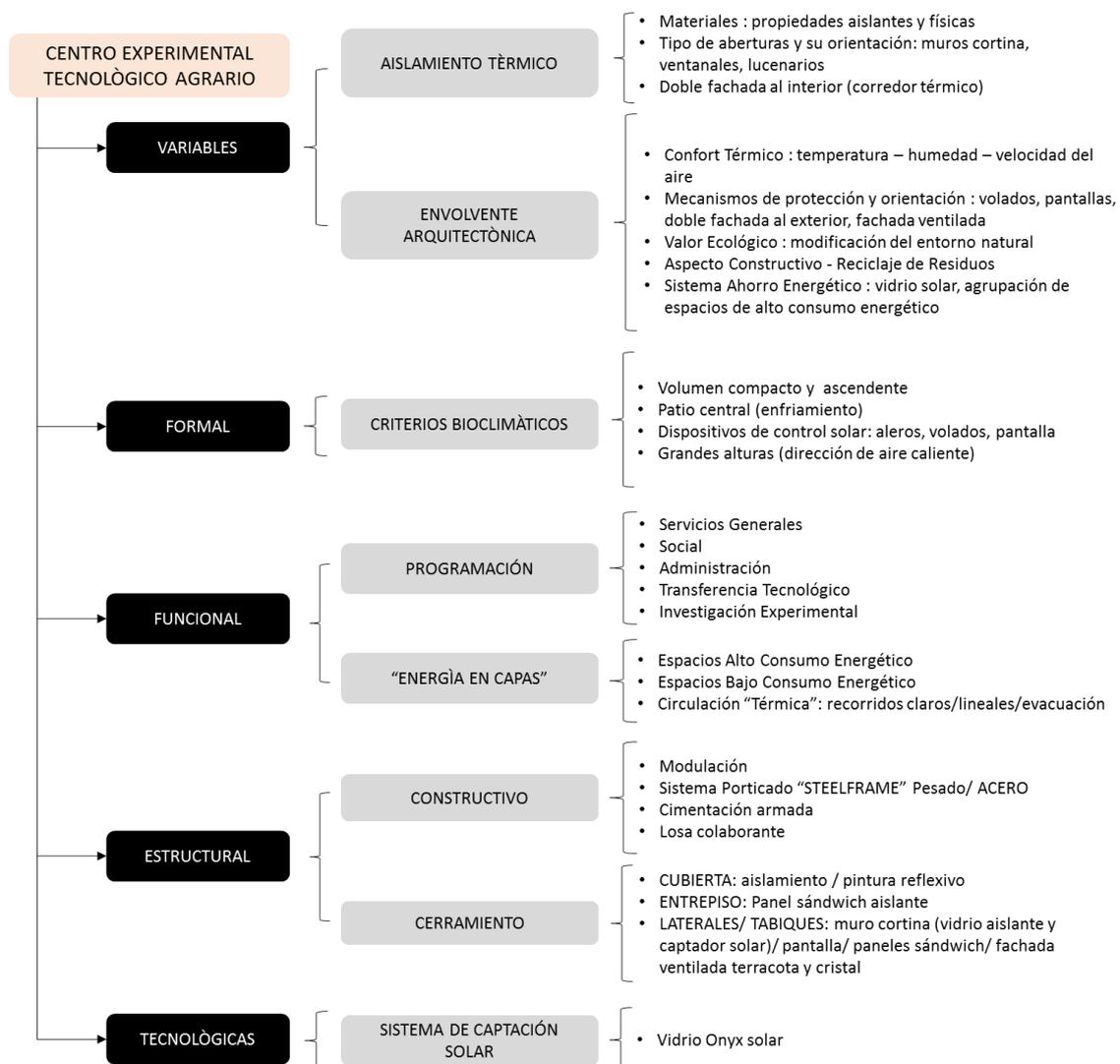
Se concluye entonces que los dispositivos de control solar adicionales al edificio aumentan el grado de protección ante la radiación solar a la capacidad de aislamiento térmico de los paramentos del edificio y que los tres tipos de aislamiento aplicados también reducen la transmisión del calor durante todo el año.

CAPÍTULO 5. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

5.1 IDEA RECTORA Y LAS VARIABLES

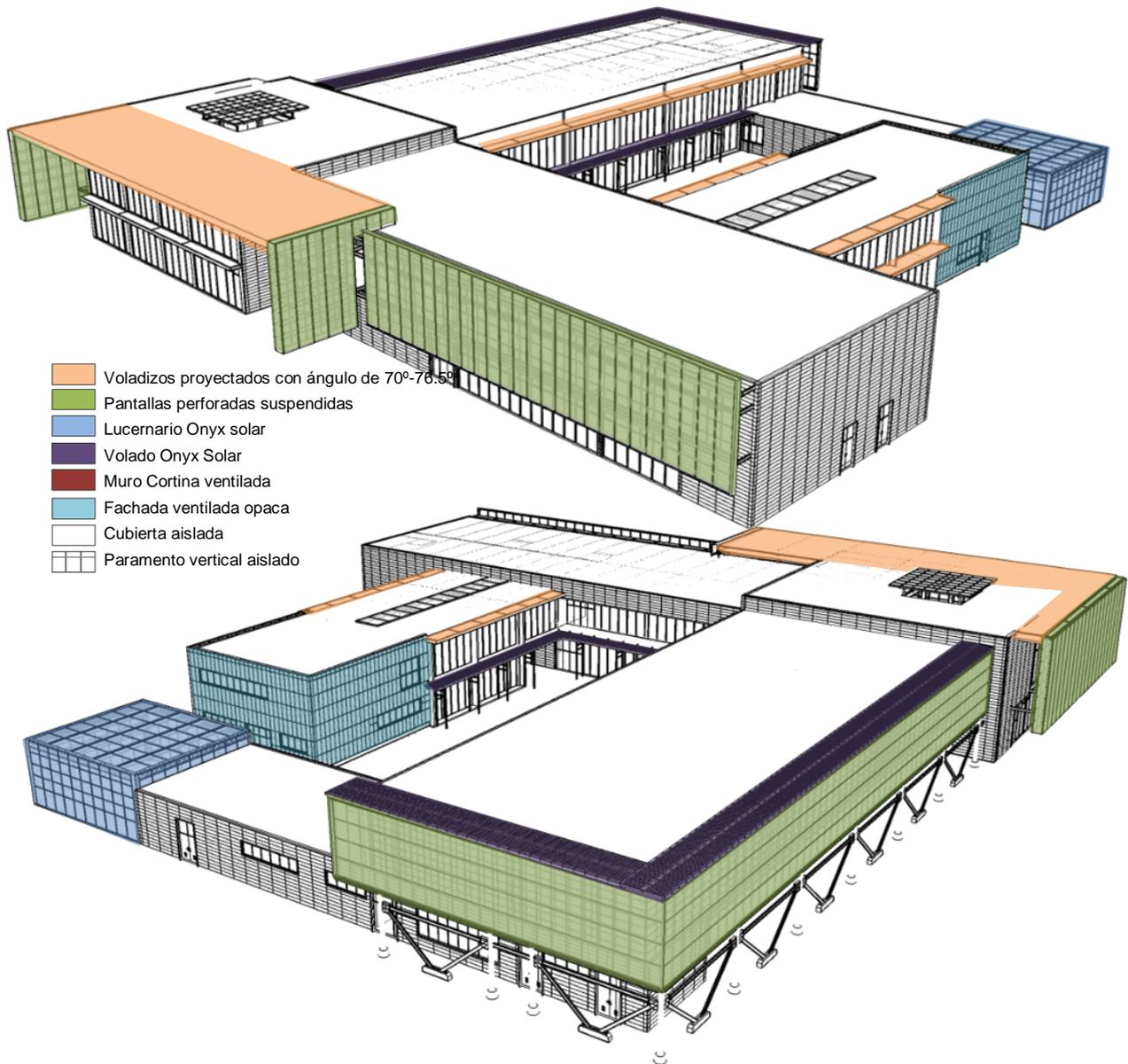
La idea rectora del proyecto está compuesta por lineamientos de diseño articulados con las variables de investigación. El proyecto busca además promover la tecnología constructiva y criterios bioclimáticos, en este sentido se tiene gran énfasis en la formalidad y funcionalidad del proyecto. El aislamiento térmico depende de la aplicabilidad de paramentos aislantes, vanos orientados, la doble fachada lateral como corredor térmico y superior como cámara entre cubiertas. La envolvente arquitectónica se manifiesta a través de paramentos adicionales que protejan las fachadas como pantallas, volados, fachada ventilada y modificación del entorno evaluado con el entorno, su función es recibir las inclemencias del clima y proteger la piel principal del edificio.

Figura 16: Idea rectora del proyecto



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 17: Aplicación de las variables al proyecto arquitectónico



- Voladizos proyectados con ángulo de 70°-76.5°
- Pantallas perforadas suspendidas
- Lucernario Onyx solar
- Volado Onyx Solar
- Muro Cortina ventilada
- Fachada ventilada opaca
- Cubierta aislada
- Paramento vertical aislado

Volado muro cortina ventilada (izquierda), pantalla perforada (derecha), volado onyx solar (superior), doble fachada exterior orientado nor oeste.

Volado aislado (superior), parasol onyx solar apoyado sobre parantes (inferior), marco aislado entre ventanales, sistema sol y sombra en el patio central.



Elaboración: Autor de Tesis

5.2 PROGRAMACIÓN ARQUITECTÓNICA

Tabla 10: Programa arquitectónico de proyecto

ZONA	AMBIENTE	AFORO	CANTIDAD	ÍNDICE	DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN	ÁREA TECHADA	ÁREA NO TECHADA	PARCIAL		
ADMINISTRACION	Alta Dirección	Director CETA	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10	30	
		Secretaría Técnica - Conserje	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10		
		Secretaría Técnica - Trámite Documentario	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10		
	Dirección Administrativa	Recursos Humanos	Tecnico Administrativo	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10	170
			Tecnico Declaraciones Juradas	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10	
			Fondo de Empleo	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10	
		Seguridad y monitoreo	2	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	20		
		Prevención de Riesgos	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10		
		Contabilidad	Presupuesto	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10	
			Tecnico Contable	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10	
			Auxiliar de computación	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10	
			Subvención	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10	
		Logística	Tecnico Administrativo	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10	
			Tecnico Electricista	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10	
			Tecnico en Transportes	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10	
			Tecnico en Riego	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10	
		Personal Técnico y Mantenimiento	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10		
		Servicio Comercial	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10		
	Informática	1	1	10.0	m2/Pers.	Gestión	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10			
	Dirección Planificación	Planificación	1	2	10.0	m2/Pers.	Coordinación de Proyectos	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	20	60	
		Inversiones y Finanzas	1	1	10.0	m2/Pers.	Coordinación de Proyectos	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10		
		Planeamiento	1	1	10.0	m2/Pers.	Coordinación de Proyectos	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10		
		Estudios	Asesoramiento Un. Estaciones Exp.	1	1	10.0	m2/Pers.	Coordinación de Proyectos	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ		10
	Especialista proyectos de Inversion		1	1	10.0	m2/Pers.	Coordinación de Proyectos	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10		
	Dirección de Investigación y Transferencia Agraria	Recursos Genéticos	1	2	10.0	m2/Pers.	Coordinación de Proyectos	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	20	140	
		Bioteología	1	2	10.0	m2/Pers.	Coordinación de Proyectos	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	20		
		Coordinación Cultivos	1	1	10.0	m2/Pers.	Coordinación de Proyectos	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10		
		Coordinación Crianzas	1	1	10.0	m2/Pers.	Coordinación de Proyectos	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10		
		Apoyo Tecnológico Agrario	1	2	10.0	m2/Pers.	Coordinación de Proyectos	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	20		
		Prestación de Servicios	1	2	10.0	m2/Pers.	Coordinación de Proyectos	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	20		
		Proyección Tecnológica	1	1	10.0	m2/Pers.	Coordinación de Proyectos	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10		
		Asuntos Externos	1	2	10.0	m2/Pers.	Coordinación de Proyectos	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	20		
		Producción Agrario	1	1	10.0	m2/Pers.	Coordinación de Proyectos	RNE. Norma A.090 Art.11 / INIA PERÚ	10		
Servicios	Archivo	1	2	10.0	m2/Pers.	Almacén de documentos	RNE. Norma A.090 Art.11	20	118		
	Sala de Reuniones	12	1	2.5	m2/Pers.	Coordinación grupal	Mobiliario	30			
	Snack Bar	12	1	2.0	m2/Pers.	Descanso/ alimentos	Mobiliario	24			
	Área de copias	1	2	10.0	m2/Pers.	Almacén de documentos	Mobiliario	20			
	SS.HH. Hombres y Mujeres	Revisar Cuadro Justificativo								24	
							30% CIRCULACIÓN Y MUROS		155.4		
							ÁREA TOTAL		673.4		
							AFORO		40		

ZONA	AMBIENTE		AFORO	CANTIDAD	ÍNDICE	DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN	ÁREA TECHADA	ÁREA NO TECHADA	PARCIAL		
Laboratorios Investigación y Análisis	Laboratorio de Fitopatología	Estación de Trabajo (incluye estacion de seguridad)	24	1	5.0	m2/Pers.	Trabajos area humeda/ abierta	NIH Design Requirements Manual 2016 - RNE. Norma A.040 Art.9	120		249	
		Laboratorio Bacteriología	2	1	5.0	m2/Pers.	Soporte/ Investigacion esozializada		10			
		Laboratorio Nematología	2	1	5.0	m2/Pers.	Soporte/ Investigacion esozializada		10			
		Laboratorio Micología	2	1	5.0	m2/Pers.	Soporte/ Investigacion esozializada		10			
		Laboratorio Virología y Microplasma	2	1	5.0	m2/Pers.	Soporte/ Investigacion esozializada		10			
		Preparacion de Medios, lavado y esterilizacion	4	1	5.0	m2/Pers.	Preparacon de material/ insumos de investigacion		20			
		Nucleo de Investigacion (C.Climaticas y Gabinetes de Bioseguridad)	4	1	5.0	m2/Pers.	Gabinetes de Bioseguridad/ manipulacion especializada, camaras de incubacion		20			
		Recepcion de Muestras	1	1	5.0	m2/Pers.	Recepcion y esterilizacion de muestras		5			
		Oficina Investigador Principal	1	1	10.0	m2/Pers.	Control, administracion		10			
		Vestidores Mujeres	3	1	4.0	m2/Pers.	Implementacion de trabajo		12			
		Vestidores Hombres	3	1	4.0	m2/Pers.	Implementacion de trabajo		12			
		Almacen de Descartables (insumos)	1	1	5.0	m2/Pers.	Almacenar insumos de laboratorio		Mobiliario	5		
		Residuos Toxicos	1	1	5.0	m2/Pers.	Residuos temporales clasificados		Mobiliario	5		
		Laboratorio de Plaguicidas y Fertilizantes	Estación de Trabajo (incluye estacion de seguridad)	24	1	5.0	m2/Pers.		Trabajos area humeda/ abierta	NIH Design Requirements Manual 2016 - RNE. Norma A.040 Art.9		120
	Cuarto de Camaras Climaticas		2	1	5.0	m2/Pers.	Camaras de germinacion-crecimiento	10				
	Laboratorio Pesticidas de Products Formulados		2	1	5.0	m2/Pers.	Soporte/ Investigacion esozializada	10				
	Laboratorio Residuos de Plaguicidas		2	1	5.0	m2/Pers.	Soporte/ Investigacion esozializada	10				
	Almacén de Fertilizantes		2	1	5.0	m2/Pers.	Colección de muestras y productos	10				
	Preparacion de Medios, lavado y esterilizacion		4	1	5.0	m2/Pers.	Preparacon de material/ insumos de investigacion	20				
	Camaras Walk In Overtime CONVIRON BDW40		2	2	5.0	m2/Pers.	Camaras con producto prolongado	20				
	Area de Empaquetado de Productos		2	1	5.0	m2/Pers.	Preparacion y sellado de producto	10				
	Recepcion de Muestras		1	1	5.0	m2/Pers.	Recepcion y esterilizacion de muestras	5				
	Oficina Investigador Principal		1	1	10.0	m2/Pers.	Control, administracion	10				
	Vestidores Mujeres		3	1	4.0	m2/Pers.	Implementacion de trabajo	12				
	Vestidores Hombres		3	1	4.0	m2/Pers.	Implementacion de trabajo	12				
	Almacen de Descartables (insumos)		1	1	5.0	m2/Pers.	Almacenar insumos de laboratorio	Mobiliario	5			
	Residuos Toxicos		1	1	5.0	m2/Pers.	Residuos temporales clasificados	Mobiliario	5			
	Laboratorio de Análisis de Semillas	Estación de Trabajo (incluye estacion de seguridad)	24	1	5.0	m2/Pers.	Trabajos area humeda/ abierta	NIH Design Requirements Manual 2016 - RNE. Norma A.040 Art.9	120		214	
		Camara de Germinacion CONVIRON BDW40	2	1	5.0	m2/Pers.	Camaras con producto prolongado		10			
		Sala Auxiliar	2	1	5.0	m2/Pers.	Soporte/ Investigacion esozializada		10			
		Area Camaras Climaticas menores	2	1	5.0	m2/Pers.	Camaras de germinacion-crecimiento		10			
		Preparacion de Medios, lavado y esterilizacion	4	1	5.0	m2/Pers.	Preparacon de material/ insumos de investigacion		20			
		Oficina Investigador Principal	1	1	10.0	m2/Pers.	Control, administracion		10			
		Vestidores Mujeres	3	1	4.0	m2/Pers.	Implementacion de trabajo		12			
		Vestidores Hombres	3	1	4.0	m2/Pers.	Implementacion de trabajo		12			
		Almacen de Descartables (insumos)	1	1	5.0	m2/Pers.	Almacenar insumos de laboratorio		Mobiliario	5		
Residuos Toxicos		1	1	5.0	m2/Pers.	Residuos temporales clasificados	Mobiliario		5			

INVESTIGACIÓN	Laboratorios de Producción	Laboratorio de Biología Molecular	Estación de Trabajo (incluye estación de seguridad)	24	1	5.0	m2/Pers.	Trabajos area humeda/ abierta	NIH Design Requirements Manual 2016 - RNE. Norma A.040 Art.9	120		259			
			Preparacion de Medios, lavado y esterilizacion	4	1	5.0	m2/Pers.	Preparacon de material/ insumos de investigacion		20					
			Nucleo de Investigacion (C. Climaticas y Gabinetes de Bioseguridad)	4	1	5.0	m2/Pers.	Gabinetes de Bioseguridad/ manipulacion especializada, camaras de incubacion		20					
			Cuarto de Camaras Climaticas	2	1	5.0	m2/Pers.	Camaras de germinacion-crecimiento		10					
			Recepcion de Muestras	1	1	5.0	m2/Pers.	Recepcion y esterilizacion de muestras		5					
			Oficina Investigador Principal	1	1	10.0	m2/Pers.	Control, administracion		10					
			Camaras Overtime ARALAB	1	2	20.0	m2/Pers.	Camaras con producto prolongado		Mobiliario ARALAB	40				
			Vestidores Mujeres	3	1	4.0	m2/Pers.	Implementacion de trabajo		RNE. Norma A.040 Art.9	12				
			Vestidores Hombres	3	1	4.0	m2/Pers.	Implementacion de trabajo		RNE. Norma A.040 Art.9	12				
			Almacen de Descartables (insumos)	1	1	5.0	m2/Pers.	Almacenar insumos de laboratorio		Mobiliario	5				
Residuos Toxicos	1	1	5.0	m2/Pers.	Residuos temporales clasificados	Mobiliario	5								
Laboratorios de Producción	Laboratorio de Control Biologico: Entonologia y Entomopatologia	Estación de Trabajo (incluye estación de seguridad)	24	1	5.0	m2/Pers.	Trabajos area humeda/ abierta	NIH Design Requirements Manual 2016 - RNE. Norma A.040 Art.9	120		314				
		Camaras Walk In Overtime CONVIRON BDW40	2	2	5.0	m2/Pers.	Camaras con producto prolongado		20						
		Laboratorio Soporte Entonologia	2	1	5.0	m2/Pers.	Soporte/ Investigacion esozializada		10						
		Laboratorio Soporte Entomopatologia	2	1	5.0	m2/Pers.	Soporte/ Investigacion esozializada		10						
		Cuarto de Camaras Climaticas	2	1	5.0	m2/Pers.	Camaras de produccion-crecimeiento		10						
		Cuarto de Colecciones Entomologicas	2	1	5.0	m2/Pers.	Almacen de colecciones en estantes		10						
		Preparacion de Medios, lavado y esterilizacion	4	1	5.0	m2/Pers.	Preparacon de material/ insumos de investigacion		20						
		Area de Preparacion y Sellado de Contenedores	2	1	5.0	m2/Pers.	Sellado de contenedores de entidades biologicas		10						
		Oficina Investigador Principal	1	1	10.0	m2/Pers.	Control, administracion		10						
		Camaras de Crecimiento CONVIRON MTPS	1	2	20.0	m2/Pers.	Produccion masivo experimental		Mobiliario CONVIRON	40					
		Camaras de Crecimiento CONVIRON BDW40	2	2	5.0	m2/Pers.	Produccion masivo experimental		Mobiliario CONVIRON	20					
		Vestidores Mujeres	3	1	4.0	m2/Pers.	Implementacion de trabajo		RNE. Norma A.040 Art.9	12					
		Vestidores Hombres	3	1	4.0	m2/Pers.	Implementacion de trabajo		RNE. Norma A.040 Art.9	12					
		Almacen de Descartables (insumos)	1	1	5.0	m2/Pers.	Almacenar insumos de laboratorio		Mobiliario	5					
		Residuos Toxicos	1	1	5.0	m2/Pers.	Residuos temporales clasificados		Mobiliario	5					
		Laboratorio Cultivo de Tejidos	Laboratorio Cultivo de Tejidos	Estación de Trabajo (incluye estación de seguridad)	16	1	5.0		m2/Pers.	Trabajos area humeda/ abierta		NIH Design Requirements Manual 2016 - RNE. Norma A.040 Art.9	80		431
				Preparacion de Medios, lavado y esterilizacion	3	1	5.0		m2/Pers.	Preparacon de material/ insumos de investigacion			15		
Invernadero controlado	35			1	5.0	m2/Pers.	Fito crecimiento previo a viveros	175							
Recepcion de Muestras	1			1	5.0	m2/Pers.	Recepcion y esterilizacion de muestras	5							
Oficina Investigador Principal	1			1	10.0	m2/Pers.	Control, administracion	10							
Camaras de Crecimiento CONVIRON MTPS	1			6	20.0	m2/Pers.	Produccion masivo experimental	Mobiliario CONVIRON	120						
Vestidores Mujeres	2			1	4.0	m2/Pers.	Implementacion de trabajo	RNE. Norma A.040 Art.9	8						
Vestidores Hombres	2			1	4.0	m2/Pers.	Implementacion de trabajo	RNE. Norma A.040 Art.9	8						
Almacen de Descartables (insumos)	1			1	5.0	m2/Pers.	Almacenar insumos de laboratorio	Mobiliario	5						
Residuos Toxicos	1			1	5.0	m2/Pers.	Residuos temporales clasificados	Mobiliario	5						

Auxiliar	Soporte a Investigación	Oficina de Investigación	1	32	10.0	m2/Pers.	Oficinas investigadores		320		494	
		Laboratorio Computo	1	16	2.0	m2/Pers.	Sala grupal de computadores, abierto	NIH Design Requirements Manual 2016 - RNE. Norma A.040 Art.9	32			
		Write Up (area trabajo seco)	4	19	1.5	m2/Pers.	Sala, write up compartido		114			
		Sala de Reuniones Principal	10	1	2.0	m2/Pers.	Coordinación grupal	RNE. Norma A.090 Art.12	20			
		Sala de Reuniones Secundario	8	1	1.0	m2/Pers.	Coordinación grupal	RNE. Norma A.090 Art.12	8			
	Servicio	Snack Bar	12	2	2.0	m2/Pers.	Descanso/ alimentos	Mobiliario	48		268	
		Corredor Antecámara	10	9	2.0	m2/Pers.	Circulación en exclusiva	NIH Design Requirements Manual 2016	180			
		Deposito de Oficinas	1	1	20.0	m2/Pers.	Deposito de mobiliario/ divisores oficina	Mobiliario	20			
		Cuarto Limpieza	1	2	10.0	m2/Pers.	Insumos de Limpieza por piso	Mobiliario	20			
		SS.HH. Hombres y Mujeres	Revisar Cuadro Justificativo							96		
										30% CIRCULACIÓN Y MUROS		775.2
										ÁREA TOTAL		3359.2
										AFORO		293

ZONA	AMBIENTE	AFORO	CANTIDAD	ÍNDICE	DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN	ÁREA TECHADA	ÁREA NO TECHADA	PARCIAL		
TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	Biblioteca	Zona de Libros	30	1	2.3	m2/Pers.	Estanteria de Libros	Mobiliario	67.5	352.5	
		Area Digital	1	10	2.0	m2/Pers.	Computo	Mobiliario	20		
		Cubiculo de Trabajo	2	12	2.5	m2/Pers.	Lectura	Mobiliario	60		
		Zona de Lectura	54	1	2.0	m2/Pers.	Lectura	Mobiliario	108		
		Recepción	2	1	5.0	m2/Pers.	Informes, recepción	Mobiliario	10		
	Sala Audio Visual	58	1	1.5	m2/Pers.	Proyección de videos	RNE. Norma A.090 Art.11	87			
	Enseñanza/ Capacitación	Taller Experimental	Estación de Trabajo	25	5	5.0	m2/Pers.	Investigacion - enseñanza	RNE. Norma A.040 Art.9	625	1129
			Preparacion de Medios, lavado y esterilizacion (incluye estacion de seguridad)	1	5	12.0	m2/Pers.	Preparacon de material de investigacion	RNE. Norma A.090 Art.11	60	
			Cuarto de Camaras Climaticas	2	5	5.0	m2/Pers.	Germinación crecimiento, incubacion	RNE. Norma A.090 Art.11	50	
			Laboratorio Auxiliar	2	5	5.0	m2/Pers.	Estudios especificos- mayor riesgo de contaminacion	RNE. Norma A.040 Art.9	50	
		Camaras de Crecimiento CONVIRON MTPS	1	2	20.0	1Equipo/Pers.	Ensayo masivo experimental	Mobiliario CONVIRON	40		
		Aulas Teoricas	26	6	1.5	m2/Pers.	Norma Técnica Infraestructura Educativa	RNE. Norma A.040 Art.9	234		
	Sala de Trabajo	8	1	5.0	m2/Pers.	Trabajo libre, computo	RNE. Norma A.040 Art.9	40			
	Staff Docencia	3	1	10.0	m2/Pers.	Uso administrativo	RNE. Norma A.040 Art.9	30			
	Servicios	Almacén insumos y Residuos Temporales	1	1	30.0	m2/Pers.	Almacenar	RNE. Norma A.050 Art.6	30	102	
		SS.HH. Hombres y Mujeres	Revisar Cuadro Justificativo								72
										30% CIRCULACIÓN Y MUROS	
									ÁREA TOTAL		2058.55
									AFORO		419

ZONA	AMBIENTE	AFORO	CANTIDAD	ÍNDICE	DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN	ÁREA TECHADA	ÁREA NO TECHADA	PARCIAL	
SERVICIOS GENERALES	Abastecimiento Servicios	Cuarto de Tablero General	1	1	20.0	m2/Pers.	Tablero General	Codigo Electrico - Mobiliario estándar	20	103
		Cuarto Grupo Electrogeno	1	1	20.0	m2/Pers.	Proporcionar energia auxiliar	Codigo Electrico - Mobiliario estándar	20	
		Caseta Sub Estacion	1	1	20.0	m2/Pers.	Transformacion de energia	Codigo Electrico - Mobiliario estándar	20	
		Montacaragas	1	2	7.5	Equipo	Circulacion Verrtical	Maquina Proveedor	15	
		Ascensor	1	2	6.0	Equipo	Circulacion Verrtical	Maquina Proveedor	12	
	Almacenamiento	Cuarto de Maquinas	1	1	16.0	m2/Pers.	Bombeo del agua	Dimensionamiento cisterna	16	120
		Almacen / Taller de Herramientas	1	1	30.0	m2/Pers.	Almacenar herramientas	RNE. Norma A.050 Art.6	30	
		Deposito General Pabellon Investigacion y Produccion	1	1	30.0	m2/Pers.	Guardar equipamientos	RNE. Norma A.050 Art.6	30	
	Cocina	Deposito General Pabellon Transferencia y Ferias	1	2	30.0	m2/Pers.	Almacenar mobiliario y varios	RNE. Norma A.050 Art.6	60	166.4
		Atención	4	1	5.0	m2/Pers.	Atención	RNE. Norma A.070 Art.8	20	
		Área Neta Cocina, lavado, preparacion jugos	8	1	9.3	m2/Pers.	Preparación de alimentos	RNE. Norma A.070 Art.8	74.4	
		Frigorifico	1	2	15.0	m2/Pers.	Conservar alimentos nivel 0	Mobiliario ALITERM	30	
		Almacén de Bebidas	1	1	30.0	m2/Pers.	Conservar alimentos liquidos	RNE. Norma A.050 Art.6	30	
		Almacén de Descartables	1	1	30.0	m2/Pers.	Alimentos secos y descartables	RNE. Norma A.050 Art.6	30	
		Lavamopas	1	1	2.0	m2/Pers.	Lavar trapos	Mobiliario	2	
		Residuos Temporales	1	4	1.5	m2/Pers.	Desechos temporales	Mobiliario	6	
		Control Del Personal Check In	1	1	4.0	m2/Pers.	Check In del personal e insumos	Mobiliario	4	
	SS.HH. Hombres y Mujeres	Revisar Cuadro Justificativo						40		40
	Maniobras	Caseta de Control	1	2	10.0	m2/Pers.	Control Ingreso a CETA	Mobiliario	20	20
		Carga y Descarga de insumos, productos	1	1	570.0	m2/Pers.	Carga y descarga de productos	Radios de Giro		570
		Contenedores de basura	1	4	5.3	m2/Pers.	Desechos almacenados	Mobiliario	21.20	591.2
	Estacionamiento	Estacionamiento (5.00 x 2.50)	1	82	12.5	1Est./Area	Estacionamiento	1 PLAZA cada 40 m2 de área techada total según Desarrollo Urbano de Trujillo	1025	1025
	30% CIRCULACIÓN Y MUROS									140.82
	ÁREA TOTAL									590
AFORO									23	

ZONA	AMBIENTE	AFORO	CANTIDAD	ÍNDICE	DESCRIPCIÓN	JUSTIFICACIÓN	ÁREA TECHADA	ÁREA NO TECHADA	PARCIAL	
SOCIAL	Lobby	Recepcion / Check In	2	1	10.0	m2/Pers.	Atención Médica	Mobiliario	20	808
		Tópico	3	1	6.0	m2/Pers.	Acceso	RNE. Norma A.050 Art.6	18	
		Hall Primer Nivel	150	1	2.5	m2/Pers.	Circulacion	RNE. Norma A.090 Art.11	375	
		Hall Segundo Nivel	150	1	2.5	m2/Pers.	Circulacion	RNE. Norma A.090 Art.12	375	
	Comedor	Tienda de productos	8	1	2.5	m2/Pers.	Venta productos elaborados	RNE. Norma A.070 Art.8	20	216
		Área de Mesas	144	1	1.5	m2/Pers.	Consumir alimentos	RNE. Norma A.070 Art.8	216	
	Sala de Conferencias	Butacas	90	1	1.0	m2/Pers.	Asientos	RNE. Norma A.090 Art.11	90	152
		Escenario	14	1	3.0	m2/Pers.	Exponer	RNE. Norma A.090 Art.11	42	
		Depósito Conferencias	2	1	10.0	m2/Pers.	Almacenar	Mobiliario	20	
	Servicios	SS.HH. Hombres y Mujeres	Revisar Cuadro Justificativo						24	
30% CIRCULACIÓN Y MUROS									360	
ÁREA TOTAL									1560	
AFORO									144	

Elaboración: Autor de Tesis

Tabla 11: Áreas por zonas

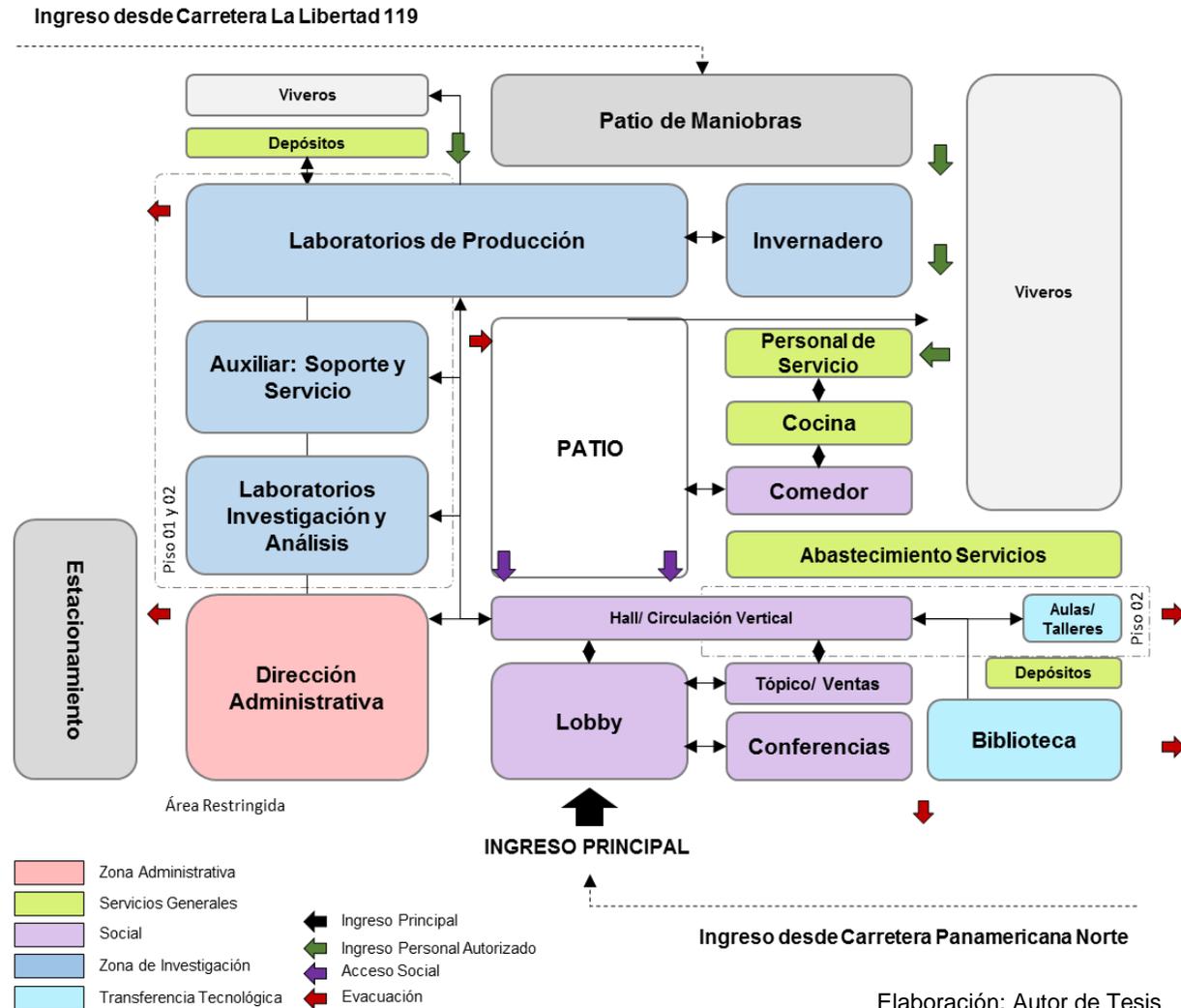
CENTRO EXPERIMENTAL TECNOLÓGICO AGRARIO			
ÁREA TERRENO (m ²)	151970.26		
ÁREA TECHADA (m ²)	8241.37		
ÁREA LIBRE (m ²)	143728.89		%
			94.58
ZONAS (m ² y % DE SUPERFICIE TECHADA)	ZONA	ÁREA TECHADA	%
	ADMINISTRATIVA	673.40	0.44
	SERVICIOS GENERALES	590.22	0.39
	SOCIAL	1560.00	1.03
	INVESTIGACION	3359.20	2.21
	TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	2058.55	1.35

Elaboración: Autor de Tesis

Las dos zonas de gran relevancia en el proyecto son Investigación y Transferencia Tecnológica. La zona de Investigación abarca los ambientes de laboratorios de investigación y producción agraria los cuales se definen como “energía por capas” o agrupación de espacios por cantidad de energía que necesita para su funcionamiento en cuanto a ventilación, luz natural y artificial. Estos espacios se definen como laboratorios abiertos húmedos (varios módulos continuos de trabajo protegidos de la luz solar directa), laboratorios secos (oficinas, salas de reunión, etc. que requieren de luz natural) y laboratorios soporte (cuartos oscuros, cámaras climáticas, cuartos de lavado, etc., los cuales generalmente no están ocupadas y no necesitan ventanas).

Cada capa se zonifica aprovechando los factores naturales que requieren con apoyo de un cerramiento aislante interno y externo que mejoren la calidad de sus ambientes. La zona de Transferencia Tecnológica también cuenta con laboratorios de grado de complejidad menor establecidos como talleres de investigación y aprendizaje además de aulas teóricas, estos espacios también deben ser debidamente protegidos de las inclemencias del clima mediante la envolvente arquitectónica. El laboratorio tiene como objetivo garantizar la seguridad ambiental y salud del usuario mediante criterios de diseño eficientes y regulados por el NIH National Institutes of Health – Design Requirements Manual 2016.

Figura 18: Organigrama funcional



5.3 PROYECTO ARQUITECTÓNICO

5.3.1 Planos del Proyecto

P01. Plano Topográfico

L01. Plano de Lotización

U01. Plano de Ubicación

ARQUITECTURA

A01. Plan General

A02. Planta Conjunto Piso 01

A03. Planta Conjunto Piso 02

A04. Sector Piso 01

A05. Sector Piso 02

A06. Plano de Techos

A07. Cortes

A08. Elevaciones

A09. Elevaciones

ESTRUCTURAS

E01. Plano de Cimentación

E02. Plano de Entrepiso

E03. Plano de Cubierta

INSTALACIONES SANITARIAS

IS01. Red Matriz de Agua

IS02. Red de Distribución de Agua Piso 01

IS03. Red de Distribución de Agua Piso 02

IS04. Red Matriz de Desagüe

IS05. Red de Distribución de Desagüe Piso 01

IS06. Red de Distribución de Desagüe Piso 02

INSTALACIONES ELÉCTRICAS

IE01. Red Matriz de Alimentadores

IE02. Luminarias Piso 01

IE03. Luminarias Piso 02

IE04. Tomacorrientes Piso 01

IE05. Tomacorrientes Piso 02

IE06. Diagramas Unifilares 01

IE07. Diagramas Unifilares 02

5.3.2 Vistas Exteriores

Figura 19: Fachadas protegidas orientados al oeste



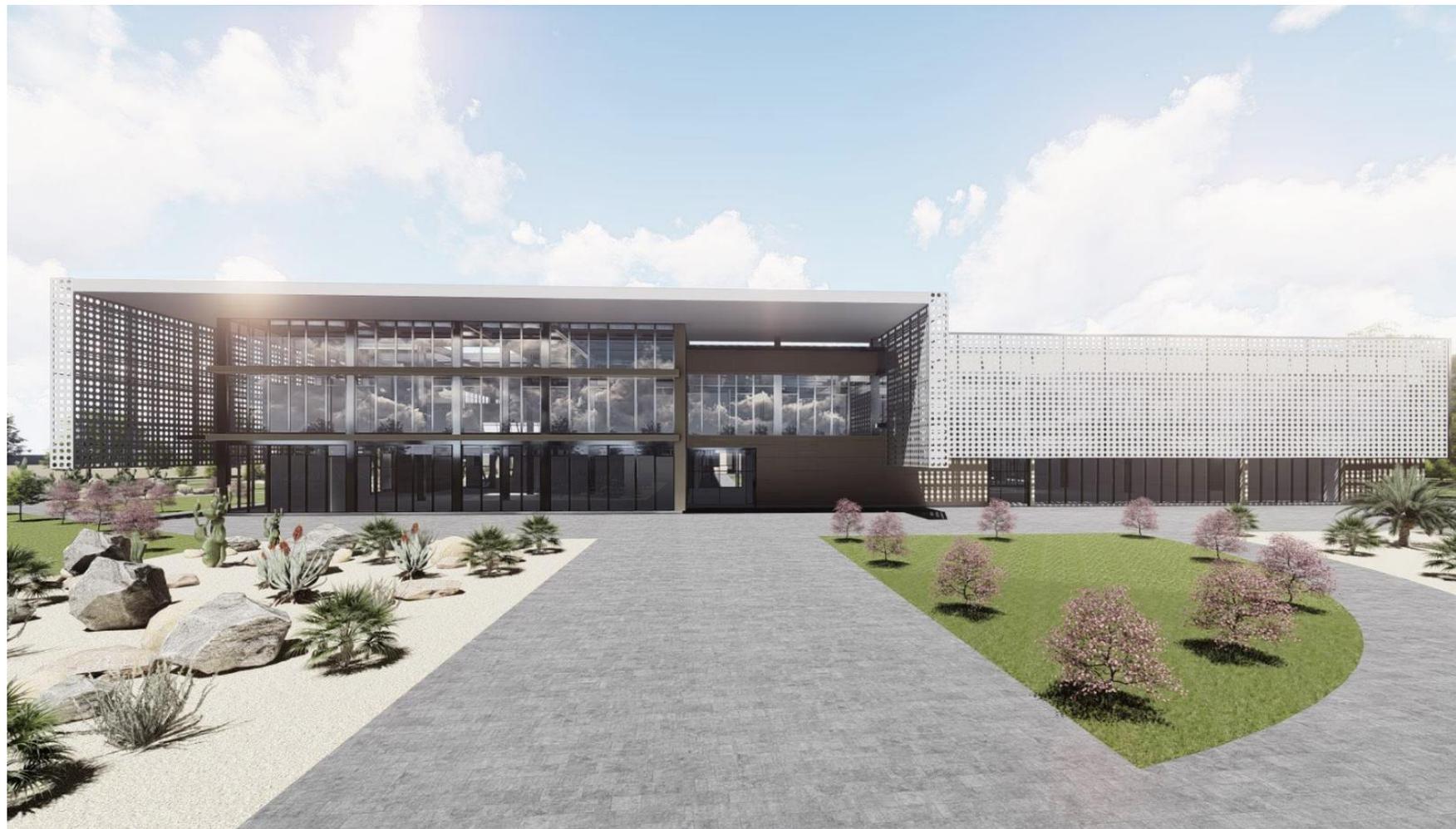
Elaboración: Autor de Tesis

Figura 20: Volumen acristalado protegido por las pantallas perforadas y volado



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 21: Fachada sur oeste protegido e ingreso remarcado



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 22: Fachada sur oeste



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 23: Fachadas oeste



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 24: Ventanales en fachada sur este con voladizo



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 25: Fachada nor oeste



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 26: Fachadas orientados al norte



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 27: Protección de muro cortina con pantalla perforada y volado Onyx Solar



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 28: Invernadero orientado al norte con lucernario Onyx solar



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 29: Patio central donde volados protegen ventanales



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 30: Vista panorámica 01



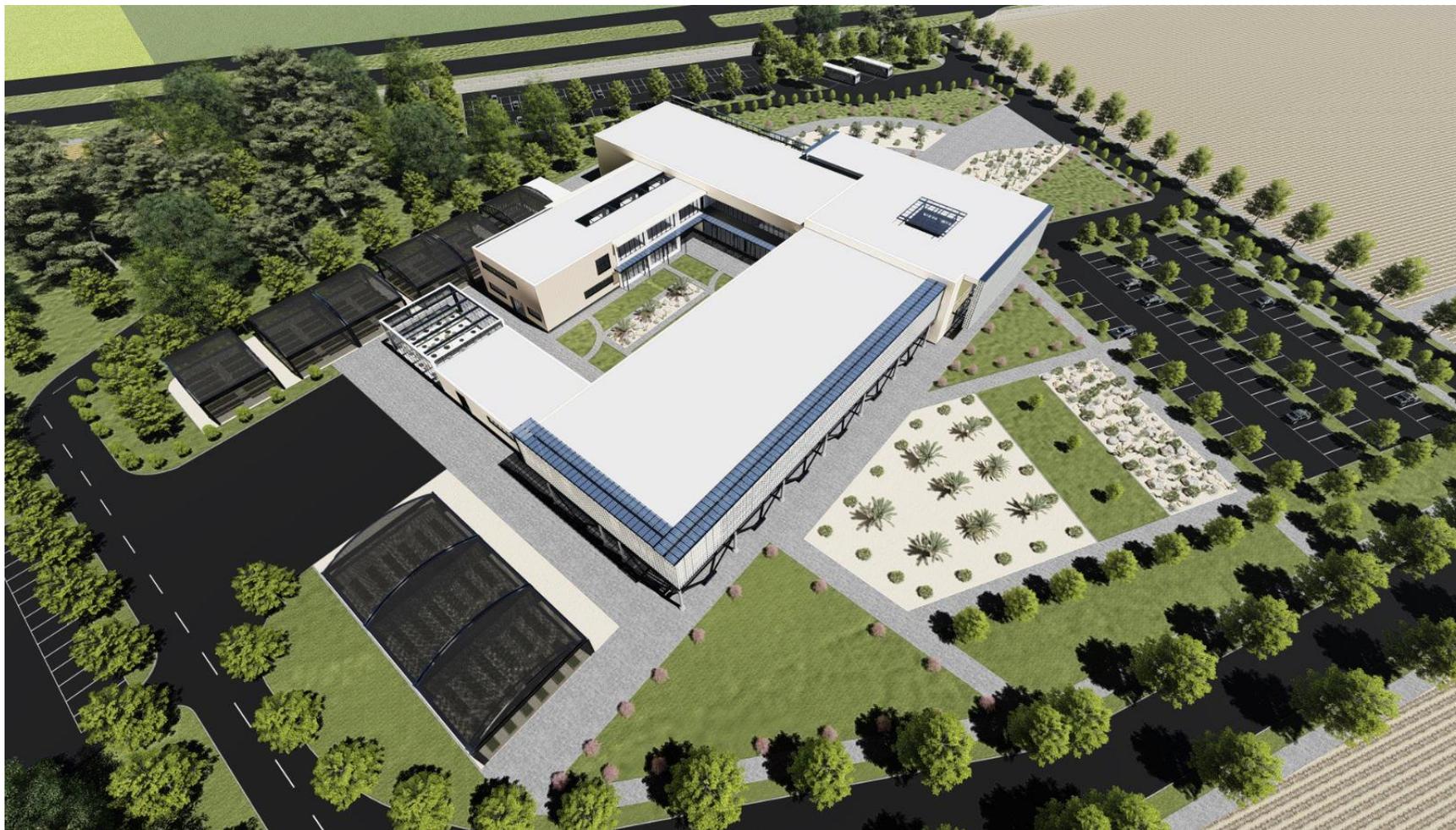
Elaboración: Autor de Tesis

Figura 31: Vista panorámica 02



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 32: Vista panorámica 03



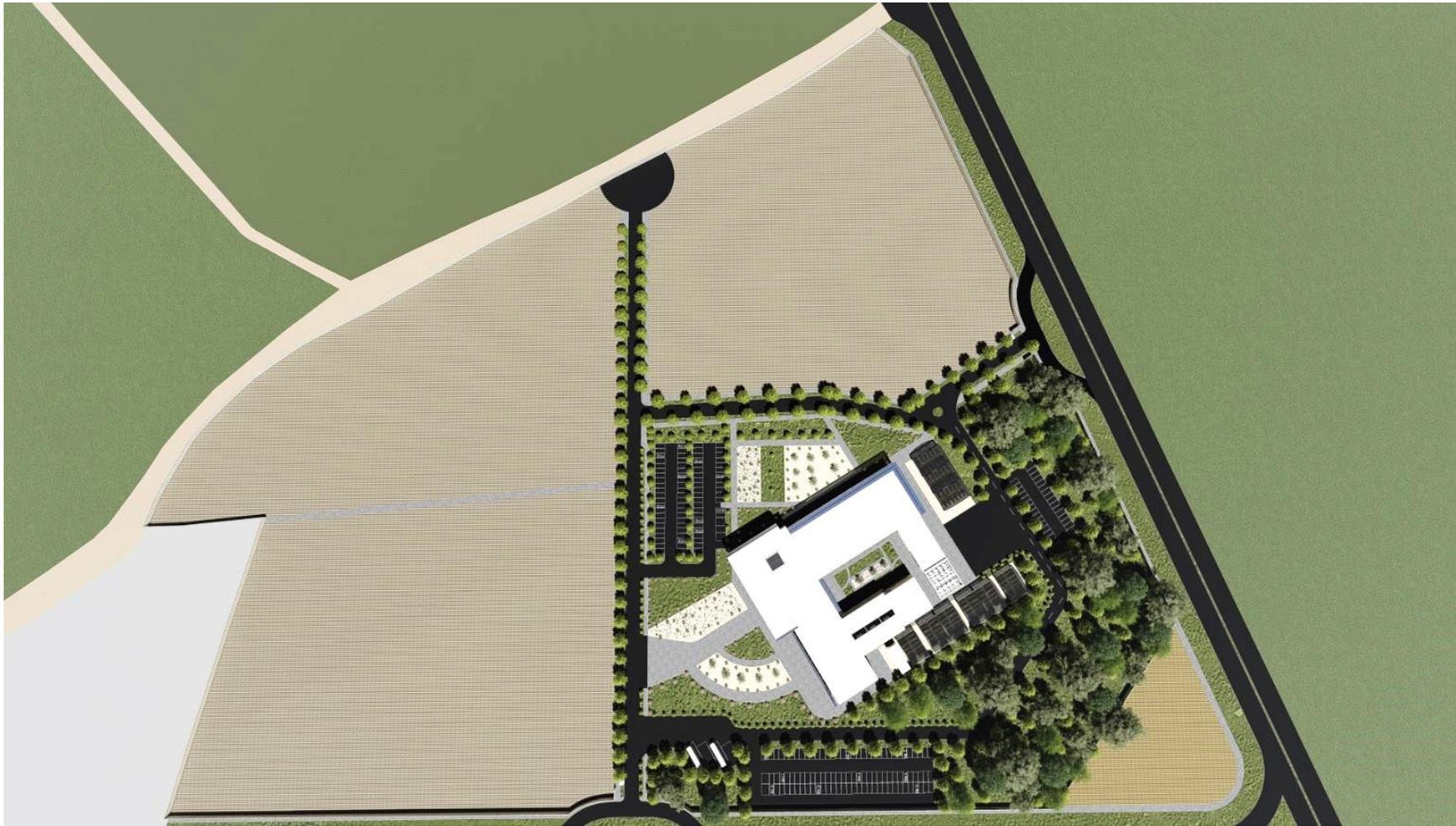
Elaboración: Autor de Tesis

Figura 33: Vista panorámica 04



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 34: Vista del lote matriz



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 35: Vista del conjunto diseñado



Elaboración: Autor de Tesis

5.3.3 Vistas Interiores

Figura 36: Cuarto de cámaras climáticas ARALAB y Gabinetes de Bioseguridad



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 37: Vista 01 de laboratorio In Vitro



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 38: Vista 02 de laboratorio In Vitro



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 39: Cámara de crecimiento de foto estabilidad CONVIRON



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 40: Vista 01 de taller laboratorio



Elaboración: Autor de Tesis

Figura 41: Vista 02 de taller laboratorio



Elaboración: Autor de Tesis

5.4 MEMORIA DESCRIPTIVA

5.4.1 Memoria de Arquitectura

5.4.1.1 Aspectos Generales del Terreno y Contexto

a. Localización y Ubicación

El Centro Experimental Tecnológico Agrario se ubica en el distrito de Virú, provincia de Virú, región La Libertad, entre los centros poblados California y Puente Virú. El terreno se encuentra a una altura aproximada de 50 m.s.n.m. en las coordenadas 8°25'30"S 78°46'47"O.

Departamento: La Libertad

Provincia: Virú

Distrito: Virú

Dirección: Carretera Panamericana Norte –
Carretera La Libertad Km 119 Parcela n° 02013

Figura 42: Vistas del terreno



Elaboración: Autor de Tesis

b. Antecedentes

El plano de Zonificación de Usos de Suelo de Virú de Municipalidad Provincial de Virú muestra que el terreno es una parcela agrícola en una zona sin proyección de expansión urbana sin parámetros normativos establecidos, sin embargo, se encuentra un grifo con licencia a su costado. Se hace conocimiento que actualmente la municipalidad no cuenta

con un plan de desarrollo provincial aprobado. A lo mencionado anteriormente, se propone un plan de habilitación urbana para el terreno de área bruta donde se define: área de expansión de vías nacionales, aportes metropolitanos, lotización y vías interna de lote matriz.

c. Clima

- **Temperatura**

La zona de confort oscila entre los 20 a 24°C: en temporada de verano se puede llegar hasta 30°C máximo y en invierno la temperatura baja hasta 14°C.

- **Radiación**

Los meses mayo hasta septiembre los niveles más bajos registrados en temporada de invierno; más de la mitad del año la superficie terrenal está sometida a altos índices de radiación alcanzando más de 8.0 kWh/m². El proyecto debe contar con una volumetría y materialidad resistente y aislante contra radiación solar directa en sus fachadas y cubiertas.

- **Precipitaciones**

Se registra precipitación mensual media anual de 1.48 mm en verano e invierno, siendo el promedio anual de alrededor de 10 milímetros. En marzo del 2017, a causa del fenómeno del niño, se registró precipitaciones que superaban los 50mm diarios, ocasionando rebosamiento de ríos y desbordamiento de quebradas inactivas (SENAMHI).

- **Vientos**

Los vientos dominantes de la costa de La Libertad tienen orientación de sur oeste a nor este, no obstante por estaciones anuales se obtiene direcciones de vientos dominantes por la cantidad de horas máximas percibidas la cuales superan los 10m/s. El rango de humedad relativa se mantiene constante entre 70% a 80% en el valle.

Tabla 12: Datos climáticos de Virú

Temperatura Máxima	30° C
Temperatura Media	18.9° C
Temperatura Mínima	10° C
Humedad Relativa	70%-80-5
Radiación	5.13 kWh/m ²
Precipitación	14mm
Dirección de Vientos	Sureste → Noroeste
Velocidad del Viento	6km/h

Elaboración: Autor de Tesis

d. Condiciones de Suelo

Tabla 13: Condiciones de suelo

Condiciones para Suelo de Cultivo	
Profundidad	Las raíces de las plantas usan el suelo a profundidades que van de unos pocos centímetros más de un metro, la capa freática está a 3m bajo nivel del suelo.
Textura	El suelo es de alta calidad para cultivo siendo suelo franco limoso con presencia de actividad microbiólogo y apto para la construcción.
Topografía	Presenta una pendiente de 2° el cual es casi plano.
Actividad Microbiana	El suelo actualmente es agrícola y ya tiene un trayectoria como suelo rico en nutrientes y trabajado para cultivo.
Condiciones para Suelo de Construcción	
Tipo De Suelo	Arena fina, suelo orgánico, mezcla de limo arenoso y arcilla.
Drenaje	Bueno.
Zona Sísmica	ZONA 3 Factor 0.4

Elaboración: Autor de Tesis

e. Lote Matriz: Linderos y Área

El perímetro del terreno es de es 1723.72 ml, con dos frentes y tres linderos:

- Frente este (1): Carretera La Libertad 119 459.83 m
- Frente sur (1): Carretera Panamericana Norte 556.73 m
- Lindero norte (1): Parcela 02014 482.08 m
- Lindero oeste A(1): Parcela 02012 59.45 m
- Lindero oeste B(1): Parcela 02012 165.63 m

El terreno de gran extensión irregular plana presenta una pendiente de 2° y superficie total de 156 670.36 m² (15.6 ha) con un sistema de riego de canales existentes, el terreno a edificar debe el suelo debe compactarse para que no sea difícil su instalación.

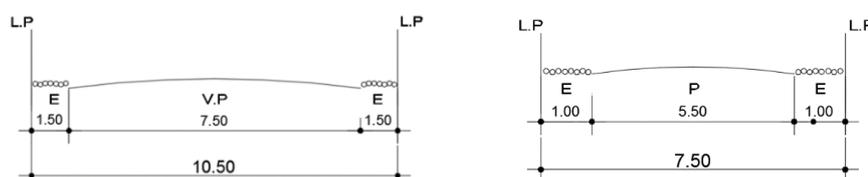
f. Comunicaciones y Vías de Acceso

Las vías de acceso al terreno son:

Carretera Panamericana Norte: principal vía interprovincial regional y nacional (vía principal de tránsito pesado).

Carretera La Libertad 119: vía de acceso para la zona nor-este parte sierra de la provincia y región (vía secundaria de tránsito pesado).

Figura 43: Secciones viales de carreteras actuales



Carretera Panamericana Norte Km 521 – Carretera La Libertad 119
Elaboración: Autor de Tesis

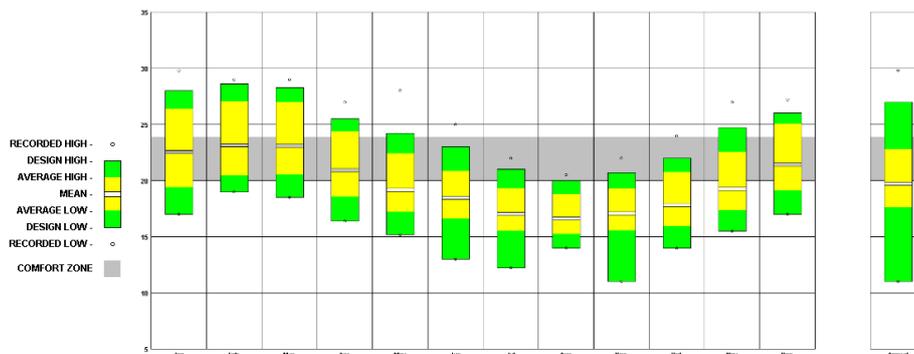
g. Abastecimiento de Servicios

El terreno se abastece de servicios agua, desagüe y energía eléctrica por estar entre dos centros poblados y además el lote adyacente izquierda perteneciente de Petro Perú cuenta con licencia y habilitación urbana. Para el abastecimiento de agua para riego existen canales de agua proveniente del proyecto Chavimochic.

5.4.1.2 Estudio del Clima

Los registros meteorológicos del SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) expresan que Virú presenta un clima árido con humedad y temperatura elevada casi durante todo el año. Se procede a la obtención de una base de datos climáticos con el software Meteonorm con miras hacia el año 2020 y Climate Consultant para evaluar el clima mediante gráficos, ingresando datos del SENAMHI evaluados con datos interpolados de estaciones meteorológicas cercanas a la zona de estudio.

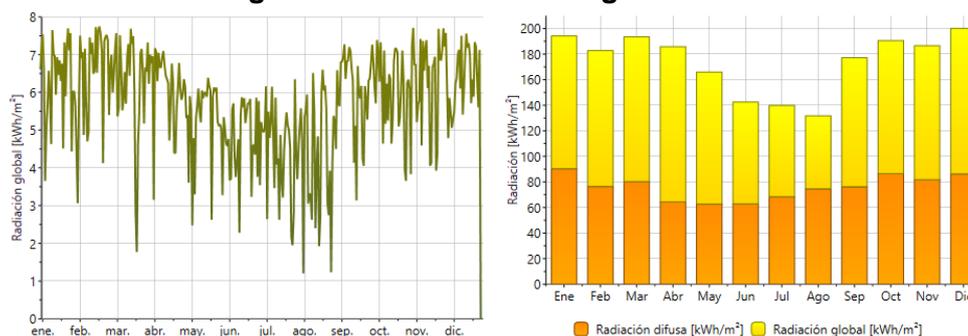
Figura 44: Virú – rangos de temperatura



Fuente: Climate Consultant

La zona de confort oscila entre los 20 a 24°C: en temporada de verano se puede llegar hasta 30°C máximo y en invierno la temperatura baja hasta 10°C. La temperatura media en verano oscila dentro de la zona de confort, sin embargo, en invierno está bajo el rango recomendado.

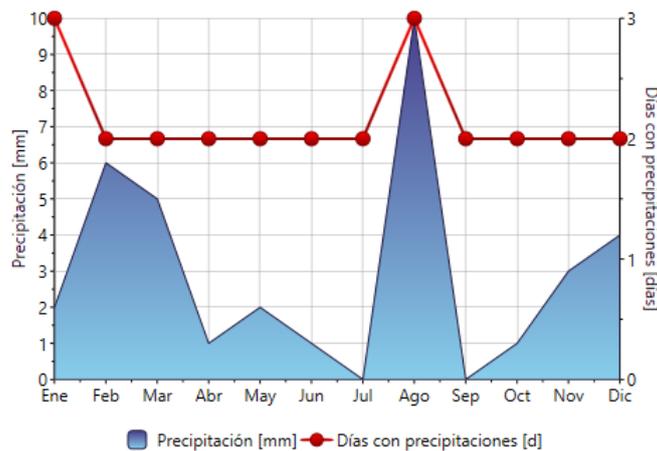
Figura 45: Virú – radiación global diaria



Fuente: Meteonorm

El gráfico de la radiación solar muestra los meses de mayo hasta septiembre los niveles más bajos registrados en temporada de invierno; más de la mitad del año la superficie terrenal está sometida a altos índices de radiación que alcanza los 8.0 kWh/m², debido a esto el proyecto arquitectónico debe contar con materialidad soportante a la radiación directa y tener una composición volumétrica que ayude a mitigar la radiación directa sobre fachadas o cubiertas de zonas que requieran más protección.

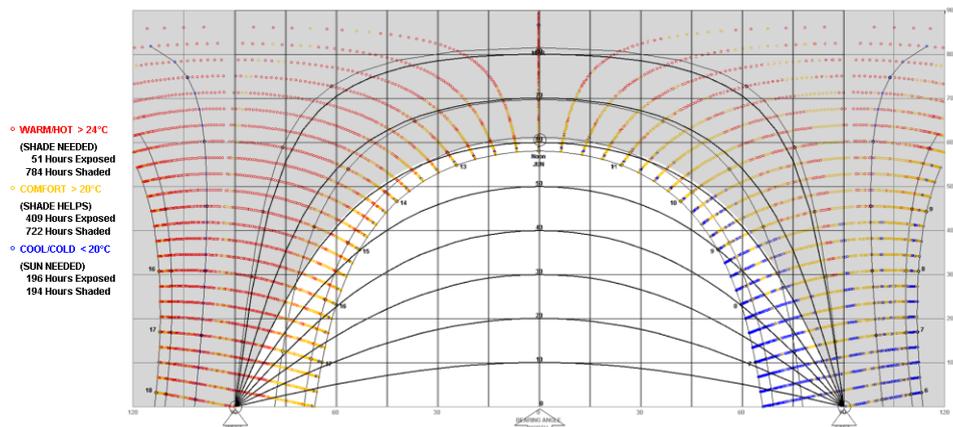
Figura 46: Virú – precipitaciones



Fuente: Meteororm

Según el Plan de Desarrollo Rural de Virú, el régimen de precipitación que se registra corresponde a un tipo mixto de invierno y verano, con una precipitación mensual media anual de 1.48 mm, siendo el promedio anual de alrededor de 10 milímetros. En cuanto a los datos interpolados se obtiene que la duración mensual de precipitaciones es de dos días; estos datos no consideran los valores de precipitación ocasionados por el fenómeno del Niño Costero. En marzo del 2017, a causa del fenómeno del niño, se registró precipitaciones que superaban los 50mm diarios, ocasionando rebosamiento de ríos y desbordamiento de quebradas inactivas (SENAMHI).

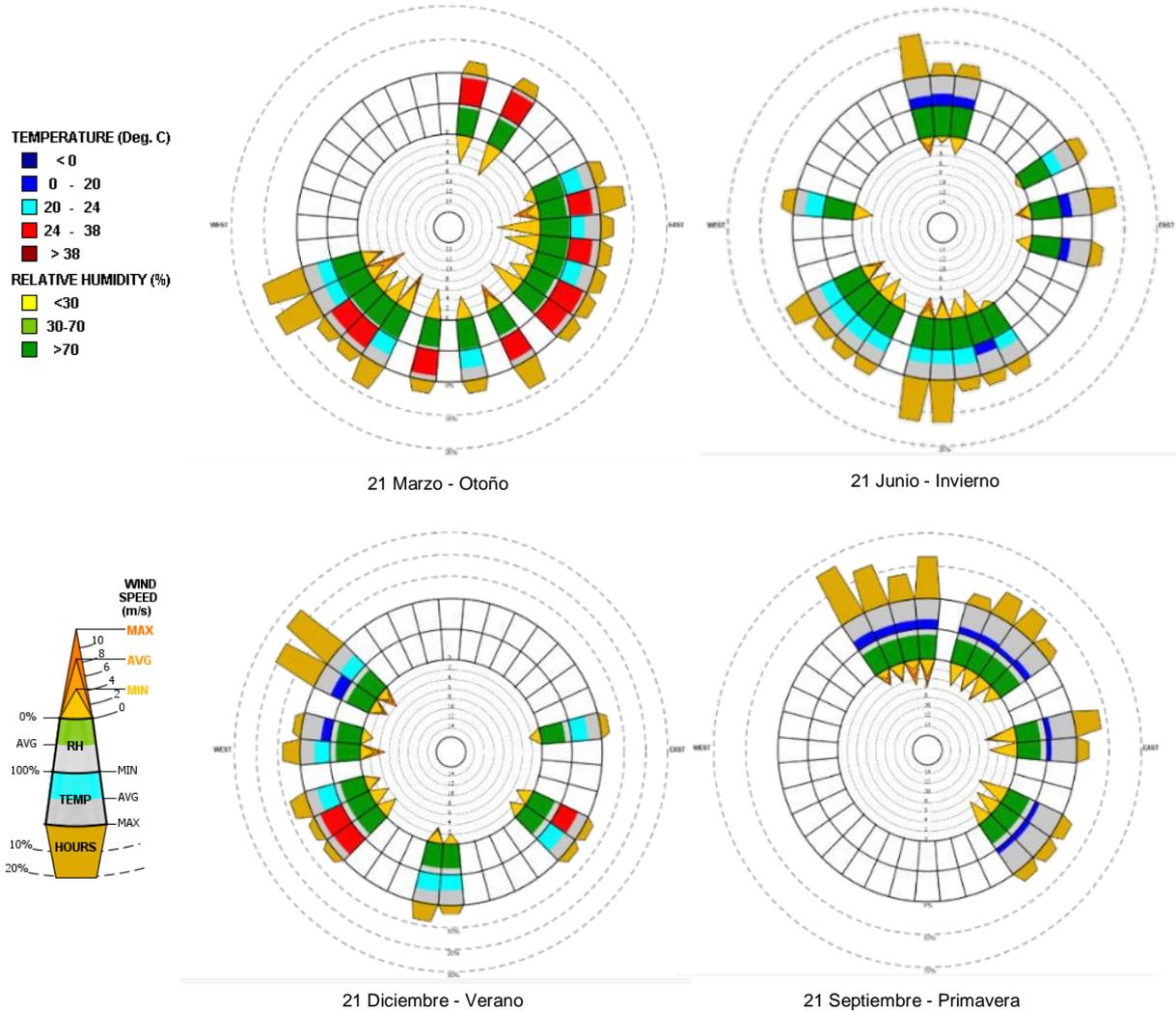
Figura 47: Virú – diagrama de sombreados



Fuente: Climate Consultant

Este gráfico permite conocer la temperatura en diferentes días de diferentes meses del año, indica el tiempo que necesita sombreado arquitectónico para lograr un confort; en este caso al ángulo de sombreado de los paramentos horizontales deben reflejar un sombreado de 70° en verano.

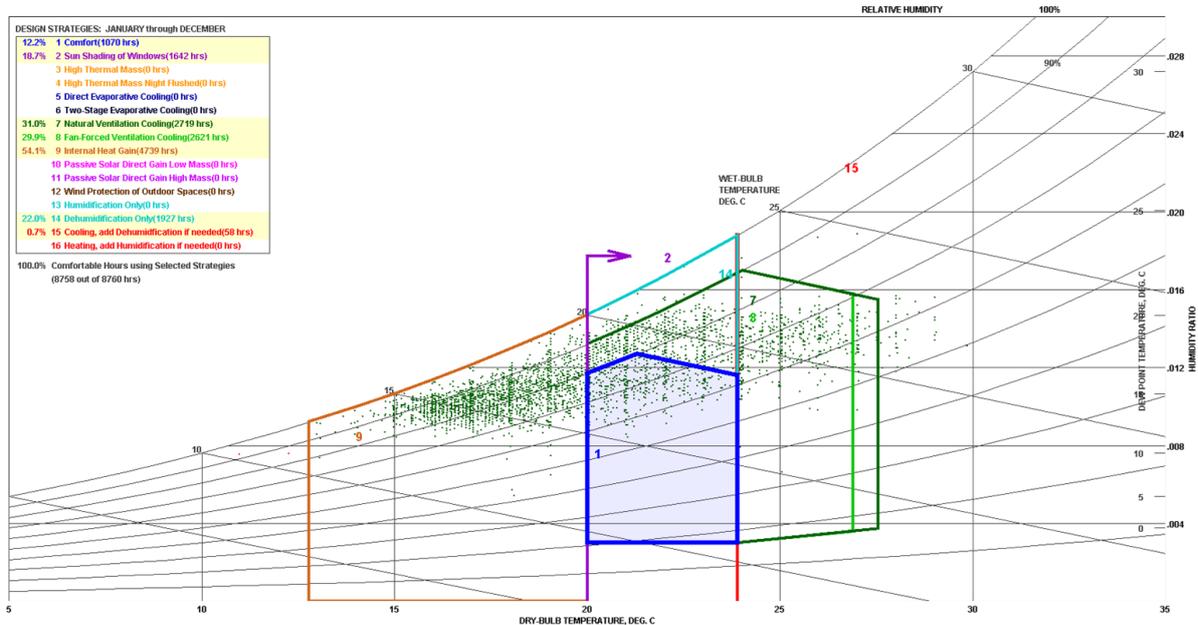
Figura 48: Virú – rosa de vientos



Fuente: Climate Consultant

En general los vientos dominantes de la costa de La Libertad tienen orientación de sur oeste a nor este, no obstante, por estaciones anuales se obtiene direcciones de vientos dominantes por la cantidad de horas máximas percibidas la cuales superan los 10m/s. El rango de humedad relativa se mantiene constante entre 70% a 80% en el valle. En las rosas de vientos de los equinoccios predominan los vientos mientras que en el solsticio de verano (como invierno) carecen, esto se toma en cuenta para las necesidades de enfriamiento de fachadas del edificio.

Figura 49: Virú – esquema psicrométrico



ESTRATEGIAS DE DISEÑO – ENERO A DICIEMBRE

- 07.10% 01 Confort (1070 hrs)
- 18.70% 02 Sombreado de ventanas (1642 hrs)
- 31.00% 07 Ventilación Natural para enfriamiento (2719 hrs)
- 29.90% 08 Ventilación forzada para enfriamiento (2621 hrs)
- 54.10% 09 Ganancia de calor interna (4739 hrs)
- 22.00% 14 Des humidificación (1927 hrs)
- 00.70% 15 Refrigeración y des humidificación si necesario (58 hrs)
- 100.0% Horas confortables usando estrategias seleccionadas (8785 horas)

Fuente: Climate Consultant

El esquema psicrométrico con estrategias seleccionadas para alcanzar el confort térmico sugiere en invierno se optimice la ganancia de calor interna, la envolvente debe ser capaz de contener calor en su composición al interior. En verano la zona confortable se mide hasta los 24°C y en Virú puede llegar hasta 30°C de temperatura, se ha de trabajar la ventilación natural con la envolvente, mecanismos de control solar que generen sombra y sistemas de enfriamiento forzada al interior del edificio; por otro lado, cuando la humedad relativa este al 80% y supere este límite se optarán sistemas de des humidificación y refrigeración.

5.4.1.3 Estudio del Usuario INIA

a. Usuarios Permanentes

INIA Paraguay: la Estación Experimental Las Brujas registra en el 2017, 513 personas permanente entre personal administrativo (275) y personal de investigación (234).

INIA Perú: la Estación Experimental Central y UNALM registra en el 2017, 497 personas permanente entre personal administrativo (112) y personal de investigación (381).

- **Profesionales Investigadores:** Aquellos profesionales trabajando programas y proyectos sujetos al INIA y en colaboración con otras instituciones del SNIA.
- **Personal CETA:** Se encuentran personal administrativo y de servicios menores. Los cargos del personal administrativo del centro experimental se definen en el organigrama operacional.

Tabla 14: Cuadro Comparativo de Trabajadores INIA Paraguay y Perú

INIA	Paraguay	Perú	Totales	50% CETA
Investigadores	234	381	615	307
Personal Administrativo - Servicio	62	91	153	76
Total	356	493	849	424
Possible Total Profesionales CETA				424

Fuente: INIA Paraguay – INIA Perú

b. Usuarios Temporales

- **Pasantes CETA:** Jóvenes egresados y/o en convenio con instituciones de educación superior y profesionales que buscan desarrollar una complementar conocimientos de su carrera en las áreas Agrícola, Agrónoma y Agroindustrial. En la Región La Libertad actualmente existe una oferta académica reducida y enfocada principalmente en área de conocimiento relacionado a la agronomía. Entre las instituciones de estudios pre grado más reconocidas se encuentran:

Tabla 15: Cantidad de Alumnado Universidades Agrónomas de Trujillo

Universidad Nacional de Trujillo

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS – MATRICULADOS 2016			
Escuela	Femenino	Masculino	Totales
Agronomía	98	140	238
Agroindustrial	111	164	275
Agrícola	100	160	260
Zootecnia	137	141	278

Universidad Privada Antenor Orrego Trujillo

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS – MATRICULADOS 2016			
Escuela	Femenino	Masculino	Totales
Agronomía	-	-	234
Industrias Alimentarias	-	-	104
Veterinaria y Zootecnia	-	-	315

Fuente: Universidad Privada Antenor Orrego – Universidad Nacional de Trujillo

Se toma en cuenta estas dos instituciones por ser más concurridas respecto a las ciencias agrarias en la región a parte de los centros o institutos técnicos agrarias de menor escala. En resumen, se obtienen:

Tabla 16: Resumen de Alumnado en Universidades Agrónomas de Trujillo

Escuela	UNT	UPAO	Totales	25% CETA
Agronomía	238	234	472	118
Agroindustrial	275	-	275	68
Agrícola	260	-	260	65
Zootecnia	278	315	593	148
Industrias Alimentarias	-	104	104	26
Total				277
Posible Total Pasantes CETA				280

Elaboración: Autor de Tesis

- **Público Seminarios y Charlas:** grupo de personas que desee conocer un tema específico, adelantos tecnológicos, nuevas técnicas, etc. que puedan incorporar en sus actividades agrícolas a operarios agricultores y público en general, utilizando las instalaciones de aulas, sala de conferencias, biblioteca y ferias agrarias exhibidas al exterior.

5.4.1.4 Aforo Total

El proyecto dispone de 05 zonas: Administrativa. Servicios Generales, Social, Investigación y Transferencia Tecnológica; las zonas predominantes son las dos últimas porque en su uso se basa el funcionamiento del establecimiento en dos niveles. Para el aforo del establecimiento se incluyen las áreas no tan concurridas, de tal manera se conoce cuantas personas pueden estar en el edificio en un mismo tiempo. En cuanto al personal administrativo-servicio, existe más cantidad de obreros u operarios de riego y siembra en campo.

Tabla 17: Cantidad de usuarios para diseño

Usuarios	Estudio	CETA
Investigadores	304	305
Personal Administrativo - Servicio	76	63
Pasantes CETA	280	281
Total para Diseño	660	649

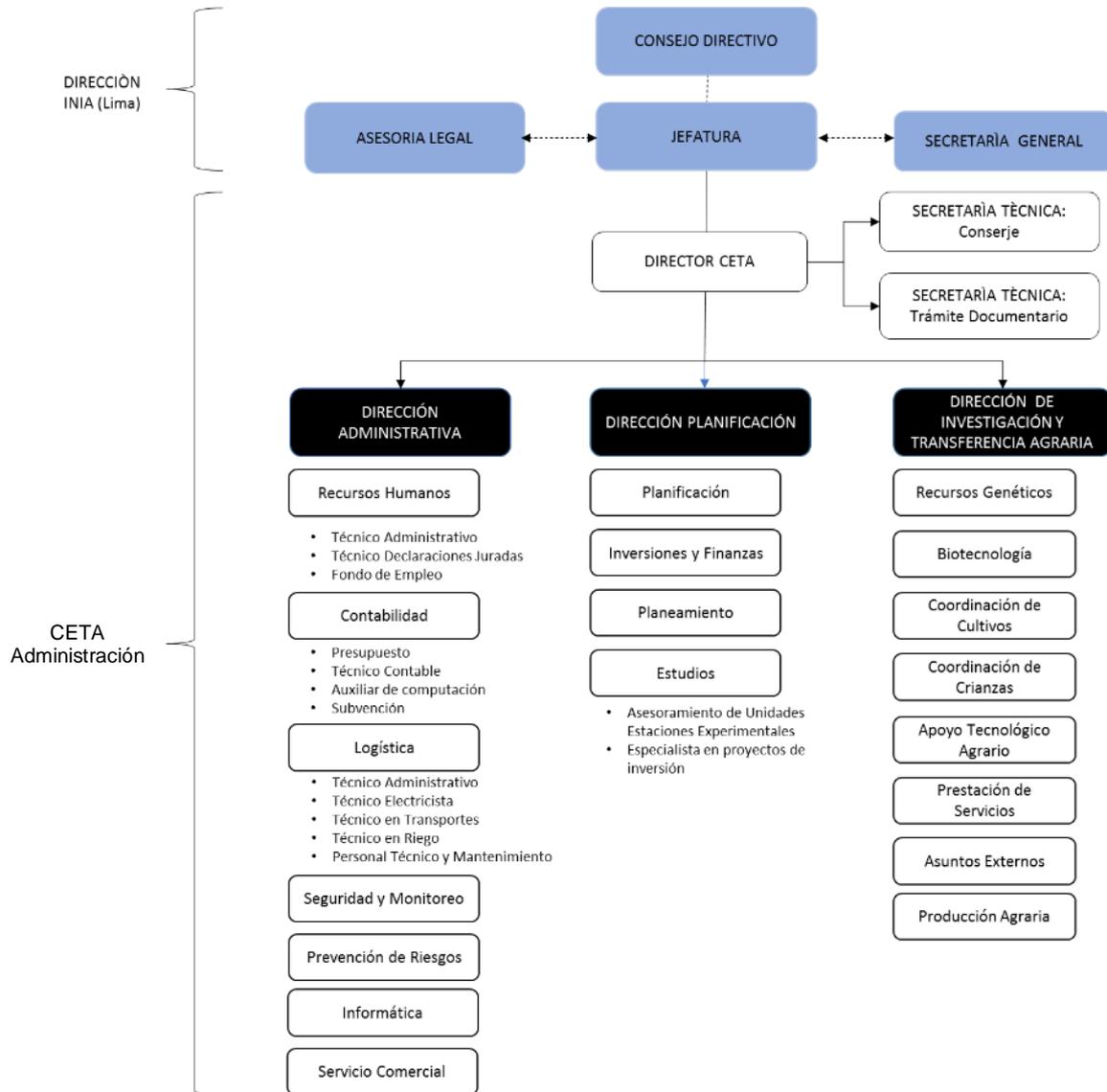
Elaboración: Autor de Tesis

Tabla 18: Cantidad de aforo en proyecto

Zona	Aforo	Piso	Total
Administrativa	40	1	40
Transferencia Tecnológica	138	1	419
	281	2	
Investigación	75	1	305
	230	2	
Servicios Generales	23	1	23
Social	144	1	144
Total en Edificio			931

Elaboración: Autor de Tesis

Figura 50: Organigrama operacional administrativa



Elaboración: Autor de Tesis

5.4.1.5 Propuesta de Habilitación Industrial

a. Industria Liviana I-2

Los terrenos de cultivo ubicados fuera de la zona de Expansión Urbana no están sujetas a parámetros urbanos, sin embargo, mediante los requerimientos de habilitación se pueden definir parámetros bajo indicadores de la habilitación urbana industrial.

La norma TH.0.30 Cap. 01, artículo 01 define este tipo de habilitación como aquella destinada predominantemente en la edificación de locales industriales y que se realizan sobre terrenos calificados con una Zonificación a fin o compatible. Según su clasificación existen 04 tipos de industrias, el cual el proyecto ocupa en la clasificación de tipo 02:

Tabla 19: Tipo de habilitación industrial

Tipo	Área Lote Mín.	Frente Lote Mín.	Tipo de Industria
2	1 000 M2	20 M.	Liviana

Fuente: Reglamento Nacional De Edificaciones

El Artículo 04, inciso 02 lo define como:

Proyectos de habilitación urbana que corresponden a una actividad industrial no molesta ni peligrosa, orientada al área del mercado local y la infraestructura vial urbana, a ser ejecutadas en zonas industriales I-2. Estas habilitaciones admiten hasta 20% de lotes con las características y usos correspondientes al Tipo 1.

b. Perímetro y Topografía

El terreno plano de pende 2° presenta ángulos y lados irregulares con curvas de nivel equidistantes de 1.00m.

Tabla 20: Coordenadas UTM del terreno

Vértice	Ángulos	Lado	Distancia	Este (X)	Norte (Y)
1	67.41°	1-2	459.83 m	743253.5037	906926.8365
2	108.81°	2-3	482.08 m	743167.7059	9070081.3474
3	67.36°	3-4	59.45 m	742733.6937	9069913.0185
4	69.12°	4-5	165.63 m	742792.2721	9069903.0185
5	75.87°	5-1	556.73 m	742712.4763	9069757.8935
Superficie: 156 670.35 m2					

Elaboración: Autor de Tesis

c. Viabilidad

• Proyectos Viales Programados

Las vías que delimitan el terreno en sus dos frentes están asignados a proyectos de mejoramiento y ampliación de sus secciones viales, por lo tanto se dispone de un retiro del lote matriz de la parcela agrícola.

• Ampliación y Mejoramiento de Carretera Panamericana Norte

La carretera Panamericana Norte es una vía de una calzada y presenta un plan de ampliación y mejoramiento a largo plazo como parte del proyecto AUTOPISTA PATIVILCA-TRUJILLO con una longitud de 356 Km promovida a través de PROINVERSIÓN. Además el proyecto incluye la operación y conservación de una segunda calzada de los tramo vial N°04 Pativilca-Santa-Trujillo y Salaverry de 283.42 Km. Virú se encuentra dentro del proyecto TRAMO I de ruta R1N conocido como Santa – Cruce de la Panamericana Norte con el puerto de Salaverry de 110 Km, por lo tanto

estando el terreno colindando a la carretera panamericana se proyecta la ampliación de su sección vial.

- **Mejoramiento de Carretera La Libertad 119**

El Plan de Gobierno Municipal de Virú del 2002 prioriza como inversión apoyar en la construcción de la carretera de penetración a

la sierra Liberteña la carretera VIRÚ-CARABAMBA (Provincia de Julcán), actualmente existe esta vía sin asfaltar con denominación La Libertad 119. Cabe mencionar que se proyecta una futura vía de evitamiento Chao-Virú, el cual intersecta con La Libertad 119 y Panamericana Norte.

Figura 51: Tramo Pativilca - Trujillo y tramo Virú - Carabamba



- **Nueva Sección Vial**

El “Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales Para la Construcción”: establece lo siguiente sobre la sección transversal:

“Las secciones transversales del terreno natural deberán ser referidas al eje de la carretera. El espaciamiento entre secciones no deberá ser mayor de 20m en tramos en tangente y de 10m en tramos de curvas. En caso de quiebres en la topografía se tomarán secciones adicionales por lo menos cada 5m.” Reglamento Nacional de Edificaciones establece lo siguiente sobre las obras en habilitaciones industriales:

Tabla 21: Características de obras tipo C

Tipo	Calzadas (pistas)	Aceras (veredas)	Agua Potable	Desagüe	Energía Eléctrica	Teléfono
------	-------------------	------------------	--------------	---------	-------------------	----------

C	Asfalto	Asfalto con sardinel	Conexión domiciliaria	Conexión domiciliaria	Pública y domiciliaria	Pública
---	---------	----------------------	-----------------------	-----------------------	------------------------	---------

Por lo tanto, se resumen los requisitos de diseño de las vías en el siguiente cuadro:

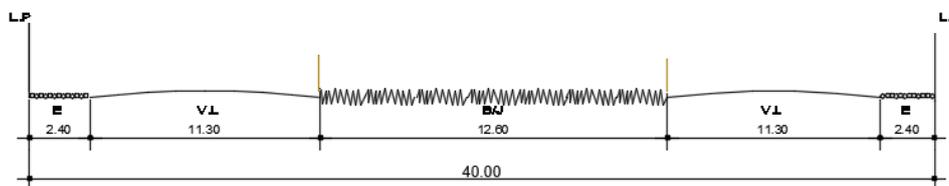
Tabla 22: Resumen de vías de tránsito pesado

Nombre	Actual		Propuesta		Sustento Vial
	Sección Vial	Material	Sección Vial	Material	
Panamericana Norte	10.50 M2	Trocha	40.00 M2	Asfalto	Manual de Carreteras/ PROINVERSIÓN
La Libertad 119	7.50 M2	Asfalto	20.00 M2	Asfalto	Proyectos De Inversión Red Vial Nacional

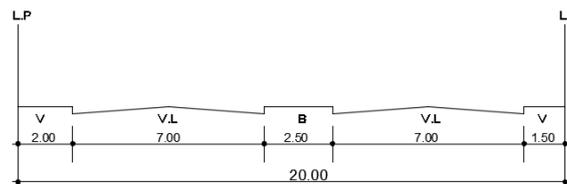
Elaboración: Autor de Tesis

Figura 52: Secciones viales de carreteras ampliadas

Sección Carretera Panamericana Norte Km 521



Sección Carretera La Libertad 119



Elaboración: Autor de Tesis

d. Aportes Normativos

El Reglamento Nacional de Edificaciones TH.0.30 sobre Habilitaciones para uso Industrial establece los siguientes aportes normativos:

Tabla 23: Aportes normativos

Tipo	Parques Zonales		Otros Fines	
2	1%	1566.70m ²	2%	2133.40m ²

Fuente: Reglamento Nacional De Edificaciones

El área destinada a aportes metropolitanos se ubica entre las dos vías nacionales, contando así con dos frentes para mayor accesibilidad pública. Tener un parque zonal y otros fines adyacentes al proyecto mejora la imagen urbana de la habilitación. En cuanto a las construcciones aledañas a grifos, la norma establece que este debe encontrarse a 20.00m mínimo de distancia a una construcción pública aledaña.

e. Parámetros Urbanísticos Normados y Áreas

El Reglamento de Desarrollo Urbano de la Provincia de Trujillo establece los siguientes parámetros normativos para zonificación de industria liviana:

Tabla 24: Parámetros edificatorios industria liviana en Virú

Zonificación	Actividad	Área Lote Mín.	Frente Lote Mín.	Altura Edifica.	Coef. Edifica.	Área Libre	Uso Permitido
Industria Liviana I-2	No Molesta No Peligrosa	1 000 M2	20 M.	Según Proyecto Y Según Entorno			Hasta 20%

Fuente: Reglamento de Zonificación de Usos de Suelo de La Provincia de Virú
La altura de edificación, coeficiente y el área libre estarán sujetas a evaluación de la comisión técnica, según el proyecto y según el entorno ambiental, así mismo lo establece El Plan de Desarrollo de la Provincia de Trujillo y la Municipalidad Metropolitana de Lima.

En cuanto a los de estacionamientos, el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma A.060 establece lo siguiente en el artículo 6:

“La dotación de estacionamientos al interior del terreno deberá ser suficiente para alojar los vehículos del personal y visitantes, así como los vehículos de trabajo para el funcionamiento de la industria. El proceso de carga y descarga de vehículos deberá efectuarse de manera que tanto los vehículos como el proceso se encuentren íntegramente dentro de los límites del terreno. Deberá proponerse una solución para la espera de vehículos para carga y descarga de productos, materiales e insumos, la misma que no debe afectar la circulación de vehículos en las vías públicas circundantes.”

Además, el Plan de Desarrollo Urbano especifica la cantidad de estacionamientos al interior del predio según su uso:

Tabla 25: Estacionamientos al interior del predio

Usos	Un (1) Estacionamiento Por Cada:		
	Cantidad	Unidad	Parámetro
Laboratorios Clínicos y Similares	40	M2	Área Techada Total
<p>En los casos requeridos, deberá proveerse un mínimo de espacios para estacionamiento de vehículos de carga de acuerdo al análisis de necesidades del establecimiento. En caso de no contarse con dicho análisis se empleará la siguiente tabla: De 1 a 500 m2 de área techada 1 estacionamiento De 501 a 1,500 m2 de área techada 2 estacionamientos De 1,500 a 3,000 m2 de área techada 3 estacionamientos Más de 3,000 m2 de área techada 4 estacionamientos Además, para locales de asientos fijos se solicitará un (1) estacionamiento por cada 15 asientos.</p>			

Fuente: Reglamento de Desarrollo Urbano de la Provincia de Trujillo

f. Sub Lotización

La Habilitación Industrial en mención cuenta con 01 lote matriz descontado de aportes metropolitanos de forma irregular con un área de 151970.26 m². Este lote será dividido en 04 sub lotes por afinidad de actividades de ocupación del suelo mediante vías internas al predio con secciones viales de acuerdo a la norma GH.020:

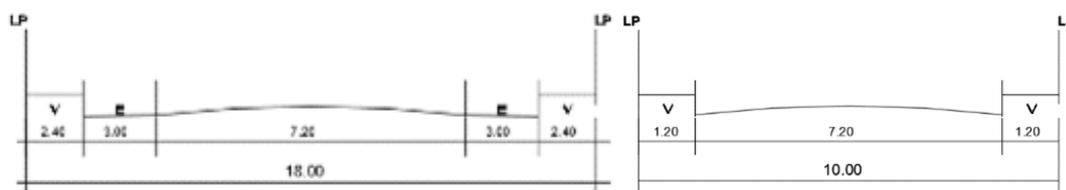
- Suelos experimentales de horticultura y fruticultura
- Suelo destinado a infraestructura especializada con áreas de experimentación menores

Tabla 26: Parámetros viales de habilitación urbana

Tipos de Vías	Industria
Vías Locales Principales	
Aceras o Veredas	2.40 m
Estacionamiento	3.00 m
Pistas o Calzadas	Sin separador dos módulos de 3.60m. Con separador central: 2 módulos a cada lado.
Vías Locales Secundarias	
Aceras o Veredas	1.80 m
Estacionamiento	3.00 m
Pistas o Calzadas	2 módulos de 3.60m.

Fuente: Reglamento Nacional De Edificaciones

Figura 53: Secciones viales internas principal y secundario del entro experimental



Elaboración: Autor de Tesis

Tabla 27: Resumen de áreas de la habilitación

Lote	Frente	Derecha	Izquierda	Fondo	Área	Uso
01	216.57	148.68	143.61	178.77	28700.00	I2 - Parcelas
02	237.23	141.02	284.61	17.37	23996.00	I2 - Parcelas
03	201.78	179.19	131.6	130.74	27126.00	I2 - Parcelas
04	196.12	256.13	178.23	209.02	44746.00	I2 - CETA
Vías Locales					27402.26	
Área Total del Terreno					151970.26	

Elaboración: Autor de Tesis

g. Emplazamiento en el Terreno

El sustento para la ubicación del proyecto entre los cuatro sub lotes se realiza mediante una zonificación de retiros por nivel de intensidad de ruidos del tránsito pesado en las

carreteras y retiro de seguridad ante locales combustibles como el grifo colindante Petro Perú.

- **Nivel de intensidad de Sonido**

Una vez subdividido el terreno en cuatro cuadrantes se procede a analizar el contexto ambiental sonoro. Es importante destacar que para las actividades que se realizarán en el centro se mantenga un nivel adecuado acústico para la confortabilidad auditivo del usuario. Según la Organización Mundial de Salud el nivel adecuado de despacho tranquilo y conversación es de 55 dBs. Siendo dos carreteras que delimitan el terreno, la OMS indica 70 dBs de ruido promedio para vías externas e internas, así como para establecimientos industriales. Teniendo esto en cuenta, se procede a proyectar el nivel de ruido a 90 dBs como ambiente más ruidoso en caso que a futuro las vías se vuelvan más transitados.

Tabla 28: Intensidad de ruido respecto a la distancia

m	dB (A)																											
1	65	70	75	80	85	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124	126	128	130		
2	59	64	69	74	79	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120	122	124		
3	55	60	65	70	75	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116	118	120		
5	51	56	61	66	71	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	114	116		
10	45	50	55	60	65	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110		
20	39	44	49	54	59	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104		
30	35	40	45	50	55	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96	98	100		
50	=	36	41	46	51	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90	92	94	96		
100	=	=	40	45	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84	86	88	90			
200	=	=	=	39	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80	82	84			
300	=	=	=	=	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76	78	80			
500	=	=	=	=	=	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70	72	74	76			
1000	=	=	=	=	=	=	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64	66	68	70					
2000	=	=	=	=	=	=	=	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60	62	64							
3000	=	=	=	=	=	=	=	=	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	60								
5000	=	=	=	=	=	=	=	=	=	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56									

Fuente: www.tecnicsuport.com

Cuando se duplica la fuente sonora, la intensidad de sonido será el doble y puesto que el nivel sonoro se basa en una tabla logarítmica con referencia al nivel del límite de audición humana, la intensidad sonora aumentará en 3dB. Entonces de los 90 dBs promedio se debe alejar la infraestructura desde las vías hasta lograr 55dBs de confort a 50 metros de distanciamiento mínimo.

- **Seguridad ante locales combustibles**

Es importante destacar que existe una norma sobre grifos o estaciones de servicios, el cual no menciona distanciamientos mínimos a infraestructuras aledañas, pero sí entre grifos. Según la ordenanza que aprueba los parámetros mínimos para los establecimientos de venta al público de gas natural vehicular y combustibles líquidos derivados de los hidrocarburos en la provincia de lima, el Art. 07 sobre distancias

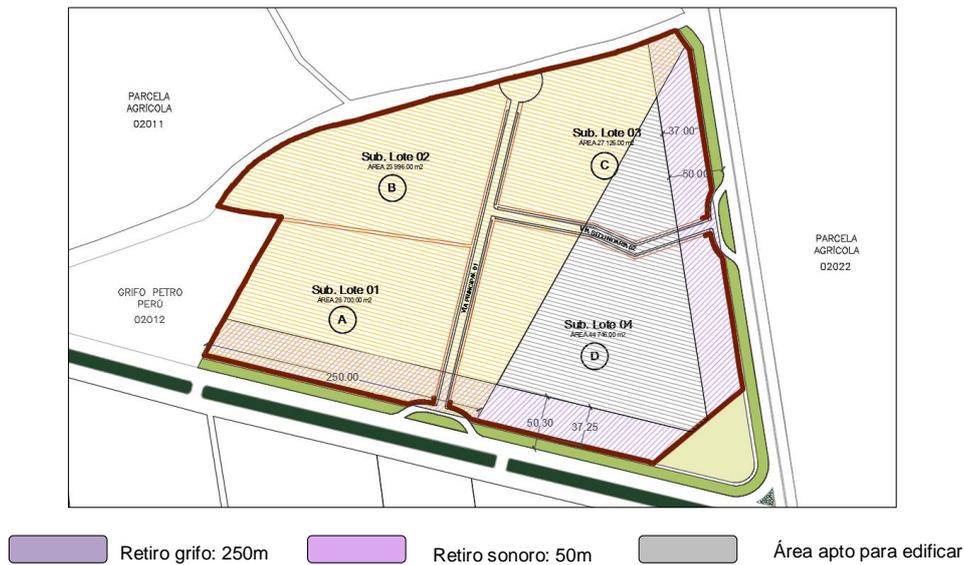
mínimas entre Grifos y Establecimientos de Venta al Público de Gas Licuado de Petróleo para Uso Automotor establece:

“En caso que los Grifos y Estaciones de Servicios, se ubiquen sobre dos vías metropolitanas o dos avenidas con separador central, los doscientos cincuenta (250) metros lineales a lo largo de la vía, se miden respecto de aquella con mayor sección vial aprobada por la Ordenanza N° 341- MML o la habilitación urbana, desde el límite de propiedad.”

Entonces como medida de seguridad se tomará como referencia un distanciamiento de la mitad de lo normativo entre grifos, en este caso es una edificación de industria liviana considerando un retiro de 125m entre el lindero del grifo Petro Perú a la zona establecida para la construcción del centro experimental.

Mediante el análisis de los indicadores anteriores se procede a zonificar los retiros en el terreno, resultando así la mayor área para edificar el proyecto en el sub lote 04.

Figura 54: Área optima de emplazamiento aplicando retiros de seguridad



Elaboración: Autor de Tesis

5.4.1.6 Consideraciones de Diseño del Reglamento Nacional de Edificaciones

5.4.1.6.1 Norma A.010

Escaleras de Evacuación:

Artículo 25. C. – Para efectos de evacuación, la distancia total de viaje del evacuante (medida de manera horizontal y vertical) desde el punto más alejado hasta el lugar seguro (salida de escape, área de refugio o escalera de emergencia) será como máximo de 45m sin rociadores o 60m con rociadores.

Artículo 26. B. Evacuación. 5 – El vestíbulo previo ventilado deberá contar con un área mínima que permita el acceso y maniobra de una camilla de evacuación o un área mínima de 1/3 del área que ocupa el cajón de la escalera. No es obligatorio el uso de vestíbulo previo ventilado en el primer piso, por considerarse de nivel de descarga de evacuaciones.

5.4.1.6.2 Norma A.130

Medios de evacuación:

Artículo 15. – Se considerará medios de evacuación, a todas aquellas partes de una edificación proyectadas para canalizar el flujo de personas ocupantes de la edificación hacia la vía pública o hacia áreas seguras, como pasajes de circulación, escaleras integradas, escaleras de evacuación, accesos de uso general y salidas de evacuación.

Figura 55: Influencia de los medios de evacuación



Elaboración: Autor de Tesis

Cálculo de capacidad de medios de evacuación:

Artículo 21. – Se debe calcular la máxima capacidad total de edificio sumando las cantidades obtenidas por cada piso, nivel o área.

Artículo 22. – Determinación del ancho libre de los componentes de evacuación:

Ancho libre de puertas y rampas peatonales:

$$(Cantidad\ de\ personas\ x\ area\ del\ nivel)\ x\ 0.005m/persona$$

El resultado debe ser redondeado hacia arriba en módulos de 0.60m.

Ancho libre de pasajes de circulación:

Mismo procedimiento, debiendo tener un ancho mínimo de 1.20m, en caso de oficinas podrán tener un ancho de 0.90m.

Ancho libre de escaleras:

(Cantidad de personas) x 0.008m/persona

El resultado debe ser redondeado hacia arriba en módulos de 0.60m.

Estos artículos aplican para la escalera de evacuación C debido a las funciones de sus ambientes no considerados como centro de salud, son los estándares mínimos admitidos.

Escalera C:

$$206 \text{ personas} \times \frac{0.005m}{\text{persona}} = 1.03m = 1.20m$$

$$206 \text{ personas} \times \frac{0.008m}{\text{persona}} = 1.64m = 1.80m$$

Artículo 23. – En todos los casos las escaleras de evacuación no podrán tener un ancho menor a 1.20m.

Artículo 24. – El factor de cálculo de centros de salud, asilos, **que no cuenten con rociadores será de 0.015m por persona en escaleras y de 0.013m por persona para puertas y rampas.**

Este artículo aplica para las escaleras de evacuación A y B debido a la cercanía a ambientes de laboratorio de misma asepsia o características similares a las de un centro de salud.

Escalera A:

$$123 \text{ personas} \times \frac{0.015m}{\text{persona}} = 1.84m = 1.80m$$

$$123 \text{ personas} \times \frac{0.013m}{\text{persona}} = 1.59m = 1.80m$$

Escalera B:

$$107 \text{ personas} \times \frac{0.015m}{\text{persona}} = 1.60m = 1.80m$$

$$107 \text{ personas} \times \frac{0.013m}{\text{persona}} = 1.39m = 1.80m$$

Las escaleras integradas también sirven como medios de evacuación y en esta ocasión cumplen con los anchos mínimos para un aforo de 75 personas. Las rutas de evacuación están sujetos a un plan de contingencia.

5.4.1.7 El Proyecto Arquitectónico

5.4.1.7.1 Definición del Proyecto Arquitectónico

El Centro Experimental Tecnológico Agrario es una entidad institucional pública científica dedicada a la investigación, innovación y desarrollo de la biotecnología agraria, en la provincia de Virú, región de La Libertad; adjudicada al Instituto Nacional de Innovación Agraria del Perú. El proyecto también se orienta a la formación técnica, profesional técnica y la profesional que responda a las demandas del sector productivo de la Región o del país, mediante programas autorizados por el Ministerio de Educación Y Ministerio de Agricultura. Esta infraestructura busca ser considerado un ícono de la arquitectura sostenible en el norte del país, difundiendo y promocionando esta corriente arquitectónica en los proyectos de carácter público.

La propuesta del CETA se constituye mediante dos líneas de desarrollo agrario:

- **Investigación Experimental:** Línea basado en la investigación científica y producción agraria mediante programas del estado y prestaciones de servicios privados. Se desarrolla en laboratorios especializados de: fitopatología, análisis de semillas, fertilizantes y plaguicidas, cultivo de tejidos, biología molecular y control de plagas.
- **Transferencia Tecnológica:** Línea basado en la transferencia y desarrollo de habilidades, conocimientos, tecnologías y métodos de producción agraria a usuarios temporales o pasantes. Se desarrolla en talleres laboratorio, aulas teóricas y una biblioteca. En casos especiales y bajo autorización estos pasantes pueden acceder a las zonas de investigación experimental.

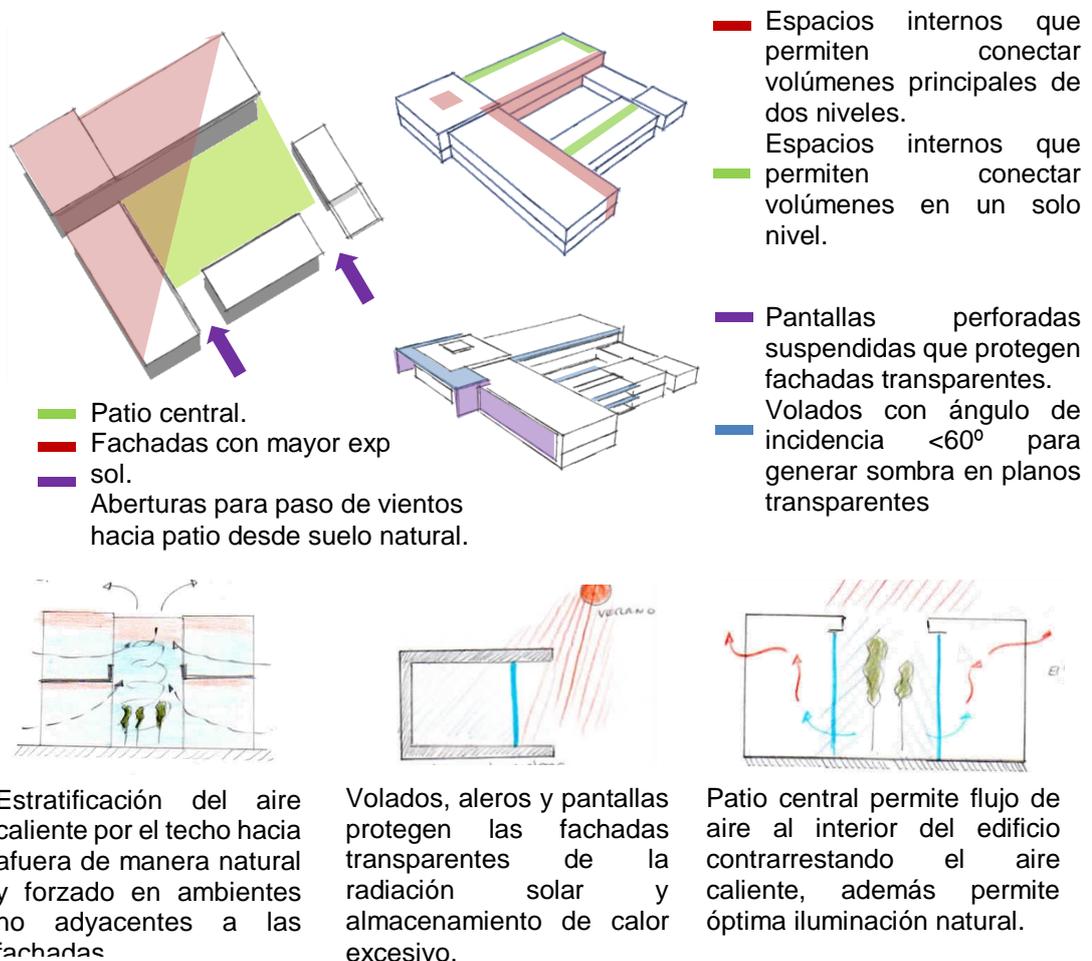
5.4.1.7.2 Conceptualización Volumétrica

El concepto del volumen consiste en la arquitectura bioclimática, es decir, tener en cuenta los factores del clima y construcción eco amigable de bajo impacto ambiental.

- El volumen es compacto y proporcionado (relación de área con altura), alargado sobre la vertical a fin de evitar pérdidas de calor interno óptimo.
- La organización de volúmenes conectados que forman un patio central permite la concentración social, flujos y accesos adversos, iluminación y ventilación natural que permiten enfriar el edificio.

- Aberturas en lados opuestos del volumen para facilitar la ventilación, aumenta el enfriamiento sobre superficies alargadas que capten mayor incidencia del viento.
- Se diseñan volúmenes de gran altura para permitir la circulación y estratificación del aire caliente generado por almacenamiento de calor en paramentos los verticales y horizontales, equipos de alto consumo energético y capacidad de ocupación de personas al interior.
- El volumen será protegido de la incidencia solar mediante materiales aislantes y mecanismos de control solar a nivel de envolvente arquitectónica.
- La configuración espacial interna permite conectar los volúmenes en sus dos niveles través de circulación y sirve como doble fachada o cámara térmica que protege los espacios internos no adyacentes a la fachada en su orientación más crítica.

Figura 56: Configuración volumétrica bioclimática



Elaboración: Autor de Tesis

5.4.1.7.3 Descripción Funcional del Proyecto

5.4.1.7.3.1 Emplazamiento y Orientación

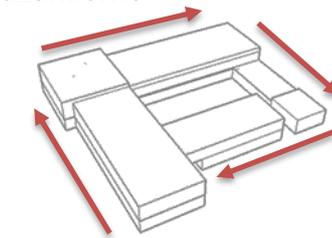
a. Emplazamiento

El proyecto se emplaza sobre el terreno de topografía plana en un contexto de parcelas agrícolas, nula vegetación y presenta canales de riego de cultivos. El primer piso inicia desde el suelo natural.

Figura 57: Disposiciones del emplazamiento

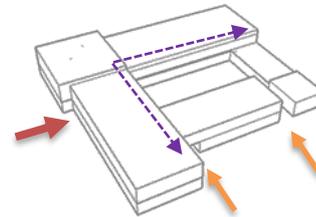
ORGANIZACIÓN DE BLOQUES

El proyecto se conforma por cuatro bloques compactos continuos formando un patio central mediante la ubicación de sus zonas a través de la relación funcional. Se integra el exterior con el interior.



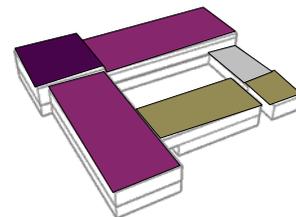
ACCESOS Y CIRCULACIONES

Existe el ingreso principal por la fachada sur oeste e ingresos secundarios a través del patio. Se generan dos ejes opuestos de circulaciones principales internas que conectan los bloques por nivel, logrando una comunicación óptima entre las zonas.



ESCALA, JERARQUIA Y ALTURA

Se conforman el edificio de manera escalonada ascendente hacia las dos zonas principales orientados al oeste., esto se debe a la concentración de calor por equipos, personas y funcione.

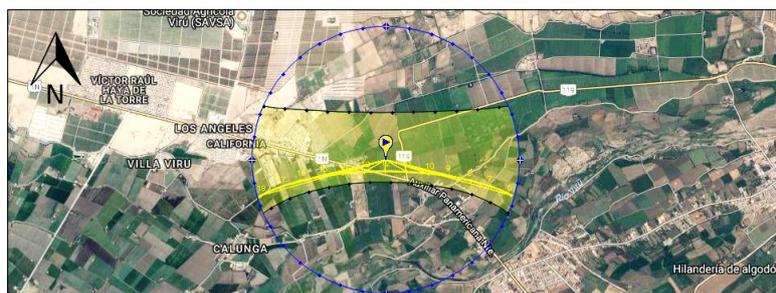


Elaboración: Autor de Tesis

b. Orientación

El proyecto busca aprovechar la orientación más adecuada para aprovechar los recursos naturales a su disposición mediante su composición volumétrica, ubicación estratégica y los espacios prioritarios del conjunto.

Figura 58: Recorrido de los rayos del sol



Fuente: Sun Earth Tools

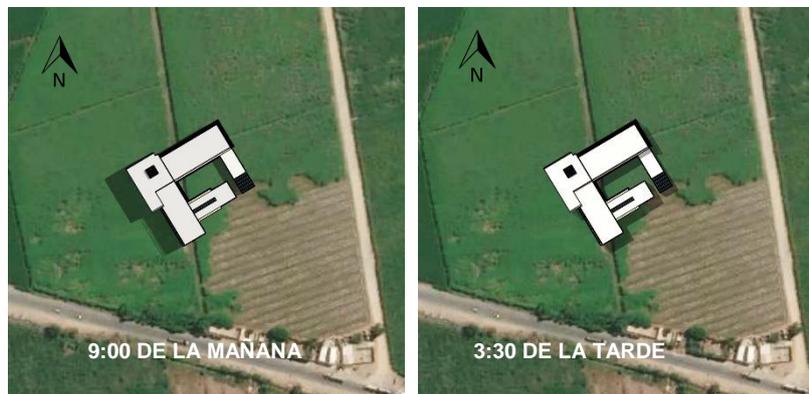
El norte del país se aproxima significativamente al ecuador terrestre en donde las estaciones del año difieren en zonas templadas áridas; implican altas temperaturas y temporadas de abundante lluvia y vientos apacibles, esto varía según la elevación y proximidad al océano. La incidencia solar sobre un volumen emplazado en el terreno es mayor en los puntos cardinales este y norte o hacia dos fachadas; sin embargo, el volumen se posiciona con rotación de 60° para obtener más fachadas expuesta al sol de sur oeste a noreste. Debido a que el volumen tiene más planos expuestos al sol, estas deben considerar cierto grado de protección de la acumulación térmica por conducción.

Figura 59: Sombras generadas entre verano y otoño



Fuente: Sun Earth Tools

Figura 60: Sombras generadas entre invierno y primavera



Fuente: Sun Earth Tools

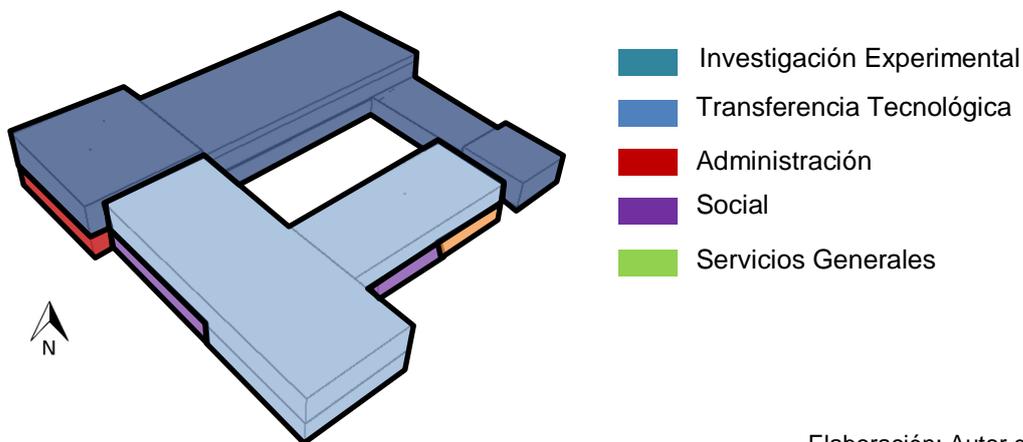
Por otro lado se toma en cuenta la dirección de los vientos dominantes anuales para aprovechar en enfriamiento pasivo del edificio. La Rosa de los Vientos para Virú muestra el número de horas al año que el viento sopla en la dirección indicada. SO: El viento está soplando desde el Suroeste (SO) para el Noreste (NE). Cabo de Hornos como referente es el punto de la Tierra más meridional de América del Sur, tiene un fuerte viento

característico del Oeste, lo cual hace los cruces de Este a Oeste muy difícil. Debido a los vientos de sur a norte se generan aberturas en el volumen de las fachadas su este para permitir el paso del viento desde el suelo natural hacia el patio central y evitar generar un remolino de viento que viene por encima de los techos.

5.4.1.7.3.2 Zonificación

Las zonas del proyecto se organizan alrededor de un patio central mediante cuatro volúmenes, estas zonas son: Administración, Social, Servicios Generales, Transferencia Tecnológica e Investigación Experimental. En cada zona se encuentran baterías de baño calculados por aforo en cada nivel.

Figura 61: Zonificación volumétrica



Elaboración: Autor de Tesis

a. Distribución de las Zonas

Figura 62: Zonificación de plantas arquitectónicas



Elaboración: Autor de Tesis

ZONA SOCIAL: zona de acceso público (todos los usuarios) el cual se accede por la fachada principal sur oeste. Esta zona lo conforman áreas de circulación como el lobby y halls en dos niveles. Además, en el primer nivel se ubica la sala de conferencias, tópicos, venta de productos y comedor público de la cafetería. En el caso del comedor este se accede mediante los exteriores adyacente al patio o viveros.

ZONA ADMINISTRATIVA: zona de un solo nivel entre las zonas de investigación y transferencia tecnológica con acceso desde el lobby. Dentro se distribuyen oficinas administrativas del CETA en una planta libre con mobiliario móvil o flexible, proporcionado por iluminación y ventilación de las fachadas sur oeste y nor oeste. Debido a su gran magnitud y concentración de actividades gerenciales, se ubica un patio central para mejor flujo e iluminación de la zona.

ZONA SERVICIOS GENERALES: Esta zona se reparte en tres puntos del primer nivel para abastecer mediante insumos a la zona de investigación, otra en transferencia tecnológica y además lo conforma la cocina de la cafetería. También, lo conforma el cuarto de bombas de agua y las casetas de grupo electrógeno, tablero general y subestación eléctrica.

ZONA TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA: Conformado por tres grupos.

- Biblioteca: Ubicado en el primer nivel orientado a la fachada sur oeste, es un espacio de planta libre definido por mobiliario.
- Talleres Laboratorios: Se ubican cuatro talleres en el segundo nivel en la fachada sur oeste sobre el lobby y biblioteca.
- Aulas Teóricas: Seis aulas teóricas se encuentran orientadas al patio central y fachada sur este sobre el comedor y cocina; además adyacente se encuentran el laboratorio taller in vitro.

ZONA INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL: se reparte en dos niveles mediante tres grupos.

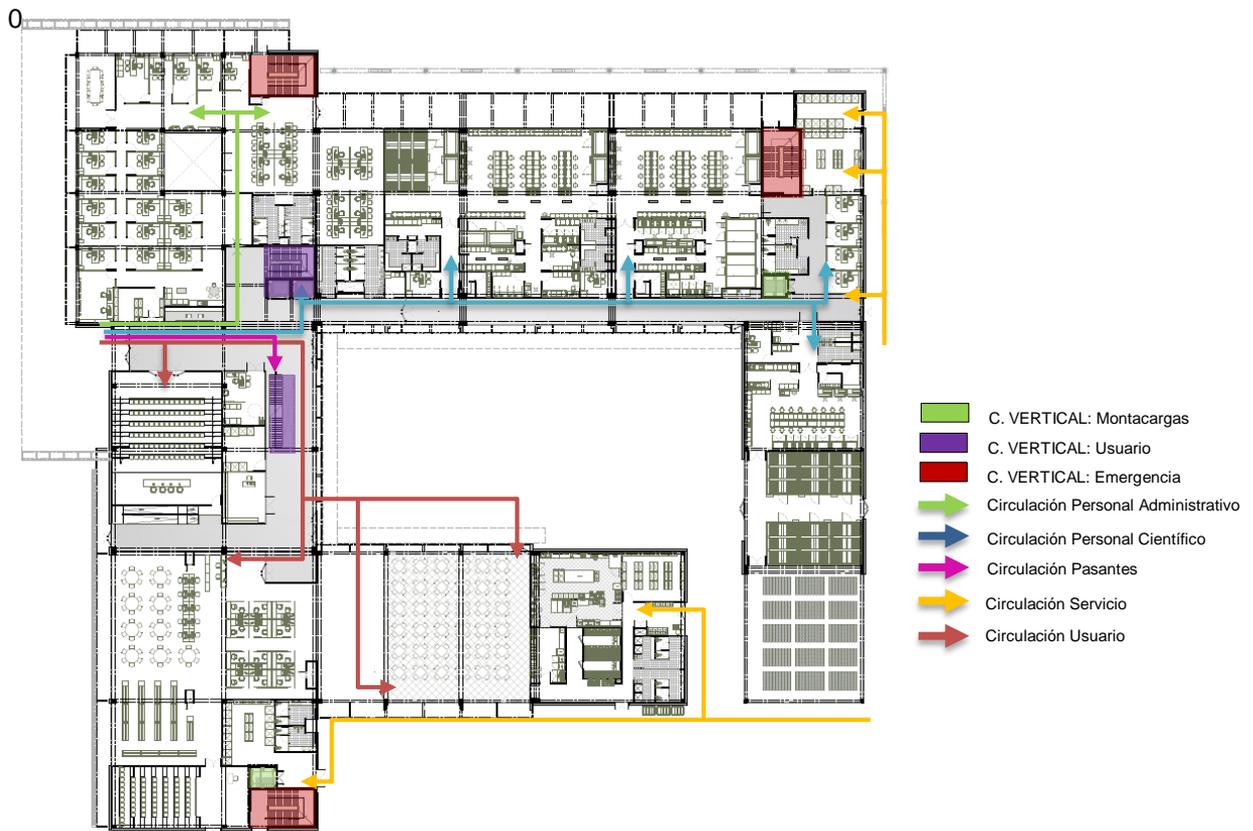
- Oficinas: Se encuentran en el segundo nivel sobre la zona administrativa y al otro extremo en la fachada nor este. También presenta planta libre definido por mobiliario flexible.
- Investigación Agraria: Zona ubicada en el segundo nivel entre el patio central y fachada nor oeste. Su fachada presenta un muro cortina y al exterior esta es protegida de los rayos solares mediante un volado energético y pantalla perforada. Se resalta además que en esta fachada se conforma el corredor térmico el cual sirve como antecámara de flujo y temperatura del aire entre el exterior y los laboratorios

de investigación centralizados. Entre los laboratorios se encuentra Análisis de Semillas, Fertilizantes y plaguicidas y Fitopatología.

- Producción Agraria: Esta zona se encuentra en el primer nivel orientadas entre el patio central y fachada nor oeste. A diferencia de los laboratorios de investigación, este no presenta sus ambientes expuestos a fachadas por lo que en la fachada del patio existe un corredor de servicio, y en el lado opuesto el cerramiento es protegido por el volado del segundo nivel. Esta zona de producción trabaja netamente la biotecnología agraria por lo que no debe ser muy expuesta al sol. Además, debido a su producción masiva de especies se ubica en el primer nivel para mejor transferencia de los plantas. Lo conforman los laboratorios de control de plagas, biología molecular y cultivo de tejidos in vitro (orientado al nor este, delimitando el patio central).

b. Accesos, Flujos y Circulación

Figura 63: Accesos y circulaciones de piso 01



Piso 01

Elaboración: Autor de Tesis

ACCESOS Y CIRCULACIÓN PISO 02

La circulación usuaria es aquella circulación pública en donde todos tienen acceso de tránsito y acceso a los ambientes, esto solo se lleva a cabo el primer nivel.

Figura 64: Accesos y circulaciones de piso 02



Piso 02

Elaboración: Autor de Tesis

El segundo nivel tiene acceso el personal científico, pasantes y personal de servicio (en ambas zonas mediante el montacargas). Las escaleras de emergencia e integrada permitirán evacuar a todos los ocupantes del segundo nivel.

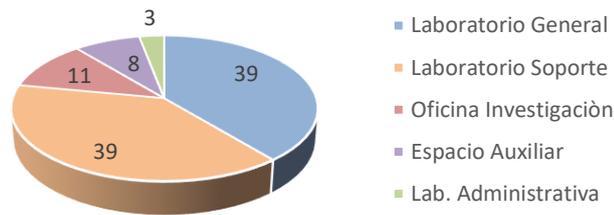
5.4.1.7.3.3 Descripción Funcional de Laboratorios

El laboratorio tiene como objetivo garantizar la seguridad ambiental y salud del usuario; eliminando, reduciendo y controlando los riesgos que pueden afectar las actividades de investigación y producción mediante criterios de diseño eficientes y regulados por el NIH National Institutes of Health – Design Requirements Manual 2016.

a. Relación Espacial y Funcional

Existen características generales que pueden ser utilizados como base preliminar de diseño en cuanto a la ubicación y magnitud de laboratorios y espacio de soporte técnico.

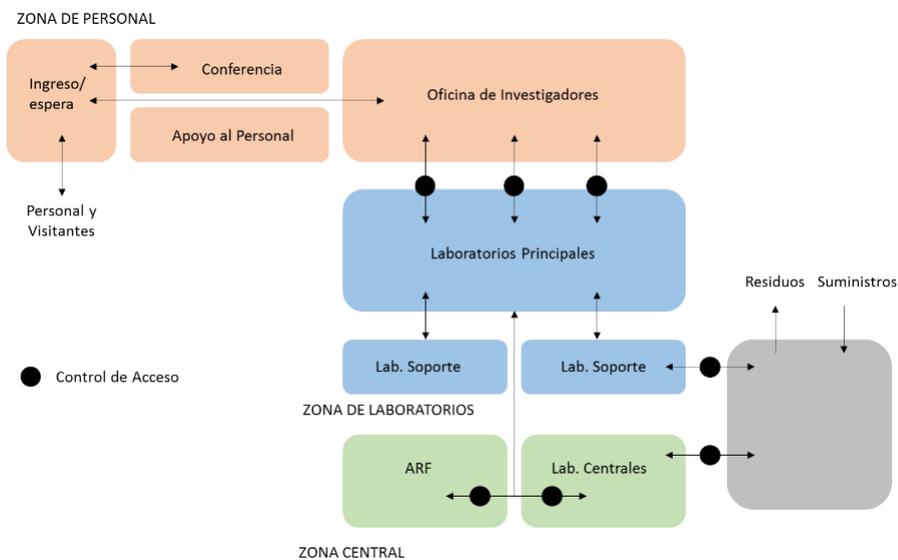
Figura 65: Proporción área-función de un laboratorio



Fuente: NIH National Institutes of Health – Design Requirements Manual 2016

La organización de los espacios dentro de un laboratorio se determina por la estructura y operatividad del programa arquitectónico siendo práctico, seguro y ergonómico para los usuarios. Existen tres zonas principales: Zona de Personal, Zona de Laboratorio y además estas pueden ser apoyadas por una Zona Central conformado por ambientes de apoyo como cámaras climáticas, granjas in vitro, cuartos oscuros, etc.

Figura 66: Relación funcional y adyacentes



Fuente: NIH National Institutes of Health – Design Requirements Manual 2016

b. Requerimientos de Diseño

• Zonificación Funcional

Los laboratorios deben ser separados de zonas de personal y administrativas, asegurando y previniendo el acceso no autorizado de personal. Dentro del laboratorio se aísla áreas de gran riesgo al igual con actividades o máquinas que ocasionen gran bulla y vibraciones.

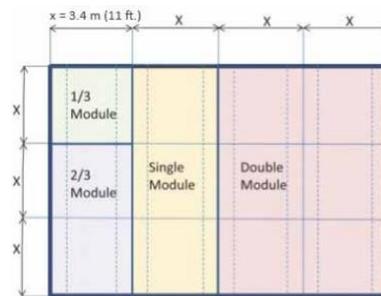
- **Luz Natural**

Debe ser proporcionado en mayor extensión posible, especialmente en áreas donde los investigadores pasan mayor parte del tiempo: laboratorios principales (en condiciones que requiera), puestos de redacción, oficinas administrativas y áreas de descanso.

- **Diseño Modular**

La medida típica y mínima modular propuesto por el NIH es de 3.40m x 3.40m. El módulo básico puede ser aplicado a laboratorios de soporte, oficinas de investigación, circulación, y espacios de apoyo, no obstante, se debe tener en cuenta que debido al tamaño de equipos puede descuadrarse el modulo.

Figura 67: Composición del módulo



Fuente: NIH National Institutes of Health – Design Requirements Manual 2016

c. Ambientes

- **Apoyo al Personal:** Vestidores, barra de snack, almacén de suministros, baños, estaciones de trabajo fuera de laboratorio (write up). Las salas se separarán de los laboratorios. Se asignan habitaciones separadas para el almacenamiento, preparación y consumo de alimentos, esto ayudará a evitar comer y beber en los laboratorios.

Figura 68: Zonas de apoyo al personal en el sector



Elaboración: Autor de Tesis

- Laboratorios Húmedos Abiertos:** Aquellos laboratorios grandes en donde se sitúan varios módulos continuos de trabajo. Son eficientes para interacción laboral en especial cuando no necesita de una alta seguridad científica de trabajo. Involucran trabajos con soluciones o materiales biológicos (microbiología, patología, bioquímica, química orgánica, biología y estructura celular). Las profundidades de los bancos deben ser adecuados para las actividades previstas y / o los aparatos de sobremesa; la profundidad típica del banco es de 0.75 – 0.90 m y altura de 0.90 m. Los bancos deben estar protegidos de la luz directa del sol, ya que están las muestras de laboratorio y productos químicos. La anchura del pasillo será de al menos 1.50 m de ancho y se asigna espacio suficiente para refrigeradores y congeladores, etc.

Figura 69: Laboratorios húmedos y secos en el sector



Elaboración: Autor de Tesis

- Laboratorios Secos:** Normalmente constan de computadoras, dispositivos electrónicos, instrumentos que no requieren de servicios húmedos, químicos o biológicos (imagenología, bioinformática, computacional). Las oficinas deberán estar separadas de los laboratorios. La oficina del Principal investigador debe estar ubicada cerca del laboratorio y ser accesible independientemente del laboratorio; puede estar ubicada dentro del laboratorio si la entrada está directamente al lado de la puerta de acceso.
- Laboratorios Soporte:** Aquellos laboratorios individuales separados del laboratorio principal debido a equipos de generación de bulla o calor, usados y compartidos para distintos factores. Estos laboratorios se definen por: autoclaves, cuartos ambientales, cuartos oscuros, cuartos con procedimientos a contaminación,

laboratorios de fermentación, laboratorio de tejidos celulares, cuarto de instrumentos, cuarto frío, cuarto de equipos. Estas áreas generalmente no están ocupadas y no necesitan ventanas. Las zonas de lavado y esterilización se harán a nivel local o central. Las cámaras climáticas utilizadas para el trabajo de laboratorio deberían estar diseñadas de tal manera que circule aire durante el período de ocupación. Todas las funciones de soporte de laboratorio están situadas centralmente y son accesibles desde ambos lados; este concepto es muy funcional y eficiente debido a que el tráfico de materiales y servicios puede separarse del tráfico de personal. Estos ambientes se ventilan con el sistema de climatización bajo los estándares de asepsia: ventilación filtrada y sin ingreso de luz natural.

Figura 70: Laboratorios soporte en el sector



- **Estación de seguridad y equipo:** Estarán situadas a lo largo de pasillos, la ducha o el lavado de los ojos deben ser accesibles en 10 segundos a distancia de no más de 15m de vía sin obstáculos desde cualquier punto del laboratorio.

Figura 71: Gabinetes de bioseguridad y estación de seguridad en el sector



- **Gabinetes de Bioseguridad:** Se proporcionan en laboratorios biológicos donde involucra a agentes biológicos infecciosos, trabajo que potencialmente genera infecciones, aerosoles o cultivos de células, etc., requieren un entorno particularmente limpio. Ubicados fuera de las principales vías y puertas donde los corrientes de aire pueden interferir con el flujo de aire laminar del gabinete.

d. Circulaciones

- **Corredor de Personal:** Segrega el flujo de equipos y materiales, solo apto para tránsito de personal adyacente a los laboratorios el cual puede conducir a áreas de apoyo al personal.
- **Corredor de Servicio:** Segrega el flujo de personas y materiales. La luz natural directa generalmente no está disponible (opcional según diseño). Los escritorios están situados cerca al pasillo o al final del laboratorio cerca de la ventana. La distribución de las utilidades, la gente y el flujo de materiales se combinan en un solo corredor.
- **Corredor Fantasma:** Son pasillos que conectan laboratorios abiertos y mejoran las comunicaciones en entre laboratorios, situados a un lado de las estaciones de trabajo proporcionando salidas de emergencia, traslado de equipos y muestras, fomentando la interacción entre los investigadores.

Figura 72: Tipos de circulación en los laboratorios del sector



Elaboración: Autor de Tesis

e. Tipos de Laboratorios

- **Laboratorios de Investigaciones Agrarias**

El departamento de investigaciones agrarias se ocupa del estudio integral de los sistemas de producción agrícola en función de la seguridad alimentaria, la producción

de materias primas vegetales, servicios de sanidad y servicios tecnológicos derivados de las necesidades e intereses de la institución y agentes externos,

- **Laboratorio de Plaguicidas y Fertilizantes**

Este laboratorio es el responsable de realizar los análisis de residuos de plaguicidas en frutas, hortalizas, cereales, lácteos, agua y algunas otras matrices, así como de formulados de plaguicidas. Estos plaguicidas están destinados a prevenir, destruir, atraer, repeler o controlar cualquier tipo de plaga, incluidas las especies de plantas y animales indeseables durante la producción, almacenamiento, transporte, distribución y elaboración de alimentos. El laboratorio se caracteriza por ser una unidad físico-química, analizando sustancias tóxicas, ácidos libre en sulfato de amonio/de calcio, ácidos húmicos, alcalinidad, azufre, compost, conductividad eléctrica, determinación y cuantificación de minerales.

Figura 73: Esquema funcional de laboratorio plaguicidas y fertilizantes



Elaboración: Autor de Tesis

- **Laboratorio Análisis de Semillas**

El laboratorio respalda y garantiza la calidad de las semillas que se comercializan, certificando la condición fitosanitaria relativa a la ausencia de semillas de malezas consideradas plagas agrícolas. Se analiza pureza, germinación y la verificación de otros cultivos, determinación de otras semillas por número, prueba de tetrazolio, establecimiento del contenido de humedad y examen de semillas infestadas.

Figura 74: Esquema funcional del laboratorio de análisis de semillas



Elaboración: Autor de Tesis

- Laboratorio de Fitopatología**

En el laboratorio de fitopatología se realizan labores de investigación de enfermedades causadas por agentes abióticos y enfermedades fisiológicas en las áreas de patología de semillas, estudios de las enfermedades fúngicas en plantas y estudios de las alteraciones en los mecanismos de resistencia de las plantas a los patógenos. El laboratorio se divide en 05 unidades de investigación microbiológicas, contando además con espacios comunes de soporte:

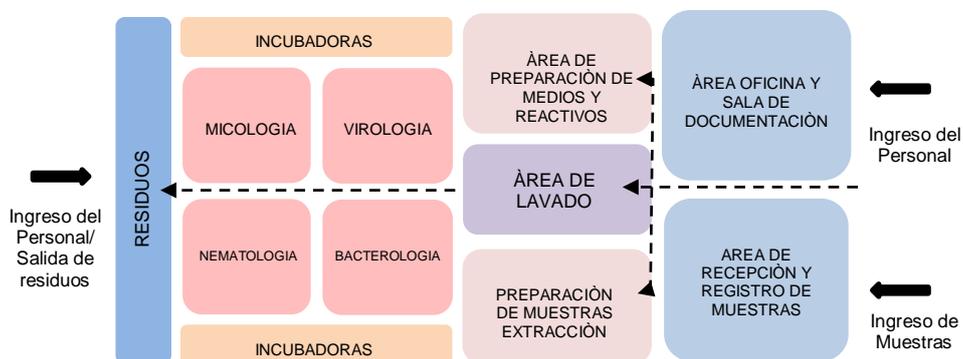
Micología (hongos): Determinar especies de hongos Fito patógenos, en cultivos y semillas. Observación de síntomas, montajes de estructuras del patógeno directamente de la muestra y aislamientos en medios de cultivos selectivos y/o diferenciales, y uso de claves taxonómicas.

Bacteriología (bacterias): Determinar especies y bacterias Fito patógenas en cultivos y semillas de especies hortícolas, forrajeras, industriales, ornamentales, forestales, frutales y otros.

Virología (virus): Diagnóstico de enfermedades causadas por virus que afectan cultivos de importancia económica y cuarentenaria.

Nematología: Determina la presencia de nematodos Fito parásitos en sus formas móviles y enquistadas en suelo, raíces y tejido vegetal.

Figura 75: Esquema funcional del laboratorio de fitopatología



Elaboración: Autor de Tesis

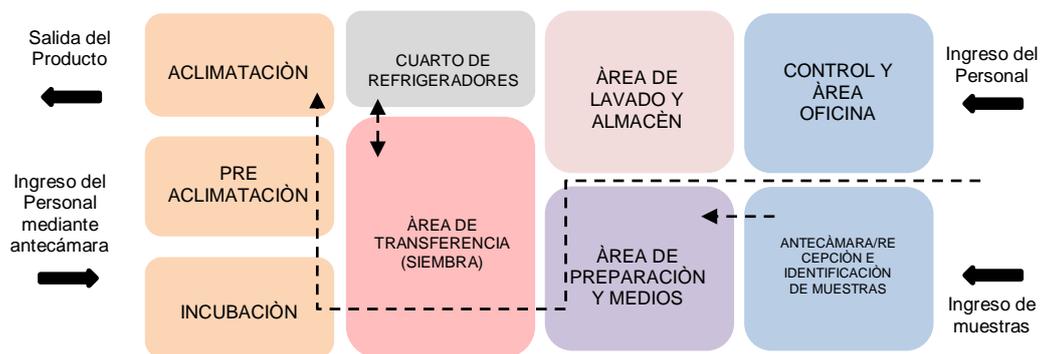
- Laboratorios de Biotecnología**

La Biotecnología se define como tecnología biológica que emplea organismos para llevar a cabo procesos químicos definidos para la aplicación industrial. Se desarrollan y aplica investigación en caracterización de variabilidad genética, mejoramiento asistido, identificación molecular, cultivo de tejidos y crianza de controladores biológicos.

- Laboratorio de Cultivo de Tejidos**

Comprende técnicas de manipulación in vitro de células o tejidos vegetales; entre las utilizadas rutinariamente en los laboratorios están la organogénesis directa, la embriogénesis somática, el cultivo de anteras, rescate de embriones inmaduros, mutaciones in vitro y conservación in vitro a corto plazo. Se realiza la producción de plantas in vitro libre de enfermedades, propagación clonal rápida y la eliminación de virus, hibridación o fusión somática. El laboratorio se desarrolla en base a la capacidad de producción contenida en sus cámaras diarias, mensuales o anuales; es altamente aséptico.

Figura 76: Esquema funcional del laboratorio in vitro

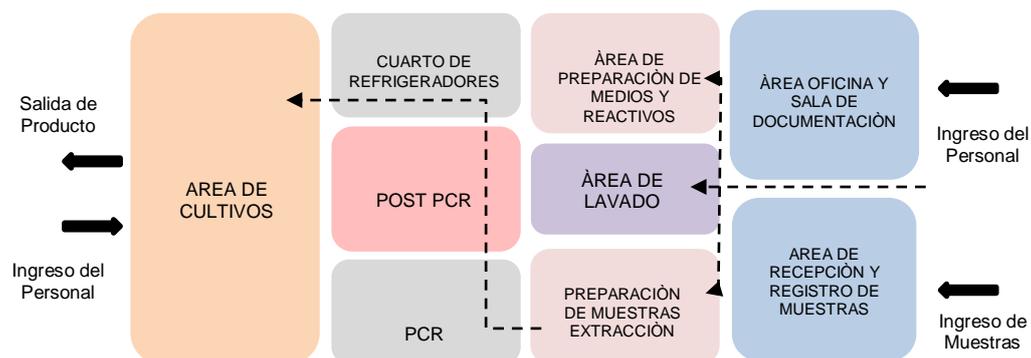


Elaboración: Autor de Tesis

- Laboratorio de Biología Molecular**

Estudia y realiza trabajos de investigación en el análisis de diversidad genética de genomas, identificación y diagnóstico de microorganismos, selección de genotipos de interés y estrategias de mejoramiento asistido en la evolución y adaptación de plantas al ambiente. Realiza análisis de pureza racial y pruebas de parentesco. Se desarrollan técnicas moleculares para estudios genéticos, y genómicos con aplicaciones en taxonomía, biología y ecología de micro y macro organismos (líquenes, hongos, polen y plantas vasculares).

Figura 77: Esquema funcional del laboratorio biología molecular

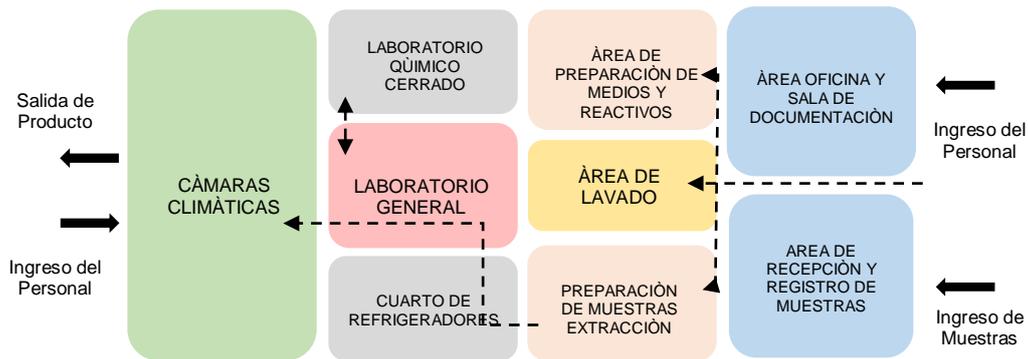


Elaboración: Autor de Tesis

- Laboratorio de Control Biológico: Entomología y Entomopatógenos**

Este laboratorio desarrolla la crianza de controladores biológicos y su producción masiva de diferentes especies de insectos benéficos y entomopatógenos para el control de las plagas y enfermedades de importancia agrícola. Consisten en realizar colectas de insectos mediante trampeos en campo y se mantienen crías de insectos para la realización de bioensayos para evaluar la actividad biológica de los extractos, fracciones, metabolitos secundarios, aceites esenciales, etc. Se desarrollan técnicas en torno a la capacidad de insectos y tipo de insectos a criar dentro de cámaras climáticas con factores ambientales como temperatura, humedad y regímenes de iluminación.

Figura 78: Esquema funcional del laboratorio de control biológico



Elaboración: Autor de Tesis

5.4.1.7.4 Sistema de Climatización HVAC

El sistema HVAC (ventilación, calefacción y aire acondicionado) trata de un conjunto de técnicas sobre el tratamiento del aire en cuanto a su enfriamiento, calentamiento, deshumidificación, calidad, movimiento, entre otras variables. Las sustancias peligrosas utilizadas en diferentes laboratorios incluyen productos químicos, materiales radiactivos y agentes biológicos infecciosos; estos materiales se pueden manipular a diario como parte de los experimentos, investigación o producción. La seguridad en el laboratorio debe equilibrarse con la comodidad del trabajador manteniendo temperaturas y velocidades de aire apropiadas. La productividad del trabajador sufrirá si el espacio es demasiado cálido o demasiado frío.

- Refrigeración

El enfriamiento puede hacerse mediante compresión y por absorción, transportando el calor de un punto de menor nivel energético a otro de mayor nivel, y el medio generalmente usado para este movimiento de calor es un refrigerante o chiller el cual enfría agua que después se distribuye a los climatizadores por tuberías.

- Calefacción

Puede emplearse una máquina de refrigeración por compresión, que funciona al revés: tomando calor del aire exterior de invierno, frío, y cediéndolo al aire interior, más caliente. Un generador reversible extrae el calor del aire frío (sea exterior o interior) y lo transfiere hacia el aire más caliente (interior o exterior) dependiendo de las estaciones del año. Por consiguiente, el generador reversible constituye un sistema de calefacción separado y permite calentar y refrigerar con el mismo aparato.

5.4.1.7.4.1 Ventilación en laboratorios y la Norma ASHRAE

El edificio debe tener una adecuada ventilación natural en los espacios que lo requieran como oficinas, biblioteca comedores y otro lugar público afines; por otro lado, los ambientes cerrados y totalmente asépticos como laboratorios requieren de ventilación mecánica o ventilación forzada con niveles de climatización. La asepsia es “la condición libre de microorganismos o materia séptica que producen enfermedades o infecciones como medida de bioseguridad.” El sistema de ventilación mecánica deberá evitar que por el sistema de extracción vuelva a ingresar condensación, agentes contaminantes o microorganismos.

Entre los requisitos complementarios del sistema de ventilación está la temperatura del aire interior. “Cuando la temperatura exterior sea menor de 15°C, la temperatura mínima

de ingreso, del aire de renovación, a avientes habitualmente usados por seres humanos no deberá ser menor a 18°C, salvo ambiente con requerimientos especiales”.

- **Sobre la renovación de aire**

La tasa total de flujo de aire para un laboratorio se determina mediante lo siguiente por un ingeniero de climatización HVAC:

- Cantidad total de escape de los dispositivos de contención y escape
- Se requiere enfriamiento para compensar las ganancias de calor internas
- Requisitos mínimos de tasa de ventilación

El aire suministrado a un laboratorio debe distribuirse para mantener la temperatura gradiente y corrientes de aire al mínimo. Salidas de aire no deben descargarse en la cara de una campana de humos, armario de seguridad biológico o dispositivo de escape. Las velocidades de aire del ambiente aceptable están cubiertas en las secciones de campanas de humos y gabinetes de seguridad biológica. Técnicas especiales y los difusores a menudo son necesarios para introducir las grandes cantidades de aire requerido para un laboratorio sin crear perturbaciones en el escape dispositivos.

- **Sobre la temperatura y humedad de ambientes**

Los controles de laboratorio deben regular la temperatura y la humedad, controlar y monitorear los dispositivos de seguridad del laboratorio que protegen al personal. La temperatura en laboratorios con un suministro de aire de volumen constante generalmente está regulada con un termostato que controla la posición de una válvula de control en una bobina de recalentamiento en el aire de suministro.

Debido a la naturaleza de los programas de investigación, el diseño de aire acondicionado, la temperatura y humedad deben ser controlados y monitoreados porque las variaciones afectan los resultados experimentales. Un sistema totalmente flexible permite el control de temperatura de habitaciones, salas o laboratorios individuales dentro de un rango de 17 a 29 °C. El rango de fluctuaciones de temperatura diarias debe ser mantenido al mínimo. La humedad relativa también debe ser controlada. ASHRAE Standard 62 recomienda que las humedades relativas en espacios habitables se mantienen entre 30 y 60% para minimizar crecimiento de organismos patógenos. ILAR sugiere lo aceptable el rango de humedad relativa es de 30 a 70%.

5.4.1.7.4.2 Climatización en los laboratorios CETA

El edificio debe tener una adecuada ventilación natural en los espacios que lo requieran como oficinas, biblioteca comedores y otro lugar público afines; por otro lado, los

ambientes cerrados y totalmente asépticos como los laboratorios húmedos y secos requieren del sistema HVAC para controlar diversos factores climáticos y ventilación.

Figura 79: Laboratorios húmedos y secos en el sector



Elaboración: Autor de Tesis

A través de los ductos de mantenimiento bajan los canales o ductos de climatización desde los chillers o maquinas ubicado en el techo hacia los laboratorios y ambientes que lo requieran. La zona gris marcado en la figura indica espacios no asépticos los cuales comparten una temperatura y ventilación uniforme, fluido y confortable para dichas actividades. Las zonas sombreadas en lila indican laboratorios y ambientes cerrados que necesitan niveles de temperatura distintamente de otros debido al tipo de investigaciones que se realiza. El resto de zonas son laboratorios grandes de temperaturas controladas para mayor cantidad de personas y experimentos. Esto también aplica al primer nivel de laboratorios de producción.

5.4.1.7.5 Aplicación de las Variables

a. Envolvente Arquitectónica

Los criterios de diseño bioclimático se aprecian en la envolvente arquitectónica manteniendo los principios de composición volumétrica y organización espacial tomando en cuenta el clima. En Virú prevalecen los sistemas de enfriamiento, no obstante, la temperatura puede bajar de la zona de confort y el edificio necesitara ganar y contener calor directamente.

Elementos de Bienestar

- “Energía en capas”: zonas de alto consumo energético centralizados, zonas de bajo consumo energético al perímetro.
- “Circulación térmica”: circulación común sirve como antecámara térmica a otros espacios en fachadas expuestas a la radiación.
- Proporción espacial: relación de alturas y áreas que permitan la circulación del aire, control de temperatura y humedad al interior del edificio.
- Patio Central vegetal: permite refrescar fachadas expuestas a este mediante la recirculación del aire.

Elementos Pasivos de Control Solar

- Dispositivos Horizontales: volados, pantallas suspendidas;
- Dispositivos Verticales: parasoles/ persianas

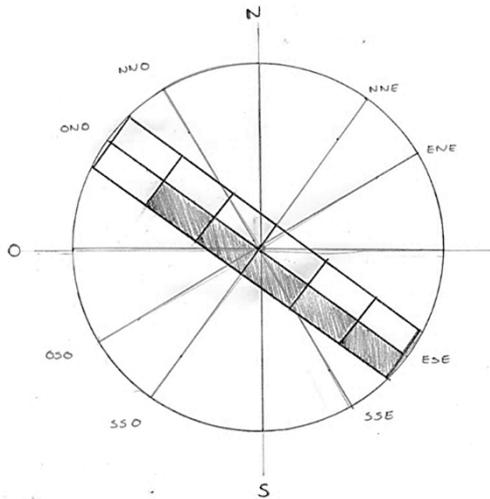
Elementos Ecológicos y Constructivos

- Modificación del entorno: creación de microclimas mediante modificación del terreno (colchón verde de árboles para generar sombrar, circular y filtrar el aire),
- Dispositivos Construidos: Estructura, losas de cimentación
- Tecnología Constructiva: fachada ventilada, sistema de tabiques de aislamiento térmico, tabiquería interna instalada con aislamiento

Elementos Renovables

- Solar: vidrio solar térmico.

Figura 80: Criterios de aplicación bioclimáticos a la envolvente arquitectónica



■ Espacios para desarrollar actividades que requieren mayor confort.

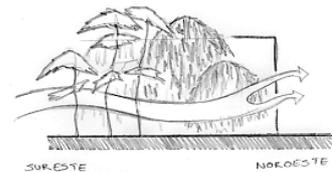
□ Espacios más expuestos al sol.

La orientación del edificio es de suroeste-noreste., volumen compacto

Las fachadas SSO,S y SSE captan los vientos dominantes y son las más favorecidas en cuanto a menor incidencia de radiación, estos espacios fluctúan entre temperaturas más confort.

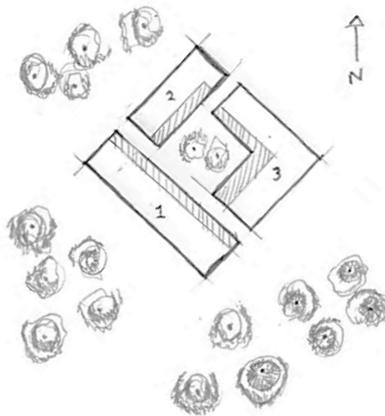
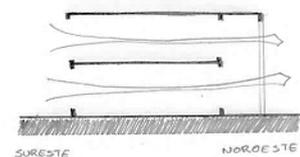
Vegetación

Uso de vegetación alta para proporcionar sombra cercana a los edificios, dirigiendo el viento sin obstruirlo. Protección del asoleamiento con los mismos edificios en las fachadas cercanas.



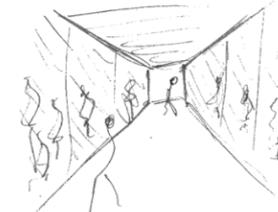
Techos

Uso de techos planos orientados al sur, empleando aislamiento o cámara de aire para ventilación; debido a las precipitaciones fuertes del 2017 se considera una cubierta con ligera pendiente y canaletas. Espacios a doble altura para circulación de aire interior.



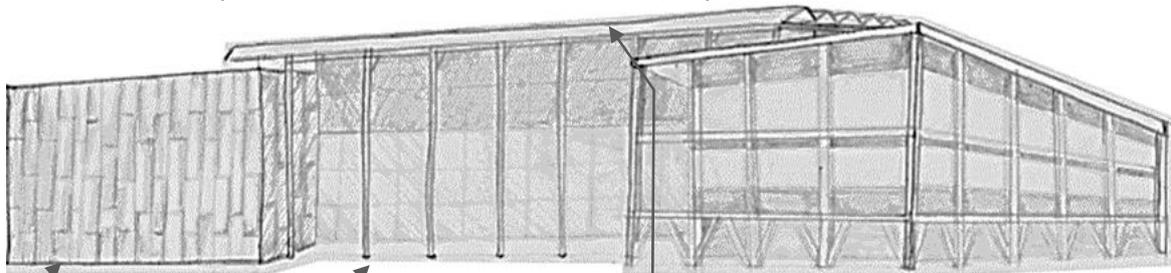
Corredores

Uso de corredores semi abiertos o vidriados que sirvan como una antecámara térmica entre espacios y la fachada exterior.



■ Espacios refrescados alrededor de patio central mediante vegetación, sombra entre edificios.

1. Espacios orientados sur este son las más protegidas del sol, mejor ventilación en fachada sur y por el norte recibe enfriamiento mediante patio central; espacios de uso común entre usuarios.
2. Volumen más expuesto a la radiación desde el amanecer, requiere de envolvente térmica en fachadas



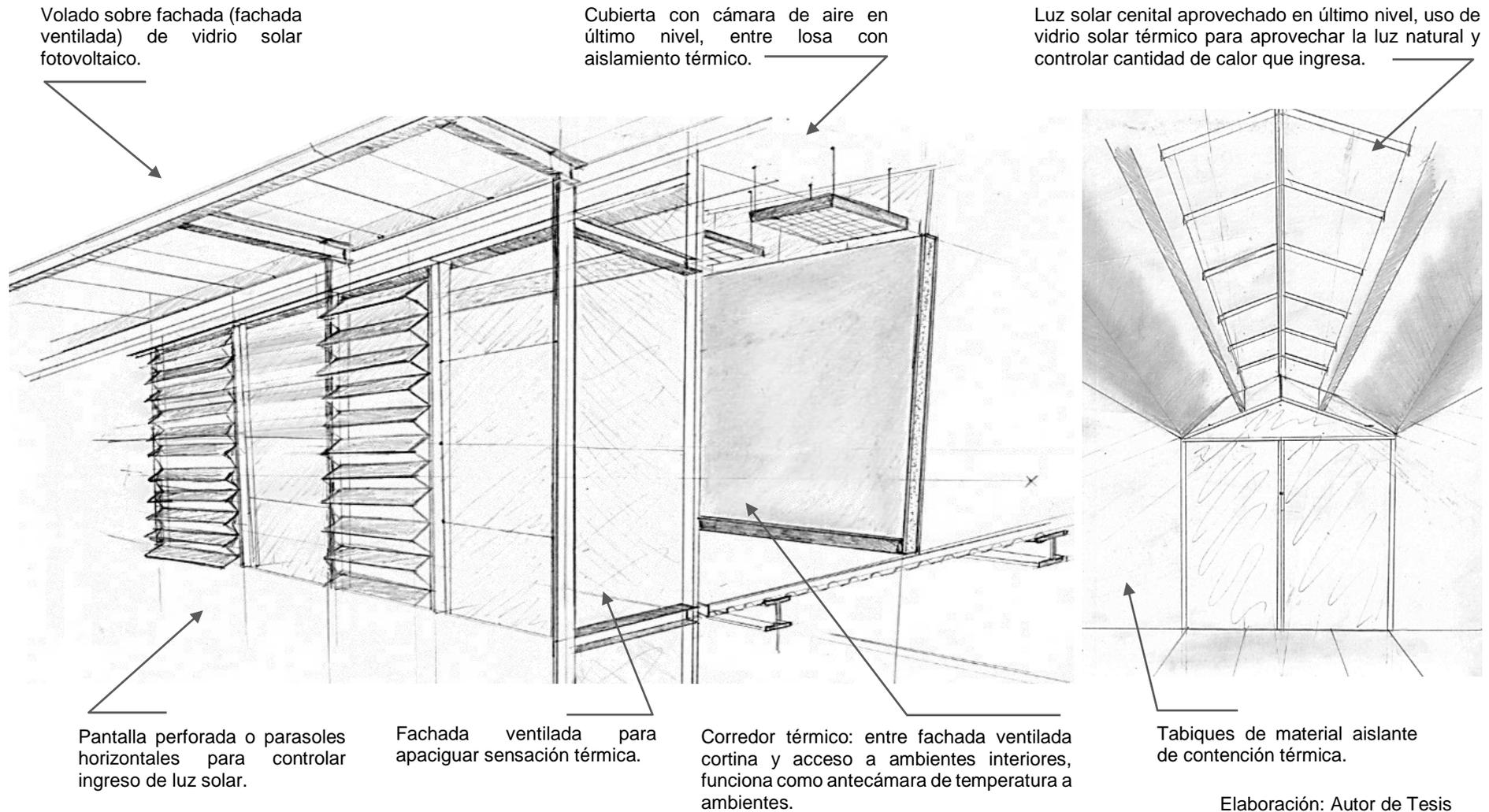
Planos opacos con aislamiento en espacios que no requieran de mucha luz solar.

Pórticos de ingreso generan sombra en fachadas acristaladas y ayuda a circular el viento.

Segunda cubierta protectora de techos para evitar radiación directa sobre cara más expuesta al sol, uso de paneles sándwich y vidrio solar.

Elaboración: Autor de Tesis

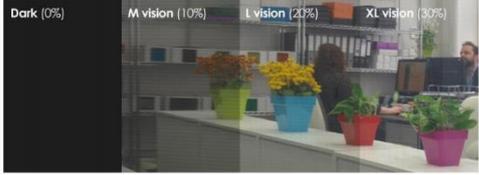
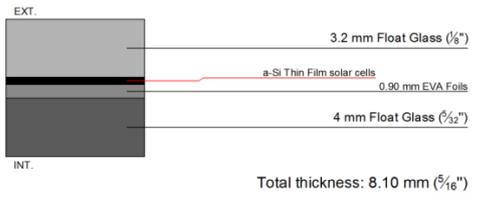
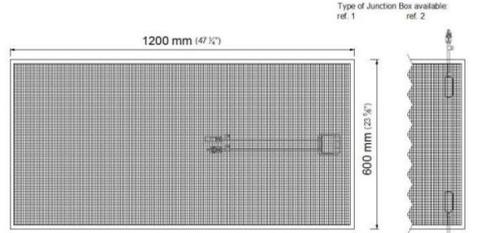
Figura 81: Bosquejo de aplicación en fachada



b. Aislamiento Térmico

Se realizó una plantilla de materiales a emplear con proveedores respectivos de las tendencias tecnológicas constructivas; estos elementos fueron seleccionados por su uso versátil, durabilidad, resistencia y conductividad térmica.

Tabla 29: Plantilla de materiales aislantes

Vidrio Fotovoltaico Silicio Amorfo ONYX SOLAR	
Proveedor: ONYX SOLAR	Uso: Planos transparentes
Descripción: VIDRIO FV 1200x600mm 034_N-12000600-20-1 Vidrio transparente o translúcido con células solares integradas para convertir la energía solar limpia en electricidad. MECÁNICA: Contenido: Tipo célula a-Si Thin Film, Vidrio FV 3.2mm vidrio flotante, Vidrio trasero 4.0mm vidrio flotante, Grosor Encapsulado 0.90mm EVA(ref A) 0.76mm PVB(ref B) Anchos: 0.60m Largo: 1.20m Espesor: 8.10mm(EVA) 7.96mm(PVB) Peso: 11.52Kg OTRAS PROPIEDADES: Transmitancia Térmica (U): 2.5 Transmisión UV: 1.50% Transmisión Luz: 17.30% Reflexión Solar Externo: 11.10% Reflexión Solar Interno: 47.80% Reacción Corta Fuego: B-s1,d0	    
Eficiencia Energética: Las células solares están incrustadas entre dos paneles de vidrio y una resina especial se llena entre ellas; además cada célula individual tiene dos conexiones eléctricas, que están conectadas a otras células en el módulo, para formar un sistema que genera una corriente eléctrica directa. Reduce la transmisión del infrarrojo hasta un 90% con respecto a vidrios convencionales.	
TERRART® LARGE	
Proveedor: NBK Architectural Terracotta	Uso: Envoltente planos opacos
Descripción: TERRART® LARGE Ideal para proyectos donde los elementos de gran tamaño o sobredimensionados soportan	

la carga del viento y la estética estructural y de diseño son una consideración.

MECÁNICA:

Contenido: Arcilla 55 - 60% en masa, Arcilla volcánica 30 - 35% en masa, Pigmentos de color <1% en masa, Aditivos orgánicos / inorgánicos 2 - 3% en masa, Esmalte <1% en masa

Altura: 0.80m màx

Largo: 1.80m màx.

Espesor: 4 cm

Peso: 11,5 lb / pie cuadrado

OTRAS PROPIEDADES:

Densidad bruta: 2050 - 2200 kg / m³

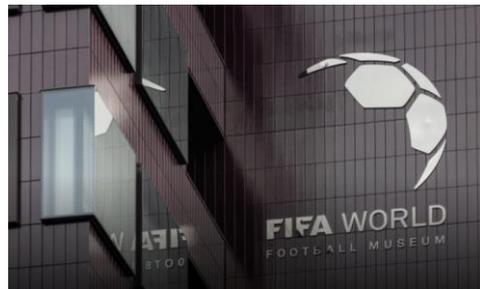
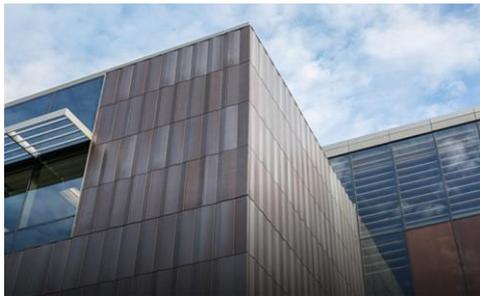
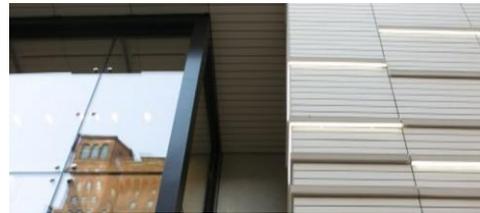
Conductividad térmica: 1.04 - 1.18 W / (mK)

Absorción de agua: 3 - 10%

Carga de rotura: > 18 N / mm²

Eficiencia Energética:

Sistema diseñado para acomodar el movimiento térmico, diseñado para elementos de azulejos de arcilla de terracota que se deben retirar individualmente sin rotura. Los clips de azulejos deben ser ocultos y no se permiten selladores húmedos, evita presencia de puentes térmicos.



Panel nervado Ondatherm PERFRISA®

Proveedor: ARCELOR MITTAL

Uso: Cubierta Ligera

Descripción:

ONDATHERM 1040 TS CURVADO

Chapas exterior e interior de acero de 0,63 - 0,5 mm de espesor, espuma intermedia de poliuretano, dando a Ondatherm 1040 TS curvado una clasificación frente al fuego B s3 d0; mejora la resistencia del panel a las acciones climáticas (viento y nieve).

MECÁNICA:

Contenido: Ondatherm se compone de dos paramentos metálicos con un núcleo de espuma de poliuretano y de tapajuntas.

Espesor Nominal: 100mm

Ancho total: 1.08m

Ancho útil: 1.00m

Largo total: 16.00m

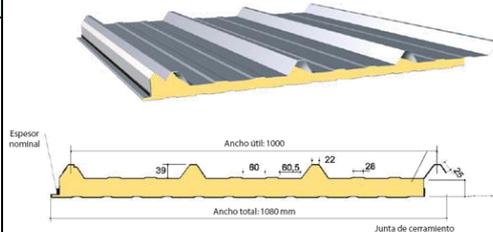
Espesor: 10 cm

Peso: 15.3 kg

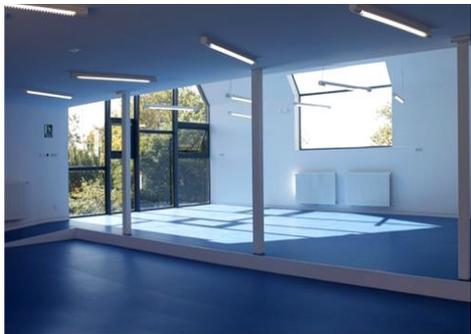
OTRAS PROPIEDADES:

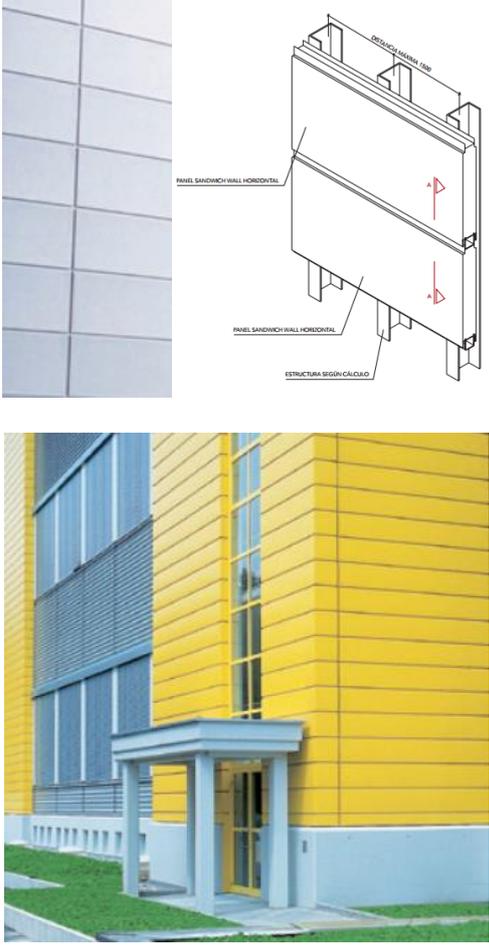
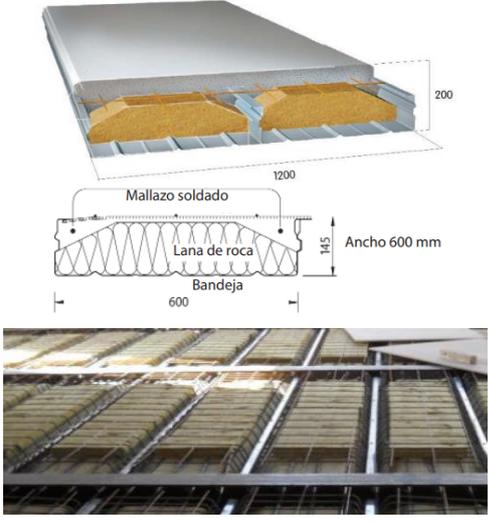
Conductividad térmica: 0.24 W / (m2K)

Protección: Galvanizado EN 10346



Eficiencia Energética:

<p>Es necesario colocar una tira de aislamiento térmico en la junta para evitar condensaciones. No existe riesgo de goteras en sus fijaciones, al estar ocultas por el tapajuntas. Elimina el puente térmico en los puntos de fijación.</p>	
<p>PANEL SANDWICH THERMOCHIP</p>	
<p>Proveedor: CUPA GROUP</p>	<p>Uso: Tabiques</p>
<p>Descripción:</p>	
<p>THERMOCHIP® TCH Panel sándwich para uso como cierre auto portante aislante de cubiertas en ambiente interior seco .El sistema no tiene funciones estructurales ni tiene influencia significativa en la estabilidad del edificio. Los paneles Thermochip® requieren siempre la colocación de un revestimiento exterior y una cámara de ventilación que garantice impermeabilización y protección. MECÁNICA: Contenido: Interior: tablero de cemento-madera; Núcleo: poliestireno extruido; Exterior: aglomerado hidrófugo. Ancho: 0.55m Largo: 2.40m/3.00m Espesor: 10.9 cm Peso: 26.4kg – 28.78kg /m2 OTRAS PROPIEDADES: Transmitancia térmica: 0.38 W / (m²°C)</p>	 
<p>Eficiencia Energética:</p>	
<p>Este sistema elimina la aparición de puentes térmicos, facilita la instalación de los paneles y garantiza el aislamiento continuo. Está formado por un tablero aglomerado hidrófugo, el núcleo aislante de poli estireno extruido y por un panel fabricado a partir de virutas de madera y cemento Portland, mezclado con sustancias de mineralización y agua. Estos materiales dotan al panel THERMOCHIP TCH de excepcionales cualidades de comportamiento ante el fuego (clase B), aislamiento acústico y resistencia a la humedad, a la flexión y a los impactos.</p>	

SANDWICH WALL HUNTERDOUGLAS	
Proveedor: HUNTER DOUGLAS	Uso: Tabiques Exteriores, Tabiques de laboratorios
Descripción:	
<p>SANDWICH WALL - FACHADA AISLANTE Es un producto diseñado y fabricado especialmente para revestimientos de fachadas, pero si el proyecto lo requiere, se puede instalar como tabique. Los paneles Sándwich Wall tienen un poder de aislamiento térmico considerable y aporta en este sentido una solución eficaz.</p> <p>Compuesto por dos planchas metálicas de aluzinc en espesor 0,6mm, separadas entre sí por poliuretano inyectado de densidad 60 kg/m³.</p> <p>MECÁNICA: Contenido: Interior: plancha aluzinc; Núcleo: poliuretano inyectado; Exterior: plancha aluzinc.</p> <p>Ancho: 0.60m Largo: 9.80m Espesor: 10. cm Peso: 19.7kg/m²</p> <p>OTRAS PROPIEDADES: Conductividad térmica: 0.02 Kcal/mh°C</p>	
Eficiencia Energética:	
<p>El perfil plástico, ubicado en la zona de junta, evita los contactos metálicos entre las caras de los paneles, garantizando la ausencia total de puentes térmicos.</p>	
COFRADAL 200	
Proveedor: ARCELOR MITTAL	Uso: Entrepiso
Descripción:	
<p>COFRADAL 200 es un sistema de forjado mixto acero-hormigón, prefabricado. La ausencia de apuntalamiento, de todo hormigón añadido y una gran rapidez de colocación hacen de este forjado una solución económica. La presencia de lana de roca confiere al COFRADAL 200 además de la calidad mecánica, rendimientos térmicos, acústicos y de resistencia al fuego. Además es de dos a tres veces más ligero que los forjados tradicionales de hormigón y permite alcanzar luces de hasta 7 metros.</p> <p>MECÁNICA: Contenido: compuesto por un perfil metálico, cuya forma permite el encaje de los módulos</p>	

entre sí. La lana de roca asegura la función de encofrado de la losa de hormigón y le confiere aislamiento térmico, acústico y colabora en la protección contra incendios. Existe también una malla soldada que asegura una perfecta conexión entre el perfil y el hormigón.

Ancho total: 7000m

Ancho útil: 600m

Largo total: 16.00m

Espesor: 20 cm

OTRAS PROPIEDADES:

Conductividad térmica: 3.14 W/m²°C

Eficiencia Energética:

La presencia de un panel de 130 mm de lana de roca confiere naturalmente al panel COFRADAL 200 un excelente rendimiento térmico.

Además ofrece al sistema aislamiento térmico, acústico y una protección contra incendios que puede alcanzar 180 minutos (según refuerzos).



Elaboración: Autor de Tesis

c. Aplicación al proyecto

La aplicación directa de las variables al proyecto arquitectónico se refleja al interior y en la fachada.

- Aislamiento Térmico:

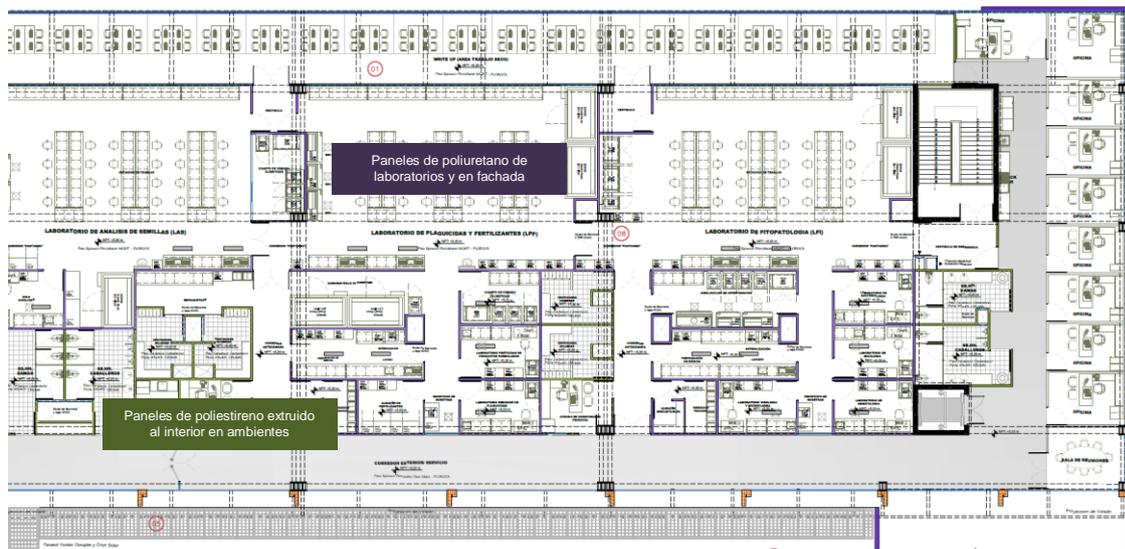
Al interior se distribuyen los paramentos verticales o tabiques prefabricados y colocados in situ según sus propiedades termodinámicas. El panel Termochip de poliestireno extruido se utiliza en ambientes diversos a excepción de los paramentos que definen los ambientes de los laboratorios de producción e investigación (paneles de poliuretano). A su vez, debido a su alto aislamiento contra las inclemencias climáticas, en las fachadas se adiciona o adosa un sistema armado de paneles de poliuretano inyectado, de esta manera se reducen los puentes térmicos que generan pérdidas de calor mediante la envolvente. A su vez todo ambiente aséptico es recubierto con APIREX o con epóxico con zócalos y curvas sanitarias como se recomienda en los manuales y proveedores extranjeros.

En cuanto a detalles arquitectónicos que no se adecuan a los paneles prefabricados se adiciona el superboard con relleno de lana de roca en la fachada (aislamiento por el exterior) para proteger juntas entre paramentos de ventanales o cubrir caras de columnas de acero.

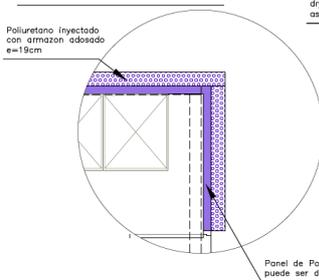
El entrepiso de lana de roca también juega un papel importante y aportador al aislamiento térmico ya que genera una caja térmica entre el primer y segundo nivel. La cubierta de

espuma de poliuretano abarca toda el área que recibe mayor radiación solar por lo cual los laboratorios ubicados en el segundo nivel contarán con una cubierta inferior de poliestireno extruido, generando un aislamiento por cámara para mejorar la transferencia de calor y cambios de temperatura además de la facilidad de instalación del mecanismo de HVAC y otros sistemas.

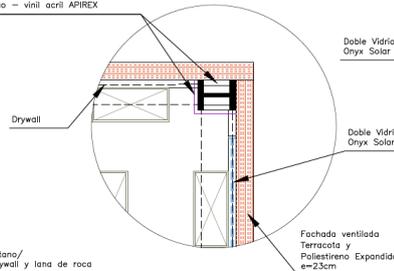
Figura 82: Aplicación de la variable Aislamiento Térmico



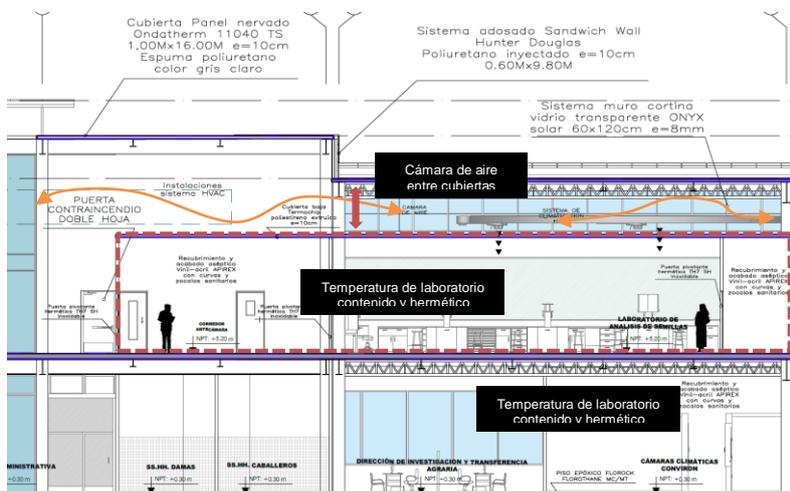
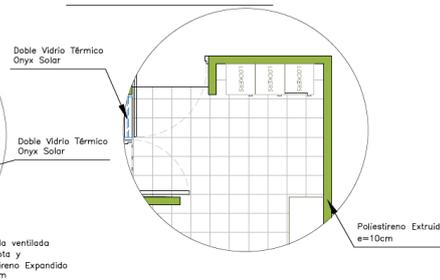
Aislamiento Exterior



Cerramiento de colimas H con drywall y recubiertos por acabado aséptico - vinil acríl APIREX



Aislamiento Interior



AISLAMIENTO DE PARAMENTOS	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	SANDWICH WALL HUNTER DOUGLAS POLIURETANO INYECTADO (en laboratorios)
	PANEL SANDWICH THERMOCHIP POLIESTIRENO EXTRUIDO (ambientes diversos)
	SANDWICH WALL ARMADO HUNTER DOUGLAS POLIURETANO INYECTADO (en fachada)
	DETALLE DE SUPERBOARD LANA DE ROCA (en fachada)
	FACHADA VENTILADA TERRACOTA ARCILLA + POLIESTIRENO EXPANDIDO
	PANTALLA HUNTER DOUGLAS PANEL SCREEN G - ALUMINIO PERFORADO
	RECUBRIMIENTO Y ACABADO ASÉPTICO CURVAS Y ZOCALOS SANITARIOS -VINIL ACRIL APIREX / laboratorios y placas concreto
	VIDRIO DOBLE ONYX SOLAR CÁMARA INTERNA
	COFRADAL 200 ARCELOR MITTAL ENTREPISO CON LANA DE ROCA

Elaboración: Autor de Tesis

- Envolvente Arquitectónica:

La aplicación de esta variable se aprecia directamente en los mecanismos pasivos de la envolvente exterior y al interior. Entre los mecanismos se tienen los dispositivos de control solar como los volados que protegen las fachadas vidriadas del calor y radiación excesiva además de pantallas suspendidas y parasoles; en cuanto a la tecnología constructiva se tiene el sistema de fachada ventilada, los tabiques con aislamiento al interior y fachada. Aplicando estos elementos adicionales mejoran el rendimiento del material de cerramiento y optimizan el aislamiento térmico del edificio lo cual se puede comprobar mediante una simulación térmica en ArchiWizard. Se reduce la pérdida energética por transmisión a través de la envolvente.

Figura 83: Aplicación de la variable Envolvente Arquitectónica



Elaboración: Autor de Tesis

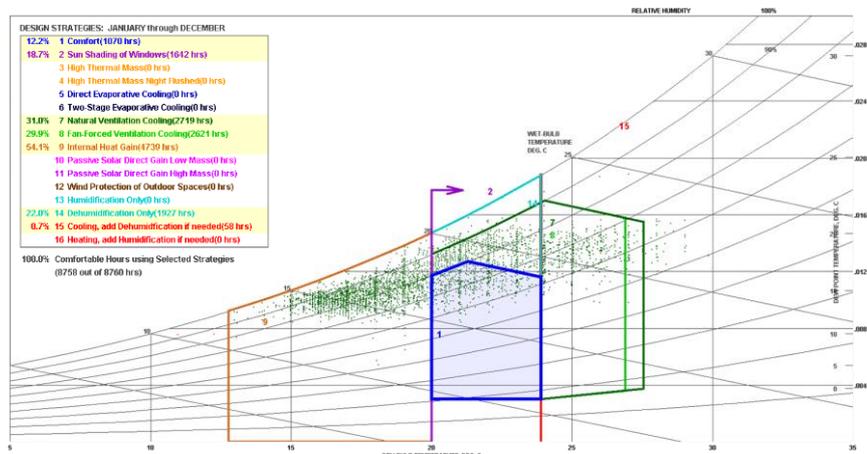
5.4.1.7.6 Simulación Climática

a. Propuesta Psicométrica

El análisis psicométrico está en función a las necesidades pasivas y mecánicas que requiere un edificio para el confort del usuario. Es importante resaltar que el uso de sistemas mecánicos deje de ser un edificio bioclimático, si no es la fuente de energía el cual se utiliza para hacer funcionar el sistema. Los climas alrededor del mundo y en nuestra zona de estudio ya no son constantes como años anteriores debido al cambio climático

global que está ocurriendo, es por ello además que el uso de sistemas mecánicos debe ser considerado en el edificio. Climate Consultant analizó los datos climáticos de Virú y brinda posibles propuestas de sistemas termodinámicos para alcanzar cierto grado de confort. El gráfico muestra que un edificio presenta 1070 horas de confort al año (polígono azul 01), es decir alcanza un nivel de confort solo del 12.2% sin contar con criterios o sistemas bioclimáticos, entre ellos mecanismos de control solar (pasivos) y sistemas mecánicos (activos). La zona de confort fluctúa entre los 20°C-24°C y humedad relativa de 20%-80%.

Figura 84: Carta psicrométrica de Virú al año 2017- sistemas pasivos y activos



Fuente: Climate Consultant

Entre las consideraciones de aplicación pasivas se encuentran 18.7% de sombreado de ventanas y 31% ventilación natural; entre las consideraciones indirectas se encuentra 29.9% climatización fría y 22% de deshumidificación del ambiente. 54.1% representa la ganancia de calor interna el cual se lleva a cabo mediante un cerramiento de control térmico (pasivo) y también mediante el sistema de climatización de calor (HVAC activo).

Para fines de la presente investigación, optimizar el aislamiento térmico a través de la envolvente arquitectónica se realiza mediante las propuestas pasivas, ya que la envolvente arquitectónica también es la piel climática del edificio que controla las inclemencias del clima hacia su interior y no necesita de energía para apaciguar el paso y control de temperaturas drásticas. Es así que, trabajando las ganancias de calor interna, sombreado de ventanas y ventilación natural serán las principales estrategias de aplicación para el proyecto.

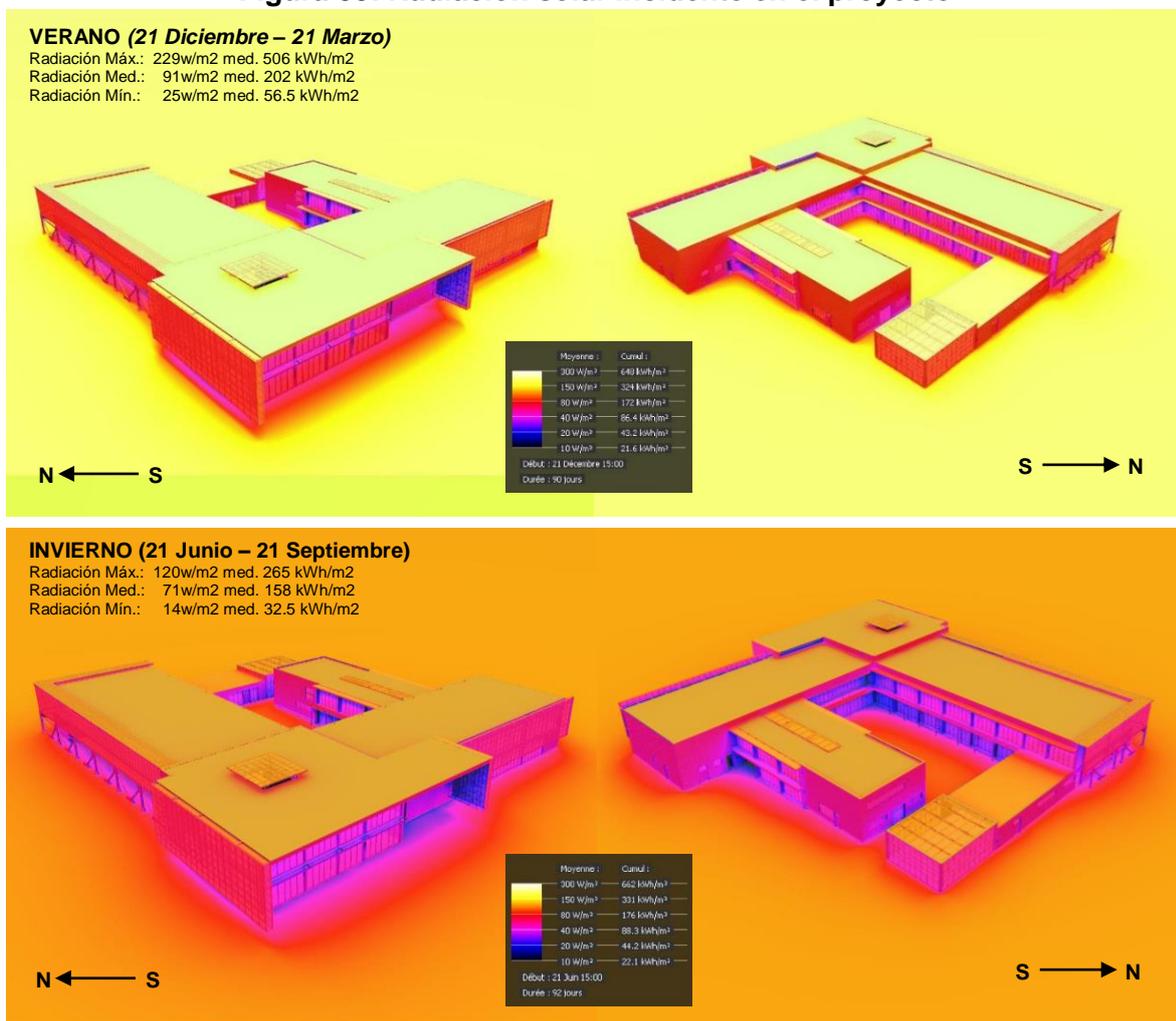
b. Evaluación del Proyecto en su Contexto

• Radiación

La radiación incide sobre la cubierta (cara más expuesta a la radiación) en verano con 506 kWh/m² y en invierno con 265 kWh/m² acumulados. En cuanto a las fachadas más

expuesta por la trayectoria solar son las caras nor oeste y sur oeste. Al analizar la incidencia solar previa a la conclusión del proyecto, se ubica el vidrio solar fotovoltaico en esta orientación del edificio para proteger y acumular energía renovable. En estas fachadas del segundo nivel se encuentran vanos largos que ocupan de piso a techo para fines de iluminación de talleres y de laboratorios durante el día a través del corredor térmico; estos ventanales y muro cortina será protegidos por una pantalla perforada que permita cierto paso solar lumínico y térmico.

Figura 85: Radiación solar incidente en el proyecto



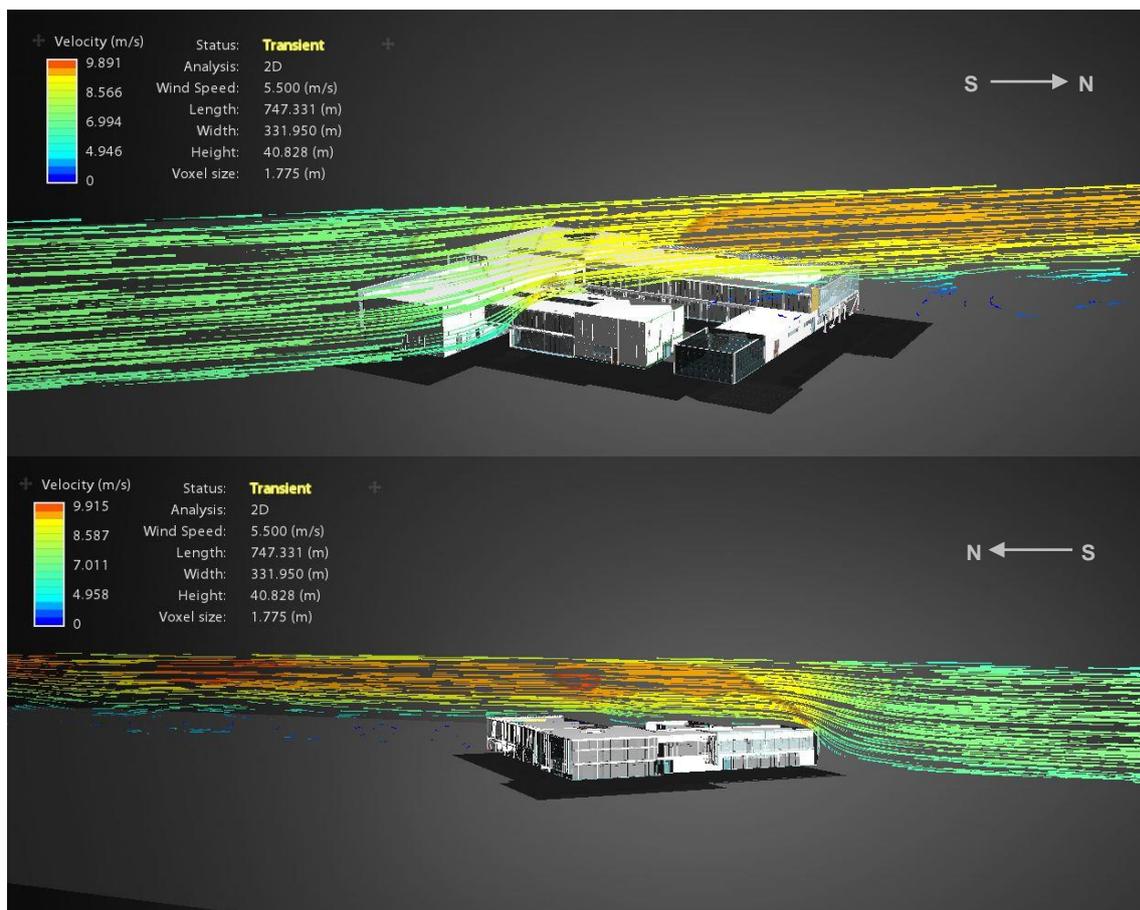
Simulación: ArchiWIZARD

- **Vientos**

Aprovechar los vientos que se presentan en el lugar es de gran importancia para enfriar el edificio todo el año. Lo que determina la aceleración y desaceleración del viento son las alturas y disposición de los bloques que conforman la composición volumétrica. En Virú se alcanzan 20km/h de velocidad de viento o 5.5m/s, según la escala de Beaufort se considera

esta una brisa de tipo 4 o moderada. Sin embargo, en los meses de junio y julio (invierno) se llega a alcanzar velocidades de 28km/h o 7.8m/s; en la escala es considerado de tipo 8 o brisa fresca.

Figura 86: Dirección y velocidad del viento incidente en el proyecto



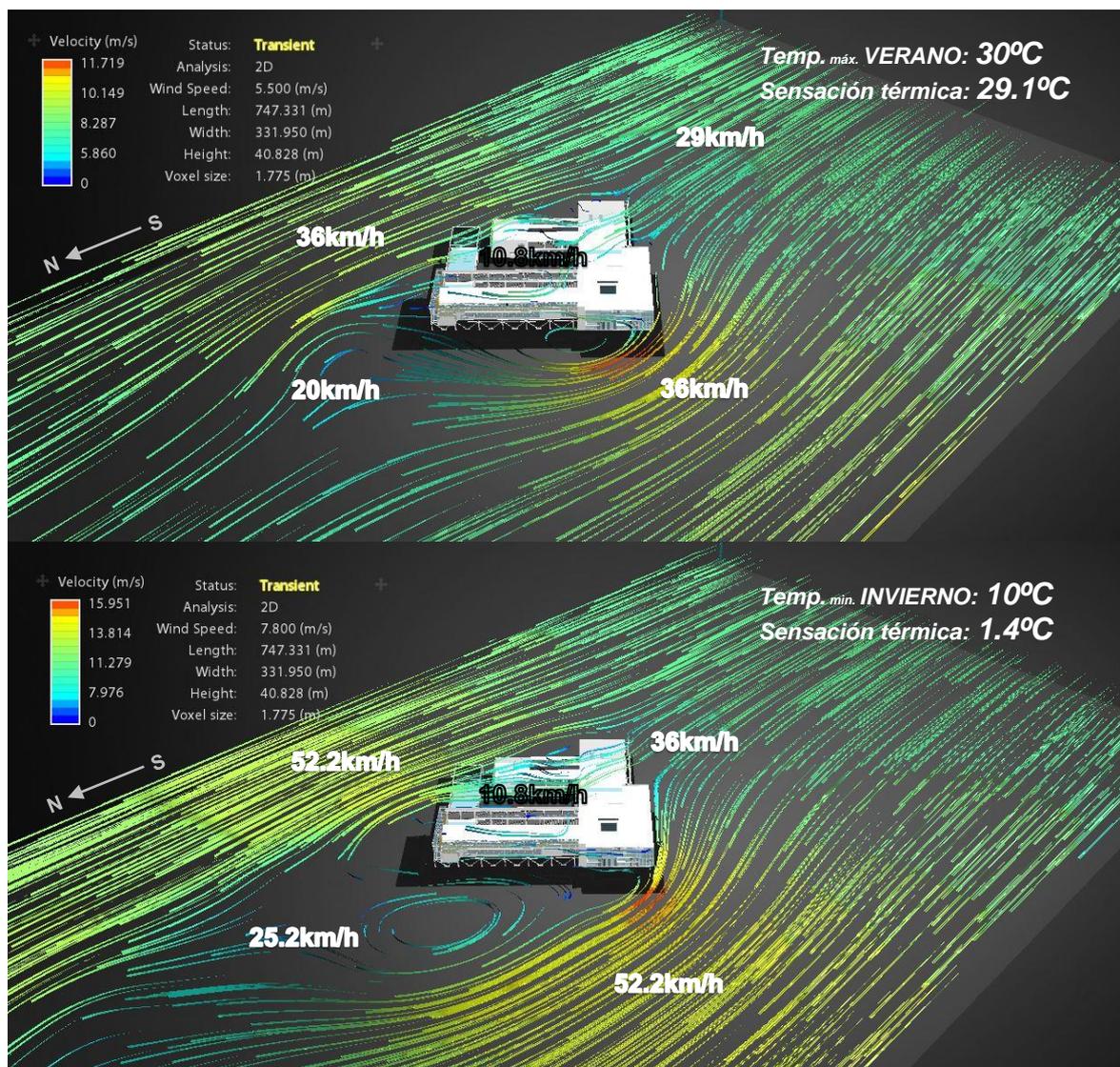
Simulación: Autodesk Flow Design

Es importante destacar que el proyecto no requiere de mucha ventilación natural al interior de sus ambientes salvo sean espacios de actividades de aprendizaje y lectura, esto se debe a que los laboratorios cerrados funcionan bajo condiciones de temperatura, humedad relativa, calidad de aire y presión reguladas o controladas mecánicamente necesario para el bienestar del usuario y la conservación de cosas o los experimentos en este caso. Cada laboratorio tiene una variante por los experimentos a tratar es por ello que se opta por el sistema HVAC o Acondicionamiento del aire (climatización).

En los gráficos se muestran la dirección y velocidad del aire entorno al proyecto en verano e invierno considerando las velocidades 19.8km/h y 28km/h respectivamente, aumentando de velocidad al pasar el volumen 36km/h y 52.2km/h en los lados este y oeste. Mediante la simulación se concluye que la orientación la edición permite el enfriamiento natural y apoyo

al sistema de fachada ventilada en las fachadas este a oeste, abarcando así las cuatro fachadas del edificio, no obstante, se muestra que por la rotación las fachadas nor oeste y nor este disminuye en velocidad, para controlar la retención de viento mínimo se ubican vegetación y árboles en estos frentes. En términos de ventilación, la sensación térmica en verano varía el 1.1°C de su temperatura máxima debido a que el viento presente es ligero-moderado, la envolvente puede necesitar el apoyo del sistema HVAC; por otro lado, en invierno, la variación es de 8.6°C por alcanzar vientos más aumentados.

Figura 87: Incidencia de la ventilación natural en verano e invierno



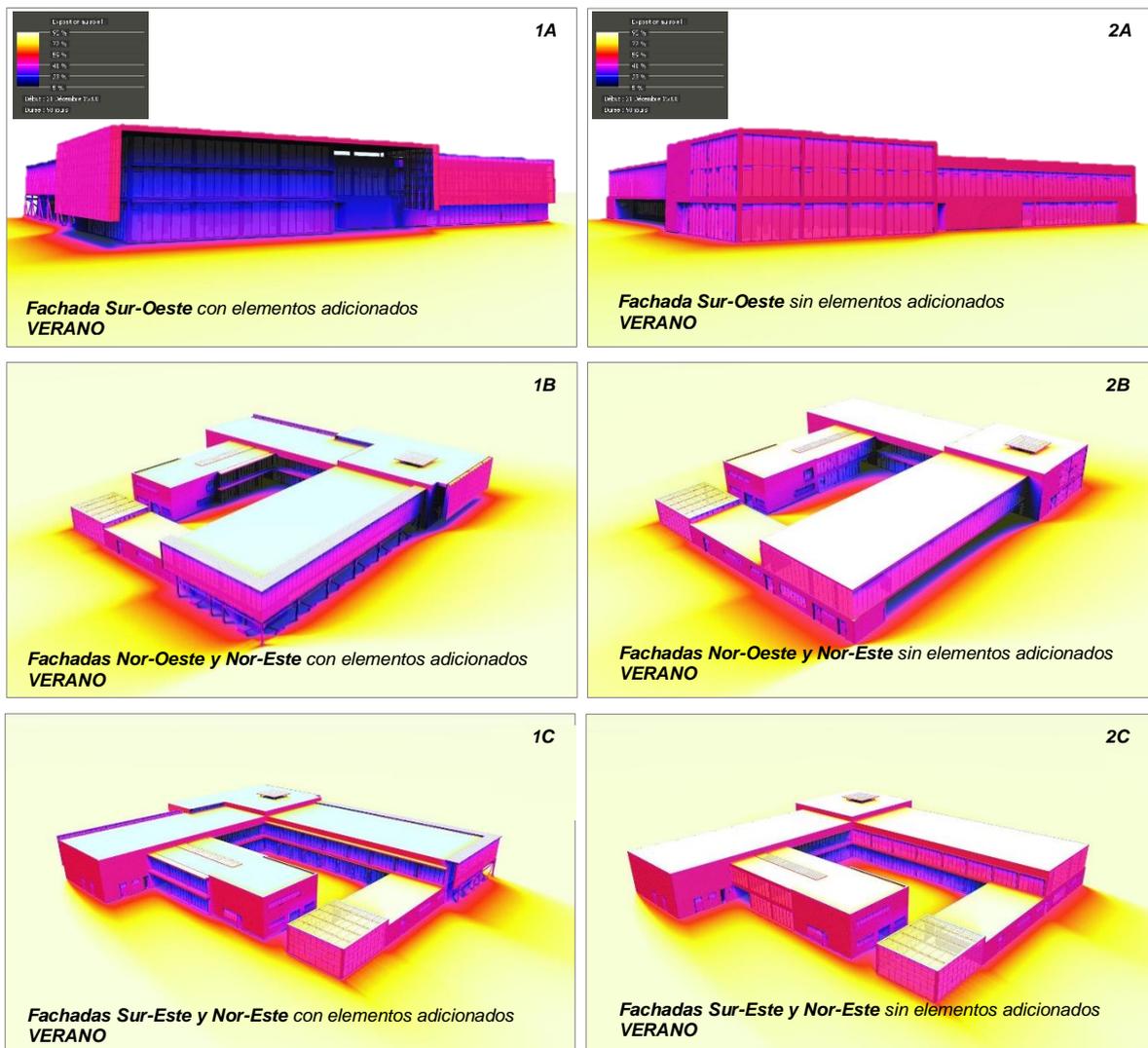
Simulación: Autodesk Flow Design

• **Exposición Solar**

Se procede a hacer una comparación del proyecto en dos escenarios: 1) Edificio con elementos adicionados + aislamiento térmico y 2) Edificio sin elementos adicionados +

aislamiento térmico; de esta manera se podrá evaluar la relación de la envolvente arquitectónica que optimiza el aislamiento térmico del proyecto en sus temperaturas máxima (verano) y mínima (invierno).

Figura 88: Comparación de los escenarios 1 y 2 en verano



Simulación: ArchiWIZARD

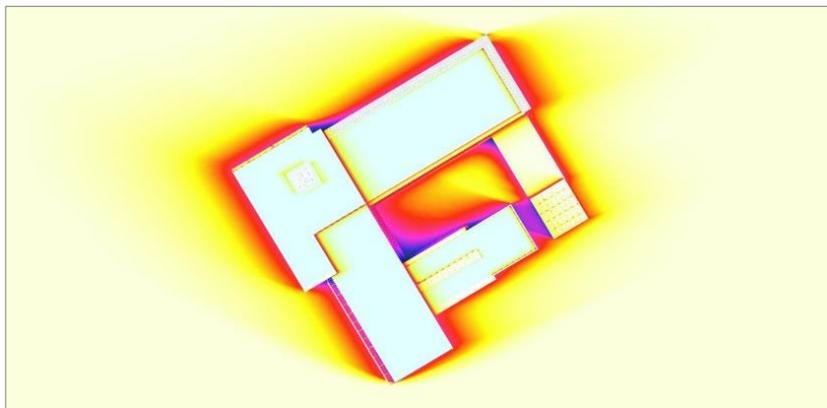
La simulación en verano es evaluada entre el 21 de diciembre hasta el 21 de marzo a las 15 horas del día cuando el edificio ha acumulado la radiación y exposición solar suficiente; se observa en el escenario 2 (sin elementos adicionales) que el edificio presenta en sus fachadas zonas de exposición solar entre el 40% al 70%, estos se ven más reflejados en los vanos pequeños, muros cortinas y ventanales de piso a techo.

A. La fachada sur oeste dispone de ambientes para oficina, lectura y aprendizaje el cual es necesario aprovechar la luz solar diurna ya que estas actividades se desarrollan solo durante el día. Sin embargo es una de las fachadas más expuestas al sol alcanzando

un 40% y 55% de exposición solar durante el verano; se aplica al proyecto elementos de pantalla perforada distanciada de la fachada para proteger el segundo nivel y generar sombra el primer nivel, por otro lado en el volumen donde se concentran los ventanales se extiende la cubierta proyectando un ángulo entre 70°-76. 5° desde la losa del primer nivel para obtener la distancia que vuela la cubierta y pueda generar sombra. El marco arquitectónico de cubierta voladizo y pantallas perforadas no solo permite enfriar esta fachada, sino que además remarca el ingreso al edificio. Esta fachada ahora alcanza entre un 5% a 30% de exposición solar directa.

- B. En ambos escenarios la fachada nor-oeste de un nivel está expuesta hasta un 59%. El muro cortina solar abarca toda la fachada nor-oeste del segundo nivel, este además de tener un cierto grado de resistencia térmica, almacena energía y sirve como fachada ventilada al corredor térmico de los laboratorios y zona de trabajo seco, debe ser protegido por una pantalla perforada que permite el paso de luz y radiación a menor grado indirectamente. De esta manera al elevar la pantalla se está protegiendo la fachada aislada del primer nivel, generando un corredor o galería abierto. Para fines de enfriamiento, entre la cubierta y marco de la pantalla perforada se asienta una marquesina de vidrio solar el cual almacena calor para uso energético y genera una caja semi abierta que ayuda direccionar y contener el viento, obteniendo así un mejor rendimiento de la fachada cristal ventilado. Esta fachada ahora alcanza también un 5% a 30% de exposición solar directa.
- C. Las fachadas orientadas al sur-este y aquellos que conforman el patio central presentan ventanales de corredores (zona de investigación) y aulas teóricas; aplicando el ángulo de protección solar se extienden volados sobre estas fachadas vidriadas, los planos opacos son protegidos mediante paramentos de aislamiento térmico.

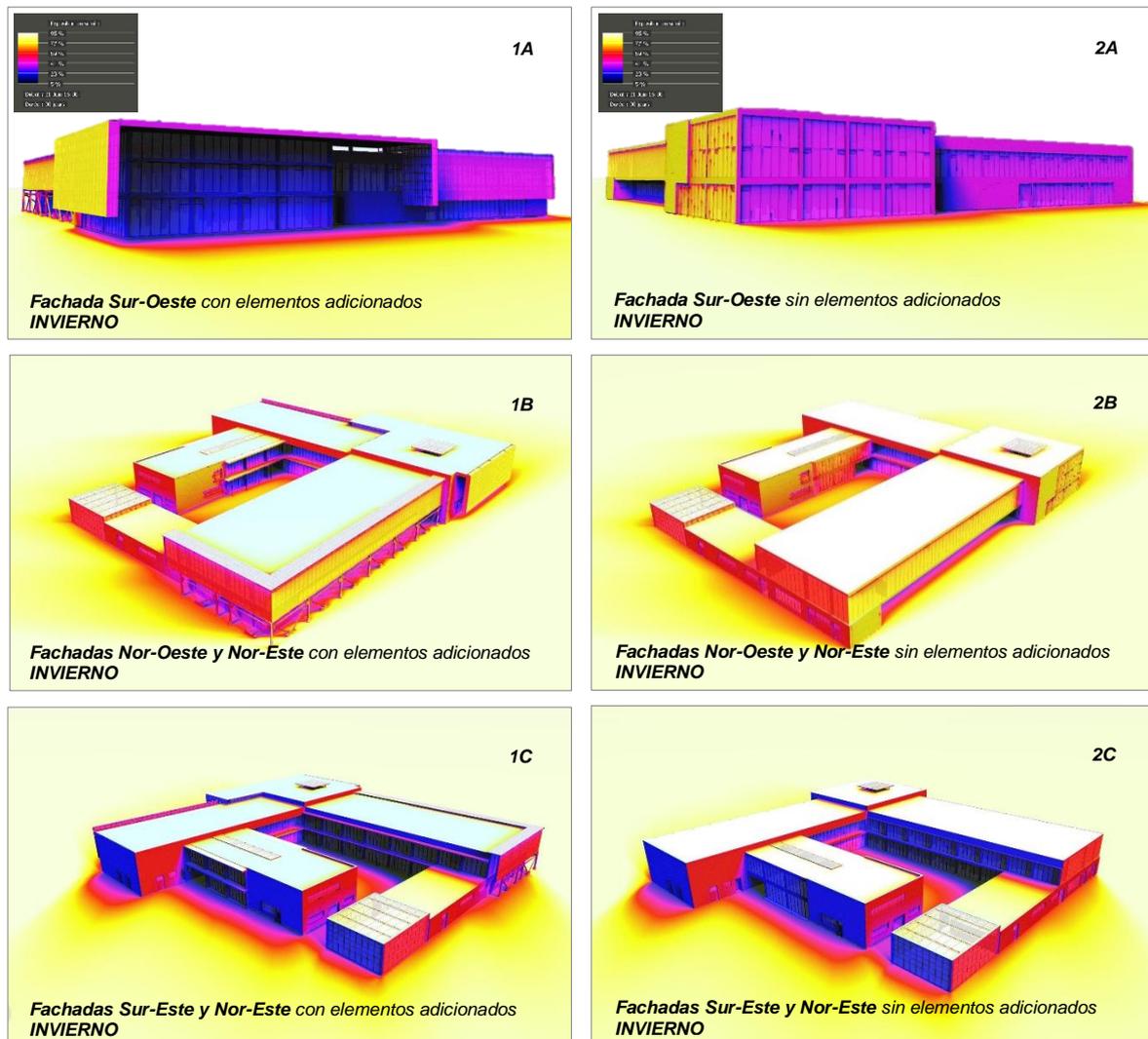
Figura 89: Exposición solar de verano sobre cubierta



Simulación: ArchiWIZARD

Las cubiertas del proyecto están expuestas al sol el 77% al 95% del verano; la cubierta dependerá del aislamiento térmico y debido a las grandes alturas se conforma una cámara intermedia, es decir, los ambientes tendrán un techo inferior y la cubierta exterior.

Figura 90: Comparación de los escenarios 1 y 2 en invierno



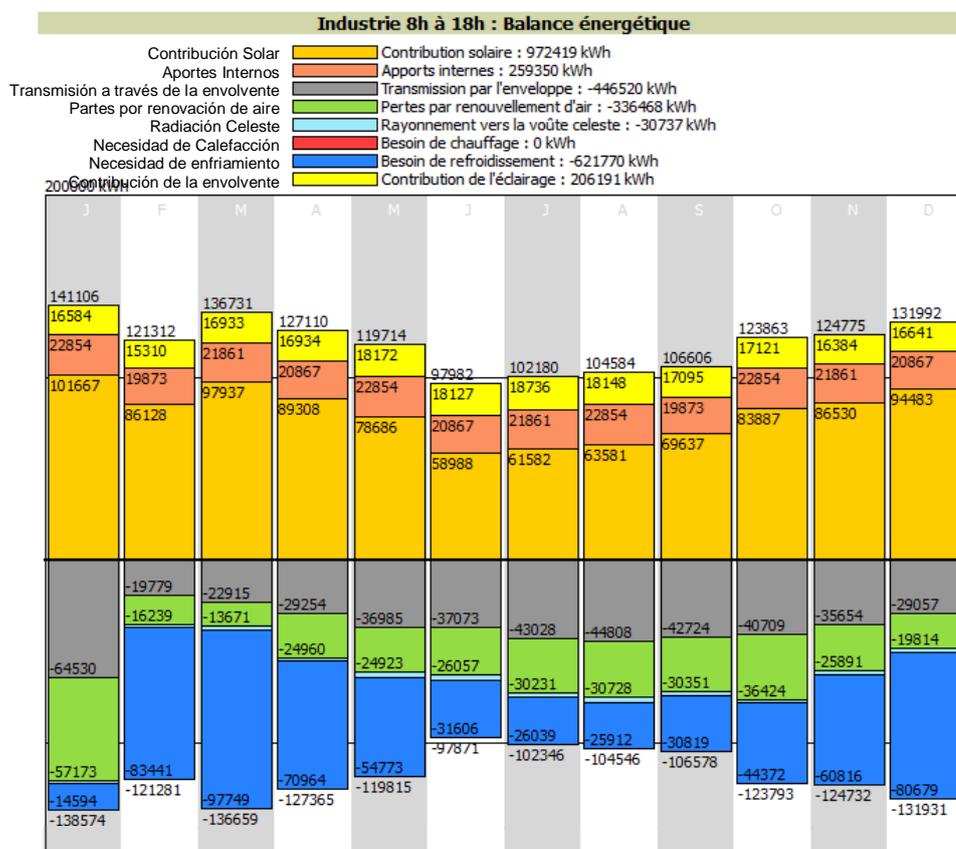
Simulación: ArchiWIZARD

La simulación en invierno es evaluada entre el 21 de junio hasta el 21 de septiembre a las 15 horas del día cuando el edificio ha acumulado la radiación y exposición solar suficiente; se observa en el escenario 2 (sin elementos adicionales) que el edificio presenta en sus fachadas zonas de exposición solar entre el 5% al 25% en las fachadas sur-este y en las fachadas oeste presenta del 60% al 80% de exposición. A diferencia de verano, en invierno se tienen dos escenarios remarcadas de enfriamiento en el oeste y ganancia solar en el este. En cuanto a las fachadas del oeste son controladas, para las fachadas del este la acumulación térmica en sus paramentos se realiza mediante el aislamiento, cabe

mencionar en los espacios orientadas al este no son ambientes ocupados todo el tiempo salvo las aulas teóricas, no obstante, para esto el ángulo de incidencia de rayos solares disminuye y penetra los ventanales.

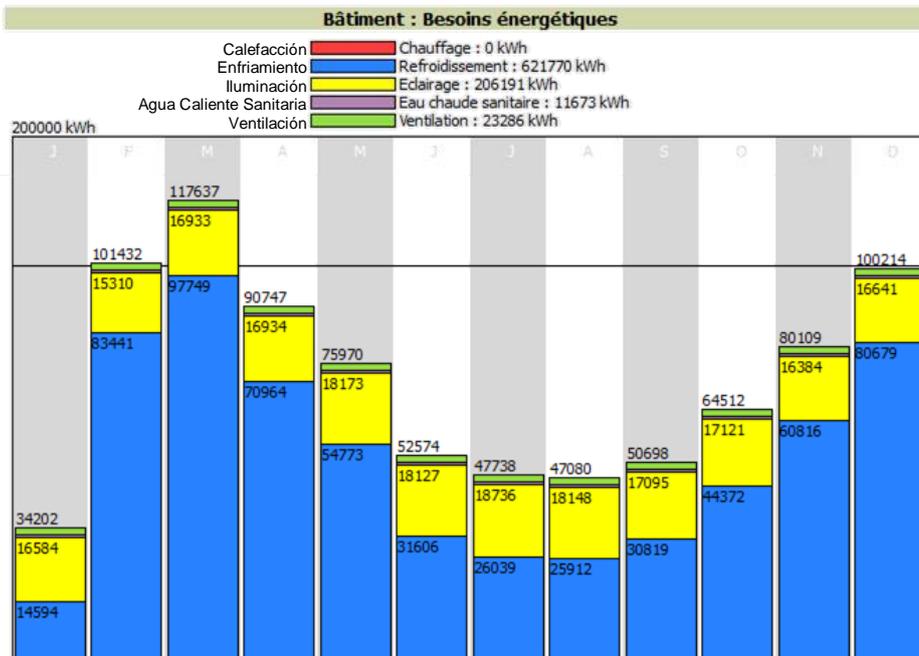
Se demuestra que las fachadas más críticas del proyecto son aquellas orientadas al oeste por lo que requieren de más elementos adicionales. Además, se concluye que un edificio que cuente con paramentos verticales y horizontales de aislamiento térmico necesita de elementos adicionales que conformen la envolvente arquitectónica para proteger estos paramentos o fachadas de la radiación solar directa. Para respaldar esta declaración, el software presenta gráficos del balance energético y necesidades energéticas del edificio. Para llegar a estos resultados a cada paramento se le ha especificado el tipo de material, tipo de aislante, espesores y grosores de cerramiento, propiedades físicas de planos opacos y vidriados. El software también arroja posibles resultados de necesidades de iluminancia y ventilación forzada al interior del edificio, para fines de la investigación nos centramos en la envolvente arquitectónica.

Figura 91: Balance energético – edificio con elementos adicionales



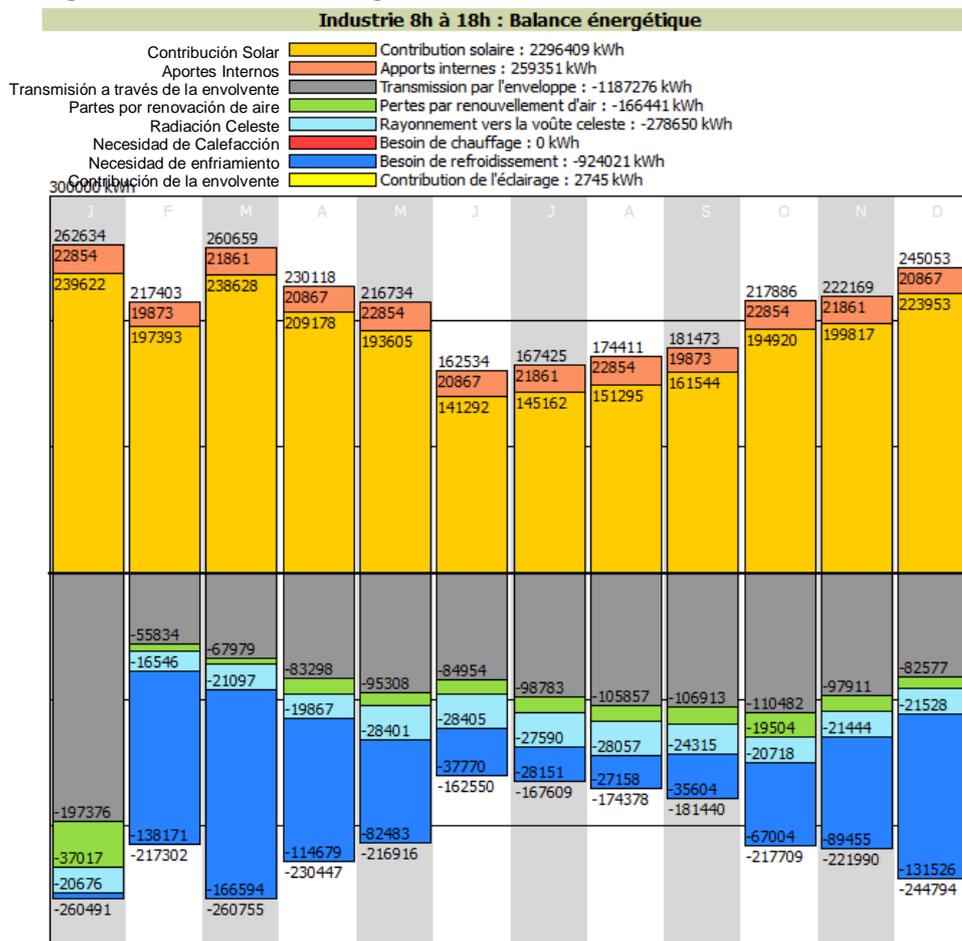
Fuente: Simulación ArchiWIZARD

Figura 92: Necesidad energética – edificio con elementos adicionales



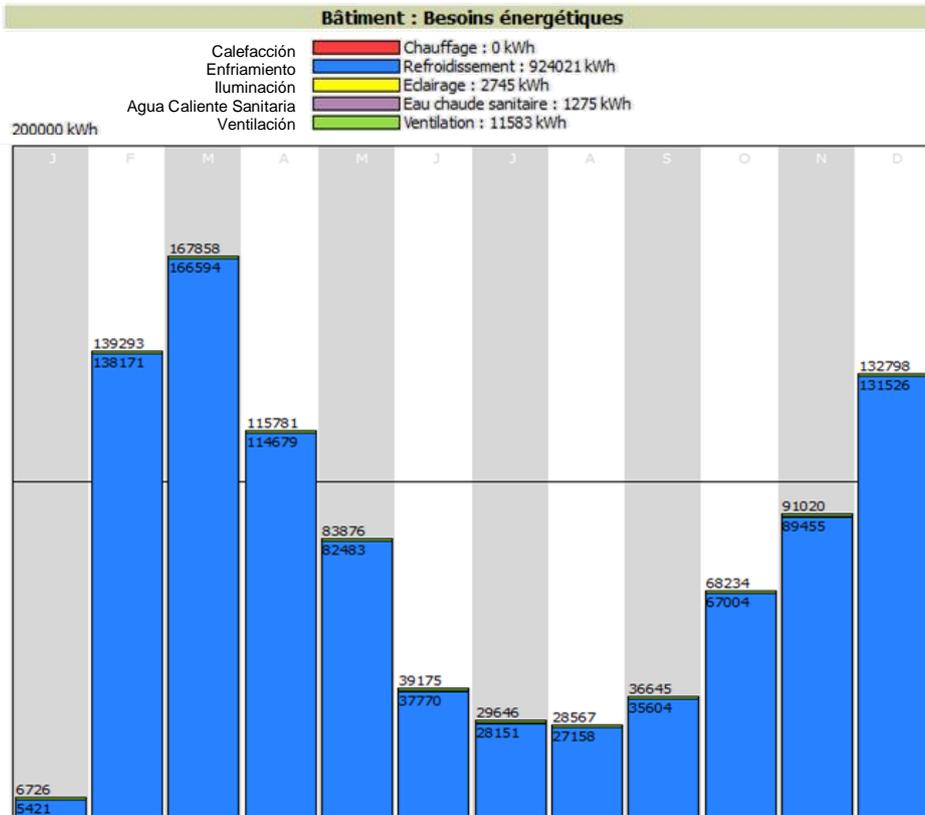
Fuente: Simulación ArchiWIZARD

Figura 93: Balance energético – edificio sin elementos adicionales



Fuente: Simulación ArchiWIZARD

Figura 94: Necesidad energética – edificio con elementos adicionales



Fuente: Simulación ArchiWIZARD

La necesidad energética del proyecto con elementos adicionales es de enfriamiento 621 770kWh y ventilación 23 286 kWh; para el edificio sin elementos adicionales es de enfriamiento 924 021kWh y ventilación 11 583 kWh, ambas necesidades trabajan indirectamente proporcional. Por otro lado, el balance energético de un edificio representa los flujos de energía entre el edificio y su entorno. Es un estudio comparativo de la suma de las ganancias y las pérdidas de energía. También se llama equilibrio energético, debido a que ambas sumas deben ser iguales. El análisis del software en ambos escenarios indica que no necesita de calefacción debido a factores de balance indirecta (equipos) o pasiva (aislamiento de paramentos) que pueden mantener el ambiente en una temperatura confortable. Para fines de la investigación, se procede a comparar el balance energético de ambos escenarios en cuanto a las ganancias y pérdidas involucrados directamente con la envolvente arquitectónica.

Tabla 30: Cuadro resumen del balance energético

Factor de Balance	Con Elementos	Sin Elementos
<i>Ganancia Solar (agua caliente)</i>	*972 419kWh	*2 296 406kWh
<i>Aportes Internos</i>	*259 350kWh	*259 351kWh
Transmisión a través de la envolvente	-446 520kWh	-1 187 276kWh
Partes por renovación de aire	*-336 468kWh	*-166 441kWh
Radiación Celeste (reflejada en edif.)	-30 737kWh	-278 650kWh
Necesidad de Calefacción	*0kWh	*0kWh
Necesidad de enfriamiento	-621 770kWh	-924 021kWh
Contribución de la envolvente	206 191kWh	2 745kWh
Resultado del Balance Total	2 465kWh	2 114kWh

Fuente: Simulación ArchiWIZARD

**No se tomará en cuenta para el análisis de la envolvente arquitectónica ya que se refieren a equipos internos para calentar agua, artefactos que emanan calor, funcionamiento del sistema HVAC.*

Conclusiones del Balance Energético:

Perdida por transmisión a través de la envolvente: El proyecto pierde calor a través de puntos críticos del cerramiento a 446 520kWh, en cambio el proyecto sin elementos adicionales pierde 1 187 276 kWh; esto respalda que los elementos adicionales y materialidad si optimizan el aislamiento térmico de una exposición solar excesiva.

Radiación Celeste: La radiación reflejada en las edificaciones es aquella rebotada de la superficie terrestre. La cantidad de este tipo de radiación depende del coeficiente de reflexión de las superficies verticales. El proyecto en este caso pierde 30 737kWh y sin los elementos se pierde mucho más por 278 650kWh.

Necesidad de Enfriamiento: En cuanto a la necesidad de enfriamiento, el proyecto con elementos adicionados necesita de 621 770kWh y sin elementos 924 021kWh para perder el calor acumulado en el edificio; esto también respalda que los elementos adicionados reducen la demanda energética de mecanismos activos de refrigeración.

Contribución de la Envolvente: Se refiere a la ganancia solar por elementos transparentes o de captación solar (absortividad-radiación) y almacenamiento de los paramentos (masa de inercia térmica); debido a los valores de aporte del vidrio ONYX SOLAR al proyecto y los aislamientos se obtiene una ganancia de 206 191kWh.

5.4.2 Memoria de Estructuras

5.4.2.1 Generalidades del Sistema STEEL FRAMING

Sistema constructivo versátil que brinda calidad estructural a la infraestructura industrial mediante una modulación del esqueleto del edificio con columnas y vigas de perfiles de pesados llamados perfiles IPN, IPE y HE. Estos perfiles son de acero al carbono de alta de resistencia (Grado 50 ASTM equivalente) laminados en caliente, resistentes simultáneamente a fuerzas axiales y momentos flectores; cuentan con una longitud estándar de 12.00m.

El esqueleto pesado es asentado y fijado sobre una losa armada con zapatas y vigas de cimentación que permiten uniformidad de las cargas del edificio sobre el suelo. Los trabajos de Steel Framing se realizan en seco, sin embargo, la losa de cimentación, entepiso colaborante y placas de concreto armado son los elementos que requieren de trabajo húmedo en el proyecto. Posterior al armazón de perfiles pesados, se instala el cerramiento de muros cortina, tabiques externos e internos, etc. con perfiles de acero ligeros.

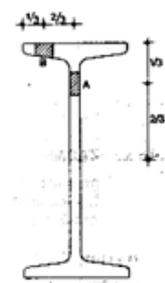
El uso de este sistema de perfiles de acero pesado se justifica por:

- Tener gran estabilidad dimensional que permite efectuar ampliaciones.
- Ser durable en el tiempo contando con una barrera anti corrosión.
- Ser 100% reciclable.
- No ser atacado por termitas ni otros animales.
- Tener resistencia al fuego.
- Facilitar el diseño y mano de obra (reduciendo el plazo de construcción hasta un 50% respecto a una construcción tradicional de mampostería) y rapidez en instalación y reparos de cerramiento.
- Aportar en el ahorro energético y confort de usuario facilitando la instalación de sistemas de aislamiento térmico, acústico y sistemas de extracción de aire.

5.4.2.1.1 Tipos de Perfiles H e I

- **Perfiles IPN (Perfil Normal)**

“Sección tiene forma I, con el espesor denominado normal. Las caras exteriores de las alas son perpendiculares al alma, y las interiores presentan una inclinación del 14% respecto a las exteriores, por lo que las alas tienen un espesor decreciente hacia los bordes. Las uniones entre las caras del alma y las caras interiores de las alas son redondeadas. Además, las alas tienen el borde con arista exterior viva e interior redondeada.”



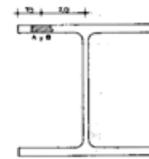
- **Perfiles IPE**

“Sección normalizada tiene forma de I y con el espesor denominado Europeo. Las caras exteriores e interiores de las alas son paralelas entre sí y perpendiculares al alma, y así las alas tienen espesor constante (principal diferencia con respecto al perfil IPN). Las uniones entre las caras del alma y las caras interiores de las alas son redondeadas con aristas exteriores e interiores vivas. La relación entre la anchura de las alas y la altura del perfil se mantiene menor que 0,66.”



- **Perfiles HE y HD**

“La anchura de la base y altura son iguales (H). Tienen un rendimiento inferior al de los perfiles IPE o IPN, pero con mejor comportamiento a la torsión y también tienen una carga crítica notablemente superior por tener los dos momentos de inercia seccionales más equilibrados. Eso lleva a que en vigas con cierta flexión o pilares con compresiones moderadas se prefiera un perfil HEB (perfil base) a un perfil IPE o IPN. Según sea la sección normal, ligera o pesada; se le denominará HEB, HEA o HEM.”



5.4.2.2 Cimentación Mixta: Losa de Cimentación y Zapatas de Refuerzo

La losa de cimentación es una placa de concreto armado apoyada sobre el terreno natural, repartiendo el peso y cargas del edificio sobre la superficie de apoyo. No obstante, por ser un proyecto de gran envergadura y grandes paños de losas vaciadas, se apoya sobre un sistema mixto de zapatas aisladas puntuales and la periferia y parte central por debajo de las columnas de acero HD, amarradas mediante vigas de cimentación a fin de transmitir mejor las cargas de la losa extensa. La losa es del 30cm.

5.4.2.3 Juntas de Dilatación

Con el fin de controlar y prevenir las tensiones internas, el edificio se construye por bloques, de manera que cada uno de estos bloques trabaja de manera independiente estructuralmente y no golpea con el bloque contiguo.

5.4.2.4 Placas de Concreto Armado

Se han proyectado placas para núcleos de escaleras, ascensores y montacargas. Las placas trabajan al corte sísmico y a la compresión vertical permanente. Estas son arriostradas a los perfiles de acero y a la malla de temperatura de la losa colaborante.

5.4.2.5 Perfiles de Acero Pesado

Existen las de flexión vertical y sísmicas, que son las de los pórticos principales que soportan cargas permanentes y al sismo. Las de flexión sísmica son las vigas de los

pórticos paralelos al sentido de las viguetas. Estas vigas o perfiles están soldadas y arriostradas con apoyo a las columnas HD y placas de concreto armado, los cuales soportan la losa colaborante y cubierta.

Existen diversas instituciones y organizaciones a nivel mundial con estándares de fabricación (calidad). El presente proyecto se acoge a los productos de vigas y columnas de Arcelor Mittal:

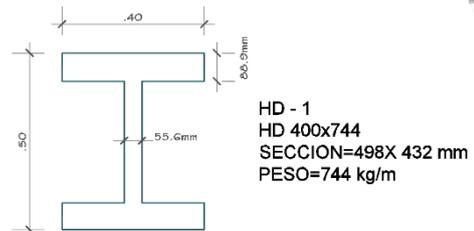
Tabla 31: Tipos de Perfiles de Acero

Perfil	Nomenclatura	Norma de Calidad
Perfiles en I	IPE	Europea EU 19-57 / AM
Perfiles en H	HD	Americana ASTM A 6/A 6M
Perfiles en U	UPE	Europea DIN 1026-2: 2002-10
Perfiles Angulares	L	Americana ASTM A 6/A 6M
Vigas Alveolares	IPE	Europea EN 10163-3: 2004

Elaboración: Autor de Tesis

- Columnas

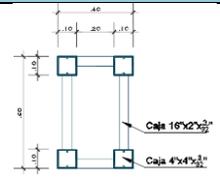
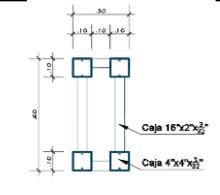
Son del tipo "HD" para columnas de alas anchas con mayor estabilidad.

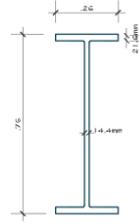
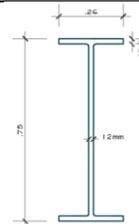
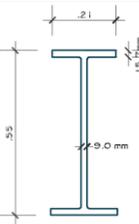
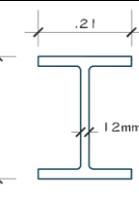
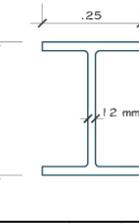
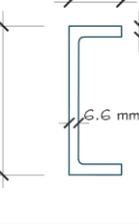


- Vigas

De acuerdo a la longitud de las luces entre columnas se pre dimensionan las vigas, además se hace mención que los peraltes mayores a 1.00 metro se confieren en vigas mixtas de cerchas para cubrir más luz con una estructura más ligera, de igual modo con las vigas alveolares o terciarias:

Tabla 32: Pre dimensionamiento de vigas

Luz (m)	Peralte	Viga Arcelor	Nomenclatura	Detalles
16.25m	$x = \frac{16.25}{16} = 1.01$	VIGA MIXTA CERCHA 600x400	VC - 1	
16.25m	$x = \frac{16.25}{16} = 1.01$	VIGA MIXTA CERCHA 600x300	VC - 2	

12.25m	$x = \frac{12.25}{16} = 0.76$	IPE 750 x 173	VC - 3	
11.65m	$x = \frac{11.65}{16} = 0.72$	IPE 750 x 134	VC - 4	
8.95m	$x = \frac{8.95}{16} = 0.55$	IPE A 550	VC - 5	
8.05m	$x = \frac{8.05}{16} = 0.50$	IPE O 200 Alveolar	VA - 1	
12.35m	$x = \frac{8.95}{16} = 0.77$	IPE O 240 Alveolar	VA - 2	
3.90m	$x = \frac{3.90}{16} = 0.24$	UPE 300	VU - 1	

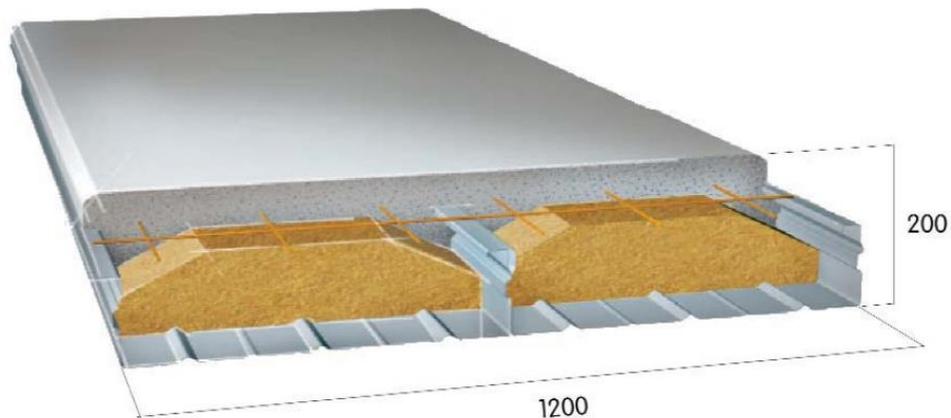
Elaboración: Autor de Tesis

5.4.2.6 Entrepiso: Losa Colaborante Cofradal 200

El entrepiso mixto Cofradal 200 de Arcelor Mittal combina acero, lana de roca y concreto permitiendo así obtener resultados óptimos tanto térmicos como acústicos, además es un

excelente cortafuegos muy efectivo RF 120 (2 horas). Cofradal 200 es tres veces más ligero que las clásicas baldosas de concreto, permiten salvar grandes luces (7 m) y disminuye considerablemente el coste de la estructura del edificio. La ausencia de apuntalamiento, de todo concreto añadido y una gran rapidez de colocación hacen de este entrepiso una solución económica.

Figura 95: Corte isométrico de losa Cofradal 200

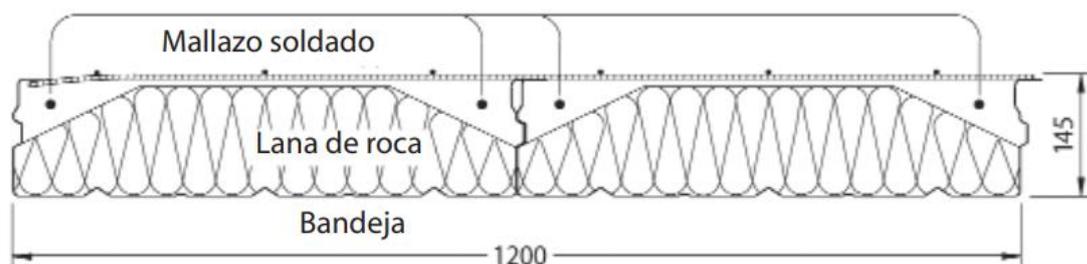


• **Composición Cofradal PAC**

Fuente: Arcelor Mittal

- Un perfil metálico galvanizado cuya forma permite el encaje de los módulos entre sí.
- Lana de roca que asegura la función de encofrado de la losa de concreto y le confiere aislamiento térmico, acústico y colabora en la protección contra incendios.
- Malla de temperatura soldado de acero positivo que asegura una perfecta conexión entre el perfil y el concreto.
- Las juntas de los paneles se rellenan en obra con un mortero de retracción controlado.
- El vaciado del concreto se hace in situ.

Figura 96: Sección de unión planchas Cofrada

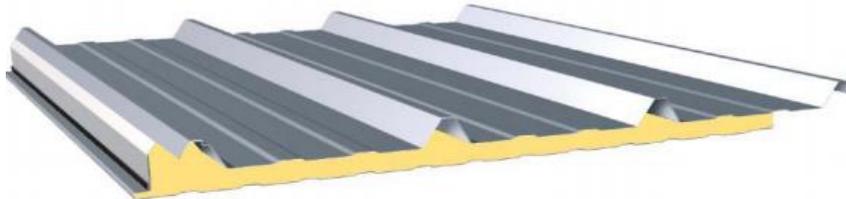


Fuente: Arcelor Mittal

5.4.2.7 Cubierta: Ondatherm 1040 TS Curvado

Es una cubierta de paneles aislantes para pendientes mínimas del 5 % con espesor de 100mm. La fijación de Ondatherm es oculta mediante tapajuntas para facilitar el montaje y desmontaje, dando lugar a una estética arquitectónica.

Figura 97: Corte isométrico de cubierta Ondatherm

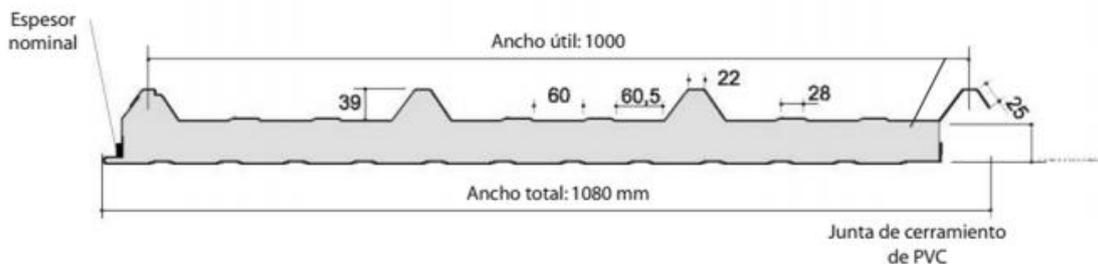


Fuente: Arcelor Mittal

- **Composición Ondatherm**

- Dos paramentos metálicos galvanizados.
- Núcleo de espuma de poliuretano y tapajuntas.
- Es necesario colocar una tira de aislamiento térmico en la junta para evitar condensaciones.

Figura 98: Sección de plancha Ondatherm



Fuente: Arcelor Mittal

- **Ventajas**

- No existe riesgo de goteras en sus fijaciones, al estar ocultas por el tapajuntas.
- Elimina el puente térmico en los puntos de fijación.
- Elimina bordes metálicos expuestos reduciendo el riesgo de oxidación.

5.4.2.8 Escaleras

Las escaleras del proyecto son metálicas con pasos y contrapasos según el proyecto arquitectónico.

5.4.3 Memoria de Instalaciones Sanitarias

5.4.3.1 Generalidades

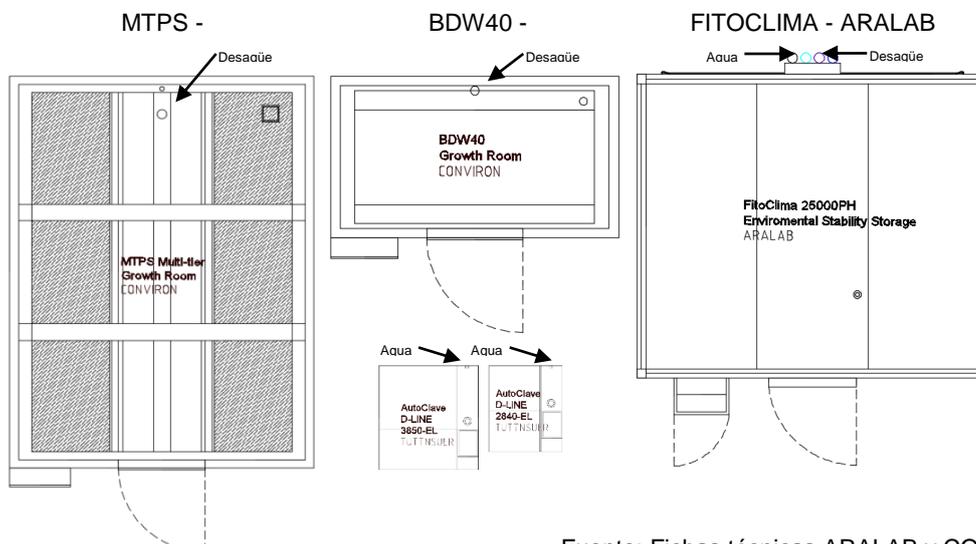
La presente Memoria, comprende y describe los conceptos utilizados en el desarrollo del proyecto de Instalaciones Sanitarias de “CENTRO EXPERIMENTAL TECNOLÓGICO AGRARIO”, de propiedad de la entidad Instituto Nacional de Innovación Agraria en Virú, Región La Libertad. El proyecto cuenta con áreas destinadas a depósitos y almacenes, oficina, zona para carga y descarga de productos, cocina, laboratorios de investigación y producción, y talleres experimentales. Esta memoria está supeditado a las normas establecidas en los capítulos IS.010 e IS.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

La red matriz de distribución de agua y desagüe garantiza su calidad de presión de servicios de consumos y descargue. El abastecimiento de agua será a partir de la red pública existente mediante la conexión de aducción de 3/4” el cual alimentará a la cisterna. La cisterna y el cuarto de bombas se ubican en el sub suelo cerca al patio central y comedor. La distribución de agua se realiza mediante un sistema indirecto de bomba eléctrica e hidroneumático.

La red de desagüe se extiende mediante matrices de 4” y 6” de diámetro que recibirá las descargas de los aparatos sanitarios, cámaras frigoríficas, cámaras climáticas cajas registro y será evacuado a una red matriz de desagüe compuesto por buzones, para finalmente descargar a un biodigestor para tratamiento de aguas residuales, ubicado en el colchón verde del terreno. El agua para riego de áreas las verdes (jardines circundantes al edificio) se realizará mediante conductos de riego canalizados de la zona de riego agrícola existentes hacia las parcelas de cosecha.

5.4.3.2 Equipos Especiales

Figura 99: Puntos de alimentación y desfogue sanitario de cámaras climáticas



Fuente: Fichas técnicas ARALAB y CONVIRON

Los laboratorios de investigación y producción están implementados de equipos que requieren de suministro de agua y puntos de desagüe tales como cámaras climáticas walk-in, cámaras frigoríficas y autoclaves.

5.4.3.3 Sistema de Agua Fría

El sistema de abastecimiento de agua potable planteado para la edificación proyectada será del tipo indirecto, es decir estará conformado por cisterna, bombas centrifugas de presión constante y velocidad variable.

a. Cálculos Justificativos de Dotación Diaria

Las dotaciones de agua diarias mínimas para el establecimiento serán los que se indican a continuación según Norma IS. 010:

Tabla 33: Dotaciones diarias de agua para consumo

Ambiente	RNE	Dotación	Unidad	Metraje	Aforo	Dotación Parcial
Talleres Experimentales	f	50	Por Persona	---	125	6250
Aulas	f	50	Por Persona	---	156	7800
Auditorio	g	6	M2	173	---	1038
Laboratorios de Investigación	f	50	Por Persona	---	90	4500
Laboratorios de Producción	f	50	Por Persona	---	75	3750
Oficinas Administrativas	i	6	M2	597	---	3582
DOTACIÓN DIARIA (Sombreado)						26 920 lts
						26.92 m3

Elaboración: Autor de Tesis

Dotación diaria de red pública = 26 920 Litros por día o 26.92 M3

Se hace mención que el agua de riego para las áreas verdes se realizará por medio de agua del sub suelo, agua almacenada de las lluvias y agua de canales de riego almacenado en una cisterna aparte.

b. Volumen de Cisterna

Según Norma IS.010 Sub Capítulo 2.4. Almacenamiento y Regulación:

- *Cuando sea necesario emplear una combinación de cisterna, bombas de elevación y tanque elevado, la capacidad de la primera no será menor de las 3/4 partes de la dotación diaria y la del segundo no menor de 1/3 de dicho volumen.*
- *En caso de utilizar sistemas hidroneumáticos, el volumen mínimo será igual al consumo diario con un volumen mínimo de 1000 litros.*

Tabla 34: Dimensionamiento de cisterna de agua para consumo

Dotación	Cálculo	Capacidad
Cisterna	$\frac{3}{4} \times 26\ 920$ lts	20.19 m ³
Agua Contra Incendios	25 000 lts	25.00 m ³
Capacidad Total de Cisterna		45.19 m ³

Elaboración: Autor de Tesis

Dimensiones internas: 5.00 m x 4.30m x 3.00m

c. Especificaciones Normativas

- Las tuberías y accesorios de agua fría son de PVC, con embores para soportar 150 lb/pulg².
- Los accesorios serán de PVC fabricados por inyección; para las salidas de aparatos y griferías se utilizará accesorios de fierro galvanizado.
- Se aplica pegamento PVC en todas las conexiones para asegurar un buen acoplamiento, cerciorándose que el tubo esté bien colocado y esperando unos 15 minutos de fraguado antes del manipuleo de piezas.
- Las pruebas constan de agua inyectada a una presión de 100lb/pulg², durante 30 minutos.
- Las tuberías de agua caliente serán de plástico CPVC unidas con pegamento especial para soportar altas temperaturas.
- Todas las válvulas están ubicadas a +0.30m NPT o nivel correspondiente de piso.
- Cada ambiente de baño debe tener una válvula compuerta, al igual que baterías de aparatos por ambiente requerido.

5.4.3.4 Cantidad de Aparatos Sanitarios

La cantidad de sanitarios por batería de baños se calcula por zona ubicada en cada piso, abarcando la cantidad de usuarios por piso:

Tabla 35: Cantidad de aparatos sanitarios

ZONA	AFORO	PISO	AMBIENTE	CANTIDAD	INDICE	JUSTIFICACIÓN	ÁREA TECHADA	PARCIAL
ADMINISTRACION	40	1	S.S.H.H. Hombres (2u, 2i, 2i)	2	6	1Equipo/Pers. RNE. Norma A.080 Art.15	12	24
			S.S.H.H. Mujeres (2i, 2i)	2	6	1Equipo/Pers. RNE. Norma A.080 Art.15	12	
TRANSFERENCIA	138	1	S.S.H.H. Hombres (2u, 2i, 2i)	2	6	1Equipo/Pers. RNE. Norma A.040 Art.13	12	72
			S.S.H.H. Mujeres (2i, 2i)	2	6	1Equipo/Pers. RNE. Norma A.040 Art.13	12	
	281	2	S.S.H.H. Hombres (4u, 4i, 4i)	4	6	1Equipo/Pers. RNE. Norma A.040 Art.13	24	
			S.S.H.H. Mujeres (4i, 4i)	4	6	1Equipo/Pers. RNE. Norma A.040 Art.13	24	
EXPERIMENTAL	78	1	S.S.H.H. Hombres (3u, 3i, 3i)	3	6	1Equipo/Pers. RNE. Norma A.060 Art.21	18	96
			S.S.H.H. Hombres (3u, 3i, 3i)	3	6	1Equipo/Pers. RNE. Norma A.060 Art.21	18	
	215	2	S.S.H.H. Hombres (5u, 5i, 5i)	5	6	1Equipo/Pers. RNE. Norma A.060 Art.21	30	
			S.S.H.H. Mujeres (5i, 5i)	5	6	1Equipo/Pers. RNE. Norma A.060 Art.21	30	
SERVICIOS GENERALES	23	1	S.S.H.H. Personal Servicio Hombres (2u, 2i, 2i)	2	10	1Equipo/Pers. RNE. Norma A.060 Art.21	20	40
			S.S.H.H. Personal Servicio Mujeres (2i, 2i)	2	10	1Equipo/Pers. RNE. Norma A.060 Art.21	20	
SOCIAL	144	1	S.S.H.H. Publico Hombres (2u, 2i, 2i)	2	6	1Equipo/Pers. RNE. Norma A.100 Art.22	12	24
			S.S.H.H. Publico Mujeres (2i, 2i)	2	6	1Equipo/Pers. RNE. Norma A.100 Art.22	12	

Elaboración: Autor de Tesis

5.4.3.5 Sistema de Agua Caliente

El sistema de agua caliente está definido en un calentador eléctrico de 110 litros de capacidad y una red de distribución hasta cada uno de los aparatos que requieran este tipo de abastecimiento.

Tabla 36: Dotaciones de agua caliente

Ambiente	RNE	Dotación	Unidad	Metraje	Aforo	Dotación Parcial	Calentador de Agua
Laboratorios (duchas x6)	d	50	Por Persona	---	5	250 x 2/5	100 lts

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

5.4.3.6 Sistema de Agua Contra Incendios

El proyecto desarrolla el sistema de protección contra incendio del local, y se inicia desde el cuarto de bombas. Este sistema comprende de equipos de bombeo de agua contra incendio, montantes, siamesas en los exteriores y mangueras contra incendios regidos bajo el Reglamento Nacional de Edificaciones Norma A130 y Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

El sistema de agua contra incendios consta de:

- Un sistema de bombas contra incendio compuesto por una bomba principal y una bomba Jockey. Un manifold de distribución desde el cual se hará la conexión de los sistemas de prevención de incendios. para los gabinetes de agua contra incendio ubicados en cada piso de la edificación.
- Gabinetes de Agua Contra Incendio en el primer y segundo nivel.
- Salida de válvula siamesa tipo poste en el patio central de la edificación y en fachadas principales, para uso del

a. Abastecimiento de Agua Contra Incendios

- *Se instalará un sistema de abastecimiento de agua contra incendios (red de agua contra incendios) cuando sea necesario para dar servicio, en las condiciones de caudal, presión y reserva calculados, a uno o varios sistemas de lucha contra incendios, tales como: red de bocas de incendio equipadas (BIE), red de hidrantes exteriores, rociadores automáticos, agua pulverizada y espuma.*
- *Se provee una siamesa de inyección para abastecer a la cisterna.*
- Del sistema usado por los ocupantes del edificio:
El almacenamiento de agua en la cisterna o tanque para combatir incendios debe ser por lo menos de 25 m³, esta cantidad mínima será sumado a la dotación diaria total

para contar con una sola cisterna a fin de evitar estancamiento de agua (uso de gabinetes contra incendios).

- Del sistema usado por el cuerpo de bomberos:

El almacenamiento de agua en los tanques, para combatir incendios, debe ser por lo menos de 40m³ adecuándose al caudal y tamaño posible del incendio (uso de columna seca con siamesas).

b. Tuberías y Accesorios

- Para la tubería enterrada comprende el suministro y la colocación de las tuberías y accesorios de HDPE (PEAD) de alta densidad PE-100 SDR -11, seleccionada para el Sistema de Agua Contra Incendio. La tubería deberá ser colocada enterrada teniendo como profundidad mínima de zanja de 1.20mt.
- Para la tubería expuesta para la red de agua contra incendio debe ser de acero negro sin costura Cédula 40, todos los accesorios deben ser listados. Todos estos sistemas de tubería excepto las válvulas deben ser pintadas con dos capas de pintura anticorrosivo y dos capas de esmalte rojo de acuerdo a la normatividad vigente.

c. Gabinete Contra Incendios

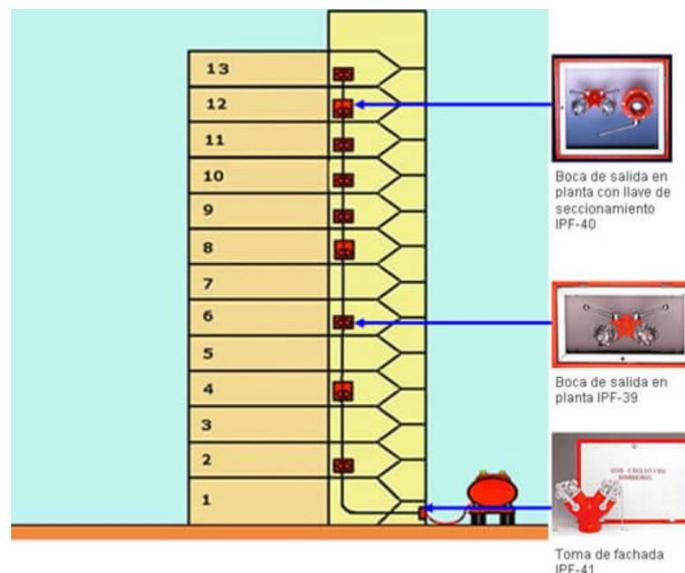
- *Los alimentadores deben calcularse para obtener el caudal que permita el funcionamiento simultáneo de dos mangueras, con una presión mínima de 45m en el punto de conexión de manguera más desfavorable. El diámetro mínimo será de 4".*
- Se han previsto gabinetes contra incendio para ser usado por el personal del local; estos gabinetes serán metálicos y sus dimensiones interiores no serán menores que 0.60 m. x 0.80 m. x 0.20 m. el acabado será en pintura al fuego color rojo. Cada gabinete debe tener una válvula angular de \varnothing 1.½" cuyas roscas serán: ingreso hembra NPT y salida macho NST. La manguera de \varnothing 1.½" de 100 pies (30 m.) de longitud con pitón de poli carbonato con cierre será listada para gabinetes contra incendio.
- Se ubican gabinetes contra incendios en los dos niveles y uno al exterior en el patio central para ser usado por el personal y bomberos.

d. Columna Seca Contra Incendios (siamesas)

- *La instalación de columna seca es para uso exclusivo del Servicio de Extinción de Incendios y estará formada por una conducción normalmente vacía, que partiendo de la fachada del edificio discurre generalmente por la caja de la escalera y está provista de bocas de salida en pisos y de toma de alimentación en la fachada para conexión de los equipos del Servicio de Extinción de Incendios, que es el que proporciona a la conducción la presión y el caudal de agua necesarios para la extinción del incendio.*

- Cada columna seca llevará su propia toma de alimentación y ésta estará provista de conexión siamesa con llaves incorporadas y racores tipo UNE 23-400-80, de 70mm. de diámetro y con tapas sujetas con cadenas.
 - Las bocas de salida en pisos estarán provistas de conexión siamesa con llaves incorporadas y racores tipo UNE 23-400-80, de 45mm., de diámetro con tapas sujetas con cadenas.
 - En otras palabras, gracias a la columna seca los bomberos pueden abastecerse del agua necesaria, regulando el caudal y la presión, para apagar un incendio en el edificio en determinado nivel o piso. Las columnas secas evitan que los bomberos tengan que extender las mangueras del camión a lo largo de las escaleras del edificio.
- La Compañía de Bomberos de Trujillo hizo mención que este sistema es más efectivo para edificios de varios niveles y establecimientos industriales ya que permite abastecer el agua directo a un sistema aparte de la red contra incendios cuando ésta queda sin agua o en algún caso haya falla, poco común, de los dispositivos de la red contra incendios.

Figura 100: Esquema de columna seca contra incendios

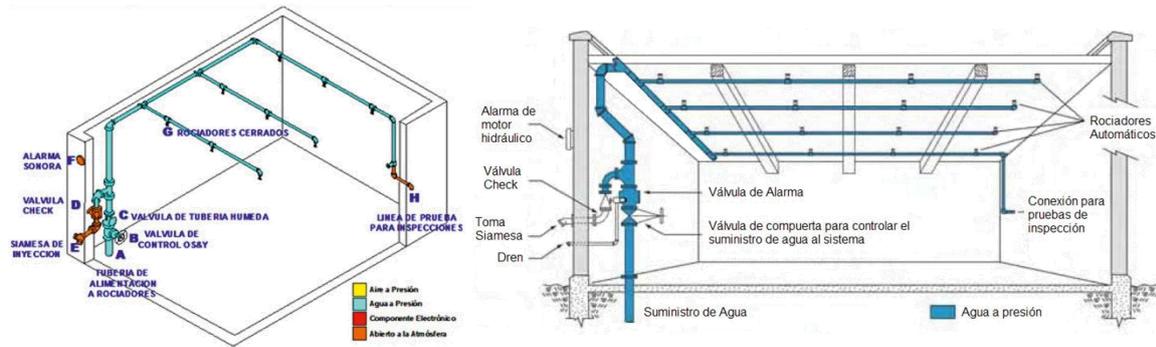


Fuente: <http://www.eivar.com>

Por otro lado, además de conectar una toma de inyección siamesa para abastecer la cisterna, es posible desde la fachada abastecer la misma red contra incendios directo de una toma de inyección siamesa seguida de una válvula check. Este sistema directo hacia la red contra incendios debe ser evaluado por un ingeniero especialista ya que fluctúan distintas presiones para largas distancias de puntos de salida. Para fines del proyecto solo

se plantean la inyección de agua hacia la cisterna, columnas secas y de la red de gabinetes contra incendios.

Figura 101: Esquema de inyección a red contra incendios



Fuente: TYCO Fire & Building Products

5.4.3.7 Agua para Riego

Para prevenir posibles conexiones cruzadas por efecto de la existencia de presiones negativas en la red de alimentación, el sistema de riego será provisto por canales de agua con agua de riego de parcelas existentes en la zona debido a la gran extensión de superficie.

Figura 102: Áreas verdes para riego



Elaboración: Autor de Tesis

El agua pluvial recolectado de los techos será direccionado en canaletas y montantes hacia las rejillas en el suelo que conllevan a desfogar en las áreas verdes. Para tener una idea de la cantidad de agua para riego se calculó lo siguiente:

Tabla 37: Dotación diaria de agua para riego de áreas verdes

Ambiente	RNE	Dotación	Unidad	Metraje	Aforo	Dotación Parcial
Áreas verde	u	2	M2	11825.90	---	23 651.80
DOTACIÓN DIARIA						23 651.80 lts
						23.65 m3

Elaboración: Autor de Tesis

Dotación diaria del sub suelo = 23 651.80 Litros por día o 23.65 M3

5.4.3.8 Agua de Lluvia

Las aguas pluviales que recaen sobre los ductos de mantenimiento de tuberías de servicio serán evacuados mediante sumideros hacia la red de colectores. El agua pluvial que recae sobre los techos serán canalizados por la pendiente ligera de la cubierta hacia las canaletas y direccionado a bajar por montantes hacia rejillas en el suelo que conllevan a los jardines. Sin embargo, cabe mencionar que, debido a la ausencia de colindantes al edificio, la lluvia puede recaer libremente en las zonas verdes extensas alrededor de todo el edificio y las épocas de lluvia son pocas.

5.4.3.9 Red de Desagüe y Ventilación

El sistema de evacuación de aguas servidas para el establecimiento es por gravedad, siendo las aguas residuales evacuadas a través de tuberías empotradas en pisos y muros, ubicándose registros y sumideros en lugares donde permitan la inspección y el mantenimiento de las tuberías de desagüe. Estas tuberías van a ser conectadas con los montantes de desagüe que van adosadas en los ductos o empotradas en los muros para luego empalmar al colector de desagüe del primer piso, y descargarlo posteriormente a la red general pública mediante una conexión nueva de 6".

Las matrices de descargue del piso 2º serán colgadas bajo la losa colaborante mediante abrazaderas, espárragos y templaderas.

Se ha diseñado un sistema de ventilación de tal forma que se obtenga una máxima eficiencia en todos los puntos que requieran ser ventilados a fin de evitar rupturas de sellos de agua, alzas de presión y la presencia de olores ofensivos. Las tuberías de ventilación irán empotradas en pisos y muros y sus diámetros han sido definidos en conformidad a lo estipulado por el Reglamento Nacional de Edificaciones.

a. Trampa de Grasa

Se considera de instalación de trampas de grasas de acero inoxidable superficiales con medidas estándar de 42x49x42cm en los conductos de desagüe de los lavaderos del snack bar de comidas en la zona de oficinas además en la cocina. Los laboratorios cuentan con

trampas de grasa con desfogue en la pared, para ello se aplican trampas de grasa OCTAFIX 35x50x45cm de polietileno el cual la entrada y salida de la colocación de tubos incidentes es de acuerdo a las necesidades de la instalación.

Figura 103: Puntos de ingreso y salida trampa de grasa OCTAFIX



Fuente: Trampas de Grasa Octafix

b. Cajas Registro (Norma RNE IS .010)

Tabla 38: Tipos de caja registro de desagüe

Dimensiones Interiores (m)	Diámetro máximo (mm)	Profundidad máxima (m)
0.25 x 0.50 (10" x 20")	100 (4")	0.60
0.30 x 0.60 (12" x 24")	150 (6")	0.80
0.45 x 0.60 (18" x 24")	150 (6")	1.00
0.60 x 0.60 (24" x 24")	200 (8")	1.20

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

Se colocará registros por lo menos en:

- Al comienzo de cada ramal horizontal de desagüe.
- Cada 15m en los conductos horizontales de desagüe o colector.
- Al pie de cada montante, salvo cuando ella descargue a una caja de registro o buzón distante no más de 10m.
- Cada dos cambios de direcciones en los conductores horizontales de desagüe.

c. Buzones (NTE S .070 Redes de Aguas Residuales)

El proyectista tiene libertad para ubicar las tuberías principales, los ramales colectores de alcantarillado y los elementos que forman parte de la conexión domiciliar de agua potable y alcantarillado, de forma conveniente, respetando los rangos establecidos y adecuándose

a las condiciones del terreno. Los elementos de conexión o tuberías tendrán una pendiente mínima de 15 por mil.

Tabla 39: Tipos de buzones de desagüe

Caja de Inspección	Profundidad	Tubería	Diámetro
Buzoneta	H < 1.00 m	< 200 mm de diámetro	0.60 m
Buzón (tapa de acceso 0.60m)	H > 1.00 m	< 800 mm de diámetro	1.20 m
		< 1200 mm de diámetro	1.50 m
Diámetro Nominal de la Tubería (mm)		Distancia Máxima (m)	
100-150		60	
200		80	
200-300		100	
Diámetros mayores		150	

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones

d. Cálculo de Cota de Fondo de Cajas Registro y Buzones

Tabla 40: Calculo de cota fondo de cajas registro

Caja Registro – 01	Caja Registro – 02	Caja Registro – 03
10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre montante y CR1= $0.010 \times 5.90 = 0.059\text{m}$ C.T.: +0.30m. C.F.: +0.24m.	10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre CR1 y CR2= $0.015 \times 3.50 = 0.052\text{m}$ C.T.: +0.30m. C.F.: +0.18m.	10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre CR2 y CR3= $0.015 \times 12.50 = 0.187\text{m}$ C.T.: +0.30m. C.F.: 0.00m.
Caja Registro – 04	Caja Registro – 05	Caja Registro – 06
10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre CR3 y CR4= $0.015 \times 9.55 = 0.143\text{m}$ C.T.: +0.30m. C.F.: -0.14m.	10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre CR4 y CR5= $0.015 \times 11.35 = 0.170\text{m}$ C.T.: +0.30m. C.F.: -0.31m.	10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre CR7 y CR6= $0.015 \times 2.50 = 0.037\text{m}$ C.T.: +0.30m. C.F.: +0.16m.
Caja Registro – 07	Caja Registro – 08	Caja Registro – 09
10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre montante y CR7= $0.010 \times 9.60 = 0.096\text{m}$ C.T.: +0.30m. C.F.: +0.20m.	10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre CR5 y CR8= $0.015 \times 8.35 = 0.125\text{m}$ C.T.: +0.30m. C.F.: -0.43m.	10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre CR10 y CR9= $0.015 \times 5.35 = 0.08\text{m}$ C.T.: +0.30m. C.F.: +0.11m.
Caja Registro – 10	Caja Registro – 11	Caja Registro – 12
10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre montante y CR10= $0.010 \times 10.75 = 0.107\text{m}$ C.T.: +0.30m. C.F.: +0.19m.	12" x 24" (Diámetro 6") Profundidad entre CR8 y CR11= $0.015 \times 9.50 = 0.142\text{m}$ C.T.: +0.30m. C.F.: -0.57m.	10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre ramal y CR12= $0.010 \times 3.50 = 0.035\text{m}$ C.T.: +0.30m. C.F.: +0.26m.

Caja Registro – 13	Caja Registro – 14	Caja Registro – 15
18" x 24" (Diámetro 6") Profundidad entre CR8 y CR11= 0.015 x 9.23= 0.138m C.T.: +0.30m. C.F.: -0.70m.	10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre CR15 y CR14= 0.015 x 5.35= 0.08m C.T.: +0.30m. C.F.: +0.13m.	10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre montante y CR15= 0.010 x 8.70= 0.087m C.T.: +0.30m. C.F.: +0.21m.
Caja Registro – 16	Caja Registro – 17	Caja Registro – 18
10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre CR17 y CR16= 0.015 x 4.70= 0.07m C.T.: +0.30m. C.F.: +0.14m.	10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre CR18 y CR17= 0.015 x 2.50= 0.037m C.T.: +0.30m. C.F.: +0.21m.	10" x 20" (Diámetro 4") Profundidad entre ramal y CR18= 0.010 x 4.90= 0.049m C.T.: +0.30m. C.F.: +0.25m.
Caja Registro – A	Buzón – A	Buzón – B
24" x 24" (Diámetro 8") Profundidad entre CR13 y CR.A= 0.015 x 15.00= 0.225m C.T.: +0.15m. C.F.: -0.92m.	Diámetro 8"1.20m Profundidad entre CR.A y Buzón A= 0.015 x 16.35= 0.245m C.T.: +0.15m. C.F.: -1.16m.	Diámetro 8"1.20m C.T.: +0.15m. C.F.: -1.05m.
Buzón – C		
Diámetro 8"1.20m Profundidad entre Bz.B y Bz.C= 0.015 x 41.55= 0.623m C.T.: +0.15m. C.F.: -1.67m.		

Elaboración: Autor de Tesis

e. Especificaciones Normativas

- Las tuberías y accesorios para desagüe serán de PVC.
- La pendiente mínima será de 1.5% para todos los ramales y colectores.
- Las tuberías y accesorios de ventilación serán de PVC SAL, fabricados por inyección, con uniones selladas con pegamento.
- Las uniones y accesorios de PVC SAL serán fabricados por inyección, con espiga en un extremo y campana en el otro para embonar.
- Aplicar pegamento PVC en los empalmes para asegurar un buen acoplamiento.
- Las tuberías de ventilación que lleguen hasta el techo se prolongará 0.40m como mínimo sobre el nivel de la cobertura, rematando en un sombrero de ventilación.
- Los registros serán de tipo ranura y contarán con dos partes: cuerpos y tapas removibles.

5.4.3.10 Calculo de Potencia de Bombas

$$Q = \text{caudal} = V/t$$

$Y = \rho \cdot g$ (Peso específico = densidad agua 1000 x gravedad 10)

1HP = 746watts

$P = W/t = F \cdot d / t = mgHV / Vt$

$P = \rho \cdot g \cdot H \cdot Q \rightarrow P = \gamma \cdot Q \cdot H$ watts

Cálculo Bombas Agua Fría:

$H = 5.50\text{m}$; $t = 15\text{min}$ o 900seg ; $V = 20900\text{L}$ o 20.9m^3

$P = 10^4 \times (20.9\text{m} / 900\text{seg}) \times 5.5\text{m}$

$P = 1277.22\text{W} \times 1\text{HP} / 746\text{W}$

$P = 1.71 \text{ HP} = 2\text{HP}$

5.4.4 Memoria de Instalaciones Eléctricas

5.4.4.1 Generalidades

La presente Memoria, comprende y describe los conceptos utilizados en el desarrollo del proyecto de Instalaciones Eléctricas del “CENTRO EXPERIMENTAL TECNOLÓGICO AGRARIO”, de propiedad de la entidad Instituto Nacional de Innovación Agraria en Virú, Región La Libertad. El proyecto cuenta con áreas destinadas a depósitos y almacenes, oficina, zona para carga y descarga de productos, cocina, laboratorios de investigación y producción, y talleres experimentales. Esta memoria está supeditado a las normas establecidas en los capítulos EM.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones.

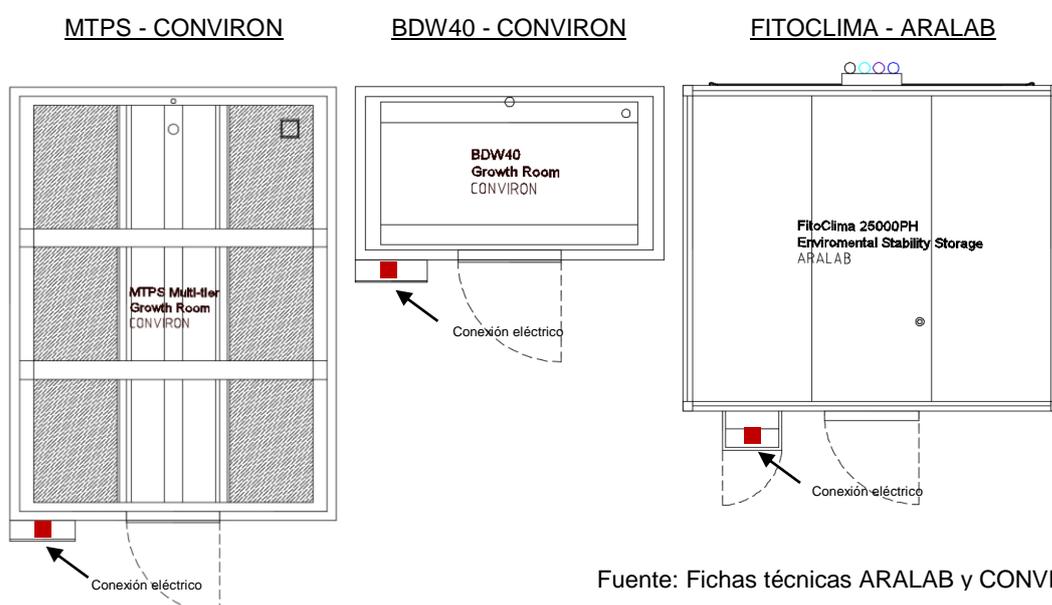
La acometida Trifásica se deriva desde la red del concesionario de Electricidad, Hidrandina S.A., y llegara a una caja porta medidor Trifásico de registro general del complejo. El tablero general está constituido por llaves de control de los tableros de distribución por sectores, tableros de montacargas, tableros de ascensores y tableros provenientes del cuarto de máquinas. El centro está respaldado por un grupo electrógeno en caso la energía pública es interrumpida, de este modo las cámaras climáticas se mantendrán en funcionamiento por un periodo prolongado.

El centro experimental cuenta con sistemas fotovoltaicos y vidrio solar que permitirá producir energía para uso de luminarias como apoyo al consumo energético.

5.4.4.2 Equipos Especiales

Los laboratorios de investigación y producción están implementados de cámaras climáticas los cuales necesitan de una conexión eléctrica aérea en el tablero de control.

Figura 104: Puntos de alimentación eléctrica de cámaras climáticas



Fuente: Fichas técnicas ARALAB y CONVIRON

5.4.4.3 Máxima Demanda

La máxima demanda se realiza mediante el consumo de luminarias y de equipos.

Tabla 41: Calculo de la demanda máxima

SECTOR	SUB TABLERO	AMBIENTE	CANTIDAD	AREA TECHADA (m ²)	CARGAS UNITARIAS (C.N.E)	F.D.	POTENCIA (W)	POTENCIA INSTALADA (kW)
CARGAS DE ALUMBRADO								
SECTOR A	A1	Laboratorio Analisis de Semillas, SS.HH.	-	280.35	20	1.00	5607.00	5.61
	A2	Laboratorio Plaguicidas y Fertilizantes, area trabajo seco	-	400.20	20	1.00	8004.00	8.00
	A3	Laboratorio Fitopatologia, SS.HH., oficinas, area trabajo seco	-	641.80	20	1.00	12836.00	12.84
	A4	Laboratorio Control Biologico	-	405.80	20	1.00	8116.00	8.12
	A5	Laboratorio Biologia Molecular, depositos, pasillo, SS.HH.	-	548.10	20	1.00	10962.00	10.96
	A6	Oficinas, pasillos	-	873.80	25	1.00	21845.00	21.85
	A7	Oficinas, pasillos, SS.HH.	-	1017.30	25	1.00	25432.50	25.43
SECTOR B	B1	Talleres experimentales, aulas teoricas, pasillos, SS.HH., deposito	-	1922.40	25	1.00	48060.00	48.06
	B2	Biblioteca	-	644.50	25	1.00	16112.50	16.11
	B3	Sala de conferencias, pasillos, topico, desposito, tienda	-	575.00	18	1.00	10350.00	10.35
SECTOR C	C1	Almacenes	-	38.50	2.5	1.00	96.25	0.10
		Comedor, Barra, Cocina, SS.HH	-	507.65	18	1.00	9137.70	9.14
SECTOR D	D1	Laboratorio Cultivo de Tejidos	-	547.45	20	1.00	10949.00	10.95
SUB TOTAL							187507.95	187.51
CARGAS DE EQUIPOS								
MONTACARGAS			2.0	-	1500.00	1.00	3000.00	3.00
ASCENSOR			2.0	-	1500.00	1.00	3000.00	3.00
BOMBA POZO SUMIDERO 1HP			2.0	-	745.70	1.00	1491.40	1.49
BOMBA DE AGUA 2.0HP			2.0	-	1492.00	1.00	2984.00	2.98
BOMBA AGUA CONTRA INCENDIOS 40HP			1.0	-	29828.00	1.00	29828.00	29.83
CAMARA DE FRIO COCINA			2.0	-	3000.00	1.00	6000.00	6.00
CAMARA CLIMATICA WALK IN CONVIRON MTPS			10.0	-	2000.00	1.00	20000.00	20.00
CAMARA CLIMATICA WALK IN CONVIRON BWS40			15.0	-	1500.00	1.00	22500.00	22.50
CAMARA CLIMATICA WALK IN ARALAB FITOCLIMA 25000PH			2.0	-	2000.00	1.00	4000.00	4.00
CAMARA CLIMATICA FITOCLIMA ARALAB 600PLH-R			28.0	-	450.00	1.00	12600.00	12.60

CAMARA CLIMATICA FITOCLIMA ARALAB 600PH	14.0	-	450.00	1.00	6300.00	6.30
CAMARA CLIMATICA FITOCLIMA ARALAB 1200PH	14.0	-	450.00	1.00	6300.00	6.30
PC's DE ESCRITORIO	161.0	-	250.00	0.70	28175.00	28.18
GABINETE BIOSEGURIDAD BAKER SG504	21.0	-	902.00	1.00	18942.00	18.94
GABINETE BIOSEGURIDAD BAKER SG404	7.0	-	616.00	1.00	4312.00	4.31
GABINETE BIOSEGURIDAD BAKER NCB605	2.0	-	990.00	1.00	1980.00	1.98
SUB TOTAL					170665.50	170.67
RESUMEN						
MAXIMA DEMANDA (kW)						358.92
FACTOR DE SIMULTANEIDAD						0.82
POTENCIAS A CONTRATAR						294.31

Elaboración: Autor de Tesis

MÁXIMA DEMANDA = 358.92 KW D.D. = $358.92 \times 0.82 = 294.31$ KW

5.4.4.4 Sub Estación y Grupo Electrónico

a. Sub Estación

Se justifica su uso porque sirve para alimentar el servicio eléctrico de alta tensión al Centro Experimental con una demanda alta de energía de 293.70KW.

La Sub Estación de Distribución es el conjunto de instalaciones para la transformación y/o seccionamiento de la energía eléctrica, que recibe de una red de distribución primaria y la entrega a un sub-sistema de distribución secundaria, instalaciones de alumbrado público, a otra red de distribución primaria, o a usuarios alimentados a tensiones de distribución primaria o secundaria. Comprende generalmente el transformador de distribución, los equipos de maniobra, protección y control.

La sub estación del proyecto es de tipo convencional, una caseta de distribución sobre la superficie adyacente al cuarto del tablero general.

b. Grupo Electrónico

En el proyecto está provisto por un grupo electrónico de tipo industrial, está compuesto por un motor de gas y por un alternador, cuyo montaje permite producir energía eléctrica. Los grupos electrónicos se utilizan principalmente en aplicaciones denominadas "de emergencia", para paliar los problemas de los cortes de corriente.

Se justifica su uso industrial para mantener encendido las cámaras climáticas y frigoríficas encendidas en caso de un corte de energía.

c. Casetas de Control

Las casetas prefabricadas para la sub estación, tablero general y grupo electrónico será provista por la empresa PowerCORE.

Figura 105: Casetas de control PowerCORE



Fuente: PowerCORE

5.4.4.5 Electroductos

a. Tuberías PVC-P

Todas las tuberías empotradas en piso y paredes de material noble serán tubos plásticos rígidos, fabricados a base de resina termoplástica de Policloruro de vinilo (PVC) no plastificado, rígido resistente a la humedad y a los ambientes químicos, retardantes de la llama, resistentes al impacto, al aplastamiento y a las deformaciones provocados por el calor en las condiciones normales de servicio y además resistentes a las bajas temperaturas, serán del tipo pesado (P).

b. Tuberías Conduit Metálicas EMT

Todas las tuberías que se instalen en el interior, adosados en el falso techo o embutidos en paredes y muros de drywall y similares, deberán ser del tipo Conduit Metálico “EMT”. Los accesorios también deberán ser del tipo conduit EMT.

c. Tuberías Conduit Metálicas IMC

Todas las tuberías que se instalen en el exterior, a la intemperie, deberán ser del tipo Conduit Metálico “IMC”. Los accesorios también deberán ser del tipo conduit IMC.

5.4.4.6 Conductores

a. Conductores para Alimentador Principal

Unipolar de cobre electrolítico de 99.9% de conductibilidad, con aislamiento termoplástico del tipo: N2XOH, temperatura de trabajo hasta 90° C., del tipo no propagador de la llama y libre de Halógenos.

b. Conductores para Circuitos Derivados

Todos los conductores a usarse serán unipolares de Cobre electrolítico de 99.9% de conductibilidad, con aislamiento termoplástico del tipo: Tipo NHX-90: Temperatura de trabajo hasta 90° C., del tipo no propagador de la llama y libre de Halógenos.

5.4.4.7 Cajas

Las cajas serán del tipo pesado de fierro galvanizado en planchas de 1.5 mm de espesor mínimo. Todas las derivaciones a partir de cajas de pase deben ser realizadas con accesorios adecuados, tales como prensaestopas, conectores, acoples para cajas de pase, etc.

- Octogonales 100 x 40 mm: Salida para alumbrado en techo o pared, salida para detector de humo, cocina y calentador.
- Rectangular 100 x 40 mm: Interruptores y tomacorrientes.
- Cuadrada 100 x 40 mm: Caja de paso, tomacorriente donde lleguen 3 tubos, teléfono externo interno y salida de fuerza, pulsador de alarmas c/salto, c/incendio, campanilla contra incendio y terminal de computadora.

5.4.4.8 Interruptores, tomacorrientes y placas

a. Interruptores Unipolares

Los interruptores de pared serán de la mejor calidad del tipo balancín para operación silenciosa de contactos plateados, unipolares, de tres vías (conmutación), según se indica en los planos, serán para 15 A. 220 V.

b. Tomacorrientes para Empotrar en Pared

Los puntos eléctricos para tomacorrientes comerciales serán la marca TICINO modelo Light, dúplex 2P+T modelo N4188S, placa color blanco.

Para los tomacorrientes estabilizados serán de la marca LEVITON, dúplex 2P+T, con tierra, color naranja.

5.4.4.9 Tableros Eléctricos

Los tableros deberán ser apropiados para montaje interior bajo techo, con posibilidad de recibir la alimentación eléctrica por la parte inferior y/o superior; los circuitos de distribución saldrán también por la parte inferior y/o superior. Los tableros deberán ser del tipo metálico, con tapa interna abisagrada "Mandil abisagrado" para su adecuada inspección. Asimismo, la distribución de los circuitos debe ser realizado a través de barras y los interruptores deben ser tipo atornillable y fijación con pernos o clips en canal riel din. Estos tableros tienen la función de servir como medio de maniobra y protección de los alimentadores y circuitos derivados proyectados en el presente proyecto.

5.4.4.10 Bandejas Metálicas

Para la distribución de los circuitos de fuerza (alimentadores, alumbrado y tomacorrientes), se han considerado bandejas metálicas del tipo lisa con perforaciones, con tapa. Serán fabricadas en plancha de fierro galvanizado de 1.5mm de espesor, doblados y unidos por

tramos de 3.00m de longitud, 0.10. de altura y 0.40m de ancho, con dobleces en los extremos. Los soportes de las bandejas serán como sigue: se instalarán dos tacos Hilty en el techo, a los que se enroscarán dos espárragos de $\frac{1}{2}$ " de diámetro, en los extremos de estos se instalará un perfil Unistrut de 2"x 1 1/4". La bandeja perforada será de marca RHONA.

5.4.4.11 Buzones Eléctricos

En el exterior se instalan buzones eléctricos fabricados por ECOCRET de dimensiones 60x60 cm Los buzones eléctricos sirven para conectar y cambio de direcciones de líneas eléctricas y circuitos de alumbrado exterior en el proyecto. Se instalarán los buzones en caminos exteriores donde se puede realizar mantenimiento.

5.4.4.12 Sistema Tierra

El cable de protección a tierra será derivado de cada tablero a barras de descarga y hacia pozos y/o mallas puestas a tierra. El cable de tierra será del tipo NH80, sección 16mm² como mínimo.

CONCLUSIONES

La investigación concluye que la envolvente arquitectónica permite la optimización del aislamiento térmico para su aplicación en el diseño de un centro experimental tecnológico agrario. Esto se ha demostrado bajo la aplicación de las condicionantes del diseño bioclimático y la sustentación analítica de la simulación virtual, logrando un grado de eficiencia de la envolvente arquitectónica.

Los criterios de diseño bioclimático se identifican a través del estudio de casos arquitectónicos cuyo envolvente responde a un clima similar a Virú, resultando en una demanda energética condicionado por la configuración de los elementos adicionales y tipo de aislamiento térmico en sus paramentos.

Se determina entre las condicionantes de diseño algunas estrategias para aprovechar brisas y protección solar en verano y la ganancia solar pasivo en invierno en tanto al clima y contexto; entre los criterios de infraestructura se determinan el sistema constructivo steel framing modulado, el cual permite el ajuste e instalación fácil de los materiales o paramentos aislantes, además la programación y agrupación de capas por energía de los ambientes son orientados de sur este a nor oeste para aprovechar el sol y vientos en las fachadas que requiera; por último se determinan los elementos adicionales como dispositivos de control solar y sistemas de protección y reducción de la transmisión térmica. La elección del material aislante se establece no solo por sus propiedades termodinámicas sino también por su disponibilidad comercializada y el ahorro energético que presenta. El ahorro energético del material aislante contribuye a un importante ahorro económico y mejora del confort interior, reduciendo la demanda energética. Conociendo el índice de ahorro se puede priorizar el material en los paramentos más desfavorables al exterior del edificio. Para el proyecto se optó por el uso de lana de roca (entrepiso), espuma de poliuretano (cubiertas y tabiques de laboratorios y exteriores), poliestireno expandido (fachada opaca ventilada) y extruido (tabiques interiores).

La relación entre la envolvente arquitectónica y el aislamiento térmico es de protección una de la otra de la exposición directa de los factores climáticos; esta afirmación se determina a través de la comparación de dos escenarios del mismo proyecto, simulados en verano e invierno: 1) Edificio con elementos adicionales + aislamiento térmico y 2) Edificio sin elementos adicionales + aislamiento térmico. La simulación en ambos escenarios descarta la necesidad de calefacción debido a factores de balance indirecta (equipos) o pasiva (aislamiento de paramentos) que pueden mantener el ambiente en una temperatura confortable. Durante el verano el edificio está más expuesto a la incidencia solar por lo que

requiere de enfriamiento forzado como apoyo a pesar del aislamiento térmico presente al interior y exterior del proyecto, las fachadas más críticas orientados al oeste requieren de elementos adicionales para reducir aún más la necesidad energética.

Mediante la simulación se determinan los valores de ciertos factores del balance energético del proyecto. Se ostenta que el edificio pierde calor a través de puntos críticos del cerramiento a 446 520kWh, en cambio el proyecto sin elementos adicionales pierde 1 187 276 kWh; esto respalda que los elementos adicionales y materialidad si optimizan el aislamiento térmico de una exposición solar excesiva. En cuanto a la necesidad de enfriamiento, el proyecto con elementos adicionales necesita de 621 770kWh y sin elementos 924 021kWh; esto también respalda que los elementos adicionales reducen la demanda energética de mecanismos activos de refrigeración. Por otro lado, la contribución de la envolvente ostenta que mediante elementos transparentes y opacos de captación solar y gran inercia térmica se obtiene una ganancia solar de 206 191kWh.

Finalmente, se concluye en el diseño de una propuesta sostenible que responda a las inclemencias del clima por medio del aislamiento térmico de los paramentos y envolvente arquitectónica adicionada, es decir, el proyecto presenta dos pieles el cual aumenta el grado de protección del edificio y reduce la transmisión del calor; contribuyendo a la calidad de confort térmico interior y ahorro energético y económico, el cual beneficia a los usuarios del centro experimental y al medio ambiente.

RECOMENDACIONES

La presente investigación pone en manifiesto los principios de la arquitectura bioclimática para alcanzar la eficiencia y mejorar la calidad de ahorro energético a través de la envolvente arquitectónica. Las recomendaciones siguientes se centran en el proceso de diseño bioclimático encontrados a través del desarrollo de esta investigación para proyectar con el clima:

- Analizar casos arquitectónicos nacionales para permitir ampliar la muestra a una realidad más acertada, en caso contrario se debe estudiar casos arquitectónicos internacionales con las condiciones climáticas similares a la zona de estudio.
- Recopilar y evaluar una base de datos climáticos registrados por un periodo de 10 años a más y en lo posible si estas pueden ser proyectadas a futuro.
- Interrelacionar los datos climáticos y condiciones de confort para extraer pautas de diseño para proyectar ante las posibles demandas energéticas y estrategias de diseño de la envolvente arquitectónica.
- Analizar el proyecto en escenarios de climas extremos para entender las demandas de energía que requiere y así conocer si la estrategia aplicada disipa esta demanda.
- Evaluar el proyecto bioclimático en un software de simulación energética más avanzando para obtener mejor calidad de resultados.

El autor de esta tesis invita a estudiantes, profesionales y otros interesados en la arquitectura bioclimática tomar en cuenta el presente proyecto como antecedente para estudios posteriores relacionados al tema de diseño de la envolvente arquitectónica.

Finalmente se recomienda firmemente a otros investigadores y profesionales arquitectos simular su proyecto en un software bioclimático o energético a fin de mejorar los criterios de su diseño y lograr consolidar un proyecto eficiente en consumo energético y ahorro económico, contribuyendo a cuidar y mejorar la calidad del medio ambiente y confort del usuario.

Se espera que la presente investigación haya sido un aporte más al proceso de diseño de la arquitectura bioclimática y así se promueva la proyección y construcción de edificios públicos y privados más sostenibles en el Perú.

REFERENCIAS

- AEDENAT, CODA, CS de CCOO & UGT. (1998). *Ante el Cambio Climático, menos CO2*. Recuperado el 13 de Mayo de 2015, de <http://www.ccoo.es/comunes/temp/recursos/1/206.pdf>
- Arham, H. (2005). *Valoración de la Respuesta Térmica en Edificios: La Repercusión Dinámica de la Envolvente*. Tesis de Doctorado, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- ASEPEYO. (2005). *Confort Térmico*. Dirección de Seguridad e Higiene, España. Recuperado el 9 de Junio de 2016, de [http://bibliotecaprevencion.asepeyo.es/apr/apr0301.nsf/ficheros/HAF0505009%20Confort%20T%C3%A9rmico.pdf/\\$file/HAF0505009%20Confort%20T%C3%A9rmico.pdf](http://bibliotecaprevencion.asepeyo.es/apr/apr0301.nsf/ficheros/HAF0505009%20Confort%20T%C3%A9rmico.pdf/$file/HAF0505009%20Confort%20T%C3%A9rmico.pdf)
- Castro Martín, C. (2008). *Aislamiento Térmico* (Vol. 1º Edición). Madrid, España: Grupo IMPRESA.
- Cèlis D'Amico, F. (Noviembre de 2000). *Biblioteca CF+S CIUDADES PARA UN FUTURO MÁS SOSTENIBLE*. Recuperado el 30 de Abril de 2015, de <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/afcel.html>
- Coellar, F. (2013). *Diseño Arquitectónico Sostenible y Evaluación Energética de la Edificación*. Tesis de Bachiller, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Cordero, A., & Guillen, V. (2012). *Criterios Bioclimáticos para el Diseño de Viviendas Unifamiliares en la Ciudad de Cuenca*. Tesis de Bachiller, Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Ente Vasco de la Energía EVE. (s.f.). *La Energía Solar*. España. Recuperado el 13 de Junio de 2016, de <http://www.eve.eus/CMSPages/GetFile.aspx?guid=7d2eb120-e8a7-495e-92b6-bc58387287a1>
- Fuentes, V. (2000). *Arquitectura y Medio Ambiente en la Ciudad de México*. Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, México D.F.
- Fuentes, V. (s.f.). *Arquitectura Bioclimática*. Universidad Autónoma Metropolitana, Departamento del Medio Ambiente, Azcapotzalco, México.
- Gobierno Regional La Libertad. (2008). *Plan Estratégico Regional del Sector Agrario 2009-2015*. Región La Libertad, Perú.
- González, M. (2009). *Morfología Gemométrica de la Envolvente Arquitectónica como Elemento de Control Térmico*. Tesis de Maestría, Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Tecamachalco, Estado de México.
- Guimaraes, M. (2008). *Confort Térmico y Tipología Arquitectónica en Clima Cálido-Húmedo: Análisis térmico de la cubierta ventilada*. Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España. Recuperado el 4 de Abril de 2015, de <https://mastersuniversitaris.upc.edu/aem/archivos/2007-08-tesinascompletas/confort-termico-y-tipologia-arquitectonica-en-clima-calido-humedo>
- Lacomba, R. (1991). *Manual de Arquitectura Solar* (Vol. 1º Edición). México: Editorial Trillas S.A.
- Madrid Solar. (2006). *Guía de la Energía Solar*. Madrid, España: Industrias Gráficas el Instalador S.L. Recuperado el 9 de Junio de 2016, de

<https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/guia-de-la-energia-solar-fenercom.pdf>

- Municipalidad Provincial de Virù. (2010). *Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Virù: Actualización Capítulos III y IV. Técnico*, Virù, Perú.
- Ortiz, R. (2012). *El Cambio Climático e la Producción Agrícola*. Técnico, Banco Interamericano de Desarrollo, Unidad de Salvaguardias Ambientales, México. Recuperado el 05 de Abril de 2015, de <http://www.vipp.es/biblioteca/files/original/e7a4a8a00d9ba9390d273d6dc1bb5666.pdf>
- Pàez García, A. (2006). Arquitectura bioclimática: sus orígenes teóricos y principios. *Energía a Debate*. Recuperado el 11 de Junio de 2015, de http://www.energiaadebate.com/Articulos/febrero_2006/armando_paez_garcia.htm
- Poveda, M. (Agosto de 2007). *Eficiencia Energética: Recurso No Aprovechado*. Técnico, Quito, Ecuador. Recuperado el 04 de Abril de 2015, de <http://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/old0054.pdf>
- Promateriales. (s.f.). *Aislamiento Térmico: Confort Climático y Ahorro Energético. Reportaje*.
- Rey Martínez, F., & Velasco Gómez, E. (2006). *Eficiencia Energética en Edificios: Certificación y Auditorías Energéticas*. Madrid, España: Thomson Editores Spain Paraninfo S.A.
- Rodriguez Viqueira, M. (2001). *Introducción a la arquitectura bioclimática* (Vol. 1º Edición). México: LIMUSA.

ANEXOS

ANEXO n° 1: Causas del bajo nivel de competitividad y rentabilidad agraria	189
ANEXO n° 2: Programas y proyectos prioritarios en el desarrollo económico de Virú	190
ANEXO n° 3: Registro Fotográfico de Laboratorios Centro Experimental en Universidad Nacional Agraria la Molina UNALM	191
ANEXO n° 4: Escala de la fuerza del viento de Beaufort	195
ANEXO n° 5: Producción de energía metabólica para diversas actividades	196
ANEXO n° 6: Valores de unidades CLO.....	197
ANEXO n° 7: California Academy of Sciences	198
ANEXO n° 8: New Orleans Bioinnovation Center.....	204
ANEXO n° 9: Biosciences Research Building	208
ANEXO n° 10: Jacobs Institute for Design Innovation	212
ANEXO n° 11: West Branch of the Berkeley Public Library.....	216
ANEXO n° 12: Ficha técnica de casos arquitectónicos	220
ANEXO n° 13: Ficha cotejo de características exógenas y endógenas	221
ANEXO n° 14: Ficha resumen del programa arquitectónico de casos	222
ANEXO n° 15: Ficha cruce de las variables de investigación y los casos arquitectónicos	223
ANEXO n° 16: Ficha parámetros de los aislantes térmicos.....	224
ANEXO n° 17: Entorno inmediato de centros experimentales agrarios nacionales e internacionales	225
ANEXO n° 18: Programa arquitectónico de casos	227
ANEXO n° 19: Cruce de las variables de investigación y los casos arquitectónicos	228
ANEXO n° 20: Matriz de Consistencia	230

ANEXO n° 1: Causas del bajo nivel de competitividad y rentabilidad agraria

CAUSAS	INDICADORES
a) Bajos Niveles de Productividad del Sector Agrario Regional	Bajo nivel tecnológico productivo: no hacen uso de semilla mejorada; deficientes insumos agrícolas, agroquímicos y maquinaria agrícola.
	Limitada infraestructura de riego, la reducida asistencia técnica y capacitación, la ausencia de apoyo crediticio.
	Falta de centros de acopio comunal para la comercialización agropecuaria así como la creación de un banco de semillas mejoradas o certificadas.
	Capacitación limitada de los productores y falta de la generación de tecnologías adecuadas en campos experimentales con apoyo de la Universidad.
b) Inadecuado sistema de Industrialización de Productos Agropecuarios	Insuficiente valor agregado que se le da a los productos agropecuarios.
	Deficiente capacitación de los productores en manejo pos cosecha y transformación, y por el incipiente desarrollo del mercado nacional el cual todavía no es muy exigente en la calidad de los productos agrícolas.
c) Inadecuados Servicios Agrarios	Insuficiente comunicación y limitación de información agraria.
	Insuficiente extensión, investigación e innovación agraria.
	Insuficientes servicios de Sanidad Agraria.
	Limitado acceso de servicios financieros.

Fuente: Plan Estratégico Regional del Sector Agrario de La Libertad 2008-2015

Elaboración: Autor de Tesis

ANEXO n° 2: Programas y proyectos prioritarios en el desarrollo económico de Virú

PROGRAMA 2	PROYECTOS
Programa de desarrollo y fortalecimiento de capacidades técnicas y organizacionales en asociaciones de pequeños productores agropecuarios, Empresas Asociativas y Micro Empresas agroindustriales	1. Proyecto para la implementación de la Escuelas de Líderes Agropecuarios de la Provincia de Virú.
	2. Proyecto: identificación, formalización y fortalecimiento de Asociaciones de pequeños productores.
	3. Proyecto Pecuario para promover las cadenas productivas con tecnología
	4. Proyecto para crear espacios y mecanismo de transferencia tecnológica (capacidades técnicas), capacidades organizacionales y comerciales de las empresas agroindustriales a las asociaciones de pequeños productores.
	5. Proyecto de Creación e Implementación de un Centro Experimental y de Transferencia de Tecnología por el INIA
	6. Proyecto de formación de Empresas Asociativas por línea de producción, para fines de financiamiento y comercialización.
	7. Proyecto de Capacitación y financiamiento para la conformación e instalación de microempresas agrarias e industriales, con participación del Gobierno Local Provincial
	8. Proyecto de Mejoramiento de ganado lechero para la producción de leche y derivados lácteos.

Fuente: Plan de Desarrollo Concertado de la Provincia de Virú 2011

Elaboración: Autor de Tesis

ANEXO nº 3: Registro Fotográfico de Laboratorios Centro Experimental en Universidad Nacional Agraria la Molina UNALM



01. Laboratorio de enseñanza: campana extractora o Fume Hood obstruye abrir de puerta de almacén. Tabiquería de albañilería, tarrajeado y pintado, zócalos sanitarios presente.
02. Laboratorio de Microbiología: pozas centrales en mesa de trabajo son pequeñas, tomacorrientes bajo la mesada, tabiques de albañilería, ventanas altas para ver ambientes adyacentes.
03. Cuarto de apoyo/ laboratorio individual: necesario para investigaciones puntuales.
04. Lavado y esterilización de instrumentos, al fondo un almacén de insumos

Lugar: Universidad Nacional Agraria
la Molina UNALM – Lima, Perú
Elaboración: Autor de Tesis



05. Laboratorio de alimentos: espacio amplio, mobiliario fijo, ventanales permiten ver espacios adyacentes como los write ups.

06. Mobiliario fijo, paredes de cerámica (asepsia parcial no recomendado), zócalos sanitarios antiguos.

07. Laboratorio fitopatología presenta aire acondicionado lo cual no es recomendable para este tipo de laboratorio de microorganismos, mobiliario fijo, luz directa por ventanas altas, paredes y piso de cerámicos.

08. Laboratorio químico con mesadas de vidrio no recomendable, cuenta con iluminación artificial suspendido, ventanales permiten ver espacios adyacentes.

Lugar: Universidad Nacional Agraria
 la Molina UNALM – Lima, Perú
 Elaboración: Autor de Tesis



09. Laboratorio de biotecnología básica: ubicado en el sótano por lo que no hay terreno adyacente cerca al resto de laboratorios, cielo raso con luminaria no es recomendable debe ser otro tipo de techo liso, piso y mobiliario de cerámico, no presenta gabinete de bio seguridad.

10. Distribución desordenada de insumos, muros de albañilería.

11. Tubería colgada de gas sin pintar muros de cerámicos, andamios no adecuados de laboratorio, no presenta HVAC por ser un cuarto cerrado individual.

Lugar: Universidad Nacional Agraria
la Molina UNALM – Lima, Perú
Elaboración: Autor de Tesis



12. Piso de cerámico con juntas sucias al igual que los zócalos sanitarios, es recomendable suelos epóxico y muros revestidos de vinílicos acrílicos.

13. Canales bordeando las jardineras o áreas verdes extensas, el agua proviene de las parcelas de riego.

14. Áreas libres destinados para viveros de diversos cultivos protegidos y delimitados por estructuras y coberturas temporales.

Lugar: Universidad Nacional Agraria
la Molina UNALM – Lima, Perú
Elaboración: Autor de Tesis

ANEXO nº 4: Escala de la fuerza del viento de Beaufort

Escala	Descripción	Velocidad (m/s)	Efecto en el hombre	Efecto en edificios y vegetación
0	Calma	De 0 a 0.5	Ninguno	El humo sube verticalmente, y la superficie del agua es tranquila
1	Aire ligero	De 0.6 a 1.5	Movimiento apenas percibido debido al efecto de enfriamiento	La dirección del viento se muestra por el humo, no por las veletas
2	Brisa ligera	De 1.6 a 3.3	El aire fresco se siente sobre la cara	Hay murmullo de las hojas
3	Brisa suave	De 3.4 a 5.4	El cabello se mueve, hay ligero golpeteo de la ropa y empieza la incomodidad	Las hojas y ramas se mueven y hay ligera extensión de banderas, además de rizos en el agua
4	Brisa moderada	De 5.5 a 7.9	El cabello se desarregla y uno se siente medianamente incómodo	El polvo se levanta, los papeles se vuelan, y la arena se extiende sobre el terreno
5	Viento fuerte	De 8.0 a 10.7	La fuerza del viento se siente incómodamente sobre el cuerpo	Los árboles con follaje empiezan a ladearse, la arena es impulsada y aparecen ondas de agua con cresta blanca
6	Viento muy fuerte	De 10.8 a 13.8	Se escucha el viento, el cabello se extiende de frente y se dificulta caminar firmemente	Las hojas se desprenden, la arena o nieve sopla sobre la cabeza, las ramas más grandes se mueven
7	Vendaval	De 13.9 a 17.1	Caminar contra el viento equivale a subir con una inclinación de 1/7	Todos los árboles se hallan completamente en movimiento
8	Ventarrón	De 17.2 a 20.7	Generalmente se impide el paso, lo que equivale a subir una cuesta de 1/5	Las ramas grandes se doblan y las pequeñas se rompen
9	Ventarrón fuerte	De 20.8 a 24.4	La gente es aventada por las ráfagas, lo que equivale a subir una cuesta de 1/4	Las estructuras ligeras se dañan y las maderas y tejas se remueven
10	Borrasca	De 24.5 a 28.4	Caminar contra el viento equivale a subir una cuesta de 1/3, pero las ráfagas hacen prácticamente imposible moverse	Hay estructuras considerablemente dañadas y árboles partidos o arrancados de cuajo
11	Borrasca fuerte	28.5 – 29.0	Los hombres y animales son arrastrados o elevados	Hay edificios totalmente destruidos y bosques enteros arrancados.
12	Borrasca muy fuerte	más de 29.0	Más fuerte que el anterior	Más fuerte que el anterior.

* Las velocidades del viento se midieron a 10 m de altura en terreno abierto. La energía requerida para subir una pendiente se puede comparar con la requerida para caminar en contra del viento.

Las pendientes mostradas en las tablas se relacionan con promedios de velocidad de viento, pero la turbulencia causará fluctuaciones en la velocidad del viento y dificultará el caminar.

Fuente: Manual de Arquitectura Solar, 1991

ANEXO nº 5: Producción de energía metabólica para diversas actividades

<i>Actividad</i>	<i>Unidad MET</i>	<i>Wats</i>
Dormido	0.7	De 70 a 72
Sentado:		
Sin moverse	1.0	De 104 a 105
Con movimiento moderado	De 1.0 a 1.5	De 104 a 163
Con movimientos pesados	De 1.8 a 2.2	De 192 a 232
De pie:		
Trabajo ligero:		
Con brazos	De 1.5 a 1.8	De 163 a 192
•Dando algunos pasos	De 1.8 a 2.1	De 192 a 221
Trabajo moderado:		
Dando algunos pasos	De 2.1 a 2.8	De 221 a 290
Caminando, levantando o empujando sin gran esfuerzo	De 2.8 a 3.9	De 290 a 407
Trabajo pesado:		
En forma discontinua	De 4.2 a 5.6	De 436 a 582
En forma continua	De 5.6 a 6.7	De 582 a 700

Fuente: Manual de Arquitectura Solar, 1991

ANEXO nº 6: Valores de unidades CLO.

<i>Tipo de vestido</i>	<i>Unidades CLO</i>
Desnudo	0.0
Pantalones cortos	0.1
Ropa tropical ordinaria	0.3
Ropa ligera de verano	0.5
Traje típico de negocios	1.0
Traje grueso con chaleco y ropa interior de lana	1.5

Fuente: Manual de Arquitectura Solar, 1991

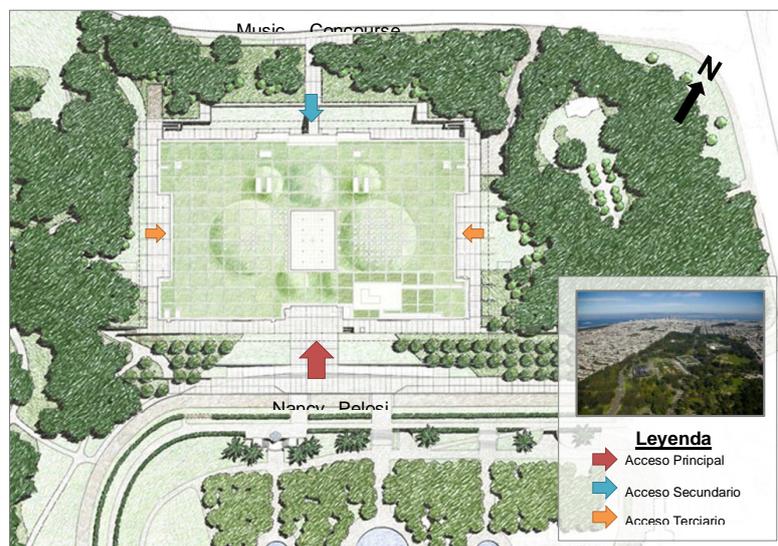
ANEXO nº 7: California Academy of Sciences

A. FICHA TÉCNICA	
DATOS GENERALES	
Nombre	California Academy Of Sciences
Ubicación del proyecto	San Francisco, California, Estados Unidos
Fecha de construcción	Septiembre, 2008
Autor	Renzo Piano Building Workshop
Movimiento Artístico	Moderno - Contemporáneo
Área Terreno	37,160m ²
IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO ARQUITECTÓNICO	
Naturaleza del edificio	Laboratorio – Museo
Función del Edificio	Institucional – Educativo
Materiales de Construcción	<p>Estructura: concreto de 15% cenizas volantes + 35% escoria, madera usada, armazón de estructura de acero y paneles metálicos.</p> <p>Cerramiento: Paneles de aislamiento de algodón grueso de jeans reciclados (resguarda más el calor y absorbe mejor el sonido), muro cortina</p>
CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL CASO	
<p>Aislamiento térmico:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Techo ajardinado proporciona una capa de aislamiento térmico superior el cual permite la reducción de las necesidades de energía para el aire acondicionado • Vidrio de alto rendimiento en todo el edificio, reduciendo los niveles estándar de absorción de calor y disminuye la carga de refrigeración. • Tabiquería conformada por blue jeans, es decir, material reciclado. <p>Eficiencia Energética:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ahorro energético mediante la ventilación e iluminación natural • Marquesina solar alrededor del perímetro de la cubierta que contiene 60.000 células fotovoltaicas que suministra casi 213.000 kWh de energía limpia al año. 	
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
CONTEXTO	
Emplazamiento y Orientación	Sureste a Noroeste, diagonal, fachada principal sur este.
Medio urbano	Parque metropolitano Golden Gate en la ciudad de San Francisco.
ASPECTO FORMAL	
Paralelepípedo compacta el cual presenta una cubierta ondulada y ajardinada, acompañada por celdas fotovoltaicas al perímetro de la cubierta.	
ASPECTO FUNCIONAL	
El edificio cuenta con espacios zonificados para un museo de historia natural, un acuario y un planetario en una sola instalación con una distribución lineal a través de ejes. La zona de laboratorios que son de alto consumo energético se ubican en el sub suelo, los espacios públicos y oficinas se orientan a los extremos del volumen para aprovechar la luz natural.	
ASPECTO TECNOLÓGICO/ SISTEMAS	
Cubierta ajardinada ondulada, doble cubierta de ventilación para enfriamiento, marquesina fotovoltaica de sol y sombra, material reciclable utilizado, acero	

B. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La edificación posee una orientación de sureste – noroeste en donde su fachada orientada al sur abre hacia el sol directamente para el aprovechamiento de la radiación en invierno. Los vientos tienen dirección de sureste a noroeste en toda la fachada alargada, de esta manera la superficie alargada logra enfriar rápido y directo mediante la envolvente. El contexto de su emplazamiento presenta árboles como amortiguadores de las clemencias climáticas en las estaciones del año. La vegetación filtra la contaminación del aire y reduce las velocidades del viento que inciden sobre el edificio.

PLANO GENERAL DEL EDIFICIO DENTRO DEL PARQUE METROPOLITANO



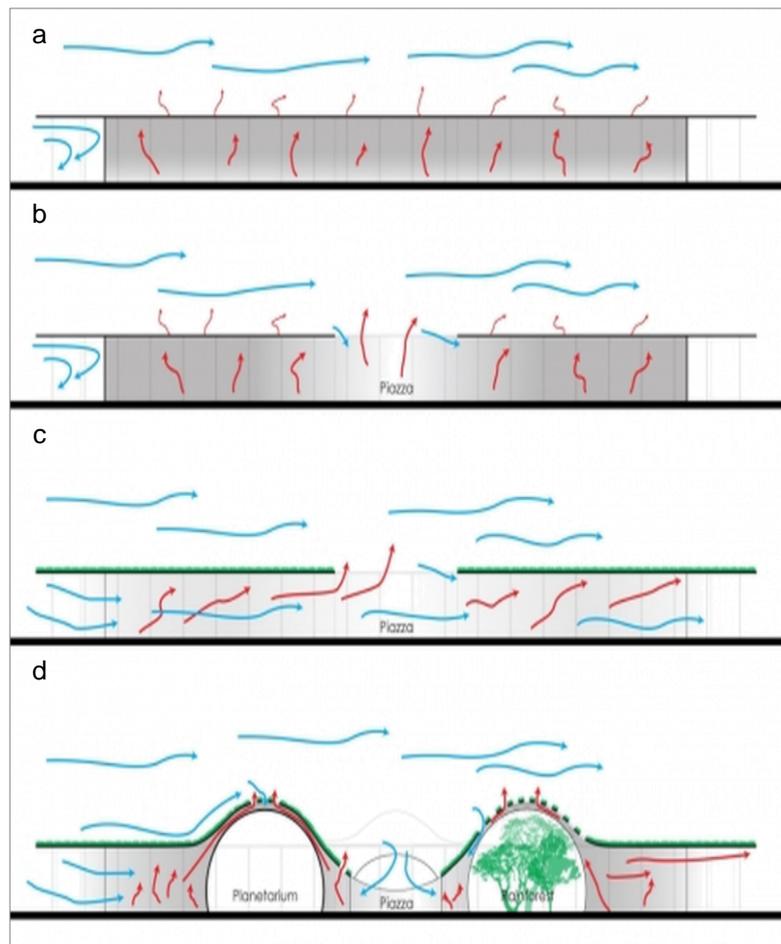
Fuente: <http://www.swagroup.com/project/california-academy-of-sciences.html>

En cuanto a la volumetría, el concepto fue levantar el paisaje natural en la parte superior del edificio de tres pisos, creando un techo vivo ajardinado; perfil del techo figura las siete colinas que rodean San Francisco, La forma del edificio es un paralelepípedo el cual presenta un cubierta ondulada conformado por dos cúpulas grandes de 90 pies de altura con lucernarios. El volumen presenta simetría y geometría axial exponiendo características del movimiento moderno con el uso de acero y cristales; planta libre. Además de jerarquizar el espacio, la cobertura vegetal se encuentra sobre cámaras de aire que permiten un mejor enfriamiento del edificio en verano y ventilación interna. El edificio cuenta con espacios zonificados para un museo de historia natural, un acuario y un planetario en una sola instalación con una distribución lineal a través de ejes. El techo verde está conformada por 50 000 bandejas de vegetación porosa, biodegradable y elaborada a partir de la savia del árbol y cáscaras de coco. Los pisos de fibra de coco proporcionaron apoyo temporal hasta que las plantas se vuelven bien establecidas en la azotea.

C. ASPECTO TECNOLÓGICO Y DESARROLLO DE LA VARIABLE:

La volumetría es una simple plataforma donde los criterios bioclimáticos y los mecanismos de aislamiento térmico de la envolvente surgen ante la modificación de la forma, en este caso el techo, y cómo influye en movimiento del aire al interior de la edificación y como ésta afecta el entorno micro climático del edificio.

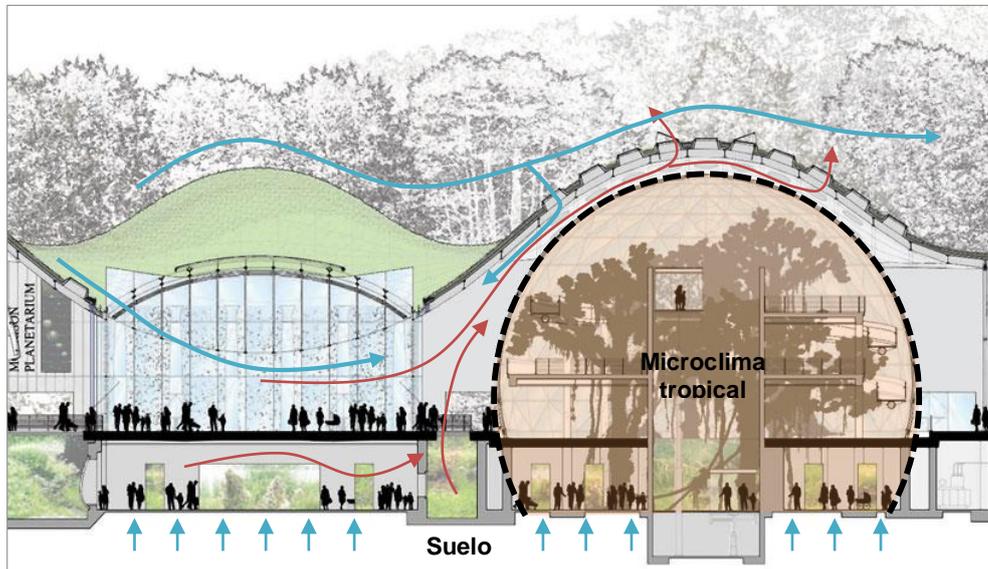
ESQUEMA DE ENTRADA Y SALIDA DEL AIRE SEGÚN LA FORMA DEL EDIFICIO



Fuente: <http://www.iasf.org/programs/competition/design-awards/2007/california-academy-of-sciences/>

En el primer y segundo bosquejo se muestra una envolvente sin acristalamiento y vanos pequeños el cual no ayudan al aprovechamiento del viento ni luz solar, al impedir esto el aire caliente interior del edificio no circula y no logra salir del edificio salvo se apertura una abertura en el techo que permita escapar el aire. Al instalar el sistema acristalado de muro cortina en extremos del edificio se permite una ventilación cruzada de aires fríos y calientes. Se generan microclimas al interior del edificio, dos de ellas en las esferas flotantes y el otro microclima es de lo sobrante. Para permitir la salida del aire caliente de los microclimas se abren los vanos de las cúpulas, direccionando por allí la salida del calor.

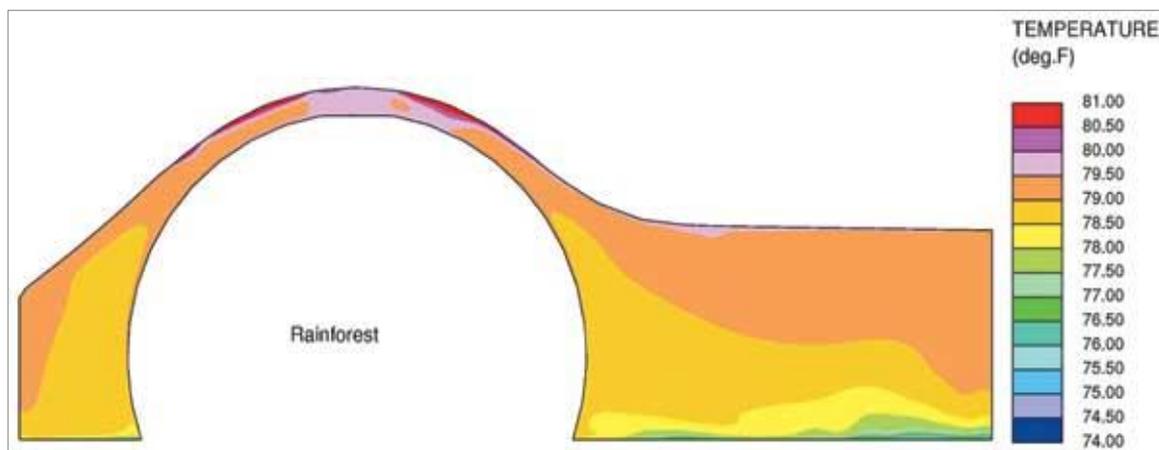
ESQUEMA BIOCLIMÁTICO DE VIENTOS Y ASOLEAMIENTO SOBRE BOSQUE TROPICAL



Fuente: Elaboración de Autor de Tesis

La humedad del suelo se enfría al interior del museo de manera significativa, evitando así la necesidad de aire acondicionado en las zonas comunes de la planta baja y las oficinas de investigación a lo largo de la fachada. El techo verde de la academia mantiene el interior del edificio un promedio de 10 grados más fría que un techo estándar haría. Como se muestra en el siguiente gráfico, las ondas de calor se distribuyen en torno al domo, concentrando y direccionando la temperatura más alta hacia la cima y al exterior del edificio, en el caso de un techo totalmente plano se generaría un ambiente caluroso y estático.

TEMPERATURA CIRCUNDANTE A ESFERA AISLADA



Fuente: http://continuingeducation.construction.com/article_print.php?L=5&C=516

Las dos cúpulas principales cubren las exposiciones (forestales planetario y bosque tropical) cubiertas con un patrón de claraboyas circulares automatizadas para permitir el

flujo de aire frío al interior y caliente al exterior. Mientras el aire caliente escapa, las rejillas inferiores toman aire frío a los pisos inferiores sin la necesidad de usar grandes ventiladores o refrigerantes químicos. El diámetro aproximado de estas aberturas es de 1.10m, orientados a los cuatro puntos cardinales donde el sistema automatizado decidirá cuales son aquellas que deben abrir.

CLARABOYAS CIRCULARES Y ACRISTALAMIENTO DE FACHADAS

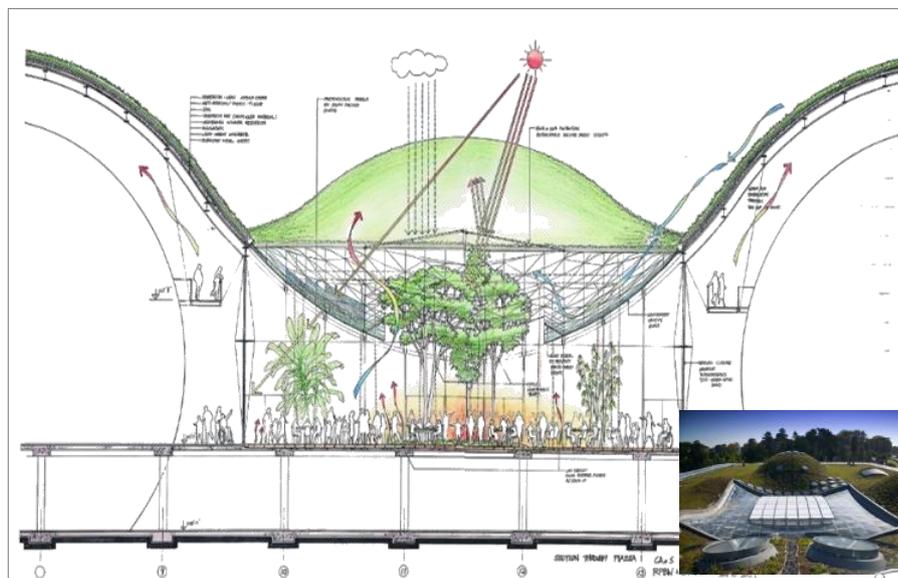


Fuente: <http://www.iasf.org/programs/competition/design-awards/2007/california-academy-of-sciences/>

La grandes alturas es otro factor que el edificio tiene para permitir una óptima circulación del calor, permite distribirse más rápido hacia la cima, si se considera techos bajos entonces el calor tiende a retenerse. En cuanto al acristalamiento de las fachadas se obtiene un aproximado de 145.00m x 10.97m de altura y 85.00m x 10.97m, permitiendo el 90% de la luz al interior del edificio como fuente natural.

La cubierta, entre otras funciones sirve como aislante térmico, reduciendo la utilización de aire acondicionado. Se han diseñado las inclinaciones de las colinas, para generar corrientes de aire hacia el patio interior, permitiendo una adecuada ventilación e iluminación.

ESQUEMA BIOCLIMÁTICO DE VIENTOS Y ASOLEAMIENTO SOBRE LA PLAZA

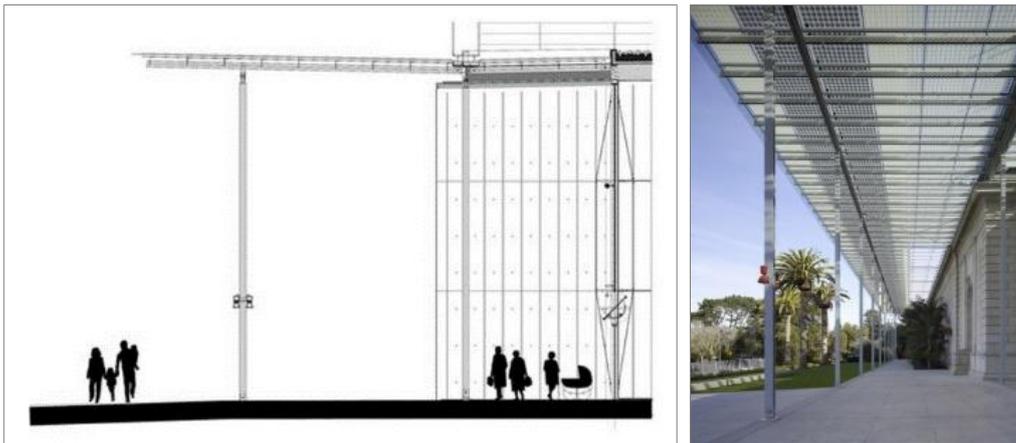


Fuente: <http://www.iasf.org/programs/competition/design->

El aislamiento también mantiene edificios caliente en época de invierno o en temporadas de sucesos de frío leves. En vez de utilizar la fibra de vidrio o espuma de aislamiento, se optó por utilizar un tipo de algodón gruesa hecha de blue jeans reciclados. Este aislamiento reciclado tiene más calor y absorbe el sonido mejor que el aislamiento de fibra de vidrio hilado. También es más seguro para manipular. Incluso cuando el aislamiento de mezclilla es tratada con retardantes de fuego y fungicidas para prevenir el moho.

El edificio cuenta con toda una serie de compuertas y persianas como mecanismos de control solar automatizados que regulan el paso del sol al interior e ilimitación. Además, como parte del volumen se adhieren volados conformados por paneles solares de carácter traslucido, de esta forma evita el calentamiento del edificio por medio de las fachadas acristaladas pero sí deja el paso de la luz difusa.

APLICACIÓN DE PANEL SOLAR COMO DISPOSITIVO DE CONTROL SOLAR HORIZONTAL



Fuente: http://continuingeducation.construction.com/article_print.php?L=5&C=516

La marquesina solar que bordea el perímetro de la cubierta verde contiene 60 000 células fotovoltaicas que suministran casi 213.000 kWh de energía limpia al año (por lo menos 5% de las necesidades de energía estándar de la Academia) y previene la liberación de más de 405.000 libras de emisiones de gases de efecto invernadero anualmente. Además de la energía fotovoltaica en la Academia ha compensado 1.350 MWh de sus necesidades energéticas mediante la compra de certificados de energía renovable, que ayudan a apoyar la industria de la energía renovable de California. Se ha calculado, que la reducción de consumo de energía está en torno a un 30-40% con respecto a un edificio de similares características. El mantenimiento de las condiciones de humedad constante en diversos espacios se realiza mediante sistemas de humificación por ósmosis inversa, que tienen un consumo energético un 95% inferior al resto.

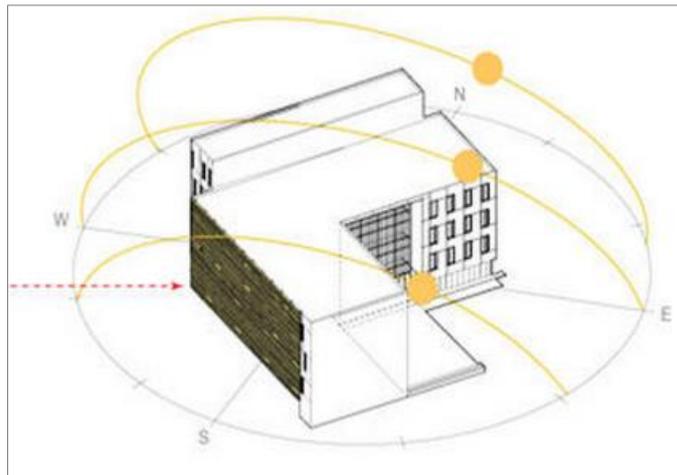
ANEXO nº 8: New Orleans Bioinnovation Center

A. FICHA TÉCNICA	
DATOS GENERALES	
Nombre	New Orleans BioInnovation Center
Ubicación del proyecto	1441 Canal Street New Orleans Louisiana 70112, Estados Unidos
Fecha de construcción	Agosto, 2011
Autor	Eskew+Dumez+Ripple
Movimiento Artístico	Contemporáneo
Área Terreno	9235.00m ²
IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO ARQUITECTÓNICO	
Naturaleza del edificio	Laboratorio - Oficinas
Función del Edificio	Institucional
Materiales de Construcción	Estructura: acero ligero, cimentación concreto armado Cerramiento: Paneles híbrido de concreto prefabricado de 2" con contenido reciclado, muro cortina, paneles de aislamiento slenderwall
CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL CASO	
Aislamiento térmico: <ul style="list-style-type: none"> • Edificio de bajo consumo energético en un clima cálido y húmedo gracias a su diseño bioclimático de la envolvente acristalada. • La misma forma del edificio se configura alrededor de un patio en una orientación de noreste y se basa en un sistema de sobras mediante el uso de mecanismos para proteger el interior de manera elegante. • El edificio en su conjunto tiene una relación ventana / pared del 35% de las cuales el 63% es el uso de persianas y el resto vidrio para seguir permitiendo algo de la ganancia solar en verano. 	
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
CONTEXTO	
Emplazamiento y Orientación	Suroeste - Noreste, latitud norte, fachada orientada al sur oeste.
Medio urbano	Contexto urbano céntrico de la ciudad.
ASPECTO FORMAL	
Paralelepípedo compacto en 'L' que en conjunto con otro edificio define un patio central ajardinado y de masa de agua que ayuda al refrescamiento del edificio. Presenta planos opacos para espacios de alto consumo energético y planos transparentes con protección solar.	
ASPECTO FUNCIONAL	
El edificio presenta 4 plantas zonificadas típicamente entre oficinas y administración, laboratorios en la facha sur, laboratorios flexibles, área de reunión y comunes, además del área de soporte técnico como parte de los servicios generales del edificio.	
ASPECTO TECNOLÓGICO/ SISTEMAS	
Concepto de doble fachada (muro cortina + pantalla de control solar). Sistema del panel SLENDERWALL (aislamiento por el exterior): La superficie exterior del panel SlenderWall es de 2 pulgadas de fibra de PVA ligada molecularmente y de concreto prefabricado para acabado arquitectónico de alta resistencia reforzado con alambre soldado. El marco interior integrado está hecho de pernos de acero galvanizado de calibre 14 y 16. El marco está lleno de aislamiento de espuma de célula cerrada de fábrica. Uso de paneles fotovoltaicos.	

B. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La edificación posee una orientación de suroeste - noreste, en la latitud norte. La fachada sur abre hacia el sol de invierno y se cierra directamente hacia el sol de verano mediante un patio; la fachada norte no recibe luz solar en invierno ubicándose las instalaciones que actúan de barrera térmica.

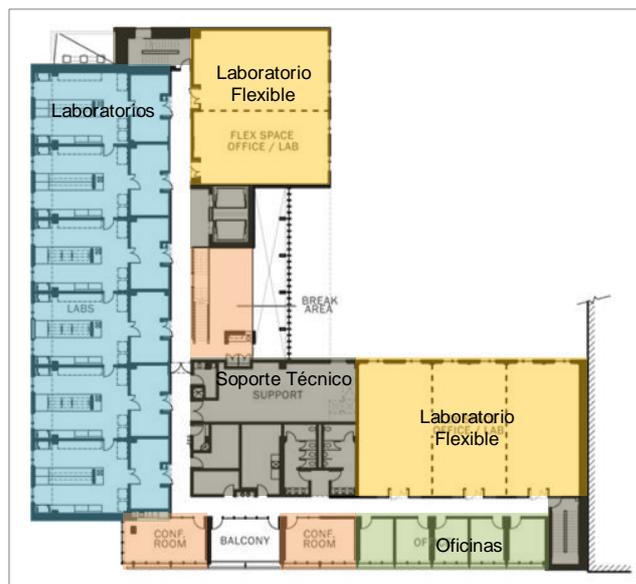
ESQUEMA BIOCLIMÁTICO DE VIENTOS Y ASOLEAMIENTO SOBRE LA PLAZA



Fuente: <http://www.aiatopen.org/node/447>

El edificio de cuatro pisos fue concebido como una fachada principal muy acristalada pública con una entrada pública cubierta significó sugerir un balcón clásico de Nueva Orleans condición. Un protector solar de aluminio sobre la entrada limita elegantemente la luz del sol que entra en el edificio. Las paredes exteriores secundarias son más privadas y controladas, para espacios de investigación, con ventanas perforadas.

PLANTA TÍPICA DEL LABORATORIOS DEL CENTRO



Fuente: Elaboración de Autor de Tesis

El concepto del edificio parte de la arquitectura bioclimática como compacto, nuevo y tecnológico en un territorio industrial histórico, marcando un contraste en el avance de la tecnología. La forma del edificio es un paralelepípedo en L que define el patio central conjunto a otro edificio sobre el mismo lote, además presenta 4 plantas zonificadas típicamente entre oficinas, administración, laboratorios de estudios complejos, laboratorios flexibles, áreas de reunión, espacios comunes, y área de soporte técnico. La planta típica del edificio es donde se encuentran los laboratorios, orientados a la fachada sur-este, iluminados y ventilados a través del muro cortina el cual es protegida mediante dispositivos de control solar durante todo el día.

C. ASPECTO TECNOLÓGICO Y DESARROLLO DE LA VARIABLE:

La fachada frontal se orienta al suroeste, lo que significa que recibe las graves repercusiones del sol de verano, sobre esta se instaló una fachada articulada metálica que brinda sombra y amortigua las tormentas sobre el plano. La envolvente suspendida exterior está conformado por un 62% de cristal, gracias a las persianas tiene una ganancia solar del verano de un edificio con 18% acristalamiento el cual puede ser regulable. Las opciones de acristalamiento permiten una fuerte conexión con el exterior y el patio posterior que a su vez refresca el edificio mediante una fuente de agua artificial.

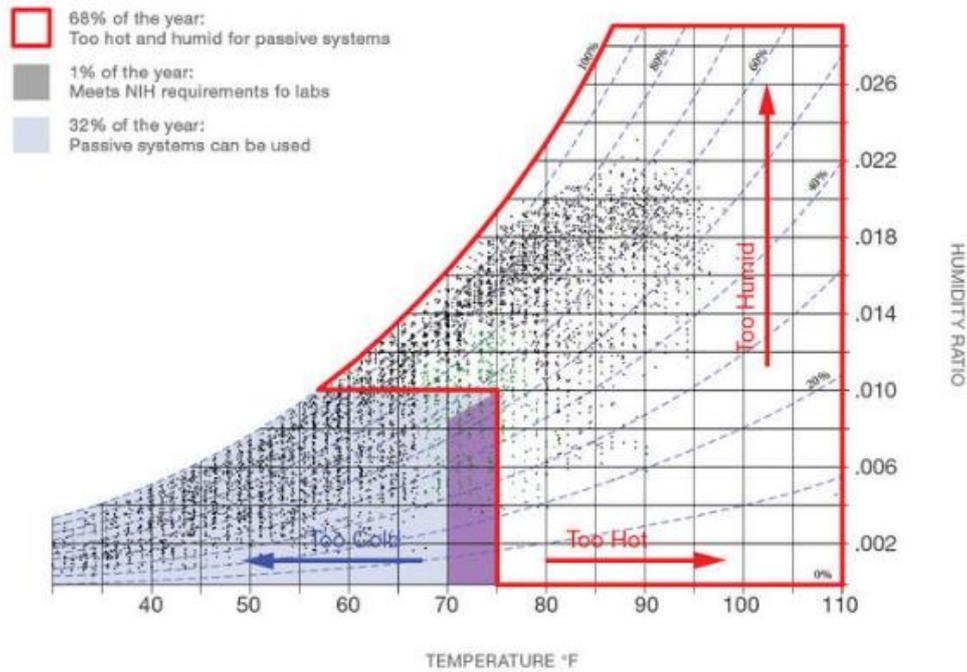
CONCEPTO DE PERSIANA TRADICIONAL EN ESTRUCTURA DE METAL



Fuente: <http://www.aiatopten.org/node/447>

Las normas de seguridad de laboratorio en EE.UU. requieren que el aire circule a través en los laboratorios a tasas de hasta 10 cambios de aire por hora. También requieren niveles de temperatura y humedad controladas para experimentos reproducibles. Cada laboratorio está dotado de un control independiente del flujo de aire y la temperatura, permitiendo que cada investigador elija el nivel de ventilación adecuado a su tipo de investigación. Es decir, los laboratorios necesitan temperaturas manejables a cualquier hora por lo que necesitan de sistemas de climatización.

CARTA CLIMÁTICA NEW ORLEANS BIOINNOVATION CENTER



Fuente: <http://www.aiatopten.org/node/447>

La carta bioclimática muestra que el 68% del año es muy caliente y húmedo como para usar sistemas pasivos y que el 32% del año en invierno si podría usarse para captar calor. Es así que el edificio presenta un sistema híbrido de revestimiento de acero prefabricado y ligero proporciona un acabado arquitectónico de gama alta que no se puede lograr y controlar fácilmente con muchos otros materiales. Las ventanas fueron diseñadas para un perfil de ventana de piso a techo, que Slenderwall podría adecuarse con accesorios especialmente diseñados. Para evaluar el desempeño del edificio y los puntos LEED, el equipo de diseño del proyecto usó la simulación sobre principalmente para estudiar la ganancia de calor solar y la unidad de humedad a granel en el edificio. Los estudios mostraron un excelente rendimiento para las porciones de Slenderwall, y que incluso con un acristalamiento del 68%, la fachada de entrada principal era sólo el equivalente al 18% de vidrio, gracias a la incorporación del protector solar y el prefabricado altamente aislado. Slenderwall ayudó a asegurar una envolvente consistente y controlada, las secciones prefabricadas fueron a base de aislamiento de espuma cerrada que también actúan como barrera de vapor, lo que contribuye a la hermeticidad al aire y al agua de la estructura. Esto significa que los paneles presentan simultáneamente un revestimiento de 3 1 / 2 pulgadas de aislamiento de espuma de celda cerrada, con una barrera de aire continuo y una protección contra la humedad instalada en la tienda detrás de una pared perimetral.

ANEXO nº 9: Biosciences Research Building

A. FICHA TÉCNICA	
DATOS GENERALES	
Nombre	Edificio de Investigación en Biociencias
Ubicación del proyecto	University Road, Galway, Irlanda
Fecha de construcción	2013
Autor	Payette + Reddy Architecture and Urbanism
Movimiento Artístico	Contemporáneo
Área Terreno	15 000.00 m ²
IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO ARQUITECTÓNICO	
Naturaleza del edificio	Laboratorios
Función del Edificio	Educativo
Materiales de Construcción	<p>Estructura: acero, concreto prefabricado (escoria de horno alto granulada de 30%)</p> <p>Cerramiento: Acabados piedra de basalto, estuco, muro cortina vidrio aislante (fachada e interiores) con insertos de madera en fachada U 0.32, paredes interiores fibra de vidrio R-28; Cubierta de tres capas de aislamiento térmico de 150mm acabado de asfalto reflexivo con pintura y grava de 20mm R-35.</p>
CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL CASO	
ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA Y PROGRAMACION ESPACIAL:	
<ul style="list-style-type: none"> • El concepto característico del proyecto es el uso de “laboratorios en capas”, es decir, distribuye los espacios en agrupaciones según la energía que demanda, los de bajo consumo en el perímetro para deducir ventilación e iluminación; los espacios de mayor energía son protegidas por una doble envolvente arquitectónica delimitada por lo que llaman “corredor térmico”. • Optimizar la envolvente arquitectónica exterior permite reducir costos, espesores y material como tabiques al interior del edificio; parte el concepto de planta libre con divisores de vidrio aislante o material traslucido para permitir el paso de la luz natural. 	
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
CONTEXTO	
Emplazamiento y Orientación	Suroeste – Noreste. Fachada principal orientada al sur oeste.
Medio urbano	Ubicado dentro del campus de la Universidad Road, contexto paisajístico natural.
ASPECTO FORMAL	
Paralelepípedo de forma compacta de planta rectangular dividido en dos alas con ángulo al medio. Conformado por planos transparentes de muro cortina controlados solarmente mediante tapasoles regulables el cual limita el corredor térmico. Ingreso jerarquizado por planos oscuros. Colores claros que reflejan la radiación solar.	
ASPECTO FUNCIONAL	
Presenta planta típica. A los extremos se ubican los bloques de oficina, al centro los laboratorios y soporte técnico.	
ASPECTO TECNOLÓGICO	
<p>Concepto de corredor térmico o doble envolvente.</p> <p>Materiales internos al revestimiento de aislamiento térmico para mantener temperaturas deseables.</p> <p>Uso de estrategias de vidrios móviles, automatizados, vidrio aislante al interior.</p>	

B. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

La edificación ofrece un espacio de investigación científica de alta tecnología dedicado a la investigación del cáncer, la medicina regenerativa, la biología química y la investigación animal, y es uno de los edificios de investigación más eficientes en energía del mundo dedicado a una agenda científica tan intensa. El edificio está compuesto por dos laboratorios grandes divididos por un atrio de tres pisos; las oficinas distribuidas en los tres niveles se comunican mediante la escalera. La volumetría del edificio es simple, delgado y lineal, donde la ligera inclinación de su masa refleja el perfil y la geometría del río Corrib.

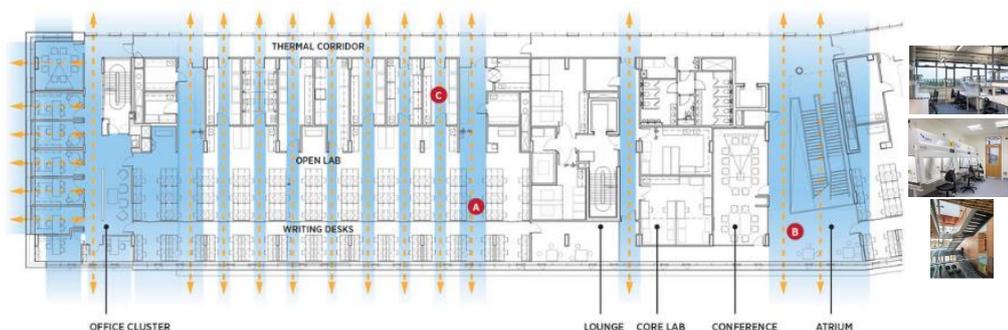
EDIFICIO DE INVESTIGACIÓN EN BIOCIENCIAS



Fuente: <http://www.aiatopten.org/node/517>

El objetivo principal del edificio fue alcanzar eficiencia del programa, conservación de energía y confort térmico, lo cual llevó a un enfoque de "energía mínima" que resultó en un ambiente de trabajo superior con un perfil energético radicalmente más bajo. El edificio fue diseñado bajo el concepto de "laboratorio en capas" con una estrategia de energía alta / baja, que coloca los espacios más intensivos mecánicamente, como salas de cultivo de tejidos y de imágenes, en una zona adyacente al espacio de laboratorio abierto. Los espacios de bajo consumo de energía, tales como oficinas y espacios de interacción se agrupan a lo largo del perímetro para reducir las tasas de ventilación y optimizar la oportunidad de una amplia ventilación natural y luz natural.

ILUMINACIÓN NATURAL



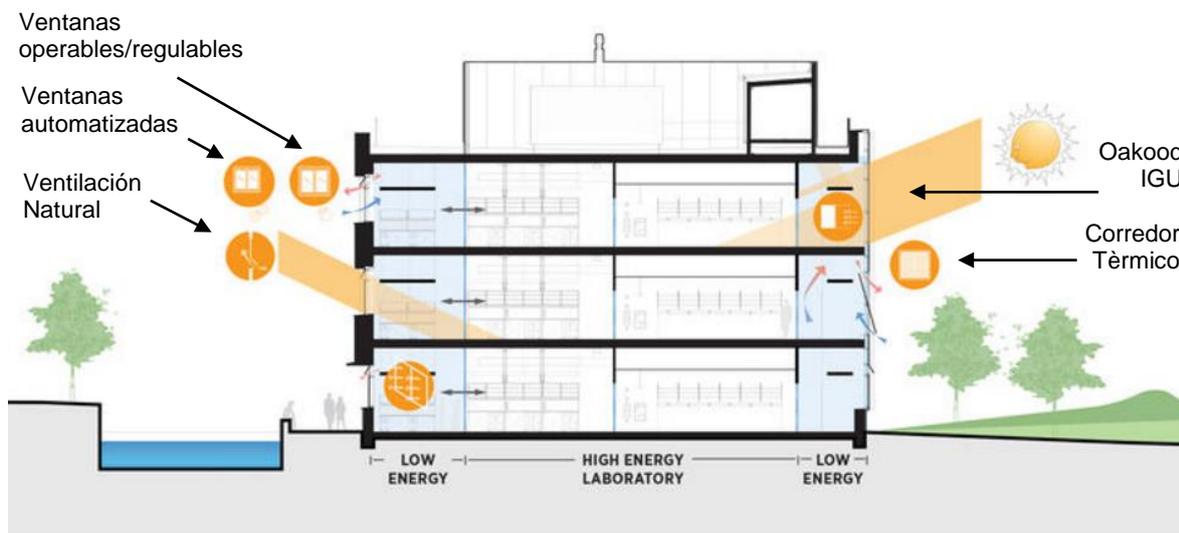
Fuente: <http://www.aiatopten.org/node/517>

El concepto de "laboratorio en capas" también logra una eficiencia programática creando un diseño compacto y productivo compuesto de bancos reconfigurables, junto con salas de soporte de laboratorio. El aumento en la eficiencia programática permitió que la investigación creciera en un 33% al aumentar la densidad de laboratorio de 2 a 3 posiciones de banco por banco de laboratorio. El edificio es conformado por una superestructura de concreto prefabricado, los acabados fueron seleccionados para minimizar la cantidad de energía / contaminación requerida para fabricar, enviar al sitio y erigir. La piedra de basalto, el molino de haya al vapor, el exterior, el estuco y el muro cortina fueron todos de origen local. Los sistemas de fachada fueron diseñados para alcanzar un valor de U de 0,32 para el acristalamiento y un valor R de 28 para las paredes. Esto permitió a los espacios en el perímetro confiar solamente en ventanas operables y ventilación natural para refrescarse sin la necesidad del aire acondicionado.

C. ASPECTO TECNOLÓGICO Y DESARROLLO DE LA VARIABLE:

El diseño abarca el clima moderado de Irlanda. Al ubicar espacios de baja carga a lo largo del perímetro del edificio, el proyecto puede aprovechar la ventilación natural como la única estrategia de acondicionamiento durante la mayor parte del año y se complementa con menos del 10% del año con calefacción radiante. Debido a este enfoque, el 45% de este edificio de investigación intensiva puede funcionar sin ventilación mecánica. Este es un enfoque extremadamente simple, pero radical y rara vez se implementa hasta una modesta extensión en laboratorios similares en climas estadounidenses comparables.

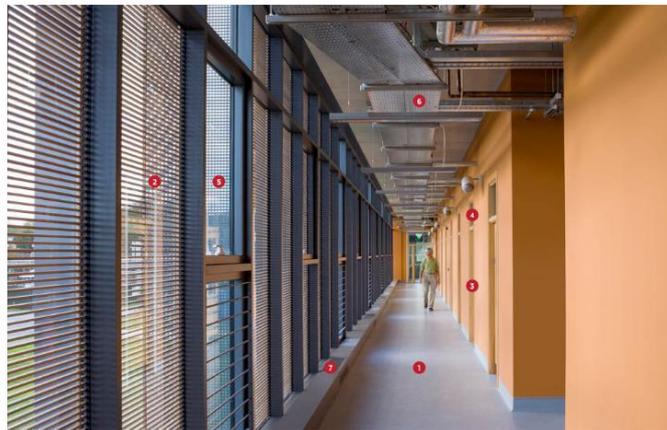
ESQUEMA BIOCLIMÁTICA DEL EDIFICIO DE INVESTIGACIÓN EN BIOCENCIAS



Fuente: <http://www.aiatopten.org/node/517>

Mientras que los edificios de investigación son típicamente edificios de carga interna, la integración de una estrategia de control solar fue ajustada a cada orientación; fue un componente importante para controlar la ganancia solar dado el deseo de eliminar el enfriamiento mecánico de los espacios perimetrales de baja carga. Había detalles cuidadosos para una envoltura térmica para impedir la pérdida de calor en los meses más fríos con el fin de minimizar la necesidad de calentamiento suplementario. Para hacer frente a la larga fachada occidental del edificio, un "corredor térmico" actúa como un amortiguador, entre el interior y el exterior. Las lamas de madera integradas en el muro cortina crean más luz filtrada y reducen el deslumbramiento, una condición crónica en esta latitud.

CORREDOR TÉRMICO Y LABORATORIO



- | | |
|--|--|
| 1. Corredor térmico actuando como un sweater y circulación | 5. Ventanas operables para enfriamiento |
| 2. Pantalla de madera de roble dentro de la unidad acristalada aislada | 6. Ensamblajes mecánicos de extracción de aire |
| 3. Entrada a Laboratorio – puertas acristaladas | 7. Calefacción radiante |
| 4. Ventana para luz natural | |



- | |
|---|
| 1. Membrana de vidrio templado - separa la zona de baja energía de la alta energía calentada mecánicamente y la zona enfriada |
| 2. Calefacción radiante - solo se necesita el 9% del año |
| 3. Ventanas superiores – ventanas automatizadas operables |
| 4. Ventanas operables controladas por el usuario |
| 5. Conductos mecánicos para calefacción y refrigeración |
| 6. Estructura de hormigón expuesta - sin ventilación mecánica para calefacción y refrigeración |

Fuente: <http://www.aiatopen.org/node/517>

ANEXO nº 10: Jacobs Institute for Design Innovation

A. FICHA TÉCNICA	
DATOS GENERALES	
Nombre	Instituto Jacobs de Innovación de Diseño
Ubicación del proyecto	253 Ridge Road, Berkeley California 94720, Estados Unidos de América
Fecha de construcción	2015
Autor	Leddy Maytum Stacy Architects
Movimiento Artístico	Contemporáneo
Área Terreno	7750.00 m ²
IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO ARQUITECTÓNICO	
Naturaleza del edificio	Laboratorios/ Nivel Universitario
Función del Edificio	Educativo
Materiales de Construcción	Estructura: acero con refuerzos, concreto armado Cerramiento: Paredes exteriores paneles de concreto y metal, cubierta es una retícula de acero que soporta paneles fotovoltaicos montados en azotea, piso de cemento pulido, tabiques de drywall y aislante lana de vidrio.
CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL CASO	
ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA Y PROGRAMACIÓN ESPACIAL:	
<ul style="list-style-type: none"> Su forma compacta presenta una proporción eficiente de envolvente arquitectónica que ayuda a reducir la transferencia térmica. La circulación y espacio de alto consumo energético y bajos están ubicados estratégicamente a lo que requieren estos espacios de las estrategias pasivas. La cubierta doble suspendida genera sombra, refresca el edificio y direcciona los vientos; se facilita el ingreso de airea al interior a través del techo. 	
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
CONTEXTO	
Emplazamiento y Orientación	Norte – Sur, Fachada principal orientada al norte.
Medio urbano	Ubicado dentro del campus University California Berkeley en un terreno en esquina lo que antes solía ser una cancha de vóley.
ASPECTO FORMAL	
Paralelepípedo compacto, planos transparentes ubicados en fachada norte y oeste, el volumen presenta una segunda cubierta suspendida reticulado de acero y paneles fotovoltaicos, de esta manera la segunda cubierta protege al edificio directamente de la radiación generando sombra y pase de aire fresco; aprovecha la captación solar para los paneles.	
ASPECTO FUNCIONAL	
La circulación vertical se ubica en los dos extremos de las fachadas oeste y este, el edificio cuenta con un sótano y tres niveles sobre este. Al centro de cada planta se ubican las zonas de estudios, a los alrededores las oficinas (fachada norte) lobby y salas de equipamiento técnico.	
ASPECTO TECNOLÓGICO	
Doble cubierta, la segunda se encuentra suspendida generando sombra y recibe la radiación directa hacia los paneles fotovoltaicos. Utiliza el concepto de “espacios prioritarios en capas” es decir, los espacio que requieran de alta energía se aíslan al centro y los de menos energía se ubican al contorno.	

B. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto fue concebido por el Colegio de Ingeniería como un centro interdisciplinario para estudiantes y profesores de la universidad como un espacio educativo colaborativo, basado en proyectos y un símbolo del compromiso con la innovación sostenible.

El proyecto reutiliza un sitio deportivo optimizando el diseño, logrando minimizar de manera eficiente el espacio de circulación y maximiza el espacio de aprendizaje flexible. La estructura se soporta sobre un sótano existente para crear suficiente espacio para el nuevo edificio, manteniendo un patio orientado al sur. El edificio está diseñado para utilizar un 90% menos de energía que la mediana nacional para edificios universitarios. La eficiencia energética integrada impulsa la forma y el aspecto general del edificio, incluyendo la masa simplificada, la piel de alto rendimiento y la disposición fotovoltaica en voladizo.

INSTITUTO JACOBS DE INNOVACIÓN DE DISEÑO



Fuente: <http://www.aiatopten.org/node/482>

El uso de materiales se redujo mediante el diseño de formas sencillas utilizando un sistema estructural sencillo y dimensiones de fabricación convencionales. Los materiales fueron seleccionados por economía, durabilidad y eficiencia de los recursos. El 17% de todos los materiales de construcción se reciclan, incluyendo un 50% de contenido de cenizas volantes en concreto de cimentación y placas de piso, alfombras y acero. Se requería que el aluminio tuviera un 50% de contenido reciclado.

ÁREAS COMUNES



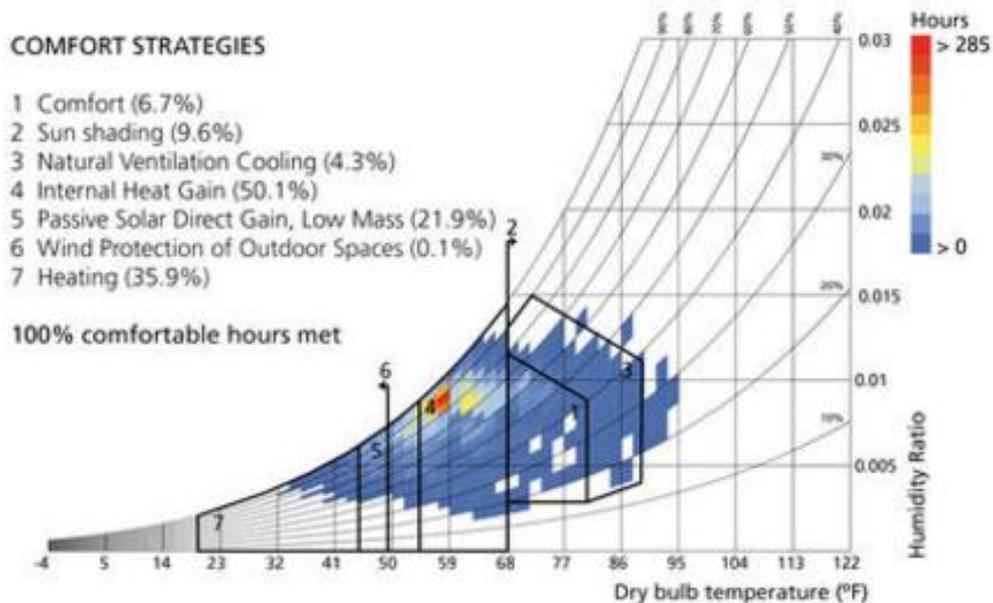
Fuente: <http://www.aiatopten.org/node/482>

12% de todos los materiales fueron cosechados y fabricados regionalmente para reducir la energía incorporada y la huella de carbono asociada con el envío. El 75% de todos los productos de madera están certificados por el FSC. Los materiales rápidamente renovables incluyen suelos de goma y base, suelos de linóleo y núcleos de puerta de agro fibra.

C. ASPECTO TECNOLÓGICO Y DESARROLLO DE LA VARIABLE:

El sitio se encuentra en el cálido clima marino de la región costera del norte de California. El edificio está orientado en un eje este-oeste para un óptimo aprovechamiento solar. Esto crea un patio soleado y protegido contra el viento hacia el sur, al tiempo que mejora el acceso a la calefacción solar pasiva, la iluminación natural, la ventilación natural y un continuo de espacios interiores y exteriores en el primer piso. Su forma compacta presenta una proporción eficiente de envoltura arquitectónica que ayuda a reducir la transferencia térmica. Una plancha estrecha de 16.80 metros de profundidad y techos de 4.30 metros, promueven una excelente ventilación natural y penetración de luz natural. La envoltura altamente aislada por el exterior con revestimiento pantalla de lluvia y sombreado, trata las clemencias climáticas externas. El techado fresco Energy Star y el pavimento de albedo ayudan a reducir aún más las cargas de enfriamiento en climas cálidos.

CARTA CLIMÁTICA INSTITUTO JACOBS



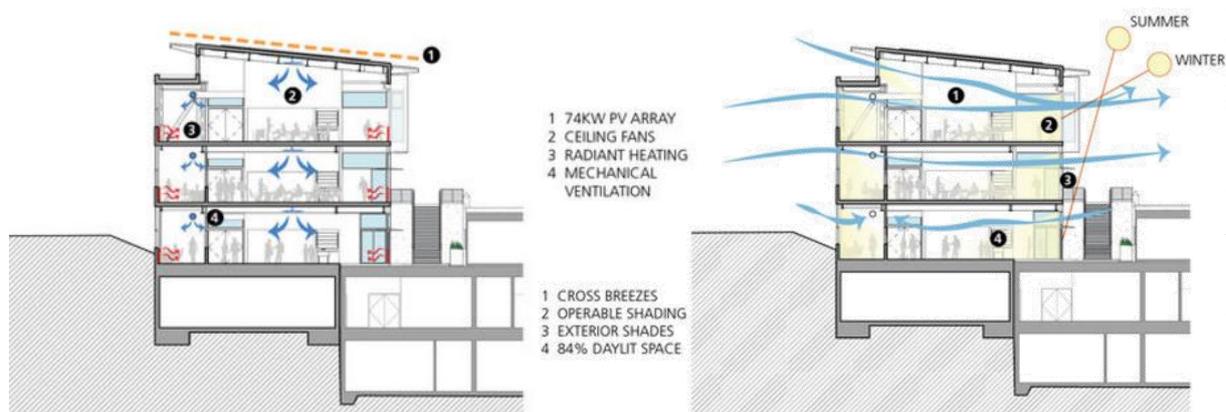
Fuente: <http://www.aiatopten.org/node/482>

La envoltura arquitectónica integra el aislamiento térmicamente añadido, sombreado, techo frío, acristalamiento de alto rendimiento y luz natural para reducir las cargas de

calefacción, refrigeración e iluminación. El edificio es ventilado naturalmente, aumentado por la ventilación mecánica requerida por código en áreas internas y el sótano.

El calentamiento del espacio en invierno es proporcionado por radiadores, aumentados por el aire ventilado mecánico templado. El enfriamiento es proporcionado por la ventilación natural y los ventiladores de techo asistidos por el "enfriamiento del bulto" del sistema mecánico. Aunque la Universidad requirió niveles de iluminación interior superiores a la normal de 50 candelas debido al trabajo en los espacios, las cargas totales de iluminación se manejaron mediante el uso de dispositivos y controles eficientes. En cuanto a la energía renovable, se empleó un conjunto de paneles fotovoltaicos de 74kW en el voladizo proporcionando el 58% de la energía requerida del edificio.

ESQUEMA DE SISTEMAS DE CLIMATIZACIÓN



Fuente: <http://www.iaatopen.org/node/482>

La estrecha fachada del edificio presenta una fachada sombreada hacia el sur para una óptima recogida de la luz del día. Grandes ventanas orientadas al norte y acristalamiento interior ayudan a reducir el deslumbramiento interno. El 100% de los espacios de instrucción por encima del sótano y el 85% de todos los espacios regularmente ocupados están iluminados por el día. La transparencia es una estrategia clave utilizada para promover una comunidad de aprendizaje saludable y el bienestar individual. El edificio se abre a los vientos prevalecientes, permitiendo que el 100% de los espacios de instrucción por encima del nivel del sótano y el 85% de todos los espacios regularmente ocupados sean ventilados naturalmente. La ventilación mecánica proporciona aire fresco añadido cuando las ventanas están cerradas, proporcionando un 30% de aire exterior adicional por encima de los requisitos del código.

ANEXO nº 11: West Branch of the Berkeley Public Library

A. FICHA TÉCNICA	
DATOS GENERALES	
Nombre	Biblioteca Pública de Berkeley de West Branch
Ubicación del proyecto	1125 University Ave, Berkeley California 94720, Estados Unidos de América
Fecha de construcción	2013
Autor	Harley Ellis Devereaux
Movimiento Artístico	Contemporáneo
Área Terreno	2870.00 m ²
IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO ARQUITECTÓNICO	
Naturaleza del edificio	Biblioteca
Función del Edificio	Equipamiento público
Materiales de Construcción	Estructura: superestructura de acero, cimientos de concreto armado Cerramiento: Paneles de madera con aislamiento de lana mineral R-30, pantalla de fibrocemento, vidrio asialnte U-*1.5 transmitancia 0.69, cubierta aislamiento R-41
CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL CASO	
ENVOLVENTE ARQUITECTONICA:	
<ul style="list-style-type: none"> La fachada frontal se extiende sobre el nivel del techo para crear una chimenea de viento continua. Las brisas prevalecientes crean presión negativa detrás de la fachada, donde las rejillas aspiran el aire a través de los espacios principales de las ventanas en el extremo opuesto del edificio. Además, los tragaluces se abren automáticamente para soportar el flujo de aire. 	
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
CONTEXTO	
Emplazamiento y Orientación	Norte - Sur. Fachada principal orientada al sur este.
Medio urbano	Ubicado en zona urbana residencial en la Avenida Universitaria.
ASPECTO FORMAL	
Paralelepípedo de forma compacta de planta rectangular dividido en dos alas con ángulo al medio. Conformado por planos transparentes de muro cortina controlados solarmente mediante tapasoles regulables el cual limita el corredor térmico. Ingreso jerarquizado por planos oscuros. Colores claros que reflejaban la radiación solar.	
ASPECTO FUNCIONAL	
La programación del edificio es de una biblioteca pública: sala principal, varias áreas para sentarse, zona para niños y un escritorio de circulación. Una gran sala de usos múltiples se dobla como espacio de sala de lectura adicional, sala de adolescentes, y áreas de servicio completan el programa.	
ASPECTO TECNOLÓGICO	
Un sistema de suelo radiante conectado a paneles solares térmicos en la azotea proporciona calefacción y refrigeración. La huella del edificio está optimizada para maximizar el área del techo para paneles solares térmicos y fotovoltaicos. Con el fin de igualar el consumo real de la construcción con el presupuesto energético proporcionado por este sistema se desarrollaron una variedad de estrategias pasivas.	

B. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En 2009, la Ciudad de Berkeley publicó su Plan de Acción para el Clima, que busca reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero, la nueva biblioteca de West Branch establecería un prototipo para el cumplimiento con el Plan de Acción. Para lograr el estatus ZNE (zero net energy), el equipo de diseño minimizó la huella energética del edificio a través de estrategias pasivas y activas integradas para una envolvente arquitectónica de alto rendimiento, iluminación natural y ventilación natural.

La volumetría es un paralelepípedo compacto que transmite una presencia cívica mediante elementos tradicionales dentro de un gran marco que define el límite de la fachada. El estacionamiento de bicicletas, recepción y áreas de reunión se limitan dentro de un espacio que conduce a la entrada principal. De esta manera se provee un pórtico que enlaza la calle con el interior. Al igual que la sala principal se abre a la calle en un extremo, donde una gran ventana ofrece vistas al bullicio del barrio, se abre en el extremo opuesto de una zona íntima de niños a un jardín. El jardín se compone de robles con plantación de sotobosque nativo que reproduce un paisaje ribereño de las tierras altas, la flora original subyacente del sitio.

ESTRATEGIAS APLICADOS BERKELEY PUBLIC LIBRARY



Fuente: <http://www.archdaily.com/786171/aia-names-top-10-most-sustainable-projects-of-2016>

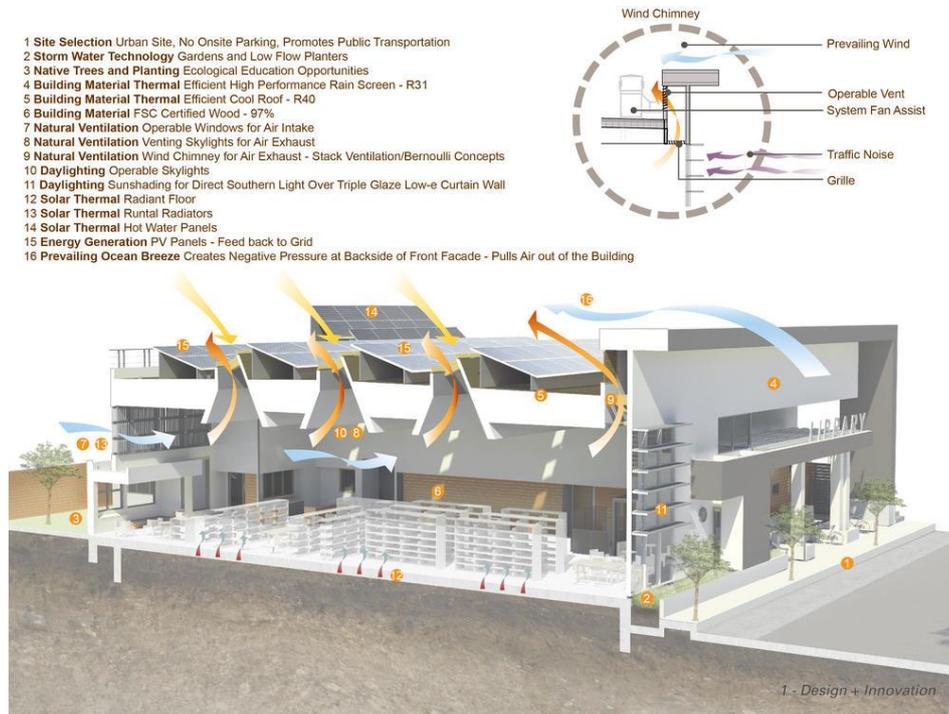
Para reducir las cargas del edificio, se utilizó la simulación, incluyendo Daysim, Radiance, Skycalc y dinámica de fluidos computacional para determinar la configuración óptima del techo y la altura del edificio para maximizar la ventilación natural, la iluminación natural y la producción de energía. Estos estudios llevaron a la característica más innovadora del edificio: la chimenea del viento, diseñada para utilizar la brisa del océano constante para dibujar la ventilación natural a través del edificio.

C. ASPECTO TECNOLÓGICO Y DESARROLLO DE LA VARIABLE:

Las estrategias cuidadosamente coordinadas para la ventilación natural, la iluminación natural y la fotovoltaica llevaron a una innovadora chimenea de viento que proporciona ventilación cruzada mientras que protege el interior de la biblioteca del ruido de la calle. Al

mismo tiempo, la chimenea del viento aumenta la altura de la fachada, reforzando la presencia cívica de la biblioteca.

ESTRATEGIAS APLICADOS BERKELEY PUBLIC LIBRARY

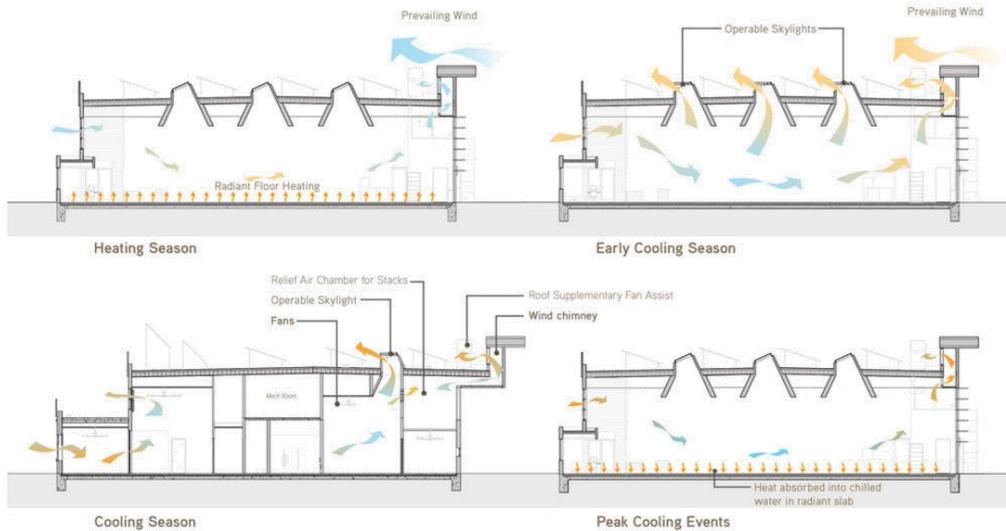


Fuente: <http://www.aiatopten.org/node/471>

La luz diurna cuidadosamente controlada entra por las claraboyas y grandes áreas de acristalamiento en las elevaciones norte y sur. Para minimizar las cargas de iluminación se proporciona luz natural al 90% del espacio cerrado. El control de la luz solar directa minimiza aún más la ganancia de calor y reduce el deslumbramiento. El rigor de esta estrategia produce un espacio luminoso y sereno. Las claraboyas atraviesan la sala principal desde la parte delantera hasta la trasera conectadas por un techo conjugado para maximizar la entrega de luz y crea una escala monumental al espacio que organiza la variedad de actividades; planta libre.

Debido al intenso ruido del tráfico en Avenida Universitaria, abrir ventanas directamente en la calle no era posible. En su lugar, la fachada frontal se extiende por encima del nivel del techo para crear una chimenea de viento continua. Las brisas imperantes crean una presión negativa detrás de la fachada, donde las rejillas aspiran aire a través de la biblioteca desde las ventanas situadas en el extremo opuesto del edificio. Las claraboyas funcionan automáticamente para soportar el flujo de aire. Un sistema de suelo radiante y rejillas de radiador conectadas a los paneles solares térmicos proporcionan calefacción y refrigeración.

ESTRATEGIA DE VENTILACIÓN EN MODO MIXTO



Fuente: <http://www.aiatopten.org/node/471>

Los materiales del edificio fueron cuidadosamente seleccionados por su durabilidad, calidad óptima del aire interior, impactos minimizados en el medio ambiente y energía minimizada incorporada. 100% de adhesivos, selladores y recubrimientos cumplen con los criterios LEED de materiales de baja emisión. Los detalles de la pantalla de lluvia fueron desarrollados para disminuir la complejidad de la instalación, minimizar el desperdicio y minimizar los puentes térmicos con resistencia al agua, al moho ya las plagas, químicamente inerte, sin gases de escape.

MATERIALIDAD EMPLEADO EN EL EDIFICIO



Fuente: <http://www.aiatopten.org/node/471>

Los paneles de madera son de tamaños más grandes que lo habitual: clavos de madera de 3x8 en 24 "OC, para una mejor eficiencia térmica. El 88% de todos los productos de madera cumplen con los criterios de baja emisión. Se utilizó aislamiento de lana mineral: R-30 paredes exteriores, R-41 conjunto de techo. Los paneles fotovoltaicos se montan en postes, en lugar de tener los bastidores montados directamente en el techo el cual permite desmonte y reciclaje de material para actualizaciones futuras.

ANEXO nº 12: Ficha técnica de casos arquitectónicos

FICHA TÉCNICA DE CASOS	
DATOS GENERALES	
Nombre	
Ubicación del proyecto	
Fecha de construcción	
Autor	
Movimiento Artístico	
Área	
IDENTIFICACIÓN DEL ELEMENTO ARQUITECTÓNICO	
Naturaleza del edificio	
Función del Edificio	
Materiales de Construcción	
CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DEL CASO	
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	
CONTEXTO	
Emplazamiento y Orientación	
Medio urbano/natural	
ASPECTO FORMAL	
ASPECTO FUNCIONAL	
ASPECTO TECNOLÓGICO	

ELABORACIÓN: Autor de Tesis

ANEXO nº 13: Ficha cotejo de características exógenas y endógenas

CARACTERÍSTICAS EXÓGENAS							
ÍTEM			UNIT	VALOR	LOTE 01	LOTE 02	LOTE 03
Morfología	N° de frentes	3-5 frentes (Alto)	3	3			
		2 frentes (Medio)	2				
		1 frente (Bajo)	1				
	Forma	Regular	2	2			
		Irregular	1				
	Topografía	Pendiente = 2+ %	2	2			
Pendiente = 0 – 1%		1					
Influencias Naturales	Condiciones Climáticas	TEMPLADO	3	3			
		CÁLIDO	2				
		FRÍOS	1				
	Vientos	6-11 Km/h (Suave)	3	3			
		15-28 km/h (Moderado)	2				
		39-49 km/h (Fuerte)	1				
	Abastecimiento de Agua	Río	3	3			
		Pozos	2				
Sub suelo		1					
Mínima Inversión	Proximidad	Educativo	3	3			
		Residencial / Comercial	2				
		Industrial / Arqueológico	1				
	Adquisición	Terreno del Estado	2	2			
		Terreno Privado	1				
	Textura de Suelo	Alta Calidad (Franco Limoso)	3	3			
		Mediana Calidad (Arcilloso)	2				
		Baja Calidad (Arenoso)	1				
	Ocupación del Terreno	0%-29% Ocupado	3	3			
		30-70% Ocupado	2				
Más del 70% Ocupado		1					
SUB TOTAL				27			
CARACTERÍSTICAS ENDÓGENAS							
ÍTEM			UNIT	VALOR	LOTE 01	LOTE 02	LOTE 03
Zonificación	Accesibilidad y Servicios	Agua/ Desagüe/Electricidad	2	2			
		Solo 1 o 2	1				
Viabilidad	Accesibilidad y Servicios	Vehicular	2	2			
		Peatonal	1				
	Vías	Relación Vías Principales	3	3			
		Relación Vías Secundarias	2				
		Relación con Vías Menores	1				
Tensiones Urbanas	Cercanía a Centro Poblado de Servicios	Alta Cercanía	3	3			
		Mediana Cercanía	2				
		Baja Cercanía	1				
	Genera polo de desarrollo	Alta Posibilidad	3	3			
		Mediana Posibilidad	2				
Baja Posibilidad		1					
Accesibilidad	Transporte Público Cercano	10 rutas	3	3			
		5 rutas	2				
		1 ruta	1				
Habitabilidad	Cercanía a alquiler de habitación	Alta Cercanía	3	3			
		Mediana Cercanía	2				
		Baja Cercanía	1				
SUB TOTAL				19			
VALORACIÓN TOTAL							
				Características Exógenas			
				Características Endógenas			
				TOTAL			

Elaboración: Autor de Tesis

ANEXO nº 14: Ficha resumen del programa arquitectónico de casos

CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES			
ÁREA TERRENO (m2)			
ÁREA CONSTRUIDA (m2)			
ÁREA LIBRE (m2)			%
ZONAS Y/O AMBIENTES (m2 y % DE SUPERFICIE ABARCADA)			
NEW ORLEANS BIOINNOVATION CENTER			
ÁREA TERRENO (m2)			
ÁREA CONSTRUIDA (m2)			
ÁREA LIBRE (m2)			%
ZONAS Y/O AMBIENTES (m2 y % DE SUPERFICIE ABARCADA)			
BIOSCIENCES RESEARCH BUILDING			
ÁREA TERRENO (m2)			
ÁREA CONSTRUIDA (m2)	8000.00 m ²		
ÁREA LIBRE (m2)			%
ZONAS Y/O AMBIENTES (m2 y % DE SUPERFICIE ABARCADA)			

JACOBS INSTITUTE FOR DESIGN INNOVATION			
ÁREA TERRENO (m2)			
ÁREA CONSTRUIDA (m2)			
ÁREA LIBRE (m2)			%
ZONAS Y/O AMBIENTES (m2 y % DE SUPERFICIE ABARCADA)			
WEST BRANCH OF THE BERKELEY PUBLIC LIBRARY			
ÁREA TERRENO (m2)			
ÁREA CONSTRUIDA (m2)			
ÁREA LIBRE (m2)			%
ZONAS Y/O AMBIENTES (m2 y % DE SUPERFICIE ABARCADA)			

ANEXO nº 15: Ficha cruce de las variables de investigación y los casos arquitectónicos

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES	NEW ORLEANS BIOINNOVATION CENTER	BIOSCIENCES RESEARCH BUILDING	JACOBS INSTITUTE FOR DESIGN INNOVATION	WEST BRANCH OF THE BERKELEY PUBLIC LIBRARY
VARIABLE 1: AISLAMIENTO TÉRMICO	Diseño de Paramentos de la Envolvente	Interior, exterior, cámara					
		Invertida, extensiva, Deck					
	Materiales Aislantes	Tipo					
		Conductividad térmica (W/mK)					
		Capacidad Calorífica (J/(kg.K))					
		Resistencia Térmica (m ² K/W)					
Peso Específico (Kg/m ³)							
VARIABLE 2: ENVOLVENTE ARQUITECÒNI CA	Factores climáticos	Máxima (°C)					
		Mínima (°C)					
		Relativa (%)					
		Velocidad (m/s)(km/h)					
		Dirección					
		kWh/m ² /d					
	Dispositivos de control solar	Mecánicos (horizontal/vertical): m ²					
		Tecnología Constructiva					
	Contexto Biofísico	Altitud (msnm)					
		Topografía y entorno					
	Software	Necesidad Energética (kWh)					
Balance Energético							

Elaboración: Autor de Tesis

ANEXO nº 16: Ficha parámetros de los aislantes térmicos

Aislante	Espesor	Conductividad Térmica	Capacidad Calorífica	Peso Específico	Resistencia Térmica	Ahorro Energía	Coste Energía	Balance ahorro
Material	mm	W/m.k	J/(kg.K)	Kg/m ³	m ² K/W	Mj	Mj	Mj
Lana de Vidrio								
Aglomerado de Corcho								
Lana de Roca								
Fibra de Algodón								
Espuma de Poliuretano (PUR)								
Panel de Celulosa								
Poliestireno Expandido (EPS)								
Poliestireno Extruido (XPS)								

Elaboración: Autor de Tesis

ANEXO nº 17: Entorno inmediato de centros experimentales agrarios nacionales e internacionales

Casos Nacionales

INIA – 177.1 Km Distrito Estación PICSI, Lambayeque



INIA – Av. La Universidad 1915 y 1981, Centro Experimental UNALM e Instituto de Innovación Agraria, Distrito La Molina, Lima



INIA – Carretera Huaral – Chancay, Estación DONOSO, Huaral



INIA – Carretera Marginal Sur Fernando Belaunde Terry, Estación EL PORVENIR , Tarapoto



Casos Internacionales

Instituto de Investigaciones Biotecnológicas INTECH - Avenida Intendente Marinos Km. 8,2, 7130 Chascomús, Buenos Aires, Argentina



Laboratorio Nacional de Genómica para la Biodiversidad LANGEBIO - Libramiento Norte Carretera Leon Km 9.6, 36821 Irapuato, Gto., Mexico



Wageningen University & Research WUR - 6708 PB Wageningen, Holanda



INIA Estación Salto Grande - Camino al Terrible Salto, Uruguay



Fuente: Vistas aéreas Google Earth y vistas de fachada en los websites de dichas instituciones
Elaboración: Autor de Tesis

ANEXO nº 18: Programa arquitectónico de casos

CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES			
ÁREA TERRENO (m2)	37160.00 m ²		
ÁREA CONSTRUIDA (m2)	16 170.00 m ²		
ÁREA LIBRE (m2)	20990.00 m ²	%	
		56.48 %	
ZONAS Y/O AMBIENTES (m2 y % DE SUPERFICIE ABARCADA)	Exhibiciones – Auditorio - Lobby	41.5%	6720.00
	Laboratorios	27.8%	4500.00
	Almacenes – servicios generales	12.4%	2000.00
	Oficinas Administrativas	12.7%	2050.00
	Restaurante y Tienda	5.6%	900.00
NEW ORLEANS BIOINNOVATION CENTER			
ÁREA TERRENO (m2)	9235.00 m ²		
ÁREA CONSTRUIDA (m2)	1800.00 m ²		
ÁREA LIBRE (m2)	7435.00 m ²	%	
		80.50 %	
ZONAS Y/O AMBIENTES (m2 y % DE SUPERFICIE ABARCADA)	Laboratorios – Oficinas – Soporte Técnico	52.8%	2850.00
	Almacenes – servicios generales	27.8%	1500.00
	Oficinas Administrativas – Conferencias	12.0%	650.00
	Café – Snack - Estar	7.5%	400.00
BIOSCIENCES RESEARCH BUILDING			
ÁREA TERRENO (m2)	16000.00 m ²		
ÁREA CONSTRUIDA (m2)	8000.00 m ²		
ÁREA LIBRE (m2)	9000.00 m ²	%	
		56.25 %	

ZONAS Y/O AMBIENTES (m2 y % DE SUPERFICIE ABARCADA)	Lab. grupal, privado –Soporte Técnico	77.9%	18700.00
	Almacenes – servicios generales	7.5%	1800.00
	Oficinas Administrativas	2.0%	500.00
	Apoyo al trabajo (write up, conferencias)	10.6%	2500.00
	Comedor – Snack - Estar	2.0%	500.00
JACOBS INSTITUTE FOR DESIGN INNOVATION			
ÁREA TERRENO (m2)	7750.00 m ²		
ÁREA CONSTRUIDA (m2)	815.00 m ²		
ÁREA LIBRE (m2)	6935.00 m ²	%	
		89.48 %	
ZONAS Y/O AMBIENTES (m2 y % DE SUPERFICIE ABARCADA)	Lobby	16.9%	550.00
	Laboratorio trabajo – Soporte Técnico	63.2%	2060.00
	Café – Snack – Estar	3.0%	100.00
	Salas de Reunión	6.1%	200.00
	Oficinas	10.8%	350.00
WEST BRANCH OF THE BERKELEY PUBLIC LIBRARY			
ÁREA TERRENO (m2)	2870.00 m ²		
ÁREA CONSTRUIDA (m2)	1500.00 m ²		
ÁREA LIBRE (m2)	1370.00 m ²	%	
		47.73 %	
ZONAS Y/O AMBIENTES (m2 y % DE SUPERFICIE ABARCADA)	Lobby	6.7%	100.00
	Biblioteca	76.7%	1150.00
	Salas de trabajo	6.7%	100.00
	Oficinas	9.9%	150.00

Elaboración: Autor de Tesis

ANEXO nº 19: Cruce de las variables de investigación y los casos arquitectónicos



VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	CALIFORNIA ACADEMY OF SCIENCES	NEW ORLEANS BIOINNOVATION CENTER	BIOSCIENCES RESEARCH BUILDING	JACOBS INSTITUTE FOR DESIGN INNOVATION	WEST BRANCH OF THE BERKELEY PUBLIC LIBRARY
VARIABLE 1: AISLAMIENTO TÉRMICO	Diseño de Paramentos de la Envolvente	Interior, exterior, cámara	Interior, cámara	exterior, cámara	exterior, cámara	exterior, cámara	exterior, cámara
		Invertida, extensiva, Deck	Cubierta vegetal extensiva.	Cubierta deck.	Cubierta deck.	Cubierta deck.	Cubierta invertida.
	Materiales Aislantes	Tipo	Algodón reciclado	Espuma celular fabricado	Fibra de Vidrio, Vidrio aislante	Fibra de Vidrio, Vidrio aislante	Lana Mineral, Vidrio aislante
		Conductividad térmica (W/mK)	0.045	0.039	0.055	0.055	0.04
		Capacidad Calorífica (J/(kg.K))	1500	1800	1030	1030	840
		Resistencia Térmica (m2K/W)	5.6	7.0	7.33	7.33	3.02
		Peso Especifico (Kg/m3)	60-70	30-35	30	30	20-40
Factores climáticos	Máxima (°C)	39 °C	40 °C	28 °C	42 °C	42 °C	
	Mínima (°C)	-3 °C	-14 °C	-8.9 °C	-4 °C	-4 °C	
	Relativa (%)	65 %	75 %	95 %	72 %	72 %	
	Velocidad (m/s)(km/h)	29 Km/h	13 Km/h	49 Km/h	15 Km/h	15 Km/h	
	Dirección	Suroeste - Noreste	Sureste - Noroeste	Suroeste - Noreste	Suroeste - Noreste	Suroeste - Noreste	

VARIABLE 2: ENVOLVENTE ARQUITECTÓNICA		kWh/m ² /d	7.5 kWh/m ² /d	5.0 kWh/m ² /d	3.0 kWh/m ² /d	7.5 kWh/m ² /d	7.5 kWh/m ² /d
	Dispositivos de control solar	Mecánicos (horizontal/vertical) : m ²	Horizontal: paneles fotovoltaicos como alero circundando el edificio. Vertical: Uso de persianas verticales interiores y giratorias.	Vertical: Uso de persianas verticales interiores y giratorias. Utiliza una pantalla en la fachada principal sobre el muro cortina para obstruir los rayos solares	Vertical: Uso de persianas verticales interiores. Tapasol de madera sobre muro cortina al exterior automatizado.	Horizontal: Cubierta fotovoltaica suspendida/volado. Parasoles suspendidos en vanos.	Horizontal: Volado de techo sobre muro cortina de fachada principal. Pantallas suspendidas en vanos.
		Sistema Tecnológico Bioclimático	El techo está bordeado por una marquesina de vidrio que contiene cerca de 60.000 células fotovoltaicas. Techo viviente reduce la tormenta escorrentía de agua hasta en 3,6 millones de galones de agua al año.	Concepto de doble fachada (muro cortina + pantalla de control solar. Uso de paneles fotovoltaicos. Sistema del panel SLENDERWALL (aislamiento por el exterior).	Concepto de corredor térmico o doble envoltorio. Material de paredes interiores fibra de vidrio y vidrio aislante. Uso de vidrios móviles, automatizados, como parte de muro cortina.	Doble cubierta para generar sombra y enfriar edificio, a su vez captar radiación directa para paneles fotovoltaicos.	Extensión del techo genera un volado que protege muro cortina y es configurado de tal manera que se generan claraboyas para iluminación y ventilación, además presenta chimenea de viento.
	Contexto Biofísico	Altitud (msnm)	16 msnm	3 msnm	25 msnm	52 msnm	52 msnm
		Topografía y entorno	Terreno plano. Emplazado dentro del parque metropolitano Golden Gate en la ciudad de San Francisco.	Terreno plano. El centro de bio innovación se encuentra en un contexto urbano céntrico de la ciudad, antes el uso del terreno era industrial.	Terreno plano. Ubicado dentro del campus de la Universidad Road, contexto paisajístico natural.	Terreno en pendiente en campus universitario.	Terreno plano. Ubicado en zona urbana residencial.
	Software	Necesidad Energética (kWh)	220 kWh al año	195 kWh al año	147 kWh al año	29 kWh al año	25 kWh al año
		Balance Energético	alta	alta	alta	baja	baja

Elaboración: Autor de Tesis

ANEXO nº 20: Matriz de Consistencia

TÍTULO	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	VARIABLES	OBJETIVO GENERAL	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS
Optimización del Aislamiento Térmico a través de la Envolvente Arquitectónica para el diseño de un Centro Experimental Tecnológico Agrario en Virú.	<p>¿De qué manera la envolvente arquitectónica permite la optimización del aislamiento térmico para su aplicación en el diseño de un centro experimental tecnológico agrario?</p> <p>SUB PROBLEMA:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿De qué manera los criterios bioclimáticos y parámetros de aislamiento térmico determinan el diseño de la envolvente arquitectónica? 	<p><u>Variable Independiente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Envolvente Arquitectónica: Es el cerramiento exterior y muros interiores del edificio expuesto a factores de su contexto ambiental, definido por su forma, volumen y materiales; conformado por elementos estructurales, tabiques, cubierta, piso y dispositivos de control solar. <p><u>Variable dependiente:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> Aislamiento Térmico: Es la capacidad de defensa y contención de factores indeseables del clima mediante el uso de materiales aislantes al interior y exterior de la edificación, controlando el paso del calor. 	Determinar cómo la envolvente arquitectónica permite la optimización del aislamiento térmico para su aplicación en el diseño de un centro experimental tecnológico agrario.	<ul style="list-style-type: none"> Identificar los criterios bioclimáticos aplicados a la envolvente arquitectónica de edificios situados en lugares con clima similar al de la zona de estudio, a partir del análisis de casos. Determinar condicionantes de diseño para que la envolvente arquitectónica optimice el aislamiento térmico en su contexto. Establecer una comparativa de parámetros del aislamiento térmico más comerciales y efectivos. Determinar la relación de la envolvente arquitectónica y aislamiento térmico mediante una evaluación en paralelo de escenarios en verano e invierno utilizando un software de simulación bioclimático. Ostentar la reducción de la demanda energética de la envolvente arquitectónica optimizando el aislamiento térmico mediante el software. Diseñar un Centro Experimental Agrario que responda adecuadamente al clima y a las necesidades de investigación, desarrollo y tecnología del usuario mediante la optimización del aislamiento térmico a través de la envolvente arquitectónica. 	<p>Es posible optimizar el aislamiento térmico a través de la envolvente arquitectónica en el diseño de un centro experimental tecnológico agrario mediante la aplicación de criterios bioclimáticos, materialidad y mecanismos pasivos evaluados a través de un software.</p> <p>SUB HIPÓTESIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> La aplicación de las formas de aislamiento, la materialidad y dispositivos de control solar disminuyen la pérdida por transmisión a través de la envolvente arquitectónica.

ELABORACIÓN: Autor de Tesis