

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

CARRERA DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

“CONFORT AMBIENTAL BASADO EN LOS PRINCIPIOS DE UNA
ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA EN UN CENTRO EDUCATIVO BÁSICO
ESPECIAL PARA NIÑOS DE 0-14 AÑOS EN LA PROVINCIA DE
CAJAMARCA”

Tesis para optar el Título Profesional de:

Arquitecta

Autor:

Bach. Katherine Milagros Rojas Tavera

Asesor:

Arq. Doris Luz Sullca Porta

Cajamarca – Perú

2018

APROBACIÓN DE LA TESIS

El (La) asesor(a) y los miembros del jurado evaluador asignados, **APRUEBAN** la tesis desarrollada por el (la) Bachiller **Katherine Milagros Rojas Tavera**, denominada:

**“CONFORT AMBIENTAL BASADO EN LOS PRINCIPIOS DE UNA
ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA EN UN CENTRO EDUCATIVO BÁSICO
ESPECIAL PARA NIÑOS DE 0 – 14 AÑOS EN LA PROVINCIA DE
CAJAMARCA”**

Arq. Doris Luz Sullca Porta
ASESOR

Arq. Judith Padilla Malca
JURADO

Arq. Blanca Bejarano Urquiza
JURADO

Arq. Melissa Lebel Miranda
JURADO

DEDICATORIA

A mis padres, Sheila y Javier y hermanos, Arian y Miguel por brindarme su amor y estar siempre conmigo siendo mi mayor apoyo en los momentos de flaqueza, no dejaron que me rinda fácilmente.

A Luis Ernesto, que con su paciencia y buenos consejos me motivó a seguir luchando por mis sueños.

De manera especial dedico este trabajo a ti, mi Tashi, que desde el inicio de esta etapa pusiste toda tu confianza en mí y a pesar de que hoy no estás conmigo físicamente este logro refleja la promesa que te hice: Meta Cumplida.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la oportunidad de llegar hasta aquí, iluminándome y guiando siempre mis pasos a lo largo de mi vida universitaria.

A mis padres y hermanos por haberme acompañado siempre, motivándome para no rendirme, siempre me ayudaron a levantarme cuando caía a lo largo de toda esta etapa; mis logros se los debo a ustedes.

A mis grandes amigos de la universidad, por estar siempre para mí en mis momentos de crisis.

Gracias a todos ustedes.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
DATOS PRELIMINARES.....	XII
RESUMEN.....	1
ABSTRACT.....	2
CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN Y CONTEXTO DEL PROBLEMA	3
1.1 Realidad problemática	3
1.2 Formulación del Problema general	6
1.3 Objetivos	6
1.3.1 Objetivo general	6
1.3.2 Objetivos específicos	6
1.3.3. Objetivo del proyecto	6
1.4 Justificación.....	7
1.4.1 Justificación Teórica:.....	7
1.4.2 Justificación Práctica:.....	7
1.5 Limitaciones	7
1.5.1 Metodológicas	7
1.5.2 Administrativas	8
1.6 Marco Teórico	9
1.6.1 Antecedentes	9
1.6.2 Base teórica	15
1.6.2.1. Arquitectura Bioclimática	15
1.6.2.2. Confort Ambiental	27
1.6.3 Revisión normativa.....	36
CAPÍTULO 2. HIPÓTESIS.....	43
2.1 Formulación de la hipótesis general	43
2.2 Variables	43
2.3 Definición de términos básicos	43
2.4 Operacionalización de Variables.	45

CAPÍTULO 3. MATERIAL Y MÉTODOS	46
3.1 Tipo de diseño de investigación.....	46
3.2 Presentación de Casos.....	46
3.3 Instrumentos	49
3.3.1. Fichas Documentales.....	49
3.3.2. Fichas de Casos.....	50
3.3.3. ArchiWizard	51
CAPÍTULO 4. RESULTADOS	54
4.1 Estudio de Casos Arquitectónicos	54
4.1.1. Resultados Objetivo 01: Principios De Una Arquitectura Bioclimática	54
4.1.2. Resultados Objetivo 02: Confort Ambiental (Confort Térmico y Lumínico)	60
4.1.3. Resultados Objetivo 03: Contraste Variable 01 y Variable 02	63
4.2 Discusión de Resultados.....	67
4.2.1. Discusión Resultados Objetivo 01: Principios De Una Arquitectura Bioclimática.....	68
4.2.2. Discusión Resultados Objetivo 02: Confort Ambiental (Confort Térmico y Lumínico).....	69
4.2.3. Discusión Resultados Objetivo 03: Contraste Variable 01 y 02.....	69
4.3 Lineamientos del diseño	70
CAPÍTULO 5. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA.....	73
5.1 Dimensionamiento y envergadura	73
5.1.1. Perfil del Usuario	73
5.1.2. Demanda	75
5.1.3. Oferta.....	76
5.1.4. Brecha	79
5.2 Programa arquitectónico	80
5.3 Determinación del terreno.....	83
5.3.1. Datos Generales	83
5.3.2. Accesibilidad	84
5.3.3. Topografía	86
5.3.4. Análisis Climático	86
5.3.5. Peligros	87
5.3.6. Normatividad	88
5.4 Proyecto y Aplicación de Variables.....	90

5.4.1. Idea Rectora:	90
5.4.2. Propuesta Arquitectónica:	91
5.4.2. Comprobación de Hipótesis	99
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	103
6.1 Conclusiones.....	103
6.2 Recomendaciones	104
REFERENCIAS.....	105
ANEXOS.....	107

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Centros Educativos Especiales en Cajamarca	5
Tabla 2: Principios Bioclimáticos por estaciones	16
Tabla 3: Zonas Climáticas de Perú	18
Tabla 4: Criterios de Diseño.....	21
Tabla 5: Estrategias de diseño para una Arquitectura Bioclimática.....	22
Tabla 6: Ejemplo de Estrategias Bioclimáticas Zona MesoAndina	23
Tabla 7: Estrategias de Diseño Bioclimáticas	26
Tabla 8: Zonas Bioclimáticas del Perú.....	37
Tabla 9: Características climáticas por zona bioclimática.	37
Tabla 10: Valores límites máximos de transmitancia.....	38
Tabla 11: Iluminación mínima por ambientes	38
Tabla 12: Iluminación promedio por zona bioclimática	39
Tabla 13: Desempeños sus indicadores y las técnicas de medición empleadas	39
Tabla 14: Parámetros de análisis climático.....	40
Tabla 15: Estrategias Arquitectónicas.....	41
Tabla 16: Estrategias de Calentamiento Pasivo	42
Tabla 17: Análisis de Caso 01.....	47
Tabla 18: Análisis de Caso 02.....	48
Tabla 19: Análisis de Casos 03.....	49
Tabla 20: Criterios de Evaluación Likert - Variable 1	52
Tabla 21: Criterios de Evaluación Likert - Variable 2.....	53
Tabla 22: Resultados Caso 01 – Variable 01.....	54
Tabla 23: Resultados Caso 02 – Variable 01.....	55
Tabla 24: Resultados Caso 03 – Variable 01.....	56
Tabla 25: Resultados Comparativo de Casos - Variable 01	58
Tabla 26: Resultado Caso 01 - Variable 02	60
Tabla 27: Resultado Caso 02 - Variable 02	60
Tabla 28: Resultado Caso 03 - Variable 02	61
Tabla 29: Resultados Comparativo de Casos - Variable 02	61
Tabla 30: Relación Variable 01 con Variable 02	64
Tabla 31: Matriz Resumen - Relación de Variables.....	67
Tabla 32: Lineamientos de Diseño – Clima Provincia de Cajamarca	70
Tabla 33: Resultados Ábaco Psicrométrico de Givoni – Provincia de Cajamarca	71
Tabla 34: Lineamiento de Diseño – Confort Térmico.....	72
Tabla 35: Lineamiento de Diseño – Confort Lumínico.....	72
Tabla 36: Perfil del Usuario	73
Tabla 37: Porcentaje de niños por edades que asisten a un Centro Educativo	77

Tabla 38: Número de alumnos por tipo de discapacidad – (MINEDU)	78
Tabla 39: Número de alumnos por tipo de discapacidad – (MINEDU)	79
Tabla 40: Tipologías de Centro Educativo Básico Especial	80
Tabla 41: Aforo niños	81
Tabla 42: Prototipo de Centros Educativo Básico Especial	81
Tabla 43: Datos Generales Terreno	83
Tabla 44: Accesibilidad de Terreno	84
Tabla 45: Análisis de Elementos Climáticos	86
Tabla 46: Cuantificación de Terrenos	88
Tabla 47: Matriz resumen de terreno	89
Tabla 48: Balance Energético CEBE	99
Tabla 49: Demandas Energéticas	100
Tabla 50: Envolverte Térmica CEBE	101

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Personas con discapacidad por edades	5
Figura 2: Campos interrelacionados del equilibrio bioclimático	16
Figura 3: Estrategia de Acristalamiento	25
Figura 4: Estrategia de Dimensión de Vanos.....	25
Figura 5: Estrategia de Superficies Reflectantes.....	25
Figura 6: Diagrama de Confort Bioclimático Olgay	29
Figura 7: Diagrama Psicométrico de Givoni.....	30
Figura 8: Curvas de Confort - Método Fanger	31
Figura 9: Triángulos de Confort Evans	32
Figura 10: Tipos de Iluminación Cenital.....	34
Figura 11: Zonificación Climática Perú (2002)	36
Figura 12: Resultados Soluciones Tecnológicas - Variable 01	59
Figura 13: Resultados Envolvente Térmica - Variable 01.....	59
Figura 14: Resultados por Dimensiones - Variable 01.....	60
Figura 15: Resultados Confort Térmico - Variable 02.....	62
Figura 16: Resultados Confort Lumínico - Variable 02	62
Figura 17: Resultados por Dimensiones - Variable 02.....	63
Figura 18: Resultados Ábaco Psicométrico de Givoni – Provincia de Cajamarca	71
Figura 19: Porcentaje de Población por Departamento con Discapacidad (INEI-2012).....	74
Figura 20: Porcentaje de Población por Cantidad de Limitaciones – (Conadis-2012)	74
Figura 21: Personas con discapacidad por edades en la provincia de Cajamarca	75
Figura 22: Relación de población referencia y demanda potencial.	76
Figura 23: Población Objetivo	76
Figura 24: Número de instituciones, docentes y alumnos por provincia.....	77
Figura 25: Número de docentes y alumnos del CEBE – (MINEDU - 2016)	78
Figura 26: Número de docentes y alumnos del PRITE – (MINEDU).....	79
Figura 27: Plano de Ubicación	84
Figura 28: Plano de Accesibilidad.....	85
Figura 29: Topografía del Terreno	86
Figura 30: Mapa de Peligros	87
Figura 31: Conceptualización.....	90
Figura 32: Proceso de Conceptualización	90
Figura 33: Idea Rectora.....	91
Figura 34: Zonificación	91
Figura 35: Planta Primer Nivel	95
Figura 36: Planta Segundo Nivel.....	95
Figura 37: Planta Tercer Nivel.....	96

Figura 38: Planta Cuarto Nivel	96
Figura 39: Corte Longitudinal	97
Figura 40: Cortes Transversal 01	97
Figura 41: Corte Transversal 02.....	97
Figura 42: Elevación Principal.....	98
Figura 43: Elevación Posterior	98
Figura 44: Diseño Arquitectónico CEBE aplicando lineamientos de diseño.....	93
Figura 45: Vistas del Proyecto Arquitectónico	94
Figura 46: Balance Energético CEBE	99
Figura 47: Pérdidas de la envolvente térmica.....	100
Figura 48: Confort Térmico CEBE.....	101
Figura 49: Confort Térmico Zona Educativa CEBE	101
Figura 50: Confort Lumínico CEBE - Primer Nivel.....	102
Figura 51: Confort Lumínico CEBE - Segundo Nivel	102
Figura 52: Confort Lumínico CEBE - Tercer Nivel	102

DATOS PRELIMINARES

Facultad y Carrera:

- Facultad: Arquitectura y Diseño.
- Carrera: Arquitectura y Urbanismo.

Título de la investigación:

Confort Ambiental Basado En Los Principios De Una Arquitectura Bioclimática En Un Centro Educativo Básico Especial Para Niños De 0-14 Años En La Provincia De Cajamarca.

Autor:

- Katherine Milagros Rojas Tavera.
- kathyrojastavera@gmail.com

Asesor de Tesis:

- Doris Luz Sullca Porta.
- Arquitecta.
- doris.sullca@upn.edu.pe

RESUMEN

Existen diferentes tipos de arquitectura; algunos se enfocan en el tema formal con diseños extravagantes o sencillos, otros en el funcional que responden a las necesidades del usuario, otros piensan que *"Less is More"* (Mies Van der Rohe); pero también, existe una arquitectura en la que se involucra completamente con el entorno trabajando de manera amigable con éste y así cumplir ante las exigencias del usuario, esta arquitectura es denominada "Arquitectura Bioclimática".

La Arquitectura Bioclimática está influyendo actualmente a nivel mundial debido a que se está buscando contrarrestar la existencia de proyectos arquitectónicos los cuales no poseen relación alguna con su emplazamiento ni se preocupan por satisfacer las necesidades del usuario y mantenerlos en la zona de confort ambiental; además a nivel nacional y local no existe una muestra fehaciente de este tipo de arquitectura. Por ello, el presente trabajo de investigación estudió y analizó la arquitectura bioclimática en base a sus tres principios: el clima, soluciones tecnológicas y envolvente térmica para así poder obtener como resultado el confort ambiental, térmico y lumínico en un proyecto arquitectónico; éstos principios son parte de una metodología; esto quiere decir que para obtener un diseño bioclimático óptimo, es necesario partir del clima a través de un análisis el cual permitirá establecer la zona clima del emplazamiento del proyecto y así poder introducir los datos en un ábaco psicrométrico el cual establece estrategias bioclimáticas en base a las soluciones tecnológicas tales como refrigeración, calefacción pasiva, iluminación natural y envolvente térmica como aislamiento e inercia térmica de materiales, éstas estrategias son complementadas con los utilizados en los casos analizados. Existen muchos medios para comprobar el confort ambiental en un determinado proyecto; en este caso se utilizó el software ArchiWizard, el cual por medio de una simulación de 3D del proyecto arquitectónico en cual están presentes los principios bioclimáticos con sus respectivas estrategias, determina si están aplicados de manera adecuada, dando como resultados rangos de confort térmico y lumínico.

Finalmente, aplicando toda la metodología de manera correcta, se puede obtener el confort tanto térmico como lumínico a través del diseño arquitectónico bioclimático de un Centro Educativo Básico Especial para niños de cero a catorce años en la provincia de Cajamarca.

Palabras Claves

Arquitectura bioclimática, estrategias bioclimáticas, confort ambiental, confort térmico, confort lumínico.

ABSTRACT

There are different types of architecture; Some focus on the formal theme with extravagant or simple designs, others in the functional that respond to the needs of the user, others think that "Less is More" (Mies Van der Rohe); But also, there is an architecture in which it is fully involved with the environment working in a friendly manner with it and thus meet the requirements of the user, this architecture is called "bioclimatic architecture".

The bioclimatic architecture is currently influencing globally because it is seeking to counteract the existence of architectural projects which have no relation to their location or care to meet the needs Of the user and keep them in the environmental comfort zone; In addition at national and local level there is no reliable sample of this type of architecture. Therefore, this research study studied and analyzed the bioclimatic architecture based on its three principles: climate, technological solutions and thermal envelope in order to obtain as a result the environmental, thermal and luminous comfort in a Architectural project; These principles are part of a methodology; This means that in order to obtain an optimal bioclimatic design, it is necessary to start from the climate through an analysis which will allow to establish the climate zone of the project site and to be able to enter the data in an abacus psychrometric which establishes Bioclimatic strategies based on technological solutions such as refrigeration, passive heating, natural lighting and thermal envelope as insulation and thermal inertia of materials, these strategies are complemented with those used in the Cases analyzed. There are many ways to test environmental comfort in a particular project; In this case the ArchiWizard software was used, which by means of a 3d simulation of the architectural project in which the Bioclimatic principles are present with their respective strategies, determines if they are applied in a suitable way, giving as Results Thermal and luminous comfort ranges.

Finally, applying the whole methodology correctly, it is possible to obtain both thermal and luminous comfort through the architectural design bioclimatic of a basic educational center special for children from zero to fourteen years in the province of Cajamarca.

Key words

Bioclimatic architecture, bioclimatic strategies, environmental comfort, thermal comfort, luminous comfort.

CAPÍTULO 1. DESCRIPCIÓN Y CONTEXTO DEL PROBLEMA

1.1 Realidad problemática

Con el paso del tiempo han surgido y han ido evolucionando diferentes tipos de arquitectura; sin embargo, no siempre van acorde a la realidad que existe actualmente en el mundo, esto quiere decir, que se piensa en una arquitectura materialista, egoísta con el entorno y el usuario. A pesar de esto se puede rescatar un tipo de arquitectura que ayuda al usuario y la vez es amigable con el entorno; estamos hablando de una arquitectura bioclimática que si bien existe desde la década de los cincuenta por el arquitecto Víctor Olgyay no se ha llegado a utilizar correctamente, ni se ha desarrollado totalmente en la actualidad. Este tipo de arquitectura ha ido cambiando y modificándose a lo largo del tiempo; diferentes arquitectos han ido complementando esta teoría inicial que a pesar de su evolución en el transcurso de todos estos años tiene la misma premisa: *“primero es el entorno y el usuario.”* (Olgyay, 1950).

La evolución de la Arquitectura Bioclimática nos lleva al estudio del arquitecto holandés Johan Van Legenend quien liga estrechamente esta arquitectura con el confort, así complementa la función del usuario no solo dentro de una edificación; sino también su relación con el entorno. Por otro lado, para obtener un mejor enfoque en el estudio del confort, se le denominó confort ambiental de manera general; en el cual existen diferentes clasificaciones y variables de estudio como son: confort térmico, confort lumínico, confort acústico, confort olfativo y confort psicológico (Fuentes, 2010). La clave para el desarrollo de un proyecto bioclimático eficaz es mantener el equilibrio entre el entorno y el usuario; esto se obtiene por medio de estrategias bioclimáticas que ayudan a alcanzar el confort ambiental en una edificación; sin embargo no siempre se cumple con estos requisitos, esto debido a que solo se preocupa por diseñar el proyecto arquitectónico más impresionante, resaltando a la vista de los demás y no se enfoca en las sensaciones que pueda generar en los diferentes ambientes de acuerdo a las actividades que realizan, además de no utilizar materiales y estrategias que requieren la zona clima del emplazamiento.

En los últimos años, la arquitectura bioclimática ligada con el confort ambiental se ha ido introduciendo con mayor fuerza debido a que no solo se trata de diseñar ambientes donde el usuario se sienta cómodo sino que también se tiene en cuenta la relación directa con el entorno. En diferentes países alrededor del mundo ya se está diseñando con mayor frecuencia este tipo de arquitectura a través de la aplicación de diferentes estrategias las cuales son soluciones tecnológicas ante las necesidades del clima; todo esto es debido a los fuertes cambios climáticos, al nuevo entorno urbano que se está desarrollando a causa de los

habitantes y a las nuevas necesidades del usuario que es lo primordial; puesto que se diseña para ellos y son ellos los que se deben sentir confortables.

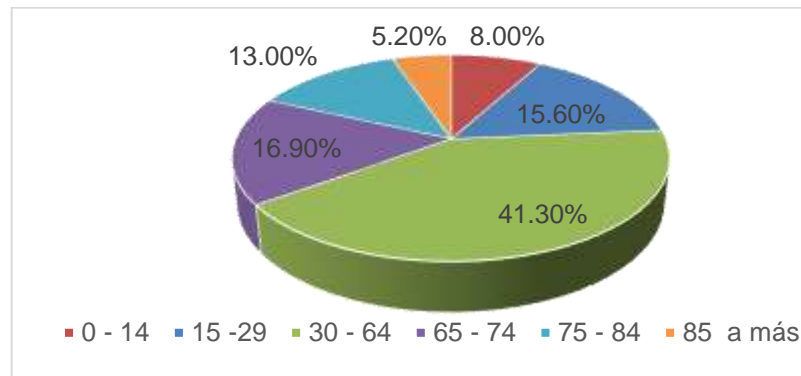
Desafortunadamente, en nuestro país aún no se da con fuerza el auge de la arquitectura bioclimática; solo se han hecho realidad pequeños proyectos de vivienda que cumplen a medias con lo que requiere este tipo de arquitectura, mas no existe muestra fehaciente de algún tipo de equipamiento cultural, educativo, administrativo, entre otros donde resalte y se cumplan los principios de una arquitectura bioclimática. Por lo tanto, se debe poner énfasis en este tema por dos motivos; el primero, se debe a que en el Perú se está perdiendo la muestra arquitectónica respecto a relación del entorno con la edificación puesto que solo se está diseñando para el beneficio propio y no se toma en cuenta los factores internos y externos que pueden impactar en el diseño arquitectónico y el segundo; hace referencia a los fuertes cambios climáticos que existen en la actualidad, donde la temperaturas, radiación solar en verano han llegado a niveles muy altos perjudicando el confort de los usuarios en las diferentes edificaciones; por otro lado, en invierno ha llegado a temperaturas extremas bajo cero. Es por ello que la arquitectura se debe trabajar de una manera amigable con el medio ambiente (Cortéz, 2008), además de existir una relación entre el entorno urbano y el usuario.

En el departamento, provincia y distrito de Cajamarca no cuenta con edificaciones netamente bioclimáticas por lo tanto las edificaciones no toman en cuenta las necesidades específicas del usuario, lo que es fundamental dentro de una arquitectura bioclimática, por eso es necesario introducir este nuevo tipo de arquitectura. Ante esta problemática se quiere crear un hito arquitectónico el cual cumpla con los principios de una arquitectura bioclimática, el clima, soluciones tecnológicas y la envolvente térmica, así como el confort ambiental; a pesar de que los cinco tipos de confort son necesarios, dos son esenciales y deben resaltar en cualquier diseño arquitectónico; en la siguiente investigación solo se enfocará en obtener confort térmico y lumínico. Por consiguiente, se diseñará un Centro Educativo Básico Especial (CEBE) el cual es un equipamiento ligado con el confort ambiental puesto que predomina el usuario por tratarse de niños con algún tipo de discapacidad y necesitan un diseño arquitectónico el cual involucre óptimas soluciones tecnológicas ante el clima por lo que son más vulnerables ante factores externos e internos; además, a pesar de ser un gran número no se toma en cuenta a este tipo de personas en la sociedad y no existe muestra de interés por parte de las autoridades de brindarles una infraestructura adecuada para que puedan desarrollar sus diferentes actividades.

Este hito arquitectónico, como es el CEBE, alberga un tipo de usuario al que en muchas ocasiones se ha dejado de lado. Actualmente, Cajamarca como departamento tiene 59 878 personas que presentan algún tipo de discapacidad, este número corresponde al 3.9% de la población a nivel nacional. Por otro lado, en cuanto a edades, se puede observar que

predomina con un 41.30% personas entre 30 – 64 años con alguna discapacidad seguido con un 16.90% personas entre 65 - 74 años y en tercer lugar se encuentra las personas entre 15 – 29 años con un 15.60%; sin embargo, sin ser el porcentaje más alto con un 8%, el rango de edad de 0 a 14 años abarca todo el periodo educativo por lo cual es esencial partir desde este punto.

Figura 1: Personas con discapacidad por edades



Fuente: Perú. Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013) Primera encuesta nacional especializada sobre discapacidad.

A pesar de la cantidad de niños que necesitan educación, tal como lo indica el INEI, Cajamarca como provincia solo cuenta con dos instituciones educativas básica especiales, estas instituciones no cumplen con el reglamento ni lineamientos para funcionar como tal. La infraestructura es inadecuada para su función, son lugares pequeños para la cantidad de niños y jóvenes que asisten a estos centros. Actualmente atienden en promedio de 8 a 10 niños por aula por falta de docentes e infraestructura (aulas) lo cual no es reglamentario. Todo el plantel no cumplen con la Norma Técnica Especial para Centros Educativos Especiales; puesto que a las aulas también las utilizan como 'bibliotecas'. Los docentes no tienen un espacio adecuado para preparar el material de sus alumnos, no existen salas de terapia o rehabilitación física en caso sea necesario para algunos niños, por lo que los ambientes no cuentan con las condiciones de confort. Del mismo modo se carece de un ambiente adecuado para poder atender a los alumnos que necesitan terapia física. Finalmente, existe una falta de apoyo de las autoridades como el Ministerio de Educación, Gobierno Regional.

Tabla 1: Centros Educativos Especiales en Cajamarca

Nombre	1. CENTRO EDUCATIVO BÁSICO ESPECIAL			2. PRITE DIVINA MISERICORDIA			
	Año	Niños	Secciones	Docentes	Niños	Secciones	Docentes
	2014	83	9	33	23	3	4
	2015	81	10	33	25	3	4

Fuente: Perú. Ministerio de Educación (2015). Listado de instituciones CEBE y Programas Prite. Padrón de Instituciones – Escala.

Finalmente, es importante resaltar que abordando de manera correcta los principios de la Arquitectura Bioclimática; el clima con sus factores tales como la temperatura, movimiento del aire, la radiación solar, precipitaciones; las soluciones tecnológicas que involucran estrategias bioclimáticas y la envolvente térmica se obtendrá como resultado un óptimo nivel de confort tanto térmico como lumínico para los usuarios debido a que son niños más vulnerables ante factores internos y externos del hito arquitectónico.

1.2 Formulación del Problema general

¿De qué manera se puede lograr **EL CONFORT AMBIENTAL** en un Centro Educativo Básico Especial para niños de 0 a 14 años con discapacidad severa y multidiscapacidad en base a los **PRINCIPIOS DE UNA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA**, en la provincia de Cajamarca al año 2017?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Determinar el confort ambiental: confort térmico y lumínico, con el que debe contar un centro educativo básico especial para niños entre 0 y 14 años en base a los principios de una arquitectura bioclimática en la provincia de Cajamarca.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analizar los principios de una Arquitectura Bioclimática los cuales son: clima, soluciones tecnológicas y envolvente térmica para el diseño arquitectónico de un Centro Educativo Básico Especial.
- Analizar el confort ambiental: térmico y lumínico, basados en una arquitectura bioclimática que se obtiene en un Centro Educativo Básico Especial.
- Relacionar los principios de una arquitectura bioclimática con la obtención del confort térmico y lumínico.
- Establecer lineamientos de diseño bajo los principios de una Arquitectura Bioclimática para obtener confort ambiental: térmico y lumínico en un Centro Educativo Básico en la provincia de Cajamarca.

1.3.3. Objetivo del proyecto

- Diseñar un Centro Educativo Básico Especial en la provincia de Cajamarca bajo los principios de una Arquitectura Bioclimática que ayuden a obtener el confort ambiental: térmico y lumínico.

1.4 Justificación

1.4.1 Justificación Teórica:

El presente trabajo de investigación estudia los principios de una arquitectura bioclimática; los cuales son clima, soluciones tecnológicas y la envolvente térmica (Olgay, 1963); los dos últimos enfocados en estrategias bioclimáticas de refrigeración pasiva, calefacción pasiva, iluminación natural, aislamiento e inercia térmica que se aplicarán en el diseño arquitectónico de un Centro Educativo Básico Especial ligado a generar confort ambiental (Térmico y Lumínico) a los niños entre 0 y 14 años, así obtener espacios adecuados para su desenvolvimiento escolar; debido a que en la actualidad a nivel nacional, no existen teorías concretas acerca de este tipo de arquitectura con resultados de confort térmico y lumínico para locales educativos; además de no tener una muestra de arquitectura bioclimática.

1.4.2 Justificación Práctica:

De acuerdo a cifras estadísticas del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática) del año 2012 indican que el 8% de la población de la provincia de Cajamarca son niños entre 0 y 14 años que presenta algún tipo de discapacidad severa o multidis incapacidad; a la vez de acuerdo al MINEDU (2016) nos indican que en la provincia de Cajamarca solo existen dos centros educativos que están enfocados en la educación especial; sin embargo, no son suficientes para cubrir con la demanda de la población. Este sustento demográfico es importante para desarrollar hechos arquitectónicos que brinde servicios ante las necesidades de este tipo de usuario; a la vez indicar que la infraestructura existente no es la adecuada para desarrollar actividades educativas o físicas/terapéuticas. Además que en Cajamarca no existe una muestra fehaciente arquitectura que cumpla con los principios bioclimáticos la cual ayuda al usuario a sentirse confortable en la edificación. Por eso, se plantea un Centro Educativo Básico Especial basado en la Arquitectura Bioclimática generando Confort Ambiental (Térmico y Lumínico) con la finalidad de obtener mejores espacios para el desarrollo físico y cognitivo del usuario y a la vez crear una arquitectura amigable con este y el entorno.

1.5 Limitaciones

1.5.1 Metodológicas

- En la presente investigación no se está estudiando los cinco tipos de confort ambiental, sólo el térmico y el lumínico, no el confort acústico olfativo y psicológico. Sin embargo, los resultados y conclusiones son confiables, debido a que el confort térmico y lumínico son

indispensables para un correcto funcionamiento educativo; por otro lado, el confort acústico, olfativo y psicológico no interfieren en el confort térmico y lumínico, por lo que no hay variación en la recolección, procesamiento y análisis de datos.

- En algunas fichas de caso, no se tuvo acceso a los planos por lo que el resultado del software puede variar entre 5% a 10%; sin embargo, no afecta a la investigación.

1.5.2 Administrativas

- Limitada información brindada sobre la infraestructura y la administración del “Centro Educativo Básico Especial - Cajamarca”.
- Limitada información sobre datos estadísticos de personas con discapacidad en la ciudad de Cajamarca.

A pesar de tener difícil acceso a la recolección de información, por medio de cartas, correos electrónicos se ha podido solicitar la información y han respondido ante algunas de las interrogantes para poder avanzar con el trabajo de investigación.

1.6 Marco Teórico

1.6.1 Antecedentes

El siguiente trabajo de investigación tiene dos antecedentes nacionales puesto que no se han podido encontrar muchos casos porque no existen investigaciones del mismo tema o similares. Sin embargo se han podido encontrar diferentes casos internacionales relacionados con las variables de estudio que son Arquitectura Bioclimática y Confort Ambiental (Térmico y lumínico). A continuación analizaremos cada uno de ellos.

- **Antecedentes Internacionales**

De acuerdo con Narvárez, Quezada, Villavicencio (2015), en su tesis “Criterios Bioclimáticos Aplicados a los Cerramientos Verticales y Horizontales Para la Vivienda En Cuenca”, Cuenca – Ecuador. Nos indica cómo influye el clima y sus factores en la aplicación de los sistemas de calentamiento que pueden ser activos o pasivos; debido al clima de Cajamarca, se necesitan sistemas de calentamiento pasivo el cual tiene como objetivo en aprovechar la radiación solar por medio de materiales que tienen propiedades de aislamiento e inercia térmica, además el tipo de cubiertas también influye en este tipo de sistema, así como los materiales ayudan a que los ambientes sean confortables para el usuario; puesto que poseen cualidades para resolver las exigencias climáticas como la densidad, la cantidad de masa, la conductividad térmica y calor específico. Por otro lado, es mejor obtener una ventilación e iluminación natural puesto que aporta a un ahorro de energía siendo compatible con una arquitectura bioclimática. Al utilizar todos estos lineamientos que el autor tiene en su tesis concluimos que son criterios de diseño bioclimáticos por lo tanto ayudarán a conseguir confort térmico y lumínico en los diferentes espacios de cualquier proyecto arquitectónico en la ciudad de Cajamarca.

De acuerdo a Pérez (2013/2014), en su tesis “Arquitectura Bioclimática IES Infante Don Juan Manuel Murcia”, Murcia – España. Indica que la Arquitectura Bioclimática es un tipo de arquitectura que tiene como objetivo utilizar y optimizar los recursos naturales en diferentes tipos de construcciones logrando así obtener un confort térmico y lumínico con el menor gasto energético posible; además tiene como premisa básica integrarse con su entorno natural limitando el impacto visual; por lo que está relacionada directamente con la construcción ecológica. Además, se caracteriza por utilizar estrategias naturales y materiales adecuados en el proceso de construcción que son responsables con el medio ambiente teniendo en cuenta el ahorro de agua y energía. Por lo tanto, se concluye que se obtendrá un diseño bioclimático eficaz aplicando estrategias que involucren ahorro energético, recursos naturales y el uso de materiales que tengan un bajo impacto en el medio ambiente debido a que se trata de un tipo de arquitectura que es amigable con el entorno; estas estrategias también se involucran y ayudan a obtener un confort térmico y lumínico para el usuario.

Robles (2014) en su tesis: “Confort Visual: Estrategias para el Diseño de Iluminación Natural en Aulas del Sistema de Educación Básica Primaria en el Amm Nuevo León”, Nuevo León - México. Menciona que la iluminación es importante dentro de los locales educativos, puesto que influye en su desarrollo escolar y este resultado será óptimo siempre y cuando no solo el usuario tenga la motivación suficiente; sino que también maneje un ambiente confortable donde sea más fácil mirar a una pizarra, leer y escribir; esto se da por medio de la luz natural que genera mayor confort lumínico. Por eso, se tiene como objetivo captar la luz directa que se emite por medio del sol, la luz reflejada que proviene de superficies exteriores como piso, muros, etcétera y luz celeste que se refiere al cielo son fuentes de la luz natural y para aprovecharlas de manera adecuada es necesario aplicar estrategias para ganar el mayor ingreso de luz natural a través de vanos que no solo están en los muros sino que también en los techos como las claraboyas; también se debe tener en cuenta el tamaño y/o proporción de estos vanos con respecto a los ambientes para no generar luminosidad ni deslumbramiento. En conclusión, para obtener el confort lumínico en los diferentes ambientes de un centro educativo es necesario tener en cuenta la ubicación de vanos en los muros los cuales si no se obtiene la cantidad de lux mínimas se puede aplicar otra estrategia como el uso de claraboyas las cuales ayudan a generar más ingresos de lux en los ambientes dependiendo del tamaño.

Según Salazar (2011), en su tesis “Construcción y Desarrollo Sostenible Arquitectura Bioclimática”, Universidad de Almería, Almería – España. Esta tesis tiene como objetivo investigar que métodos y/o estrategias son las adecuadas para obtener un óptimo diseño bioclimático; estos métodos eficaces son la ubicación y forma del edificio, que ayudan aprovechar la luz natural y la incidencia solar para luego poder aplicar estrategias pasivas; la calidad del ambiente exterior la cual se refiere al clima; cerramientos, envolvente térmica, materiales estos permitirán obtener espacios a una temperatura adecuada para lograr un confort térmico además de mantener un control de la iluminación para no perjudicar al usuario; y por último tenemos el uso de energías renovables. Además, menciona que se debe buscar edificaciones que no solo se preocupan por mantener buenos balances energéticos, sino también en adecuarse al medio en un sentido más extenso, esto quiere decir que deben tomar en cuenta el entorno, que no buscan destruirlo. Por otro lado en cuanto a sistemas de control bioclimático se tiene en cuenta el pasivo que implica tener un control de las variaciones climáticas del edificio; así por ejemplo, por medio de materiales, la intensidad solar, la velocidad de vientos. Concluyendo, se puede determinar que aplicando adecuadamente las estrategias antes mencionadas según las necesidades del usuario y el clima del emplazamiento se obtendrá el diseño de un centro educativo con ambientes confortables tanto térmico como lumínico el cual refleja los principios de una arquitectura bioclimática.

Delgado (2011), en su tesis: “Proyecto de Factibilidad Para la Creación de un Centro Educativo Para Niños con Síndrome de Down”, Universidad Politécnica Salesiana, Quito - Ecuador. Indica que la educación a temprana edad es más efectiva y que los niños con alguna discapacidad no solo necesitan enseñanza y/o requerimientos de salud; sino también necesitan un lugar adecuado donde puedan estudiar, desenvolverse y explotar al máximo sus capacidades; además, la educación de los niños está enfocada a su madurez en diferentes áreas como la autonomía personal, cuidado de sí mismo, lenguaje, motricidad y socialización, por eso el objetivo es diseñar ambientes que ayuden a desarrollarse en la áreas antes mencionadas donde se tome en cuenta los factores externos e internos que implican el diseño de un edificio puesto que como resalta el autor de la tesis; este usuario tiene otro tipo de necesidades porque es más vulnerable. Concluyendo, esto quiere decir que el diseño de un centro educativo debe considerar aspectos climáticos, biológicos y una tecnología que ayude al usuario a sentirse confortable en el edificio sin perjudicar su salud física y su desarrollo escolar.

Según Fuentes (2010), en su artículo: “Arquitectura Bioclimática”, Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco – México; menciona que debe existir confort ambiental en toda la edificación; esto tiene como objetivo analizar los diferentes factores como ambientales, naturales y artificiales y así alcanzar el bienestar físico y psicológico del usuario dentro de los diferentes ambientes de la edificación ya sean abierto o cerrados. Estos factores se obtiene a través de un estudio del: Confort térmico, acústico, lumínico, olfativo y psicológico. En este caso el proyecto de investigación solo se analizará el confort térmico y lumínico puesto que son los esenciales en una edificación escolar y para los cuales se debe tener en cuenta la temperatura, humedad e iluminación natural y artificial. Concluyendo, este artículo manifiesta como el confort ambiental en sus diferentes dimensiones mantiene una relación estricta con la Arquitectura Bioclimática puesto que nace a raíz del estudio de este tipo de arquitectura.

Sevilla (2008), en su tesis: “Centro Educativo Terapéutico para Niños Especiales”, Universidad San Francisco, Quito – Ecuador. Esta tesis tiene como objetivo el confort lumínico del usuario que se logra a través de percepciones de luz, utilizando metodologías como colores claros que nos deslumbren; estos colores pueden estimular la capacidad de aprendizaje y la personalidad de los niños (Rudolf Steiner); además, va de la mano con la salud ya que estos niños requieren cuidados especiales y son más vulnerables ante cualquier percepción exterior e interior. En conclusión, el confort lumínico debe estar presente en el diseño arquitectónico teniendo en cuenta factores externos como iluminación natural, vegetación, perfil urbano e interno como el color del ambiente ya que ayuda a generar ambientes mejor iluminados evitando el uso de la energía eléctrica; además, implica la forma de la edificación lo cual ayudará a obtener espacios mejor iluminados de acuerdo a la necesidad de cada uno de éstos.

De acuerdo con Cortés (2008), en su artículo “Métodos de Diseño Ambiental en Arquitectura”, Universidad Católica de Colombia, Bogotá – Colombia. Indica que existen tres métodos que tienen como objetivo lograr un confort ambiental a través de estrategias de una arquitectura bioclimática. Uno de los métodos es el diagrama de Givoni que para obtener las estrategias se deben utilizar en el proyecto arquitectónico plantea una relación entre el clima, el confort humano y la arquitectura, por eso utiliza dos variables la humedad absoluta y la temperatura del aire las cuales ayudan a observar si el edificio está dentro de la zona de confort. En segundo lugar tenemos el diagrama de Olgyay que nos muestra un climograma en el cual se introducen los datos climáticos del emplazamiento para ver si está en la zona de confort, en caso no lo esté o llegue parcialmente indica que tipo de estrategias se deben aplicar para mantener al usuario confortable y finalmente el método de triángulos realizado por Evans en el cual se puede observar las variaciones del clima por medio de dos variables las cuales son la temperatura media y la oscilación térmica. Concluyendo, los tres métodos son eficaces puesto que han sido aplicados en diferentes proyectos arquitectónicos con climas variados obteniendo como resultado edificios confortables para los diferentes tipos de usuarios.

Páez (2006), en su artículo “Arquitectura Bioclimática: Sus Orígenes Teóricos y Principios Básicos”, México. Indica que Arquitectura bioclimática se refiere a diseñar arquitectura que se adapte a su clima utilizando métodos y recursos naturales para así crear condiciones de confort ambiental (térmico y lumínico); siempre y cuando limitemos o evitemos el uso de sistemas mecánicos eléctricos. Este tipo de arquitectura tiene dos tipos de enfoques; el primero es un enfoque científico y el segundo un enfoque multidisciplinario que ambos deben sintetizarse en: El clima, soluciones tecnológicas, materialidad y que tipo de estrategias se van aplicar; las cuales tienen como objetivo mantener un equilibrio entre los tres primeros puntos mencionados. Por otro lado, los orígenes de la arquitectura bioclimática se da con la investigación que inicia el arquitecto Víctor Olgyay y posteriormente otros arquitectos han ido complementando estos estudios; sin embargo, todos tienen el mismo objetivo aplicar estrategias que ayuden a obtener el confort del usuario las cuales deben ser amigables con el ambiente. Finalmente, esto indica que al momento de diseñar y aplicar las diferentes estrategias bioclimáticas para lograr el confort ambiental se debe tener en cuenta el clima del emplazamiento, las soluciones tecnológicas y el tipo de materiales que se van a emplear en el diseño arquitectónico.

De acuerdo a Corbella (2003), en su tesis: “Arquitectura Sustentable”, las estrategias de confort nacen a partir de los datos climáticos y estimaciones del lugar, es fundamental que al llegar a un espacio uno sienta comodidad completa y tranquilidad; esto se da gracias al confort térmico y lumínico. Antes de proyectar se debe tener como objetivo estudiar todas las condiciones climáticas puesto que de eso depende que se llegue a la zona de confort, utilizando materiales adecuados, orientación adecuada, la forma del edificio y el entorno que

nos lleva a controlar las pérdidas y ganancias de calor, iluminación natural, energía térmica del edificio, eliminar el exceso de humedad del interior, controlar el movimiento del aire, nivel de ventilación y renovaciones de aire para mejorar la calidad de este además de promover el uso de iluminación natural sobre la artificial sin perjudicar las ganancias de calor. En conclusión todas estas estrategias se basan en los principios de una arquitectura bioclimática y son consideradas para el diseño de una edificación teniendo como resultados ambientes agradables y confortables sin perjudicar el diseño arquitectónico.

- **Antecedentes Nacionales**

Aliaga (2016), en su tesis “Confort lumínico en las Aulas de las Escuelas de Nivel Primario del Barrio Chorrillos de Huancayo Metropolitano en el 2016”, Huancayo – Perú. Menciona que la iluminación natural es más eficaz en locales educativos que la luz artificial, esto quiere decir que ayuda a obtener el confort lumínico; por lo tanto, la luz natural tiene como objetivo iluminar las superficies de trabajo de manera homogénea evitando posibles causas de incomodidad visual como deslumbramiento o falta de uniformidad luminosa. Todo esto es posible por los vanos o ventanas en las cuales se debe considerar la ubicación que sea la adecuada y por lo tanto se aproveche la luz del sol sin afectar el ámbito térmico del edificio, inclinación se refiere a que por medio del vano se debe observar parte del cielo, protección solar, regulación de luminosidad y el tamaño trabajan de manera conjunta puesto que a mayor área del vano, mayor será el ingreso de luz y éste será correcto siempre y cuando se utilice el vidrio correcto. Finalmente, en la tesis resalta que para obtener el confort lumínico es necesario manejar de manera adecuada los parámetros propios de la luz los cuales son iluminancia y distribución uniforme, luminancia que la cantidad de luz y el deslumbramiento que puede ser reflejado o directo; esto será posible si se maneja de manera adecuada los criterios de diseño como ubicación, inclinación, protección solar y tamaño del vano.

Según Álvarez (2004), en su tesis “Centro de Desarrollo para Personas con TEA (Trastorno Espectro Autismo) en SJM”, Lima - Perú. Esta tesis indica que los niños con problemas de salud permanente son usuarios vulnerables ante cualquier factor externo como el entorno que los rodea, medio ambiente e interno como los ambientes propios de una edificación; por eso se tiene como objetivo aplicar un tipo de arquitectura que se involucre directamente con el propio entorno sin perjudicarlo y a la vez ayude al usuario a sentirse cómodo e influya de tal manera que puedan desarrollar las diferentes actividades con normalidad; la arquitectura bioclimática es la adecuada debido a que tiene como premisa lograr calidad del ambiente interior esto se obtendrá por medio del confort térmico el cual involucra minimizar la demanda energética del edificio, maximizar ganancias de calor y reducir pérdidas de energía del edificio en invierno y viceversa durante el verano y el confort lumínico el cual involucra al color puesto que influye de forma directa en la vida escolar cuando los

ambientes de un centro educativo no tienen una iluminación adecuada afecta al desarrollo del alumno, puede generar cansancio o aburrimiento, el tipo de color no se orienta al gusto personal o estético. Concluyendo, el color tiene como finalidad crear un ambiente confortable con luz distribuida de manera uniforme, así no se generan espacios con sombras o poco iluminados que perjudica al confort lumínico del usuario; para el confort térmico es necesario aplicar estrategias bioclimáticas teniendo en cuenta materiales, el uso de energía renovable y el clima los cuales permitan obtener espacios frescos en época de verano y calientes en época de invierno.

1.6.2 Base teórica

A continuación se presenta las diferentes teorías y estudios con un análisis crítico que permitirá la sustentación científica del trabajo de investigación, está dividida de acuerdo a las variables Principios de una Arquitectura Bioclimática y Confort Ambiental y sus respectivas dimensiones y sub dimensiones. Estas teorías ayudarán a identificar las estrategias de diseño en el proyecto arquitectónico bioclimático final.

1.6.2.1. Arquitectura Bioclimática

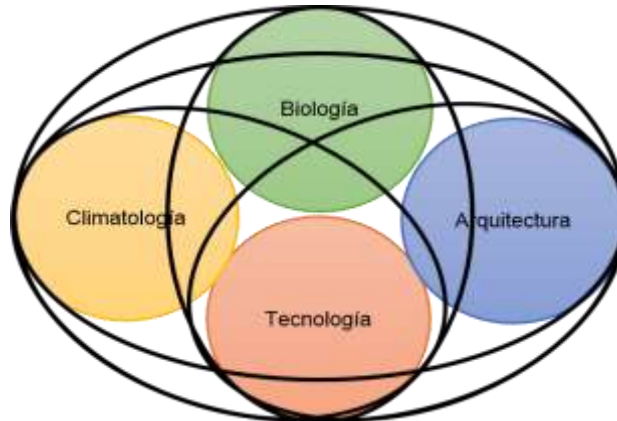
Los orígenes de la arquitectura bioclimática se da con la investigación que hace el arquitecto Víctor Olgay quien acuña este término; él indica que no se debe pensar en un “Diseño Tipo” sino que, cada diseño arquitectónico es único por el tipo de clima que maneja el emplazamiento, las características de cada entorno y el tipo de procesos constructivos que se utilizan esto ayuda a que la edificación esté dentro de la zona de confort requerida.

“El procedimiento deseable será trabajar con y no contra las fuerzas naturales y hacer uso de sus potencialidades para crear mejores condiciones de vida... La expresión debe estar precedida por el estudio de las variables climáticas, biológicas y tecnológicas...” (Olgay, 1963).

A. Principios de una Arquitectura Bioclimática

Olgay (1963). La característica principal de la arquitectura bioclimática es trabajar en conjunto con la naturaleza por eso, este autor nos habla de diferentes principios bioclimáticos. El primer principio bioclimático se refiere a un análisis climático del emplazamiento del edificio, en segundo lugar nos habla de una evaluación biológica que se basa en las sensaciones humanas, como el usuario percibe un ambiente y si logra obtener el confort en el proyecto arquitectónico; como tercer punto nos muestra la tecnología o soluciones tecnológicas que se refiere a la selección del sitio, orientación, forma del edificio y estrategias de diseño (Ver Figura 2). Finalmente, tenemos la expresión arquitectónica que se refiere al resultado obtenido en los tres pasos anteriores (tres principios de la arquitectura bioclimática), el cual es reflejado en un proyecto arquitectónico bioclimático por medio del diseño de estrategias bioclimáticas.

Figura 2: Campos interrelacionados del equilibrio bioclimático



Fuente: Olgay, V. (1998). *Arquitectura y Clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili.

Otros arquitectos como Camous & Watson (1979). Indican que los principios de este tipo de arquitectura se basan en aplicar estrategias de diseño bioclimáticas para obtener un confort ambiental (térmico y lumínico) las cuales se basan en los diferentes tipos de climas que existen por cada estación del año (Ver Tabla 2); esto quiere decir que durante la época de invierno se debe obtener más calor y oponerse a su pérdida; durante los períodos cálidos se deben evitar el calor y favorecer su pérdida. Estas estrategias son:

Tabla 2: Principios Bioclimáticos por estaciones

Primavera	Verano	Otoño	Invierno
Limitar las ganancias solares		Favorecer las ganancias solares	
		Limitar las infiltraciones de aire	
Favorecer el enfriamiento por evaporación		-	Limitar el movimiento del aire del exterior
Favorecer el enfriamiento por radiación			
Desfasar las variaciones periódicas de temperatura			

Fuente: Camous & Watson (1979) - "L'habitat bioclimatique: De la conception à la construction"

Por otro lado Garzón (2007) habla de la arquitectura bioclimática la cual tiene como base el análisis climático y las condiciones del entorno para obtener confort térmico; además de evitar el uso de sistemas mecánicos los cuales no son compatibles con el medio ambiente, salvo que sean sistemas de apoyo. Esta arquitectura es la fusión de una arquitectura convencional con estrategias que ayudan alcanzar el confort y el ahorro energético.

Existen muchas teorías respecto a los principios de una arquitectura bioclimática, algunos autores toman principios, otros bases o variables; sin embargo, todos tienen el mismo objetivo ser amigables con el ambiente al momento de diseñar teniendo en cuenta diferentes factores como son el clima y las soluciones tecnológicas con todos sus elementos.

A.1. Clima

De acuerdo con Olgay (1963) antes de diseñar un proyecto arquitectónico bioclimático que esté dentro de la zona de confort se debe realizar una interpretación del clima, esto quiere decir que se debe analizar todos sus factores los cuales son la temperatura, movimiento del aire que se refiere a la velocidad y dirección de los vientos, radiación solar saber cuál es el índice de intensidad solar y horas de sol y finalmente se encuentran las precipitaciones; sin dejar de lado los elementos que pueden ser modificados de las condiciones de cada zona climática. Estos factores ayudarán a observar si la edificación está dentro de la zona de confort en caso contrario ayudará identificar que estrategias bioclimáticas se deben aplicar por ejemplo emplear estrategias de calefacción pasiva para climas fríos así el usuario se sentirá confortable.

Por otro lado tenemos a Garzón (2007) ella al igual que Olgay manifiesta que el diseño bioclimático de los edificios se debe realizar teniendo en cuenta las circunstancias particulares de cada caso; esto quiere decir que se debe analizar el entorno puesto que es único para cada edificación y aprovechar los recursos naturales como el sol, la vegetación, lluvia y el viento esto ayudará a conseguir la calidad adecuada de los diferentes ambientes y por lo tanto a obtener el confort.

Finalmente D'alencón, (2008), añade que arquitectura bioclimática y el confort ambiental se relacionan por medio de las condiciones climáticas del emplazamiento puesto que el análisis de los factores climáticos como la temperatura exterior, el aire, el sol y la humedad ayudan a establecer que soluciones se deben aplicar al edificio para poder obtener llegar a la zona de confort. Estas soluciones son reflejadas a través de estrategias bioclimáticas; las cuales aprovechan los factores del clima para cumplir con la arquitectura como tal, de manera amigable con el entorno, un diseño eficiente energéticamente y con ambientes diseñadas de manera adecuada.

A.1.1. Zona Clima (Ubicación)

Olgay (1963) manifiesta que existen diferentes necesidades bioclimáticas y éstas varían de acuerdo a las regiones de cada país puesto que no todos cuentan con las mismas características climatológicas; por esa razón englobó las necesidades homogéneas de cada región en zonas climáticas que se ha dividido de acuerdo a la altitud del nivel del mar (m.s.n.m.), los nombres de las zonas varían por países puesto que no todos tienen los mismos climas. Granados (2006), refuerza la teoría anterior al incluir a los mesoclimas o zonas climas porque es una muestra de características propias y únicas de cada lugar lo cual nos brinda una aproximación más cercana de las necesidades bioclimáticas para el diseño arquitectónico.

Otro autor que relaciona el clima con el lugar de emplazamiento de un diseño arquitectónico bioclimático es Neila (2004), el establece factores climáticos que nos brindará características únicas del lugar como la latitud la cual es la ubicación con relación a la posición del sol, factor de continentalidad que se refiere a la distribución de continentes y la relación con la radiación solar, el orográfico que mide la presencia de montañas y sus consecuencias climáticas, la temperatura de la superficie del mar, altitud sobre el nivel mar que tiene influencia sobre la temperatura y finalmente el factor de la naturaleza

Sin embargo, para otros autores como Serra (2005) indica que dentro de la zona clima para el desarrollo de una arquitectura bioclimática no solo influye la altitud en la zona clima; sino que también existen factores geográficos como latitud, longitud, topografía, etc que ayudan a determinar una zona clima debido a que son dependientes del medio ambiente. Además, habla de factores tecnológicos que hace referencia a las edificaciones y biológicos como la flora y fauna que son importantes en una arquitectura bioclimática por la relación directa que se tiene por los factores climáticos.

Finalmente, la teoría validada como es el caso de Olgyay (1963) establece que antes de analizar los factores climáticos que darán partida al diseño arquitectónico se debe buscar la zona clima y ver las características como altitud, latitud, longitud, además de las necesidades que trae consigo ante el usuario para poder lograr diseño arquitectónico óptimo. Es importante resaltar que en el Perú existen nueve zonas climáticas según RNE – EM.110 (Ver Tabla 3), el proyecto arquitectónico final se ubicará en la zona climática Mesoandina.

Tabla 3: Zonas Climáticas de Perú

Zona Bioclimática	Definición Climática
1	Desértico Costero
2	Desértico
3	Interandino Bajo
4	Mesoandino
5	Altoandino
6	Nevado
7	Ceja de Montaña
8	Subtropical Húmedo
9	Tropical Húmedo

Fuente: Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones (2014). Norma Técnica EM. 110

A.1.2. Temperatura

Al hablar del factor climático temperatura Olgay (1963) se tiene que analizar la temperatura exterior diurna que varía de acuerdo al cielo; en días despejados la radiación solar que se emite es más intensa por lo que genera mayor temperatura que en los días nublados puesto que las nubes obstaculizan el paso de los rayos solares. Esto quiere decir que en verano los días despejados son más cálidos y en época de invierno el día es más frío. Además, señala que este dato ayuda en la etapa de diseño de un proyecto arquitectónico puesto que la diferencia de la temperatura a nivel de suelo o diferentes alturas es mínima por lo que no es necesario tener en cuenta.

A.1.3. Movimiento del Aire

Para tener un mejor alcance del movimiento del aire se tomó en cuenta también la teoría de Olgay (1963), el cual indica que el movimiento del aire puede afectar a los usuarios puesto que a medida de que el movimiento del aire aumenta el límite superior de confort es más elevado; esto quiere decir que a una velocidad del aire de hasta 15 metros por minutos el impacto es inadvertido, si está en un rango de 15 a 30 metros por minuto causa un impacto agradable al igual que está en el rango de 31 a 60 y un metros por minuto sin embargo en este rango ya se puede percibir el movimiento del aire; en el rango de 61 a 90 metros por segundo genera ya un poco de molestia en los usuarios. Finalmente, si está encima de los 91 metros por segundo ya se debe tomar medidas para controlarlo como la aplicación de estrategias bioclimáticas debido a que puede ocasionar problemas de salud o dificultades para realizar las diferentes actividades.

A.1.4. Radiación Solar

Es la energía del sol que emite a la superficie así define Olgay (1963) además indica que existen dos tipos de radiación solar directa o difusa, ambas son medios importantes para la aplicación de estrategias de calefacción pasiva; por eso es imprescindible tener los datos de intensidad solar y horas de sol del emplazamiento del proyecto. Esta energía varía de acuerdo al horario por la ubicación del sol; por ejemplo, al medio día la cantidad de energía solar es mayor por encontrarse a una distancia corta, en cambio al amanecer y al anochecer se recibirá menor energía puesto que el sol se encuentra más lejos; estos datos corresponden a la época de verano.

A.1.5. Precipitaciones

Este factor climático también es importante puesto que estos datos influye en el proyecto arquitectónico debido a que la forma de las precipitaciones que puede ser lluvia, nieve, etc, indica que se debe plantear estrategias para que no impacte de manera negativa al usuario

y no afecte en el diseño bioclimático del edificio según Olgyay (1963). Otro autor, como Neila (2004) aísla las precipitaciones de los anteriores factores a los cuales él engloba como propiedades físicas de la atmósfera y coloca las precipitaciones dentro de una clasificación de fenómenos de meteorológicos, que si bien está en lo correcto se debe trabajar de manera conjunta porque también es parte de un elemento climático que involucra y repercute dentro de las actividades de los usuarios.

A.2. Soluciones Tecnológicas

En cuanto a este principio bioclimático; Olgyay (1963) indica que las soluciones tecnológicas que se da al edificio debe enfrentar las adversidades climáticas sin dificultades y utilizar las ventajas que generan en la cantidad y en la época climática adecuada según la zona clima; este principio es básico y necesario porque se mantiene en equilibrio a través de la elección del lugar, la orientación adecuada del edificio aprovechando la luz natural al máximo y la incidencia solar en los ambientes que sean necesarios, la forma del edificio para el cálculo de sombras el cual se refiere a que en épocas de invierno el sol debe incidir directamente en el edificio para calentarlo caso contrario en verano que debe estar protegidas de los rayos solares; también se tiene la forma la cual debe ayudar a mantener el confort térmico dentro del edificio y a su vez aprovechar la luz natural, el movimiento del aire el cual se divide en dos: brisas y viento para la cual se debe plantear estrategias que en invierno puedan interceptar estos vientos para no generar espacios fríos y en verano se pueda refrescar los ambientes y finalmente el equilibrio de la temperatura que se puede lograr utilizando los materiales con las características de densidad, calor específico y conductividad térmica adecuadas para obtener el confort.

Givoni (1969) es en la actualidad uno de los especialistas en arquitectura bioclimática más citados; en su libro el da a conocer que existe un vínculo entre el confort humano, el clima y la arquitectura porque el edificio contiene y protege al usuario mientras desarrolla sus actividades. Por ello, crea un climograma representado en un ábaco psicrométrico donde propone zonas de confort mediante criterios de diseño tales como la orientación del edificio que es importante en un diseño bioclimático y la forma porque son la base para que la estrategias bioclimáticas actúen de manera correcta; además de la aplicación de estrategias de diseño pasivo según sean necesarias por la zona clima del emplazamiento y sin necesidad del uso de energías adicionales a la del sol, viento, temperatura y la humedad ambiente.

A.2.1. Criterios de Diseño

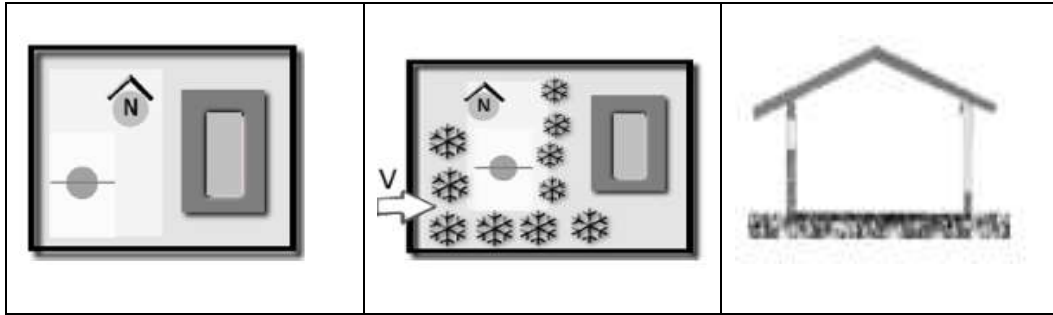
Estos criterios de diseño como son la forma y la orientación deben ser aplicados a los proyectos arquitectónicos puesto que dan pie a que las estrategias funcionen de manera correcta. Olgyay (1963) en su libro estudió estos criterios por medio de teorías de Rey, Pidoux, Baedet quienes indican que la orientación y forma del edificio se basa en una fórmula que involucra los factores climáticos de temperatura e intensidad solar, al multiplicarlos nos da el factor anual de calor y a partir de ello se determina el “eje heliotérmico” que indicará la orientación el cual se rige a 19° hacia el este a partir del norte. También menciona otra teoría la de Marboutin la cual indica tres aspectos; el primero indica que para conseguir ambientes confortables las fachadas principales deben orientarse al sur en el caso del hemisferio norte, segundo las fachadas orientadas al sureste y suroeste ofrecen la ventaja ofrecen la ventaja de asolamiento regular y el tercer aspecto se refiere si se colocan vanos al este y oeste son más calientes en verano y más fríos en invierno que las que dan al sur, sureste y suroeste.

Neila (2004) por su parte indica que la orientación depende de lo que se busca con el edificio el cual generalmente es captar energía solar; por eso la mejor orientación para captar el calor en invierno y evitar efectos negativos en verano en el hemisferio norte es hacia el sur, y para el hemisferio sur la orientación adecuada es hacia el norte; pero, si hablamos de captación de viento para refrigerar ambientes es posible la orientación al sur siempre y cuando se tome en cuenta el tipo de vanos. Por lo tanto, las recomendaciones para el hemisferio norte son ventanas orientadas al sur y en cuanto a forma fachadas deben ser alargadas hacia el sur, viceversa para hemisferio sur.

Finalmente, el Ministerio de Educación del Perú (2008) también da recomendaciones de diseño de acuerdo a las zonas bioclimáticas (RNE); en este caso el proyecto estará emplazado en la Zona 4 o Mesoandino (Ver Tabla 4).

Tabla 4: Criterios de Diseño

Partido Arquitectónico	Orientación	Techos
Forma compacta con patio en la parte baja del terreno. El espacio, altura interior recomendada 2.85 m.	Orientación del eje del edificio norte –sur o edificación compacta para aprovechamiento de radiación. Protección de vanos por parasoles.	Pendiente de 40 a 70%. Uso de canaletas y aleros para la protección de lluvias. Zócalos exteriores protegidos de la humedad. Piso Antideslizantes.



Fuente: Perú. Ministerio de Educación (2008). *Guía de Aplicación de Arquitectura Bioclimática en Locales Educativos*.

A.2.2. Estrategias de Calefacción y Refrigeración Pasiva

Celis (2000) habla de sistemas de control climático o estrategias bioclimáticas, como la mayoría de autores especialistas en arquitectura bioclimática; ellos dividen en dos tipos de sistemas que tienen como objetivo optimizar las funciones de un edificio de acuerdo a la tipología para que los usuarios se sientan confortables; estos sistemas son pasivos y activos. Dentro del primero, se fundamenta en el control de variables dentro del interior del edificio utilizando formas y materiales adecuados, incidiendo en la radiación solar, facilitando o limitando su incidencia y utilizando los aislamientos y la inercia térmica de materiales en los techos, muros, tabiquería y suelo.

Dentro de los sistemas pasivos, Cortés (2010) menciona que las estrategias bioclimáticas es la respuesta plasmada en un diseño para un clima específico; estas estrategias responden a determinados factores como el clima, geografía y la sociedad a través de ello se logrará el confort. Es por ello que cita lo siguiente: *“Para que se cumpla el objetivo de mejorar el bienestar de los espacios interiores con el menor coste energético, se aplican conocidas técnicas bioclimáticas que trabajan frente a dos requisitos: durante el invierno es necesario minimizar las pérdidas térmicas a través de los cerramientos y captar energía, y durante el verano, evitar y eliminar el sobre calentamientos”* (Neila, 2004) esto se reduce a dos estrategias: calefacción y refrigeración (Ver Tabla 5).

Tabla 5: Estrategias de diseño para una Arquitectura Bioclimática

Calefacción	Sistemas de Captación de calor	Sistema de captación directa
		Sistema de captación indirecta
		Sistema de captación independiente
	Sistemas de Acumulación	Elementos de acumulación directos
		Elementos de acumulación indirectos
	Sistemas de Distribución	Distribución directa, superficial
		Distribución indirecta, por conducciones de aire
	Humidificación	-

Refrigerar	Protección Solar	Protección de huecos
		Protección de cerramientos
	Refrigeración	Por masa térmica
		Por evaporación
		Ventilación natural
	Deshumidificación convencional	

Fuente: Neila, J (2004). *Técnicas arquitectónicas y constructivas de acondicionamiento ambiental*. Madrid: Munilla-Lería.

Dentro de las teorías más utilizadas y eficaces del uso de estrategias pasivas y activas se encuentra Givoni (1969) este autor refiere a que por medio de un ábaco psicrométrico que analiza los factores climáticos para luego arrojar como resultado las estrategias de diseño que se deben utilizar de acuerdo a las estaciones del año. Por ejemplo, en verano cálidos propone el uso de estrategias de refrigeración como ventilación natural y protección solar como sistemas pasivos; en cambio en invierno el ábaco psicrométrico propone estrategias de calefacción como captación solar directa e indirecta, el uso de materiales adecuados por las propiedades que tienen (Ver Tabla 6). Todas estas estrategias responden a las necesidades del usuario para crear los ambientes confortables evitando cruces en épocas de verano e invierno, esto quiere decir que en verano se obtendrán ambientes frescos y en invierno ambientes abrigados.

Tabla 6: Ejemplo de Estrategias Bioclimáticas Zona MesoAndina

Estación	Mes	Estrategia Bioclimática
Verano	Enero	SISTEMA PROTECCIÓN SOLAR *Elementos Fijos *Elementos Móviles
	Febrero	
Otoño	Marzo	SISTEMA SOLAR PASIVO *Directa (ventanas) *Indirecta (techo, paredes)
	Abril	
	Mayo	
Invierno	Junio	SISTEMA SOLAR PASIVO *Directa (ventanas) *Semidirecta (Invernadero) *Indirecta (techo, paredes) SISTEMA MASA TÉRMICA *Muro de Inercia Térmica * Techos Verdes
	Julio	
	Agosto	
Primavera	Septiembre	SISTEMA PROTECCIÓN SOLAR *Elementos Fijos *Elementos Móviles *Protección Natural SISTEMA MASA TÉRMICA * Techos Verdes
	Octubre	
	Noviembre	
Verano	Diciembre	

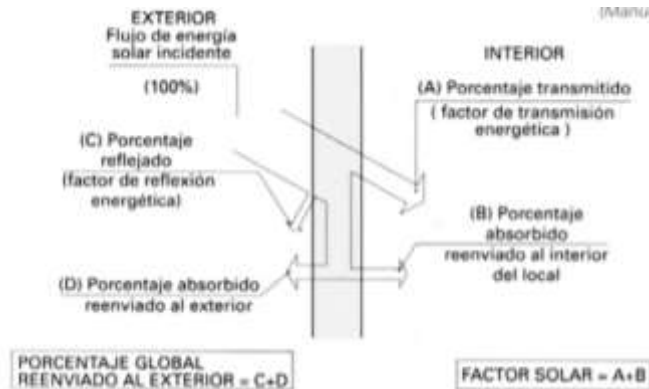
Fuente: Elaboración Propia en base a Givoni (1969)

A.2.3. Estrategias de Iluminación Natural

El uso de estrategias para la iluminación natural también es importante dentro de una arquitectura bioclimática puesto que se evita el gasto energético lo cual va contra los principios bioclimáticos. De acuerdo con D'alencón (2008) las estrategias de iluminación indican que se debe aprovechar la iluminación natural y en caso de que los factores climáticos en época de invierno no se perciban los luxes necesarios se optará por el uso de sistemas de energía eficiente como plantea la base de una arquitectura bioclimática.

Otro autor, como Monroy (2003-2006) manifiesta que antes de aplicar estas estrategias se debe tener en cuenta los criterios de iluminación natural existentes, todos los ambientes deben ser exteriores con el fin de que tengan una fuente de luz natural, en caso no se sea suficiente una opción podría ser la apertura de vanos en la cubierta llamada luz cenital, otro criterio importante se refiere a que desde la habitación se pueda observar el cielo por medio de los vanos los cuales deben tener el tamaño en proporción 1/10 del ambiente y la posición adecuada para que el ingreso de la luz recta, que mínimo debe de ser de tres metros del exterior, sea uniforme; además se debe optar por la protección solar así poder controlar el ingreso de luz. Una vez analizado los criterios de iluminación se debe estudiar las estrategias de captación de luz natural; las cuales son cuatro; en primer lugar tenemos el acristalamiento, se deben utilizar vidrios transparentes y ver en sus propiedades el factor de transmisión luminosa (se debe tener en cuenta que el vidrio simple $FI=0.90$ y del vidrio doble $FI=0.82$) (Ver Figura 3) ; como segunda estrategia tenemos el tamaño y forma de la carpintería la cual no debe obstruir el ingreso de luz (Ver Figura 4), esto se puede evitar utilizando perfiles metálicos (no en exceso) o aumentando el tamaño de los vanos; otra estrategia es la geometría del vano (Ver Figura 4), se refiere al grosor del vidrio el cual mientras más grueso el ingreso de luz no es tan bueno; también se refiere al tamaño del vano el cual depende y varía al área del ambiente y la normativa de lugar; para Cajamarca la proporción del vano corresponde a 1/1.5m del mismo vano según RNE y a la forma del vano con ayuda de algunos elementos puesto que ayuda a que la luz ingrese sin obstrucciones e ilumine completamente todos los ambientes. Finalmente, la última estrategia se refiere a las superficies reflectantes de la ventana esto significa que a mayor reflectancia de la carpintería y del vano mayor será la radiación reflejada, esto ayudará a reducir el deslumbramiento del ambiente y crear superficies iluminadas correctamente (Ver Figura 5).

Figura 3: Estrategia de Acristalamiento



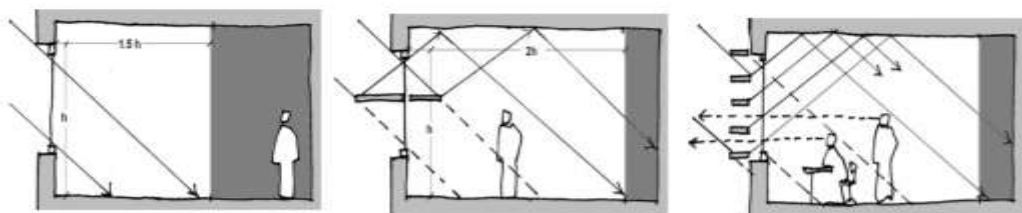
Fuente: España. Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (2003-2006)

Figura 4: Estrategia de Dimensión de Vanos



Fuente: España. Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (2003-2006)


Figura 5: Estrategia de Superficies Reflectantes



Fuente: España. Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (2003-2006)

Por último, en el Perú también existen algunos requerimientos como los del Ministerio de Educación del Perú (2008) los cuales aportan como estrategias de diseño de iluminación natural para locales educativos y varían de acuerdo a la zona clima del RNE (Ver Tabla 7).

Tabla 7: Estrategias de Diseño Bioclimáticas

Vanos	Iluminación y Parasoles	Vegetación
<p>Área de vanos / Área de Piso = 16%</p> <p>Área de aberturas / área de piso = 5 – 7%</p>	<p>Ventanas orientadas este y oeste; ventanas bajas al este.</p> <p>Variación de orientación 22.5°.</p> <p>Uso de aleros o parasoles verticales.</p> <p>Luminancia exterior 8,500 lm.</p>	<p>Árboles de hoja caduca permite pasar radiación en invierno y árboles de hoja frondosa para protección de vientos</p>
		

Fuente: Perú. Ministerio de Educación (2008). *Guía de Aplicación de Arquitectura Bioclimática en Locales Educativos.*

A.2. Envoltente Térmica

De acuerdo con D'alencón (2008) la forma del edificio ayuda con el planteamiento de estrategias si tiene una adecuada orientación; así como también de los materiales en muros, fachadas, vanos y cubiertas que deben ser asertivos en la edificación; los cuales permitirán saber el comportamiento térmico de la edificación y cuanto influye en la persona, esto quiere decir que se da a partir de sensaciones biológicas del usuario, como se siente en los diferentes ambientes si logra adaptarse realizando diferente tipos de actividades, esto en cuanto a confort térmico.

Por otro lado, Cedeño (2010) refuerza la teoría de los materiales por las características térmicas que presenta; a pesar de ello éstas pueden ser modificadas dependiendo de la calidad, espesor, dimensiones y ubicación del material. Una acertada elección de los materiales podrá reducir la amplitud térmica interior evitando altas temperaturas en verano y permitirá aprovechar de manera óptima la radiación solar o el uso de combustibles convencionales, Evans y De Schiller (1991). Estos materiales absorben, transmiten y acumulan energía; estos componentes determinan la eficacia del material; la absorción es una característica de la radiación solar, la transmisión de calor se realiza por medio de la conductividad térmica que hace referencia al flujo de calor que atraviesa el material y finalmente la acumulación de energía es la capacidad que tiene un material para acumular calor que se puede medir por su calor específico o por su capacidad calorífica.

Neila (2004), también genera un aporte en cuanto a la envolvente térmica (cerramientos de pisos, muros y techos), el indica que existe aislamiento térmico en estos cerramientos y es necesario poner en práctica en los edificios para evitar el paso de calor por conducción; un óptimo aislamiento térmico se dará siempre y cuando se elijan los materiales, espesor y colocación adecuados. Los materiales empleados deben contar con un coeficiente de conductividad térmica medio para no tener problemas de sobrecalentamiento en la habitación. Por otro lado, indican que estrategias ayudan a generar aislamiento térmico como los techos ajardinados, muros que contengan los vanos de ventanas con vidrios dobles.

Hernández (2014) indica que dentro del envolvente térmico se tiene el aislamiento térmico, también influye también la inercia térmica ya que ayuda a obtener confort; esto quiere decir que a mayor inercia térmica mayor estabilidad térmica; por otro lado, en cuanto a materiales se debe tener en cuenta sus propiedades como el calor específico y la densidad. Cabe resaltar que si bien el aislamiento disipa el calor mientras que la inercia térmica hace que el calor permanezca en un ambiente se puede trabajar utilizando las dos estrategias, siempre y cuando estén colocadas de manera adecuada; por ejemplo, la colocación del aislamiento térmico, lo ideal es hacerlo por fuera de la masa térmica, es decir, como recubrimiento exterior de los muros con vanos de ventanas de vidrio doble, techos y suelos, de tal manera que la masa térmica actúe como acumulador eficaz en el interior, y bien aislado del exterior.

1.6.2.2. Confort Ambiental

Fuentes (2010) indica que existen cinco tipos de confort ambiental: Confort Térmico, acústico, lumínico, olfativo y psicológico; para poder obtener estos tipos de confort se debe tomar en cuenta dos factores: los internos como sexo, edad, características físicas y biológicas, salud física o mental, grado de actividad, etc; además de los externos los cuales son la cantidad, tipo y color de ropa que se usa, factores ambientales como la temperatura del aire, temperatura radiante, humedad del aire, radiación, velocidad del viento, niveles lumínicos, elementos visuales, entre otros. Para el confort térmico, el autor se enfoca en el modo de percepción del medio ambiente que se da por medio de la piel por ello es importante tener conocimiento sobre los aspectos psicológicos o internos ya que el cuerpo humano es un organismo que desarrolla múltiples funciones para mantener su equilibrio y/o confort. Por otro lado, los factores externos que involucran al confort térmico son la cantidad y tipo de vestimenta, temperatura del aire, temperatura radiante, humedad y movimiento del aire; el análisis de estos factores permitirán el cálculo del confort térmico por medio del método denominado Fanger. En cuanto a confort lumínico el cual estudia los aspectos psicológicos, físicos y fisiológicos de la luz; por eso es necesario considerar, a parte del

reglamento, el estudio de la calidad de luz y de la cantidad de ésta misma debido a que la calidad se relaciona a las características de la iluminación y la calidad a la percepción del usuario lo que genera la eficacia visual.

Por ello en todas las edificaciones se debe buscar el confort ambiental, debido a que es el usuario el que se debe sentir satisfecho y cómodo en un ambiente, además que debe responder a todas las necesidades exteriores como es el clima y el entorno inmediato o medio ambiente del edificio. En esta investigación se tomará en cuenta solo dos tipos de confort ambiental; el térmico y lumínico.

Finalmente D'alencón (2008) define al confort ambiental como: Conjunto de condiciones ambientales aceptadas por las personas para el desarrollo de sus actividades habituales. Sin embargo, difiere de Fuentes (2010) debido que solo toma tres tipos de confort ambiental: higro-térmico, acústico y visual por a la variedad de elementos que influyen en la percepción de las condiciones de confort. Estas condiciones hacen referencia a las características que pueden ser medidas con objetividad; esto quiere decir que debe ser medido utilizando medidas físicas como: grado centígrado, lux; esto ayuda a determinar los niveles mínimos y máximos para obtener un confort ambiental. Sin embargo, estos parámetros también están determinados por factores que vienen a ser las características que no son propias del ambiente y que no pueden ser medidos con objetividad en su totalidad ya que varían constantemente, estos son las condiciones fisiológicas, culturales y psicológicas.

B.1. Confort Térmico

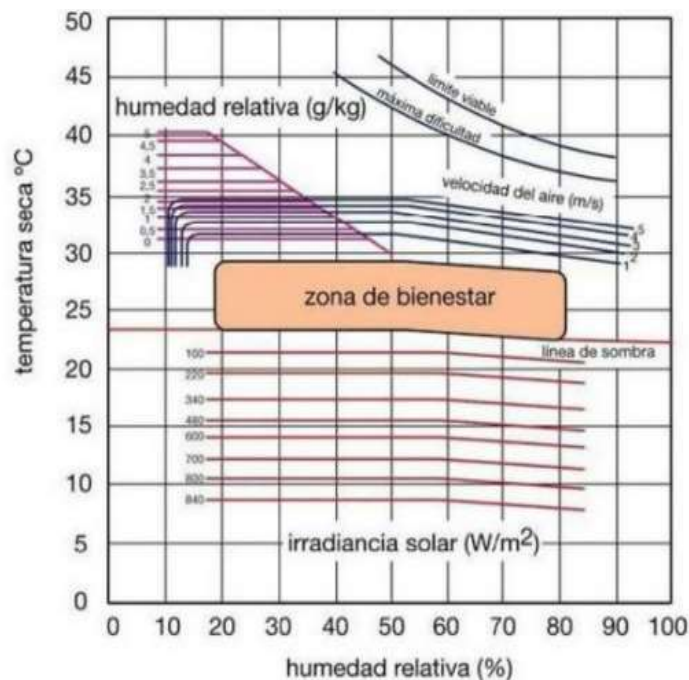
Para poder alcanzar el confort térmico en primer lugar se debe tener en cuenta el tipo de clima, los datos obtenidos ayudarán a identificar las necesidades para llegar a la zona de confort las cuales van hacer contrarrestados por las estrategias que ayudarán a llegar a esta misma; debemos integrar estas estrategias sin dejar de lado los conocimientos previos y básicos de la arquitectura, como ventilación natural, iluminación natural, Olgay (1963). Por ejemplo, si se necesita ganar calor para las noches frías, se debe emplear materiales con una alta conductividad térmica así ellos absorben el calor del día y lo liberan por las noches; a la vez protejan a los usuarios del sol como ventanas con celosías de madera, ya que el vidrio va absorber el calor y juega con la madera poder ser un material que también retiene el calor y a la vez da protección.

B.1.1. Temperatura y Humedad

Olgay (1963), creó un diagrama bioclimático el cual por medio de un análisis climático que involucra temperatura y humedad relativa permite obtener resultados de confort; esta carta tiene tres componentes, la zona superior que va de acuerdo a las condiciones

exteriores las cuales nos dan la velocidad del aire y la temperatura; la zona central que es toda la zona del confort y la zona inferior que refleja las temperaturas exteriores con las cuales podemos estar dentro de la zona de confort, también se puede observar si los niveles de radiación son los adecuados y las unidad de vestimenta necesario (clo). Después de introducir los datos en este diagrama bioclimático los resultados muestran en cuál de los tres componentes se encuentra el clima del ciudad analizado; por lo tanto nos ayudará a identificar las estrategias bioclimáticas debemos aplicar para llegar a la zona de confort en su totalidad.

Figura 6: Diagrama de Confort Bioclimático Olgay

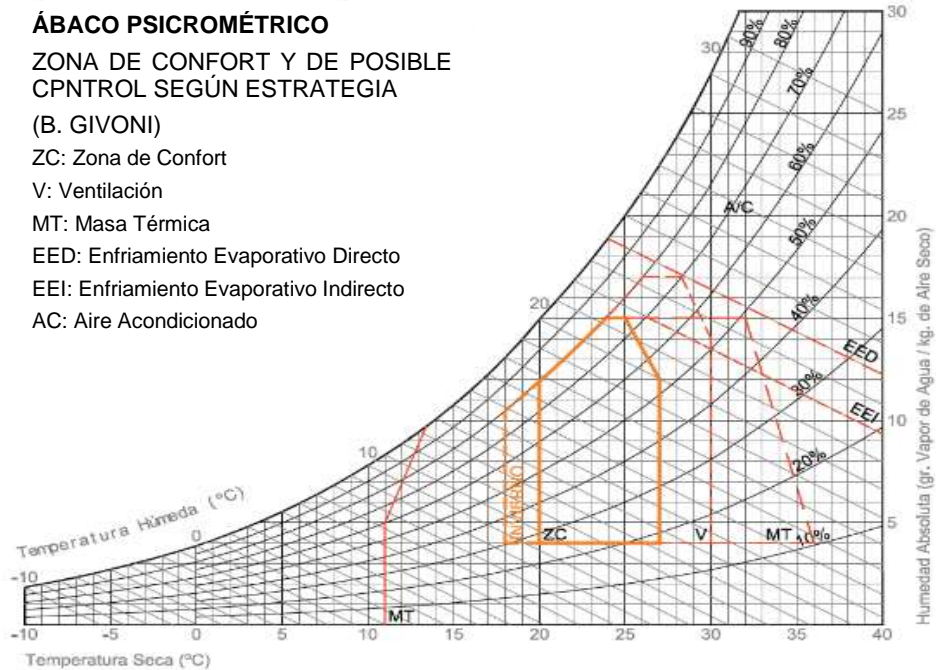


Fuente: Olgay, V. (1998). *Arquitectura y Clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Editorial Gustavo Gili.

Sin embargo, no es el único método, los autores Díaz & Barrenechea (2005) estudiaron al arquitecto Baruch Givoni especialista en Arquitectura Bioclimática, para poder analizar el comportamiento térmico de diferentes edificios. Este análisis se da a través de un ábaco psicrométrico, el cual es un diagrama muestra las propiedades físicas de una mezcla de aire húmedo, que hace referencia a la presión normal del aire respecto al aire seco en su contenido de vapor de agua; donde se conocerá las otras propiedades del clima para lograr un confort a partir del conocimiento de la relación del aire – vapor de agua en el clima. Por ello, se ejecuta un análisis previo de todos los factores que involucran el clima para luego introducir estos datos en el diagrama y saber si llegan a la zona de confort; en caso no lleguen a la zona de confort, el mismo ábaco psicrométrico muestra diferentes estrategias que se deben aplicar para poder alcanzar la zona de confort tales como ventilación, masa

térmica, enfriamiento evaporativo directo e indirecto y aire acondicionado. Sin embargo, se debe tener en cuenta que las estrategias a aplicar varían de acuerdo al tipo de clima y ambiente.

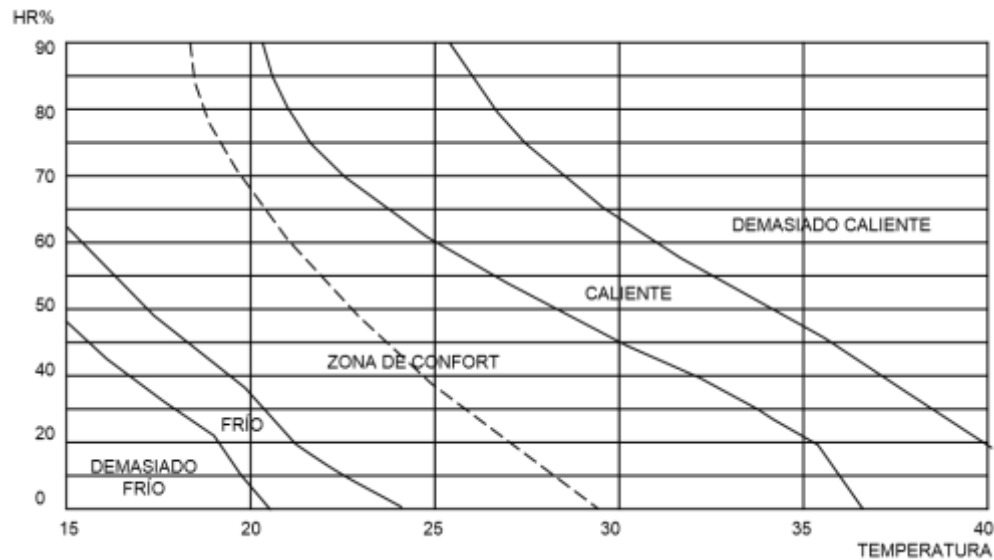
Figura 7: Diagrama Psicrométrico de Givoni



Fuente: Givoni, B. (1969). *Hombre, clima y arquitectura*. Ámsterdam: Elsevier Pub.

Así mismo, Mondelo, Torada, Comas, Castrejón & Bartolomé (1999) mencionan otro método que ayuda a determinar el confort térmico; este método es denominado Fanger el cual define al confort térmico como la manifestación subjetiva de la satisfacción con el ambiente debido a la variedad psicofisiológica la cual toma en cuenta parámetros básicos dentro de los siguientes márgenes: una actividad metabólica, el aislamiento térmico de la ropa, la temperatura del aire, la temperatura radiante media, una velocidad del aire y la presión del vapor de agua. Por otro lado, señala que debe existir tres condiciones para que el usuario encuentre el confort térmico en un ambiente; en primera instancia se necesita tener un equilibrio térmico, que la tasa de sudoración esté dentro de los límites de confort y que la temperatura media de la piel esté dentro de los límites de confort; por eso se realizan las curvas de confort las cuales muestran las condiciones de temperatura y humedad más adecuadas para las diferentes actividades.

Figura 8: Curvas de Confort - Método Fanger

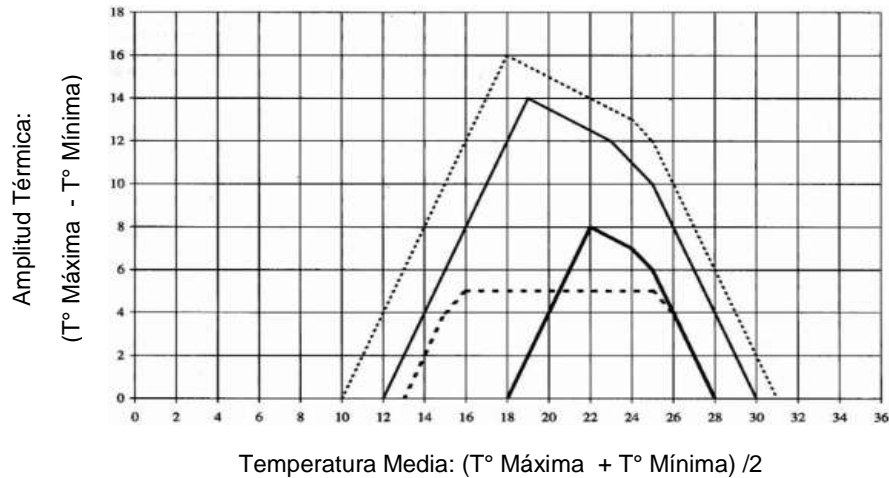


Fuente: Mondelo, R., Torado, E., Comas, S., Catejón, E. & Bartolomé, E. (1999). *Ergonomía 2: Confort y Estrés Térmico*. (3ª ed.). Barcelona, España. Universidad Politécnica de Cataluña.

Otro autor que ha estudiado métodos para obtener el confort ambiental es Cortés. (2008); él indica que existen tres métodos para lograr un confort ambiental. Uno de los métodos es el diagrama de Givoni, el cual para su análisis y correcta ejecución analiza las diferentes propiedades del clima el cual se relaciona estrechamente con el confort humano y la arquitectura. Como segundo método tenemos el del arquitecto Olgyay el cual nos muestra un polígono de confort que estudia la temperatura y la humedad e indica que para llegar a la zona de confort se debe plantear diferentes estrategias bioclimáticas que van de acuerdo al tipo de clima donde se encuentre el proyecto arquitectónico. Finalmente el método de triángulos realizado por Evans; el cual como los dos métodos anteriores, se analiza la temperatura del clima pero esta vez se relaciona con la amplitud térmica de los componentes de la edificación.

En estos tres métodos es muy importante tener en cuenta el entorno físico, los datos del lugar son muy relevantes y fundamentales para poder establecer el tipo de arquitectura y las estrategias que uno debe emplear. Por lo tanto, este tipo de arquitectura debe contribuir con el medio ambiente mediante sin dejar de lado al usuario.

Figura 9: Triángulos de Confort Evans



Fuente: Cortés, O. (2008). *Métodos de Diseño Ambiental en Arquitectura*. Colombia. Ediciones arquitectura.

Finalmente, después de estudiar los diferentes métodos de confort se obtuvo que todos coinciden con las teorías de los arquitectos Givoni y Olgyay, el cual afirma que si son analizadas y aplicadas de manera correcta se obtendrán las estrategias bioclimáticas de calefacción y refrigeración, las que se necesitan para Cajamarca, de manera adecuada para obtener el confort; por lo tanto los resultados serán eficaces en el diseño del proyecto arquitectónico.

Corbella, Yannas (2003), estos dos autores indican que una persona se encuentra confortable cuando puede observar y sentir un fenómeno sin preocupación o incomodidad. Las principales estrategias ambientales a desarrollar en un edificio que respondan a estas interrogantes, nacen a partir de los datos climáticos y estimaciones de uso del lugar; éstas nos llevan a controlar las pérdidas y ganancias de calor que pueden generar los vanos o los diferentes bloques que tenga un proyecto arquitectónico, iluminación natural debe manifestarse si es posible en su totalidad, energía térmica del edificio que se debe obtener por los diferentes tipos de materiales, eliminar el exceso de humedad del interior ya que perturba al usuario, controlar el movimiento del aire, nivel de ventilación y renovaciones de aire para mejorar la calidad de este en los diferentes ambientes; y así controlar las concentraciones de gases contaminantes procedentes tanto de las actividades humanas y de calefacción, como de los materiales de construcción (COV) y todas sus propiedades. Por otro lado, se debe promover el uso de iluminación natural sobre la artificial sin perjudicar las ganancias de calor.

Esto indica que las estrategias ambientales o climáticas que se deben emplear para obtener el confort tiene un análisis tanto del emplazamiento del proyecto como del mismo proyecto ya que ambos impactan en el usuario ya sea de manera directa o indirecta. Por

eso, es muy importante tener en consideración el tipo de clima y sus variantes ya que es la base para la aplicación de las estrategias y por ende lleva al usuario a la zona de confort.

Garzón (2007) nos habla de una mejor calidad de vida de los usuarios a través del confort térmico tanto exterior como interior, y cómo influye la integración del hecho arquitectónico con el emplazamiento para poder lograr el confort térmico; debido a que se analiza el clima y sus diferentes condiciones del entorno los cuales afectan al usuario; además, habla sobre la reducción de la energía convencional puesto que en una arquitectura bioclimática se debe emplear energías naturales si es posible en la totalidad del edificio. Por eso es importante recalcar que al momento de diseñar no solo debe hacer un buen edificio para el usuario; sino también debe tener en cuenta el entorno inmediato y si esta afecta o no al medio ambiente. Actualmente este es un problema latente en todas las ciudades puesto que construyen sin importar la reacción del exterior lo cual va en contra de una arquitectura bioclimática.

D'alencón (2008) aclara que el confort ayuda a establecer si el usuario se siente cómodo respecto al ambiente donde se encuentra, si es muy frío o es muy caliente, la percepción de este es subjetiva debido a que cada persona tiene diferentes preferencias sobre la aclimatación; la forma de poder lograr este confort es manteniendo un equilibrio entre el intercambio del calor del usuario y del calor de un ambiente; estos intercambios se producen por la radiación, convección y conducción que a su vez tiene influencia con la transpiración y la respiración de las personas; por ello, la transmisión del calor para lograr un confort térmico no solo se debe al clima; sino también, al tipo de materiales debido a que éstos también tienen un calor específico y densidad que influyen para alcanzar el confort.

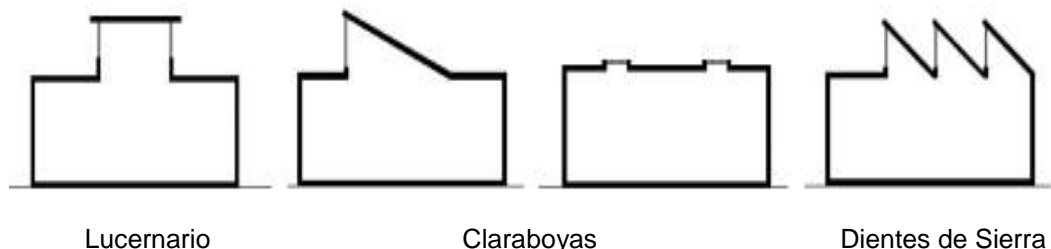
Por otro lado, se tiene diversos vanos de puertas y ventanas con los cuales debemos tener cuidado al emplearlas puesto que no tienen una resistencia térmica favorable para climas fríos como es el caso del lugar de emplazamiento del proyecto de esta investigación; por consiguiente, se debe aplicar estrategias bioclimáticas que ayude a optimizar su uso; por ejemplo, el uso del doble vidrio que debe estar sellado de una manera adecuada para no perder el calor del ambiente.

B.2. Confort Lumínico

D'alencón (2008) para un buen uso de estrategias de diseño de iluminación natural se tiene que saber diferenciar entre luz solar difusa y luz solar directa; donde la primera si se distribuye de manera correcta e igual en todo el ambiente se obtendrá una óptima percepción general del espacio; en cambio, la luz solar directa produce deslumbramiento e incomodidad por el contraste con los diferentes elementos, por eso para evitar estos inconvenientes se debe tener en cuenta la orientación del edificio, el diseño de vanos y el diseño de protecciones. También nos habla de parámetros lumínicos que son definidos por factores externos y propios del ojo del usuario que se ven en el nivel de luminancia la cual se define como la cantidad de luz que alcanza una superficie y la cantidad de luz que rebota al ojo; otro factor externo es el contraste entre objeto observado y su entorno esto quiere decir que debe existir un equilibrio entre la luminancia del entorno y la luminancia del objeto en una fracción de 1/10 y 1/1. Finalmente, tenemos la reflexión en las superficies que depende mucho de los colores, además cómo éstos influyen en la fuente de iluminación del ambiente ya sea una iluminación artificial o natural.

Robles (2014) habla sobre la iluminación cenital que al igual a la lateral cumple una función importante y genera confort lumínico del usuario siempre y cuando se utilice de la manera correcta; esto quiere decir que depende de los materiales utilizados y el tamaño o geometría del vano. Existen diferentes tipos de iluminación cenital; por ejemplo tipo lucernario la cual es una parte de la cubierta que está más alto que el techo que rodea y cuenta con aberturas en sus cuatro lados o solo en dos; también tenemos la claraboya que pueden ser arte del plano del techo o puede ser elevada cuyas paredes contienen ventanas para la iluminación. Finalmente, tenemos los dientes de sierra, similar a las claraboyas pero difiere, por la continuidad que tiene para iluminar el mismo ambiente. (Ver Figura 10)

Figura 10: Tipos de Iluminación Cenital



Fuente: Robles, L (2014). *Confort Visual: Estrategias Para El Diseño De Iluminación Natural En Aulas Del Sistema De Educación Básica Primaria En El Amm Nuevo León. (Tesis) Universidad Autónoma Nuevo León. México.*

Por otro lado, Fuentes (2010) indica que el confort lumínico se da cuando el usuario percibe a través del sentido de la vista sin alterar los aspectos físicos, fisiológicos y psicológicos que estén relacionados con la luz. También añade que algunas normas indican un mínimo de cantidad de luz en los ambientes; sin embargo, es necesario tomar en cuenta también la calidad de la luz. Si hablamos de cantidad de luz se refiere a que el ojo humano está diseñado para percibir un rango de variación lumínica, puede percibir desde 0.1 lux a la luz de la luna llena, hasta 100,000 luxes en un día muy claro con luz solar brillante es por ello que la pupila se ajusta automáticamente a los cambios de luz, pero si estos cambios son bruscos pueden causar problemas con la vista, por eso es necesario que un ambiente tenga un rango de lux que oscile entre 300 a 500 lux. Por otro lado, en cuanto a calidad de luz hace referencia al tipo de luz o cualidad cromática es decir al tipo de energía que se está recibiendo; además de estos factores existen dos más que ayudan a determinar la percepción lumínica los cuales con el contraste y deslumbramiento.

Concluyendo, se habla de un confort lumínico cuando en un ambiente no se tiene molestias fisiológicas, irritación o distracción; esto se evitará utilizando estrategias de iluminación natural puesto que ayuda a obtener un confort lumínico, con un rango de iluminación entre 300 a 500 lux evitando así el uso de la iluminación artificial tal como indica uno de los principios de la arquitectura bioclimática. El confort depende de cómo ingresa la luz y por medio que materiales; por ello debe existir un contraste entre éstos, no todos toleran la luz de la misma manera, depende del ángulo, luminancia, la reflectividad, contraste y los colores. Por ello, un buen diseño arquitectónico se obtiene cuando se aprovecha al máximo la luz natural y una distribución homogénea.

1.6.3 Revisión normativa

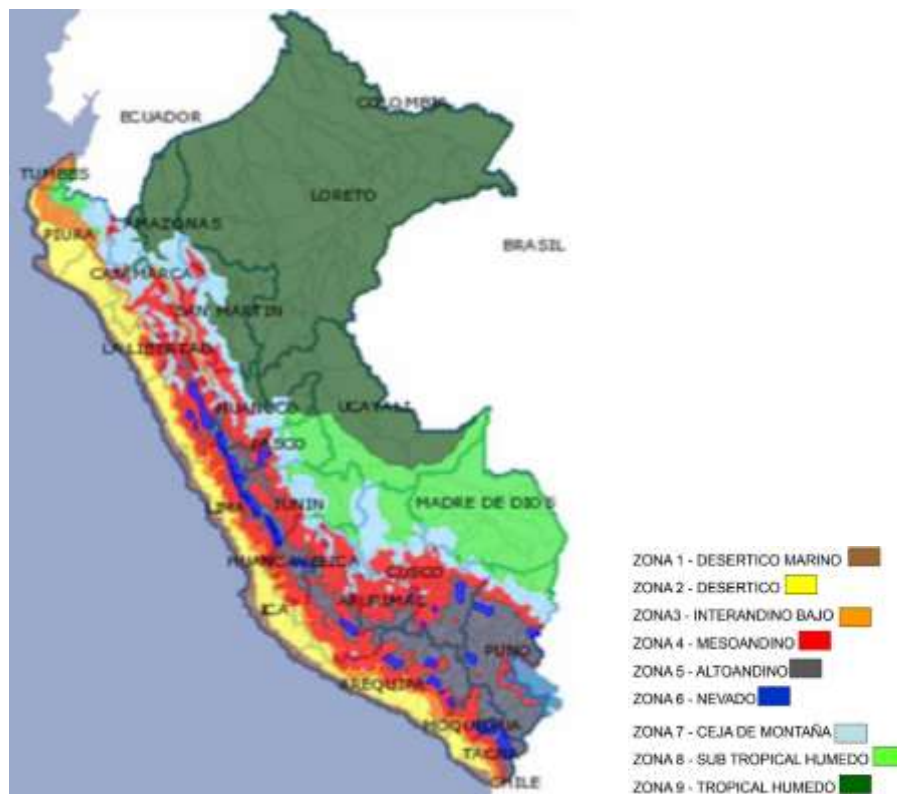
En el presente proyecto de investigación se ha tomado en cuenta la normativa nacional de Arquitectura Bioclimática y Confort dada por el Ministerio de vivienda Construcción y Saneamiento; así como internacional con el Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos de Chile.

A. Nacional

A.1. NORMATIVIDAD PARA EDIFICACIONES BIOCLIMÁTICAS EN EL PERÚ (MINISTERIO DE VIVIENDA, COSNTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO – 2006

- Se realizó a través de lineamientos técnicos de diseño y de materiales la cual se complementa con las normas EM.080 Instalaciones con energía solar y EM.090 Instalaciones con energía eólica, del RNE (2006).
- Se realizó una Zonificación Bioclimática del Perú la cual ayudará en diseño de construcción de edificaciones la cual se determinó por medio de la data histórica de todas las estaciones meteorológicas a nivel nacional acerca de las siguientes variables: Vientos, Temperatura, Radiación Solar, Horas de Sol, Precipitaciones y Humedad Relativa. (Ver Figura 11)

Figura 11: Zonificación Climática Perú (2002)



Fuente: Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones (2006) EM.110

A.2. EM.110 CONFORT TÉRMICO Y LUMÍNICO CON EFICIENCIA ENERGÉTICA (REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES - 2014)

- La norma establece lineamientos o parámetros técnicos de diseño para el confort térmico y lumínico con eficiencia energética, para cada zona bioclimática definida.
- De acuerdo a la Zonificación Bioclimática del Perú: Cajamarca se ubica en la zona 4 o Mesoandina (Ver Tabla 8 y 9)

Tabla 8: Zonas Bioclimáticas del Perú

Zona Bioclimática	Definición Climática
1	Desértico Costero
2	Desértico
3	Interandino Bajo
4	Mesoandino
5	Altoandino
6	Nevado
7	Ceja de Montaña
8	Subtropical Húmedo
9	Tropical Húmedo

Fuente: Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones (2014). Norma Técnica EM. 110

Tabla 9: Características climáticas por zona bioclimática.

Características climáticas	ZONAS BIOCLIMÁTICAS DEL PERÚ								
	1 Desértico Costero	2 Desértico	3 Interandino Bajo	4 Mesoandino	5 Alto Andino	6 Nevado	7 Ceja de Montaña	8 Subtropical Húmedo	9 Tropical Húmedo
1 Temperatura media anual	18 a 19°C	24°C	20°C	12°C	6°C	< 0°C	25 a 28°C	22°C	22 a 30°C
2 Humedad relativa media	> 70%	50 a 70%	30 a 50%	30 a 50%	30 a 50%	30 a 50%	70 a 100%	70 a 100%	70 a 100%
3 Velocidad de viento	Norte: 5-11 m/s Centro: 4-6 m/s Sur: 6-7 m/s	Norte: 5-11 m/s Centro: 4-6 m/s Sur: 6-7 m/s	Norte: 4 m/s Centro: 6 m/s Sur: 5-7 m/s	Norte: 10 m/s Centro: 7,5 m/s Sur: 4 m/s Sur - Este: 7 m/s	Centro: 6 m/s Sur: 7 m/s Sur Este: 9 m/s	Centro: 7 m/s Sur: 7 m/s	Norte: 4-6 m/s Centro: 4-5 m/s Sur: 6-7 m/s	Norte: 5-7 m/s Este: 5-7 m/s Centro: 5 m/s	Este: 5-6 m/s Centro: 5 m/s
4 Dirección predominante del viento	S - SO - SE	S - SO - SE	S	S - SO - SE	S - SO	S - SO	S - SO - SE	S - SO - SE	S - SO
5 Radiación solar	5 a 5,5 kWh/m ²	5 a 7 kWh/m ²	2 a 7,5 kWh/m ²	2 a 7,5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	5 kWh/m ²	3 a 5 kWh/m ²	3 a 5 kWh/m ²	3 a 5 kWh/m ²
6 Horas de sol	Norte: 5 horas Centro: 4,5 horas Sur: 6 horas	Norte: 6 horas Centro: 5 horas Sur: 7 horas	Norte: 5-6 horas Centro: 7-8 horas Sur: 6 horas	Norte: 6 horas Centro: 8-10 horas Sur: 7-8 horas	Centro: 8 a 10 horas Sur: 8 a 10 horas	Centro: 8 a 10 horas Sur: 8 a 11 horas	Norte: 5-7 horas Centro: 8-11 horas Sur: 6 horas	Norte: 4-5 horas Sur-Este: 4-5 horas	Norte: 4-5 horas Este: 4-5 horas
7 Precipitación anual	< 150 mm	< 150 a 500 mm	< 150 a 1,500 mm	150 a 2,500 mm	< 150 a 2,500 mm	250 a 750 mm	150 a 6000 mm	150 a 3000 mm	150 a 4000 mm
8 Altitud	0 a 2000 msnm	400 a 2000 msnm	2000 a 3000 msnm	3000 a 4000 msnm	4000 a 4800 msnm	> 4800 msnm	1000 a 3000 msnm	400 a 2000 msnm	80 a 1000 msnm
Equivalente en la clasificación Köppen	BSh-BW, BW	Bw	BSh	Dwb	ETH	EFH	Cw	Aw	Af

Fuente: Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones (2014). Norma Técnica EM. 110

- Confort térmico: Demanda energética máxima por zona bioclimática: Todo proyecto de edificación, según la zona bioclimática donde se ubique, deberá cumplir obligatoriamente con los requisitos establecidos a continuación:

Tabla 10: Valores límites máximos de transmitancia.

ZONA BIOCLIMÁTICA	TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA DEL MURO (U_{muro})	TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA DEL TECHO (U_{techo})	TRANSMITANCIA TÉRMICA MÁXIMA DEL PISO (U_{piso})
1. Desértico Costero	2.36	2.21	2.63
2. Desértico	3.20	2.20	2.63
3. Interandino Bajo	2.36	2.21	2.63
4. Mesoandino	2.36	2.21	2.63
5. Altoandino	1.00	0.83	3.26
6. Nevado	0.99	0.80	3.26
7. Ceja de Montaña	2.36	2.20	2.63
8. Subtropical Húmedo	3.60	2.20	2.63
9. Tropical Húmedo	3.60	2.20	2.63

Fuente: Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones (2014). Norma Técnica EM. 110

- Confort Lumínico: La normativa indica que debe existir un mínimo de lux en cada ambiente para alcanzar el confort lumínico (Ver Tabla 11); además, se debe tener en cuenta la iluminación exterior de acuerdo a la zona bioclimática, para Cajamarca se necesita 8 500 Lm (Ver Tabla 12).

Tabla 11: Iluminación mínima por ambientes

AMBIENTES	ILUMINANCIA (LUX)
Norma A 0.40 – Educación.	
Aulas	250
Talleres	300
Circulaciones	100
Servicios Higiénicos	75
Norma A 0.80 – Oficinas.	
Áreas de trabajo en oficinas	250
Vestíbulo	150
Servicios Higiénicos	75
Norma EM.010 – Centros de Enseñanza	
Salas de Lectura	300
Laboratorios, taller, gimnasios	500

Fuente: Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones (2007). Norma Técnica EM. 110

Tabla 12: Iluminación promedio por zona bioclimática

ZONA BIOCLIMÁTICA	ILUMINACIÓN EXTERIOR
1	5 500 Lm.
2	6 000 Lm.
3	7 500 Lm.
4	8 500 Lm.
5	9 000 Lm.
6	10 000 Lm.
7	7 500 Lm.
8	7 500 Lm.
9	7 500 Lm.

Fuente: Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones (2007). Norma Técnica EM. 110

B. Internacional

A.2. MANUAL DE DISEÑO PASIVO Y EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICIOS PÚBLICOS (2012)

- Técnicas de Medición y Análisis: Se enfoca en el levantamiento de información del terreno considerando la medición continua y/o puntual de una serie de parámetros físico-constructivo, ambientales y de consumo energético.

Tabla 13: Desempeños sus indicadores y las técnicas de medición empleadas

DESEMPEÑO	INDICADOR	TÉCNICA /NORMA
Eficiencia Energética	Demanda de energía para calefacción, kW-h/m ² año.	Monitoreo de consumos energéticos según protocolo.
	Demanda de energía para refrigeración kW-h/m ² año.	Simulación Computacional Dinámica
Aislación Térmica de Envoltente	Aislación térmica de fachadas U _m , W/m ² k	Termoflujometría según ASTM 518-10
	Aislación térmica de cubierta U _c , W/m ² k	
	Aislación térmica de piso U _p , W/m ² k	
	Aislación térmica de puente térmico U _{pt} , W/m ² K	Procedimiento de Cálculos Termografía infrarrojo según ASTM C1060-90
	Porcentaje de área de puente térmico A _{pt} , %	
	Aislación térmica ponderada U _{pv} , W/m ² k	Cálculo según protocolo
	Factor solar de vanos caloportadores, F _{svc} , s/d	Cálculo a partir de datos experimentales
Infiltración de aire a través de la envolvente 50 Pa CA, Vol./h	Cálculo según protocolo	
Contribución Luz Natural	Factor luz día FLD %	Simulación computacional dinámica mediante Radiance

Confort Higrotérmico	Porcentaje de tiempo en zona de confort P_{z0} , %	Monitorización de variables higrotérmicas
Confort Lumínico	Porcentaje de tiempo con iluminancia aceptable C_i , %	Simulación computacional dinámica mediante Radiance
	Porcentaje de tiempo con distribución de iluminación aceptable, U_A , %	
Calidad de Aire Interior	Porcentaje de tiempo con concentración de CO_2 bajo el umbral $1000 P_{oc}$, %	Monitorización de concentración de CO_2 en recintos según protocolo
	Porcentaje de tiempo de ocupación por categoría de calidad de concentración de $CO_2 P_{os}$, %	Categorización de calidad de aire interior según Norma UNE-EN 15252:2008
Percepción de Usuarios	Porcentaje de satisfacción P_s , %	Encuesta de percepción de usuarios según protocolo

Fuente: Chile. Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Educación (2012). Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos.

- **Parámetros de análisis climático:** Es necesario considerar los diferentes parámetros que lo componen los cuales ayudan a entender el comportamiento del medio natural en que se emplaza un proyecto de modo de conocer las ventajas que podemos aprovechar y de qué elementos climáticos es necesario protegerse (Ver Tabla 14).

Tabla 14: Parámetros de análisis climático

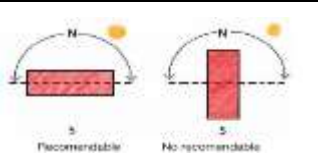
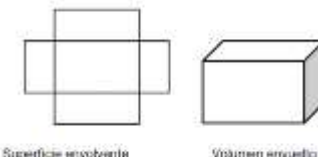
TEMPERATURA	Se refiere a la radiación solar que es acumulada por el suelo y luego entregada al aire como radiación infrarroja.
GRADOS DÍA	Es un indicador del grado de rigurosidad climática de un sitio, que relaciona la temperatura horaria de una localidad con una temperatura base.
RADIACIÓN SOLAR	La radiación solar depende de la inclinación con que llega ésta a la superficie de la tierra y del ángulo en que se encuentra el sol respecto del norte.
ASOLEAMIENTO	Trayectoria solar que recibe el sitio donde se proyecta y los espacios interiores del edificio.
HUMEDAD	Se refiere a la cantidad de vapor de agua que contiene el aire. Este factor es entendido como humedad relativa del aire.
VIENTOS PREDOMINANTES	Los vientos son movimientos de aire debido a diferencias de presión en la atmósfera. Los parámetros de viento son velocidad, dirección y frecuencia.
NUBOSIDAD	Es la cantidad de días cubiertos y la extensión de cielo cubierto por nubes.

PRECIPITACIONES	La cantidad el agua que cae sobre la tierra en cualquiera de sus formas: lluvia, nieve, aguanieve, granizos.
------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Fuente: Chile. Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Educación (2012). Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos.

- Estrategias de diseño arquitectónico pasivo:


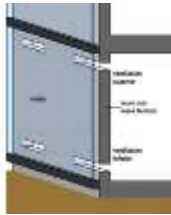
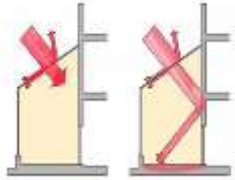
Tabla 15: Estrategias Arquitectónicas

ESTRATEGIA	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Orientación	Una buena orientación podría minimizar considerablemente las demandas energéticas a través del control de las ganancias solares.	
Factor Forma	La volumetría de un edificio debe estar relacionada con el clima. Para reducir al máximo las pérdidas de calor no deseadas, se recomienda minimizar la superficie de la envolvente.	
Zonificación	Organizar los espacios que contiene un edificio de acuerdo a sus necesidades de calefacción, iluminación natural y confort acústico.	
Protección del Acceso	En climas fríos o templados es necesario proteger los accesos a los edificios de las temperaturas exteriores y del viento. Se recomienda que la entrada a éstos sea por un espacio cerrado o vestíbulo con doubles puertas. Esto permite que el acceso actúe como una zona de transición que evita excesivas pérdidas de calor.	

Fuente: Chile. Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Educación (2012). Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos.

- Estrategias de Calentamiento Pasivo: Se utiliza para la época de invierno en climas templados y cuyo objetivo es aprovechar aquellas ventajas del clima de invierno, en particular el asoleamiento, y además protegerse de las desventajas, en particular de las bajas temperaturas. Las estrategias principales de calentamiento pasivo Herde (1997) de edificaciones son las siguientes: Captar, conservar, almacenar y distribuir el calor (Ver Tabla 16)

Tabla 16: Estrategias de Calentamiento Pasivo

ESTRATEGIAS	DESCRIPCIÓN	IMAGEN
Ganancias Solares Directas	Durante el invierno, el sol atraviesa las superficies vidriadas orientadas al norte y éste es absorbido al interior de los recintos por la masa térmica de los materiales. La captación solar directa es muy efectiva en edificios con una buena envolvente; que considere aislación térmica, masa térmica y ventanas de buena calidad.	
Ganancias Solares Indirectas	Muro Trombe: Es un muro orientado hacia el norte compuesto por un revestimiento de vidrio y un muro de material con inercia térmica. Entre estas dos capas se encuentra una cámara de aire.	
Ganancias Solares Aisladas	Espacio solar: Un espacio especialmente diseñado para captar y almacenar el calor proveniente del sol. El método utilizado es el efecto invernadero. Se utilizan muros de vidrio, acrílico, policarbonato alveolar u otro material translúcido para captar la radiación solar que es recibida por muros y pisos.	

Fuente: Chile. Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Educación (2012). Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos.

CAPÍTULO 2. HIPÓTESIS.

2.1 Formulación de la hipótesis general

Aplicando adecuadamente los **PRINCIPIOS DE UNA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA**; clima, soluciones tecnológicas y envolvente térmica en un Centro Educativo Básico Especial en la provincia de Cajamarca, se puede obtener **CONFORT AMBIENTAL**, Térmico (20°C a 24°C) y Lumínico (300 lux a 500 lux).

2.2 Variables

2.2.1. Variable Dependiente: Confort Ambiental

2.2.2. Variable Independiente: Principios de una Arquitectura Bioclimática

2.3 Definición de términos básicos

- **Ábaco Psicométrico:** psicrometría es la ciencia que involucra las propiedades termodinámicas del aire húmedo, y el efecto de la humedad atmosférica sobre los materiales y el confort humano. Ampliando aún más, incluiríamos el método de controlar las propiedades térmicas del aire húmedo. Lo anterior, se puede llevar a cabo a través del uso de tablas psicométricas o de la carta psicométrica. (Díaz, Barrenechea (2005), Acondicionamiento térmico en edificios).
- **Arquitectura Bioclimática:** Tipo de arquitectura donde se busca lograr un gran nivel de confort ambiental, teniendo en cuenta el clima y las condiciones del entorno mediante la adecuación del diseño, la geometría, la orientación y la construcción del edificio adaptado. (Fuentes (2010) Arquitectura Bioclimática).
- **Centro Educativo Básico Especial:** CEBE, brinda educación escolarizada en los niveles de Inicial y Primaria, y en Capacitación Laboral a los estudiantes con discapacidad severa multidiscapacidad, a fin de que alcancen el máximo desarrollo de sus potencialidades y de su autonomía personal para su posterior integración familiar, escolar, laboral y social. (Norma Técnica Para El Diseño De Locales De Educación Básica Especial Y Programas De Intervención Temprana).
- **Confort Ambiental:** Aquellos factores ambientales naturales y artificiales que determinan el estado de satisfacción o bienestar físico y psicológico. (Fuentes (2010), Arquitectura Bioclimática)

- **Confort Lumínico:** El confort lumínico se refiere a la percepción de la luz a través del sentido de la vista. Se hace notar que el confort lumínico difiere del confort visual, ya que el primero se refiere a los aspectos físicos, fisiológicos y psicológicos relacionados con la luz, mientras que el segundo principalmente a los aspectos psicológicos relacionados con la percepción espacial y de los objetos que rodean al individuo.
- **Confort Térmico:** Se refiere cuando las personas no experimentan sensación de calor ni de frío; es decir, cuando las condiciones de temperatura, humedad y movimientos del aire son favorables a la actividad que desarrollan.
- **Discapacidad:** Pérdida o anomalía de una estructura o función o anatómica. Pueden ser permanentes o temporales, entre las que se incluye la existencia o aparición de una anomalía, defecto o pérdida producida en un miembro, órgano, tejido u otra estructura del cuerpo, incluidos los sistemas propios de la función mental. La deficiencia representa la interiorización. (Organización Mundial de la Salud).
- **Educación Especial:** Consiste en ofrecer instrucción que haya sido diseñada específicamente para hacer frente a las necesidades educativas de alumnos excepcionales e implica el ambiente físico, los procedimientos de enseñanza, el contenido de la enseñanza, el uso del material psicopedagógico y el equipo pedagógico. (Ministerio de Educación. (2016). Centros Educativos Básico Especial).
- **Estrategias Bioclimáticas:** Para que se cumpla el objetivo de mejorar el bienestar de los espacios interiores, se aplican conocidas técnicas bioclimáticas que trabajan frente a dos requisitos: durante el invierno es necesario minimizar las pérdidas térmicas a través de los cerramientos y captar energía, y durante el verano, evitar y eliminar el sobrecalentamiento. (Neila (2004) Arquitectura Bioclimática. En un entorno sostenible).
- **Sistemas Pasivos:** Se fundamentan en el control de las variables climáticas en el interior de las edificaciones mediante el uso racional de las formas y de los materiales utilizados en arquitectura, facilitando o limitando su incidencia y utilizando los aislamientos y la inercia térmica de los materiales como sistemas de control y amortiguamiento térmico. La elección de los vidrios y del material de construcción de los forjados, cerramientos, tabiquería y estructuras se supedita a la obtención de los resultados prefijados. (Celis (2000) Arquitectura bioclimática, conceptos básicos y panorama actual).

2.4 Operacionalización de Variables.

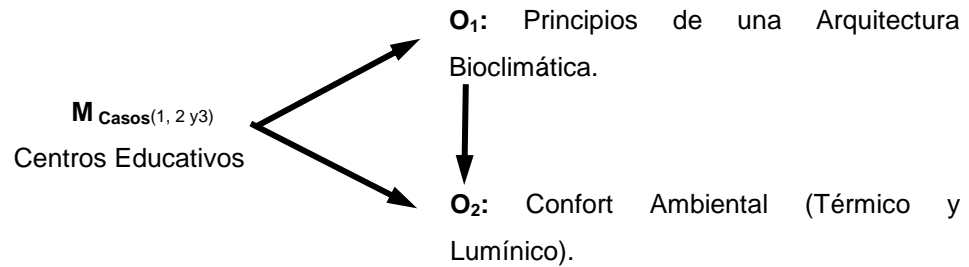
VARIABLE	CONCEPTO	DIMENSIÓN	SUB - DIMENSIÓN	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PÁG.
PRINCIPIOS DE UNA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA	Tipo de arquitectura donde se busca lograr un gran nivel de confort ambiental, teniendo en cuenta el clima y las condiciones del entorno mediante la adecuación del diseño, la geometría, la orientación y la construcción del edificio adaptado. (Olgyay, Víctor)	Clima	Zona Clima (Ubicación)	Latitud	Ficha Documental	13, 14, 15,16
				Longitud		
				Altura (m.s.n.m)		
			Temperatura	Temperatura Exterior	Ficha Documental	15, 16, 19, 20
			Movimiento de Aire	Velocidad del aire		
			Radiación Solar	Intensidad Solar		
		Horas Sol				
		Precipitaciones	Precipitaciones			
		Soluciones Tecnológicas	Criterios de Diseño	Forma	Ficha de Casos	20, 21
				Orientación		
			Estrategia Calefacción Pasiva	Captación Solar Directa	Ficha de Casos	20, 22, 23
				Captación Solar Indirecta		
			Estrategia Refrigeración Pasiva	Ventilación Natural	Ficha de Casos	20, 22, 23
				Protección Solar		
			Estrategias de Iluminación Natural	Lateral	Ficha de Casos	20, 24, 25
				Cental		
		Acrilamiento				
		Geometría del Vano				
Envolvente Térmica	Aislamiento (Materiales)	Conductividad Térmica	Ficha de Casos Ficha Documental	26, 27		
	Estrategias de Aislamiento	Techos Jardín				
		Inercia Térmica (Materiales)	Vidrio Doble			
	Densidad		Ficha Documental	26, 27		
Calor Especifico						
CONFORT AMBIENTAL	Aquellos factores ambientales naturales y artificiales que determinan el estado de satisfacción o bienestar físico y psicológico. (Fuentes, Víctor)	Confort Térmico	Temperatura	Temperatura Interior	Ficha de Casos Ficha Documental ArchiWizard	27, 28, 29, 30, 31, 32, 33
			Humedad	Relativa		
		Confort Lumínico	Iluminación natural	Iluminancia	Ficha de Casos Ficha Documental ArchiWizard	27, 28, 34, 35
				Contraste		

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Tipo de diseño de investigación.

El diseño de investigación será estrictamente No Experimental Descriptiva Causal teniendo como resultado final un proyecto arquitectónico el cual será un Centro Educativo Básico Especial empleando los principios de una Arquitectura Bioclimática.



Dónde:

- M (Casos)** : Casos arquitectónicos antecedentes al proyecto, como pauta para validar la pertinencia y funcionalidad del diseño.
- Caso X₁** : Escuela e Internado Francisco Valdés
- Caso X₂** : Jardín Infantil Pewen
- Caso X₃** : Marin Country Day School Learning Resource Center and Courtyard
- O₁ y 2 (observación)** : Observación de las variables.

3.2 Presentación de Casos.

Para poder obtener buenos resultados en el proyecto de investigación se buscaron diferentes casos los cuales fueron elegidos bajo dos criterios; el primero es que deben tener relación con las dos variables de estudio las cuales son principios de una arquitectura bioclimática y confort ambiental; y el segundo, que sean similares al proyecto arquitectónico que se realizará, en este caso un CEBE. Finalmente, se han elegido tres casos; dos ubicados en la región de Araucanía, Chile los cuales son una Escuela e Internado Francisco Valdés y el Jardín Infantil Pewen; el tercer caso se encuentra ubicado en el estado de California, Estados Unidos, se trata del colegio Marin Country Day School Learning Resource Center and Courtyard; los tres casos son han sido diseñados de acuerdo a criterios bioclimáticos.

El primer caso elegido es Escuela e Internado Monseñor Francisco Valdés (Ver Tabla 17), se encuentra emplazado en la zona rural de la provincia de Cautín mimetizándose con el entorno al perderse la arquitectura entre la vegetación que lo rodea; por otro lado, el clima cuenta con veranos cortos e inviernos largos y muy fríos por lo cual el proyecto arquitectónico prevalecen las estrategias bioclimáticas de calefacción pasiva; además se busca una adecuada iluminación en la zona educativa para obtener el confort térmico y lumínico del usuario respectivamente. (Ver Anexo 07)

Tabla 17: Análisis de Caso 01

CASO 01	
DATOS GENERALES	
Nombre del Proyecto	Escuela e Internado Monseñor Francisco Valdés.
Ubicación	Comuna: Curarrehue. Provincia: Cautín. Región: Araucanía. País: Chile.
Latitud	39°21'29.33" Sur
Longitud	71°35'23.28" Este
Elevación	420 m.s.n.m.
Zona Clima	Chile SI: Sur Interior 6. Internacional Koppen: Csc, templado frío con lluvias invernales.
Clima	Zona lluviosa y fría con heladas frecuentemente. Veranos cortos de cuatro a cinco meses con insolación moderada.
Temperatura	Temperatura máxima promedio anual: 26.49°C Temperatura mínima promedio anual: -3.52°C
Humedad relativa	Promedio Octubre - Marzo: 45% Promedio Mayo - Agosto: 95%
Vientos predominantes	Promedio Anual: 10.7 km/h Verano: Suroeste. Invierno: Norte; pero se observan del Sur con una frecuencia alta.
Radiación solar	Períodos altos: 0,65 kW/m ² Períodos bajos: 0,35 kW/m ²
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	
Área	Total: 4 314 m ²
Materiales	Muros: Hormigón con recubrimientos de madera.
	Piso: Zona escolar y administrativa porcelanato.
	Cubierta exterior: Concreto armado cubierto por teja típica de la zona.
	Cubierta interior: Falso cielo raso.

Fuente: Elaboración Propia

El segundo caso es el Jardín Infantil Pewen, ubicado en la provincia de Cautín (Ver Tabla 18), al sur de Chile; el clima de esta zona es muy frío. El proyecto arquitectónico se emplaza con un paisaje de montaña; un bloque cuadrangular con pequeñas sustracciones lo cual ayuda para el funcionamiento de las estrategias bioclimáticas; en este proyecto resalta la arquitectura bioclimática no solo por aplicar estrategias pasivas, sino que también por tener una relación directa con el emplazamiento orientando las vistas del jardín hacia el volcán involucrándose con el entorno. En cuanto al usuario el proyecto busca adecuarse a él,

utilizando diferentes tipos de acabados lúdicos y didácticos que influya de manera correcta en su aprendizaje. (Ver Anexo 08)

Tabla 18: Análisis de Caso 02

CASO 02	
DATOS GENERALES	
Nombre del Proyecto	Jardín Infantil Pewen 2014.
Ubicación	Comuna: Melipeuco Provincia: Cautín Región: Araucanía País: Chile.
Latitud	38° 51' 12" Sur
Longitud	71° 41' 39" Este
Elevación	912 m.s.n.m.
Zona Clima	Chile SI: Sur Interior 6. Internacional Koppen: Csc, templado frío con lluvias invernales.
Clima	Extremadamente fría en invierno y calurosa en verano. Dos tipos de climas: templado-cálido de menos de cuatro meses secos y hielo por efecto de altura.
Temperatura	Temperatura máxima promedio anual: 26.15 °C Temperatura mínima promedio anual: 1.83 °C
Precipitaciones	Promedio Anual: 1 500mm – 2 500 mm.
Humedad relativa	Promedio Anual: 73 %
Vientos predominantes	Promedio Anual: 10.7 km/h Verano: Suroeste. Invierno: Norte; pero se observan del Sur con una frecuencia alta.
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	
Área	Terreno: 625 m ² Área construida: 520.99 m ²
Materiales	Muros: Hormigón recubierto con malla de fibra de vidrio. Pisos: Zonas húmedas han utilizado cerámico, en la zona educativa y administrativa han utilizado un sistema radiante cubierto por vinílico. Cubierta Interior: Falso cielo raso armando una cámara de aire ventilado entre este y el tijeral metálico el cual es cubierto por un panel SIP y para protegerlo de la lluvia o nieve se colocó una plancha de zinc – Alum.

Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, el tercer caso corresponde a la escuela, Marin Country Day (Ver Tabla 19), ubicada en Corte Madera, California. El proyecto tiene como premisa la integración de la arquitectura con el medio ambiente y el usuario por lo cual se diseñó un proyecto arquitectónico bioclimático que por medio de diferentes estrategias propias de este tipo de arquitectura ayudaron a cumplir los objetivos, diversos ambientes bien iluminados por las transparencias de los bloques que dan vista a grandes patios y pasillos los cuales están sombreados sombreados por elementos virtuales que ayudan a proteger de la fuerte incidencia solar; el uso de materiales cumplió un papel fundamental puesto que ayudó a proporcionar la temperatura adecuada al edificio siendo cálida en invierno y fresca en época de verano. (Ver Anexo 09)

Tabla 19: Análisis de Casos 03

CASO 03	
DATOS GENERALES	
Nombre del Proyecto	Marin Country Day School Learning Resource Center and Courtyard - 2010
Ubicación	Corte Madera, California. Estados Unidos
Latitud	37° 55' 10" Norte
Longitud	122° 29' 38" Oeste
Elevación	87 m.s.n.m.
Zona Clima	EE.UU, Canadá: Zona 3. Internacional Koppen: Cs, mediterráneo y/o oceánico de veranos secos
Clima	Generalmente cálido y templado.
Temperatura	Temperatura máxima promedio anual: 27.10°C Temperatura mínima promedio anual: 5.15 °C
Humedad relativa	Promedio anual: 76%
Vientos predominantes	Promedio anual: 3.50 m/s predominando del Oeste
DISEÑO ARQUITECTÓNICO	
Área	3 134.55 m ² .
Materiales	Muros: Hormigón cubiertos de madera en algunas zonas para evitar el ingreso directo de la luz, vanos con accesorios metálicos.
	Piso Interiores: Concreto con recubrimiento vinílico. Exteriores: Concreto pulido.
	Cubierta: Losas de concreto armado

Fuente: Elaboración Propia

3.3 Instrumentos

Para poder llevar a cabo el desarrollo del proyecto investigación la cual es Confort Ambiental basado en los principios de una Arquitectura Bioclimática en un Centro Educativo Básico Especial para niños de 0-14 años en el distrito de Cajamarca se emplearon cuatro instrumentos los cuales ayudaron a tener un mejor enfoque y desarrollo a nivel de investigación y de proyecto arquitectónico.

3.3.1. Fichas Documentales

Este tipo de instrumento ayudó a obtener y analizar datos del clima, estrategias para lograr un confort térmico y lumínico. Por otro lado, también se utilizó este instrumento para analizar e identificar el tipo de materiales que se necesitarán en el diseño arquitectónico del proyecto.

En primer lugar se realizó una ficha documental sobre datos climáticos debido a que es la partida del diseño bioclimático; se identificó en qué región se encuentra el lugar de

emplazamiento del proyecto arquitectónico, en este caso se encuentra ubicado en la provincia y distrito de Cajamarca, posteriormente se tabuló la temperatura máxima, mínima absoluta, media y la oscilación térmica; en cuanto humedad relativa se observó la máxima media, media, mínima media, horas de sol, precipitaciones y velocidad del viento por cada mes. Con todos estos datos se hizo un cuadro resumen con el promedio de cada una de los factores mencionados anteriormente, lo cual facilitó el procesamiento de información obtenida para aplicarlas en las cartas bioclimáticas de las fichas documentales puesto que es esencial para identificar qué tipo de estrategias bioclimáticas por mes y/o estación se deben emplear. Este formato es una adaptación de una tesis que se está utilizando como medio de referencia. (Ver Anexo 02)

Para el confort térmico, la ficha documental, permitió analizar los datos climatológicos a través de las cartas bioclimáticas de Olgay y Givoni; estas cartas han sido diseñadas por los mismos arquitectos para saber que estrategias se deben aplicar para alcanzar la zona de confort deseada según el tipo de clima. En el caso de Givoni se da a partir de un ábaco psicrométrico y Olgay por medio de un climograma; en ambos gráficos se utilizaron los datos de temperatura, humedad relativa promedio, precipitaciones y movimiento del aire; los cuales después de introducir los datos nos arrojará si el clima está dentro de la zona de confort; en caso no esté dentro de esta zona nos muestra las diversas estrategias que se deben emplear para llegar a éste. Ambos casos son tomados de los libros escritos por cada autor y están validados. (Ver Anexo 03, Anexo 04). Por otro lado, para el confort lumínico se plantea este tipo de ficha con la finalidad de conocer más acerca de la relación con la arquitectura bioclimática: por lo cual se identificó cuáles son los criterios de diseño para obtener el confort por medio de estrategias que son el resultado de cartas bioclimáticas, fórmulas, normatividad. (Ver Anexo 05).

Finalmente, en cuanto a materiales este tipo de ficha es importante debido a que proporciona las diferentes características de cada material como la densidad, transmitancia y conductividad térmica que empleándolos de manera adecuada ayudaron a lograr el confort térmico de los usuarios en los diferentes ambientes. Este formato se ha tomado del Reglamento Nacional de Edificaciones. (Ver Anexo 06).

3.3.2. Fichas de Casos

Las fichas de casos son instrumentos los cuales permiten observar, recoger información y analizar las diferentes propuestas y/o proyectos arquitectónicos seleccionados en base a dos criterios; el primero, que el caso tenga las dos variables de estudio como son el confort térmico, lumínico y la arquitectura bioclimática y el segundo, el proyecto arquitectónico debe ser similar a un CEBE.

Se han analizado tres casos los cuales son centros educativos que atienden a niños de inicial, primaria y secundaria; a la vez, son proyectos que han sido diseñados bajo los principios de una arquitectura bioclimática que surgen ante las necesidades de confort ambiental debido a las exigencias climáticas de cada zona; puesto que, presenta veranos muy calurosos e inviernos sumamente fríos y largos.

En todos los casos, respecto a las soluciones tecnológicas y envolvente térmica se ha podido identificar la aplicación de estrategias para el confort térmico las cuales son estrategias de calefacción como captación solar directa e indirecta; estrategias de refrigeración como ventilación natural, protección solar y de aislamiento e inercia térmica. Para el confort lumínico; se ha aprovechado la luz del sol para una iluminación natural de manera correcta sin obstrucciones de ésta misma por elementos exteriores como vegetación o mobiliario de las áreas verdes y el uso de la luz artificial solo cuando sea necesario mediante mecanismos de ahorro energético como controladores y/o sensores de luz. Todas estas estrategias, propias de una arquitectura bioclimática, han sido validadas y calificadas por su efectividad a través de la comprobación en un software llamado Archiwizard. (Ver Anexo 07, Anexo 08, Anexo 09).

3.3.3. ArchiWizard

Este instrumento es un software que analiza el comportamiento térmico y lumínico a través de una simulación 3D del proyecto arquitectónico, teniendo en cuenta la zona clima de emplazamiento del mismo.

Los tres casos fueron analizados por este software, el cual permitió conocer las deficiencias y aciertos de las estrategias bioclimáticas aplicadas en cuanto a soluciones tecnológicas y envolvente térmica para obtener el confort ambiental. Sin embargo, para mejores resultados en el proyecto de investigación, se realizó una valoración “Likert” de tres ponderaciones, donde tres (3) es bueno, dos (2) es medio y uno (1) deficiente, para cada variable de estudio; en cuanto a la variable principios de una arquitectura bioclimática, los parámetros de valoración se identificaron a partir de las estrategias bioclimáticas de cada principio de esta arquitectura, esto quiere decir si son suficientes o no para obtener el confort térmico y lumínico, la valoración se obtuvo de manera numérica de acuerdo a porcentajes sobre el uso correcto de las estrategias bioclimáticas (Ver Tabla 20, Ver Anexo 07, Anexo 08, Anexo 09); para la segunda variable, confort ambiental, los criterios de valoración numérica se realizaron de acuerdo a rangos de confort del software (Ver Tabla 21, Ver Anexo 10, Anexo 11, Anexo 12).

Tabla 20: Criterios de Evaluación Likert - Variable 1

VARIABLE 01: PRINCIPIOS DE UNA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA					
Parámetros de Evaluación					
D	SUB-DIMENSIÓN	INDICADOR	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	V	Pág
Soluciones Tecnológicas	Criterios de Diseño	Forma	Alargada regular	3	20, 21
			Cuadrangular	2	
			Otra forma o irregular	1	
		Orientación	Fachada principal, sector de aulas al norte o sur según hemisferio	3	21
			Fachada principal, sector de aulas noreste, noroeste, sureste o suroeste según hemisferio	2	
			Fachada principal, sector de aulas al norte o sur según hemisferio	1	
	Estrategias de Calefacción Pasiva	Captación Solar Directa	Vanos que ayudan a la captación solar directa: 100% - 67%	3	20, 22,
			Vanos que ayudan a la captación solar directa: 66% - 34%	2	
			Vanos que ayudan a la captación solar directa: 33% - 0%	1	
		Captación Solar Indirecta	Elementos que ayudan a la captación solar indirecta: 100% -67%	3	20, 22,
			Elementos que ayudan a la captación solar indirecta: 66% -34%	2	
			Elementos que ayudan a la captación solar directa: 33% - 0%	1	
	Estrategias de Refrigeración Pasiva	Protección Solar	Aleros y/o vegetación que contribuyen a la protección solar, efectividad: 100% - 67%	3	20, 23
			Aleros y/o vegetación que contribuyen a la protección solar, efectividad: 66% - 34%	2	
			Aleros y/o vegetación que contribuyen a la protección solar, efectividad: 33% - 0%	1	
		Ventilación Natural	Ventilación natural por refrigeración	3	20, 23
			Ventilación natural por renovación de aire y/o cruzada	2	
			Necesita ventilación artificial	1	
	Estrategias de Iluminación Natural	Iluminación lateral natural	Ingreso de luz natural directo en el proyecto, efectividad: 100% - 67%	3	20, 24, 25
			Ingreso de luz natural directo en el proyecto, efectividad: 66% - 34%	2	
			Ingreso de luz natural directo en el proyecto, efectividad: 33% - 0%. Necesita iluminación artificial.	1	
		Iluminación cenital natural	Ingreso de luz natural directo en el proyecto, efectividad: 100% - 51%	3	20, 24, 25
			Ingreso de luz natural directo en el proyecto, efectividad: 50% - 0%	2	
			No presenta iluminación cenital	1	
Acristalamiento		Uso de vidrio baja emisividad y control solar (solarban 60): 100%-51%	3	20, 24, 25	
		Uso de vidrio baja emisividad y control solar (solarban 60): 50%-0%	2		
		Uso de vidrio simple	1		
Geometría de vanos		Proporción de ventanas 2/1 (l/h)	3	20, 24, 25	
		Proporción de ventanas 1.5/1 (l/h)	2		
		Proporción de ventanas 1/1 (l/h)	1		

Envolvente Térmica	Aislamiento Térmico	Conductividad térmica	Coeficiente de materiales: Menor a 0.40w/mk	3	26, 27
			Coeficiente de materiales: Rango 0.59 w/mk - 0.40w/mk	2	
			Coeficiente de materiales: Rango 0.80 w/mk - 0.60w/mk	1	
		Techo jardín	Uso eficiente de techo jardín en el proyecto: 100% - 51%	3	26, 27
			Uso eficiente de techo jardín en el proyecto: 50% - 0%	2	
			No presenta el uso de techo jardín	1	
	Vidrio Doble	Uso de vidrio doble o de control solar en el proyecto, efectividad: 100% - 67%	3	26, 27	
		Uso de vidrio doble o de control solar en el proyecto, efectividad: 66% - 34%	2		
		Uso de vidrio doble o de control solar en el proyecto, efectividad: 33% - 0%	1		
	Inercia Térmica	Densidad	Coeficiente de materiales: Rango P=1000 kg/m - 2500 kg/m	3	26, 27
			Coeficiente de materiales: Rango P=500 kg/m - 999 kg/m	2	
			Coeficiente de materiales: Rango P=Menor a 500 kg/m	1	
Calor Específico		Coeficiente de materiales: Rango Cp=300 j/kg°C - 500 j/kg°C	3	26, 27	
		Coeficiente de materiales: Rango Cp=150 j/kg°C - 299 j/kg°C	2		
		Coeficiente de materiales: Rango Cp=Menor a 150 j/kg°C	1		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21: Criterios de Evaluación Likert - Variable 2

VARIABLE 02: CONFORT AMBIENTAL						
Parámetros de Evaluación						
D	SUB-DIMENSIÓN	INDICADOR	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	RANGOS DE CONFORT	V	Pág
Confort Térmico	Temperatura	Temperatura Interior	Cumplen totalmente con los rangos de confort	20°C - 24°C	3	28, 29, 30, 31
			Cumplen parcialmente con los rangos de confort	17°C - 19°C 25°C - 27°C	2	
			No cumplen con los rangos de confort	Mayor a 27°C o menor a 17°C	1	
	Humedad	Humedad Relativa	Cumplen totalmente con los rangos de confort	56% - 65%	3	28, 32, 33
			Cumplen parcialmente con los rangos de confort	46% - 55% 66% - 75%	2	
			No cumplen con los rangos de confort	Mayor a 75% o menor a 46%	1	
Confort Lumínico	Iluminación Natural	Iluminancia	Cumplen totalmente con los rangos de confort	300 Lux - 500 Lux	3	28, 34, 35
			Cumplen parcialmente con los rangos de confort	200 Lux -299 Lux 501 Lux – 600 Lux	2	
			No cumplen con los rangos de confort	Menor a 200 Lux o mayor a 600Lux	1	

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

4.1 Estudio de Casos Arquitectónicos

Después de conocer el clima y sus diferentes factores en cada caso (Ver Anexo 07, 08, 09), se procedió a identificar las estrategias bioclimáticas utilizadas; las cuales fueron analizadas teniendo en cuenta la variable de estudio, principios de una arquitectura bioclimática, con sus respectivas dimensiones e indicadores.

4.1.1. Resultados Objetivo 01: Principios De Una Arquitectura Bioclimática

Tabla 22: Resultados Caso 01 – Variable 01

CASO 01			
DATOS GENERALES			
Nombre del Proyecto		Escuela e Internado Monseñor Francisco Valdés.	
ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS			
Soluciones Tecnológicas	Criterios de Diseño	Forma	Cinco cuerpos principales y un cuerpo menor de planta rectangular; todos estos cuerpos son de un piso, a excepción uno que es de dos niveles. Entre ellos existen pasillos rectos y perpendiculares que conectan todos los volúmenes.
		Orientación	La fachada principal de todos los bloques está orientado al norte.
	Estrategias de Calefacción	Captación Solar Directa	Vanos orientados hacia el noroeste y noreste con vidrio doble tiene como función captar los rayos del sol que ayuda a calentar los ambientes sin pasar el rango de confort óptimo.
		Captación Solar Indirecta	En época de invierno, es necesario captar energía solar de manera indirecta a través de la cobertura y muros los cuales generan acumulación de calor que no se disipa, así mantiene los ambientes calientes.
	Estrategias de Refrigeración Pasiva	Protección Solar	El impacto de la radiación sobre las superficies acristaladas en la época calurosa se controla al incorporar aleros y retranqueos en las ventanas de mayor dimensión. Por otro lado, los pasillos interiores crean una especie de corredor que amortigua los efectos de la radiación directa en los diferentes vanos.
		Ventilación Natural	Existe la ventilación natural cruzada por medio de ventanas altas y bajas además de las puertas lo que es suficiente para mantener ventilados los ambientes en la temperatura del confort a lo largo de todo el año; esto quiere decir que no es necesario emplear sistemas eléctricos.
	Estrategias de Iluminación	Iluminación Lateral	La iluminación natural de los ambientes educativos se centra en vanos lateral los cuales están orientadas al noroeste o noreste, limitando el ingreso de luz.
		Geometría del Vano	La proporción de las superficies acristaladas, ubicadas a lo largo del muro en las aulas, es de 2x/x debido a que cuentan con un alfeizar alto el cual impide el mayor ingreso de la luz, ocasionando niveles de iluminación bajos (<300lux)

Envolvente Térmica	Aislamiento Térmico	Conductividad Térmica	<p>El proyecto se caracteriza por la envolvente exterior combinando diferentes materiales y soluciones teniendo cuidado con los puentes térmicos. Para las dos tipologías de muros (hormigón y albañilería) se desarrollaron soluciones de alta aislación térmica.</p> <p>Los puentes térmicos se dan por el uso de elementos metálicos como soporte del revestimiento exterior; estos elementos se apoyan sobre el muro de hormigón y entre la aislación térmica exterior. Los mayores flujos de calor se dan en las ventanas generando envolvente homogénea, sin presencia de puentes térmicos salvo en el encuentro de muro y cubierta y otro en la parte inferior de las ventanas.</p>
	Inercia Térmica	Inercia Térmica	<p>La envolvente térmica de la cubierta se realiza sobre el falso cielo raso lo cual mejora aún más la eficiencia energética del edificio al reducir el volumen de las salas y manteniendo una geometría regular; en cuanto al piso está en contacto con el terreno esto genera aislación continua evitando con ello pérdidas en las zonas perimetrales</p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23: Resultados Caso 02 – Variable 01

CASO 02			
DATOS GENERALES			
Nombre del Proyecto		Jardín Infantil Pewen	
ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS			
Soluciones Tecnológicas	Criterios de Diseño	Forma	Un solo bloque cuadrangular dividido en dos niveles con diferentes sustracciones que brindan iluminación y ventilación natural; además de áreas de esparcimiento. Tiene una relación con su vía de acceso y la plaza principal del propio proyecto que es el ingreso.
		Orientación	Al ser un solo bloque la fachada que alberga las aulas ha sido orientada hacia el norte para obtener mejores resultados en el uso de estrategias de calefacción, refrigeración, iluminación y envolvente térmica.
	Estrategias de Calefacción Pasiva	Captación Solar Directa	Se aprovecha las horas de sol en los ambientes con mayor flujo de uso, como las aulas, de esta forma se disminuyen el consumo de calefacción e iluminación. Esta estrategia se basa en orientar todos los vanos al norte, disminuyendo en gran medida las ventanas hacia el sur, al cual se orientan los recintos fríos como cocinas, bodegas y baños.
		Captación Solar Indirecta	Se obtiene a través de los muros exteriores, estos muros envuelven a las aulas de clases, los cuales a través del sistema E.I.F.S. que utilizan, ayudan a mantener los ambientes en la temperatura adecuada,
	E. Refrigeración Pasiva	Ventilación Natural	Todos los ambientes ventilados naturalmente por medio de los vanos además por la buena distribución y orientación. La ventilación no genera inconvenientes en época de verano ni invierno.
	E. de Iluminación	Iluminación Lateral	Cuenta con un ingreso óptimo y controlado de luz natural a través de ventanas y puertas en las aulas de clase; sin embargo otros ambientes educativos y administrativos no logran alcanzar el rango de confort óptimo.
Acristalamiento		El tipo de acristalamiento que utiliza es doble vidrio hermético con marcos de pvc que si bien ayuda al confort térmico también ayuda a obtener un control solar puesto que las ventanas en este diseño no	

			presentan ningún elemento protector solar. No es característico de este tipo de material un ingreso de luz total.
		Geometría del Vano	A pesar de que el tipo de acristalamiento no permite el ingreso de luz total se buscó otra alternativa, la cual implica en colocar grandes ventanas a lo largo del muro, con alfeizar bajo y un dintel pequeño de 0.20m; además, las puertas que dan hacia al patio sean también vidrio; así se obtiene la cantidad de lux adecuado para las aulas de clases.
Envolvente Térmica	Aislamiento Térmico	Techo Jardín	Incluye una cubierta verde con grass natural en el segundo nivel, este espacio sirve como patio de extensión; como también, los estratos de esta cubierta ayudan a contribuir al aislamiento térmico del edificio.
		Conductividad Térmica	Envolvente térmica continua libre de puentes térmicos, se utilizó un sistema de calderas de alta eficiencia a biomasa; los vanos de ventas todas con doble vidrio hermético o termopanel y marcos de pvc para obtener un mejor aislamiento.
	Inercia Térmica	Densidad, Calor Específico	Muros exteriores utiliza el sistema E.I.F.S (Exterior Insulation and Finish System), es un sistema de una diferentes materiales, primero está el muro de hormigón seguida de una capa de pasta que se adhiere a una plancha de poliestireno expandido que se une por medio de la pasta a una fibra de vidrio y nuevamente una capa más de pasta para finalmente pintarla.
Otras Estrategias			Estrategias activas también han sido incluidas en el proyecto para poder obtener el confort térmico como el uso de paneles solares que apoyan al sistema de agua caliente sanitaria, un sistema de aerotermia y calefacción de losa o piso radiante la cual consiste en una tubería empotrada en la capa de mortero que discurre bajo toda la superficie la cual circula agua transmitiendo el calor al suelo a través de la tubería y el suelo, a su vez, transmite el calor al ambiente.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24: Resultados Caso 03 – Variable 01

CASO 03			
DATOS GENERALES			
Nombre del Proyecto		Marin Country Day School Learning Resource Center and Courtyard	
ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS			
Soluciones Tecnológicas	Criterios de Diseño	Forma	Bloques de forma rectangular con vanos amplios que ocupan todo el muro; además los pasillos exteriores con cubierta ligera se adicionan a estos bloques generando juego de formas. Estos espacios incluyen dos nuevas bibliotecas para diferentes grupos de edad y cinco aulas las cuales están integralmente conectadas a espacios de aprendizaje al aire libre.
		Orientación	La fachada principal del bloque mayor, que alberga biblioteca y algunas aulas, está orientado en su totalidad al sur; la fachada principal del bloque menor está orientada hacia el este.
	Estrategias de Calefacción	Captación Solar Directa	Aprovechan las horas de sol en los ambientes con mayor flujo de uso y permanencia orientando los vanos principales hacia el norte con vidrio Solarban que ayuda a captar y retener el calor.
		Captación Solar Indirecta	Se da por medio de cubierta y muros, los cuales por el tipo de material que utilizan, concreto armado, retienen el calor y lo disipan generando calefacción pasiva en el ambiente.

	Estrategias de Refrigeración Pasiva	Protección Solar	Utilizan persianas horizontales de madera como aleros en las fachadas principales de los bloques; además del uso de cortinas en las ventanas de los grandes espacios públicos; éstas deben ser operadas mecánicamente, a pesar del costo adicional. Además, se genera sombra por los árboles y las circulaciones cubiertas proporcionan sombra en los ambientes de exposiciones al norte y este de los salones en verano.
		Ventilación Natural	Alrededor del 95% de los espacios son ventilados naturalmente a través de una ventilación cruzada de ventanas bajas y altas opuestas, sin generar espacios muy calientes en épocas de verano; además, cada habitación está equipada con un sensor de dióxido de carbono que alerta a los profesores cuando necesitan abrir una puerta o ventana.
	Estrategias de Iluminación Natural	Iluminación Lateral	Los espacios son iluminados naturalmente de dos o tres direcciones diferentes para proporcionar una iluminación equilibrada sin reflejos en todo el espacio. Los pasillos cubiertos permiten que la luz del sol entre en invierno de manera total y en verano de manera controlada así no perjudica al usuario en el desarrollo de su actividades.
		Iluminación Cenital	Para complementar la iluminación natural lateral se utilizó la iluminación cenital natural en el centro de algunos ambientes; es por eso que se añadieron claraboyas Solatube las cuales a través de un domo en el techo captura la luz y la dirige por tubos generando ambientes iluminados adecuadamente.
		Acristalamiento	En cuanto acristalamiento de las ventanas se utilizó el vidrio Solarban 70xl el cual es un material que permite un mejor ingreso de luz natural sin filtro ni perjudica la eficiencia térmica.
		Geometría del Vano	El edificio está constituido por grandes ventanas que van de piso a techo a lo largo de todo un muro, eso genera un mayor ingreso de la luz natural y no perjudica al usuario por el tipo de acristalamiento utilizado
	Envolvente Térmica	Aislamiento Térmico	Conductividad Térmica
Techo Jardín			El proyecto propone techo jardín la cual cumple dos funciones como aislamiento térmico y como extensión de las zonas de recreativas que pueden ser utilizadas para lecturas al aire libre.
Otras Estrategias			Utiliza sistemas activos como paneles solares, calentamiento y enfriamiento de losas radiantes; además, recolecta el agua de lluvia del techo en una cisterna subterránea de 15,000 galones, esta agua se filtra mecánicamente y se utiliza en las torres de enfriamiento del edificio. El uso de este tipo de energía puede ser monitoreado por computadora en tiempo real para mejorar tanto la operación del edificio.

Fuente: Elaboración Propia

Después del análisis de los tres casos elegidos se procedió a tabular los resultados en función a las variables, principios de una arquitectura bioclimática, sus dimensiones y respectivos indicadores; éstos resultados han sido valorados según "Likert" de 1 a 3, donde (1) es deficiente, (2) es medio y (3) es bueno, de acuerdo a los resultados de los criterios de evaluación (Ver Tabla 20) y conforme el ábaco psicrométrico de Givoni (Ver Anexo 07, 08, 09). Esto ayudará a obtener los lineamientos de diseño que servirán como base para el futuro diseño arquitectónico del CEBE. (Ver Capítulo 5)

Tabla 25: Resultados Comparativo de Casos - Variable 01

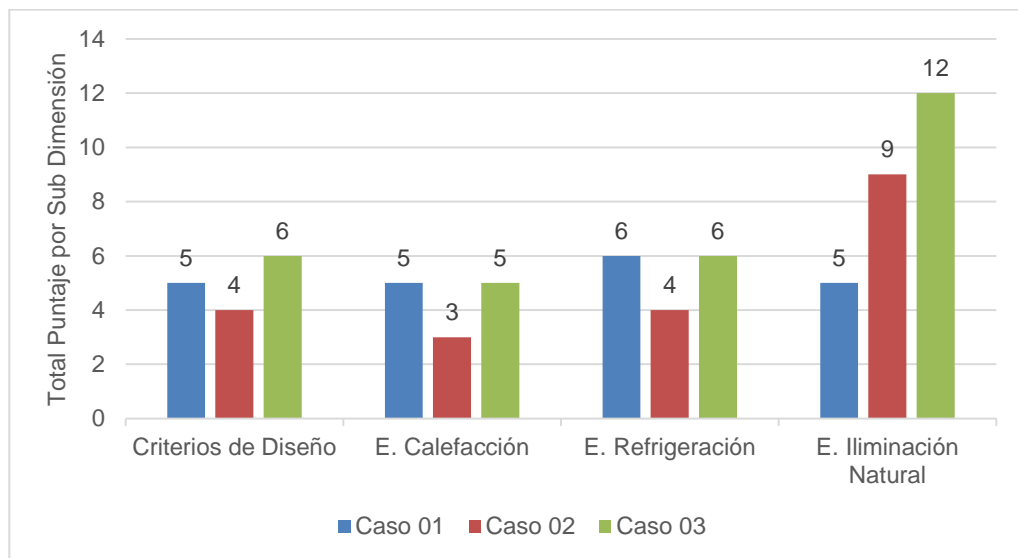
VARIABLE 01 PRINCIPIOS DE UNA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA			CASO N°1	CASO N°2	CASO N°3				
DIMENSIÓN	SUB-DIMENSIÓN	CRITERIOS DE EVALUACIÓN	Escuela Francisco Valdés	Jardín Infantil Pewen	Marin Country Day School				
Clima	Zona Clima	Latitud	39°21'29' Sur	38°51'12' Sur	37°55'10' Norte				
		Longitud	71°35'23' Oeste	71°41'39' Oeste	122°29'38' Oeste				
		Elevación (m.s.n.m.)	420	912	87				
	Temperatura Exterior	Temperatura exterior promedio máxima (°C)	26.49	26.15	27.1				
		Temperatura exterior promedio mínima (°C)	-3.52	1.83	5.15				
	Movimiento del Aire	Velocidad del aire promedio (m/s)	3.5	3.42	3.5				
	Radiación Solar	Horas de sol promedio	218	206	204				
	Precipitaciones	Precipitaciones promedio (mm)	58	54.83	49.6				
Soluciones Tecnológicas	Criterios de Diseño	La forma del proyecto ayuda a la eficiencia de las estrategias.	3	5	2	4	3	6	
		Presenta una orientación norte o sur de acuerdo a su hemisferio.	2		2		3		
	Estrategias de Calefacción Pasiva	Captación solar directa por medio de ventanas.	3	5	2	3	3	5	
		Captación solar indirecta por medio de muros y techos (uso de materiales adecuados)	2		1		2		
	Estrategias de Refrigeración Pasiva	Utiliza elementos fijos y móviles como protección solar.	3	6	1	4	3	6	
		Ventilación natural a través de renovación de aire y/o cruzada.	3		3		2		
	Estrategias de Iluminación Natural	Iluminación lateral adecuada.	2	5	3	9	3	12	
		Iluminación cenital adecuada.	1		1		3		
		El tipo de acristalamiento no obstaculiza el ingreso de luz.	1		3		3		
		Geometría del vano con proporción de l/h adecuada.	1		2		3		
	Envolvente Térmica	Aislamiento Térmico	Coefficiente promedio de conductividad térmica menor a 0.40 w/mk	3	7	3	8	3	9
		Estrategias de Aislamiento Térmico	Uso adecuado de techo jardín.	1		3		2	
Utiliza vidrio doble en la envolvente térmica.			3	2		3			
Inercia Térmica		Coefficiente promedio de densidad 1000 – 2500 kg/m	3	6	2	4	2	4	
		Coefficiente promedio de calor específico 300 – 500 j/kg°C	3		2		2		
TOTAL			34	32	40				
VALORACIÓN TOTAL DE LA VARIABLE			02 76% de efectividad	02 71% de efectividad	03 89% de efectividad				

Fuente: Elaboración Propia

Leyenda: 3 (Bueno) 2 (Medio) 1 (Deficiente)

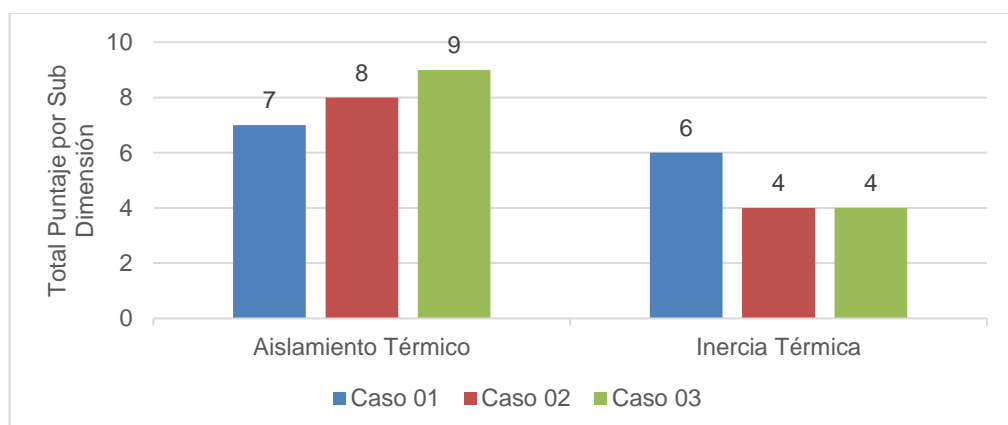
Los siguientes gráficos muestran por cada caso el puntaje total que obtuvo cada proyecto arquitectónico por subdimensión con sus respectivos indicadores de la variable independiente, arquitectura bioclimática; se obtuvo como resultado que el caso 03 es el más eficaz en cuanto al aprovechamiento del clima con el uso adecuado de las soluciones tecnológicas y envolvente térmica aplicando estrategias bioclimáticas; el caso 03 difiere en seis puntos del caso 01; sin embargo, el caso 01 es más eficiente en envolvente térmica que el caso 02 y 03, pero con un gran déficit en estrategias de iluminación natural (Ver Figura 12, 13).

Figura 12: Resultados Soluciones Tecnológicas - Variable 01



Fuente: Elaboración Propia

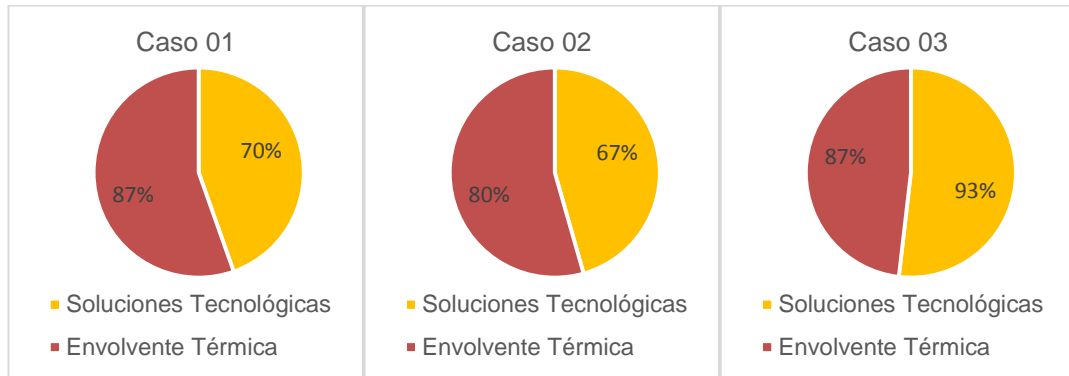
Figura 13: Resultados Envolvente Térmica - Variable 01



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, los gráficos pastel (Ver Figura 14) indican el porcentaje de efectividad que se obtuvo por dimensión, de la variable principios de una arquitectura bioclimática, según cada caso analizado.

Figura 14: Resultados por Dimensiones - Variable 01



Fuente: Elaboración Propia

4.1.2. Resultados Objetivo 02: Confort Ambiental (Confort Térmico y Lumínico)

Tabla 26: Resultado Caso 01 - Variable 02

CASO 01			
DATOS GENERALES			
Nombre del Proyecto		Escuela e Internado Francisco Valdés	
ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS			
Confort Térmico	Temperatura	Temperatura Interior	Promedio temperatura: 22°C
	Humedad	Humedad Relativa	Rango porcentual: 60% - 65%
Confort Lumínico	Iluminación Natural	Iluminancia	Promedio luxes: 200 lux. Promedio porcentual: 40%
		Contraste	Tipo: Bajo, no ayuda a la iluminación.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 27: Resultado Caso 02 - Variable 02

CASO 02			
DATOS GENERALES			
Nombre del Proyecto		Jardín Infantil Pewen	
ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS			
Confort Térmico	Temperatura	Temperatura Interior	Promedio temperatura: 20°C
	Humedad	Humedad Relativa	Rango porcentual: 52% - 60%
Confort Lumínico	Iluminación Natural	Iluminancia	Promedio luxes: 450 lux. Promedio porcentual: 95%
		Contraste	Tipo: Medio, ayuda parcialmente a la iluminación.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 28: Resultado Caso 03 - Variable 02

CASO 03			
DATOS GENERALES			
Nombre del Proyecto		Marin Country Day School Learning Resource Center and Courtyard	
ESTRATEGIAS BIOCLIMÁTICAS			
Confort Térmico	Temperatura	Temperatura Interior	Promedio temperatura: 22°C
	Humedad	Humedad Relativa	Rango porcentual: 57% - 65%
Confort Lumínico	Iluminación Natural	Iluminancia	Promedio luxes: 450 lux. Promedio porcentual: 98%
		Contraste	Tipo: Alto, complementa de forma adecuada la iluminación.

Fuente: Elaboración Propia

Después del análisis de los tres casos elegidos (Ver Tabla 26, 27 y 28), se procedió a tabular los resultados en función a las variable confort ambiental que se refiere al confort térmico y lumínico con sus respectivas dimensiones e indicadores; éstos han sido valorados según "Likert" en escala de 1 a 3, donde (1) es deficiente, (2) es medio y (3) es bueno, en base a lo obtenido en los criterios de evaluación (Ver Tabla 21) y de acuerdo a los resultados del software ArchiWizard (Ver Anexo 10, 11, 12) con el fin de compararlos y poder identificar cuál de los tres casos obtuvo un mejor confort térmico y lumínico

Tabla 29: Resultados Comparativo de Casos - Variable 02

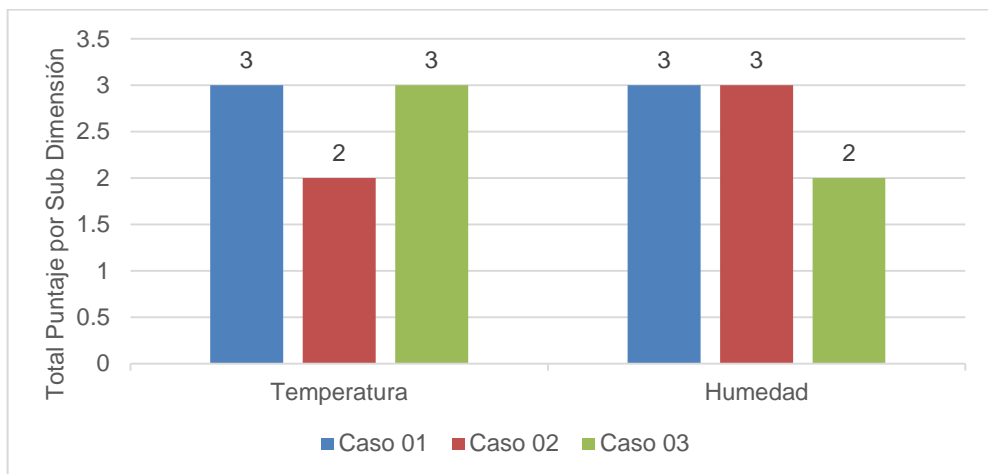
VARIABLE 02 CONFORT AMBIENTAL (TÉRMICO Y LUMÍNICO)			CASO Nº1		CASO Nº2		CASO Nº3	
DIMENSIÓN	SUB-DIMENSIÓN	CRITERIO DE EVALUACIÓN	Escuela e Internado Francisco Valdés		Jardín Infantil Pewen		Marin Country Day School	
Confort Térmico	Temperatura	Presenta una adecuada temperatura en los diferentes ambientes (20°C – 24°C)	3		2		3	
	Humedad	Presenta el porcentaje adecuado de humedad relativa (50 % - 65%)	3		3		2	
Confort Lumínico	Iluminación Natural	Aprovecha la captación de luz natural llegando al nivel de luminancia óptimo (350 - 500 lux)	1	2	2	4	3	6
		Presenta percepción correcta del contraste sin reflexiones ni deslumbramientos.	1		2		3	
TOTAL			08		09		11	
VALORACIÓN TOTAL DE LA VARIABLE			02 66.66%		03 75.00%		03 91.67%	

Fuente: Elaboración Propia

Leyenda: 3 (Bueno) 2 (Medio) 1 (Deficiente)

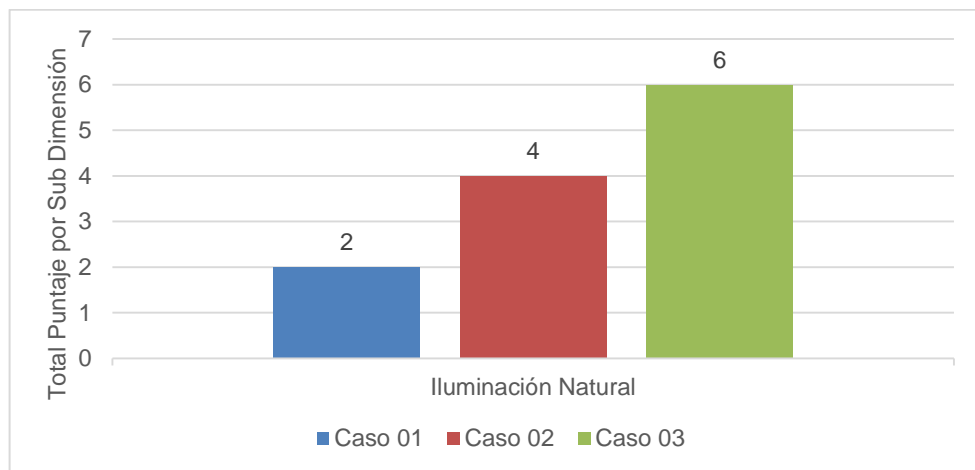
Los siguientes gráficos muestran por cada caso el puntaje total que obtuvo cada proyecto arquitectónico por subdimensión y sus respectivos indicadores de la variable dependiente, Confort Ambiental, confort térmico y confort lumínico (Ver Figura 15 y 16). Se obtuvo, como resultado que el caso 01 es más eficaz en cuanto al confort térmico que los casos 02 y 03; en cuanto al confort lumínico los casos 02 y 03 han obtenido mejores resultados que el caso 01.

Figura 15: Resultados Confort Térmico - Variable 02



Fuente: Elaboración Propia

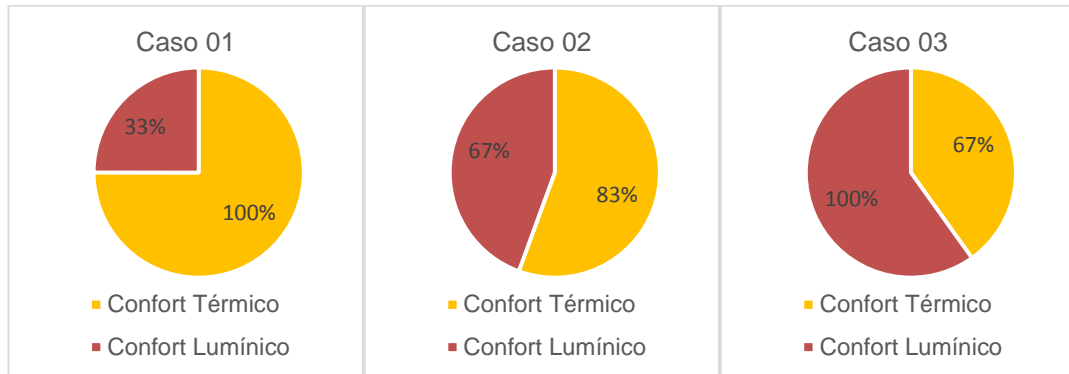
Figura 16: Resultados Confort Lumínico - Variable 02



Fuente: Elaboración Propia

Finalmente, los gráficos pastel (Ver Figura 17) indican el porcentaje de efectividad que se obtuvo por dimensión, de la variable confort ambiental que incluye el confort térmico y lumínico, según cada caso analizado.

Figura 17: Resultados por Dimensiones - Variable 02



Fuente: Elaboración Propia

4.1.3. Resultados Objetivo 03: Contraste Variable 01 y Variable 02

Para concluir, se procede a tabular la relación entre la variable dependiente la cual es confort ambiental con sus dimensiones de confort térmico, lumínico e indicadores y la variable independiente, principios de una arquitectura bioclimática, con sus dimensiones de soluciones tecnológicas, envolvente térmica y sus respectivos indicadores de acuerdo a los criterios de evaluación de casos analizados, considerando relación directa, media y baja con su respectiva justificación (Ver Tabla 30).

De acuerdo a la relación de las variables se obtuvo que el clima y los criterios de diseño mantienen una relación directa con el confort tanto térmico como lumínico; las estrategias de calefacción pasiva, aislamiento térmico e inercia térmica poseen relación directa solo con el confort térmico; en cuanto a las estrategias de iluminación natural mantiene una relación directa solo con el confort lumínico; sin embargo, las estrategias de refrigeración pasiva mantiene una relación directa con el confort térmico y media en cuanto a confort lumínico (Ver Tabla 32). Esto quiere decir, que es necesario aplicar de manera conjunta los principios de una arquitectura bioclimática por medio de estrategias de diseño que involucran el clima, las soluciones tecnológicas y la envolvente térmica puesto que complementan y ayudan a obtener el confort ambiental, térmico y lumínico en un proyecto arquitectónico.

Tabla 30: Relación Variable 01 con Variable 02

VARIABLE 01			V	VARIABLE 02	
D	SD	Indicador		Confort Térmico	Confort Lumínico
Soluciones Tecnológicas	Criterios de Diseño	Forma	•	Relación Directa: Se obtiene la temperatura y humedad adecuada en edificaciones compactas.	Relación Directa: La forma alargada o rectangular de la edificación ayuda a ganar iluminancia y contraste en los ambientes.
			◆	Relación Media: Se obtiene parcialmente la temperatura y humedad adecuada en el edificio cuando existen sustracciones que son propias del diseño.	Relación Media: La forma cuadrangular del edificio ayuda parcialmente a ganar iluminancia y contraste en los ambientes.
			▪	Relación Baja: No se obtiene la temperatura y humedad ideal en el edificio si la forma no es compacta.	Relación Baja: La forma irregular de la edificación no ayuda a ganar iluminancia y contraste en los ambientes.
		Orientación	•	Relación Directa: De acuerdo al hemisferio, si está ubicado en el sur la orientación debe ser al norte; ayudando a las estrategias pasivas sobre temperatura y humedad.	Relación Directa: De acuerdo al hemisferio, si está ubicado en el sur la orientación debe ser al norte; ayudando a las estrategias pasivas sobre iluminancia y contraste.
			◆	Relación Media: Ubicado en el hemisferio norte pero la orientación varía sureste o suroeste; ayudando parcialmente en las estrategias pasivas sobre temperatura y humedad.	Relación Media: Ubicado en el hemisferio norte pero la orientación varía sureste o suroeste; ayudando parcialmente en las estrategias pasivas sobre iluminancia o contraste.
			▪	Relación Baja: Cuando la ubicación es la misma que la orientación la cual no ayuda a las estrategias pasivas de temperatura y humedad.	Relación Baja: Proyecto ubicado en hemisferio norte, orientado la fachada principal al norte la cual no ayuda a las estrategias pasivas de iluminancia y contraste.
	Estrategias de Calefacción Pasiva	Captación Solar Directa	•	Relación Directa: A través de esta estrategia se debe mantener un rango de temperatura de 20°C a 24°C humedad entre 50 a 65%.	-
			◆	Relación Media: Mantiene el rango de temperatura de 17°C a 19°C o de 25°C a 27°C, humedad entre 46% a 55% o 66% a 75%	-
			▪	Relación Baja: El rango de temperatura es mayor a 27°C o menor a 17°C y humedad mayor a 75% o menor a 46%.	-
		Captación Solar Indirecta	•	Relación Directa: Esta estrategia complementa a la captación solar directa ayudando a mantener el rango de temperatura y humedad necesario en los ambientes.	-
			◆	Relación Media: Complementa parcialmente a mantener el rango de temperatura y humedad necesario en los ambientes.	-
			▪	Relación Baja: No complementa a mantener el rango de temperatura y humedad necesario en los ambientes.	-

Estrategias de Refrigeración Pasiva	Protección Solar	•	Relación Directa: Ayuda a mantener un equilibrio entre temperatura y humedad cuando en los ambientes existe mucha incidencia solar.	Relación Directa: Esta estrategia ayuda a controlar el contraste y el ingreso de luxes o iluminancia dentro de los ambientes.
		◆	Relación Media: Ayuda parcialmente a mantener un equilibrio entre temperatura y humedad cuando en los ambientes existe mucha incidencia solar.	Relación Media: Ayuda parcialmente a controlar el contraste y el ingreso de luxes o iluminancia dentro de los ambientes.
		▪	Relación Baja: No ayuda a mantener un equilibrio entre temperatura y humedad.	Relación Baja: No ayuda a controlar el contraste y el ingreso de luxes o iluminancia dentro de los ambientes.
	Ventilación Natural	•	Relación Directa: Esta estrategia ayuda a mantener un equilibrio de temperatura y humedad cuando los espacios están con temperaturas elevadas.	Relación Alta: Influye parcialmente debido a que los vanos por donde se aplicará la ventilación también ayudará a captar luz natural.
		◆	Relación Media: Esta estrategia ayuda parcialmente a mantener un equilibrio de temperatura y humedad cuando los espacios están con temperaturas elevadas.	Relación Media: Influye parcialmente debido a que los vanos por donde se aplicará la ventilación también ayudará a captar luz natural.
		▪	Relación Baja: Esta estrategia no ayuda a mantener un equilibrio de temperatura y humedad cuando los espacios están con temperaturas elevadas.	Relación Baja: Perjudica al confort lumínico al no permitir el ingreso necesario de iluminancia (lux)
Estrategias de Iluminación Natural	Iluminación Lateral	•	-	Relación Directa: A través de esta estrategia se debe mantener un rango de iluminancia entre 300 lux a 500 lux.
		◆	-	Relación Media: Mantiene el rango de iluminancia entre 200 lux a 299 lux o de 501 lux a 600 lux.
		▪	-	Relación Baja: El rango de iluminancia es menor a 200 lux o mayor a 600 lux; esto puede causar deslumbramiento.
	Iluminación Cenital	•	-	Relación Directa: Complementa la estrategia de iluminación lateral ayudando alcanzar el rango de confort requerido.
		◆	-	Relación Media: Complementa parcialmente la estrategia de iluminación lateral ayudando alcanzar el rango de confort.
		▪	-	Relación Baja: No ayuda a la estrategia de iluminación lateral, por lo tanto no alcanza el rango de confort requerido.
	Acristalamiento	•	Relación Directa: Permite mantener la temperatura requerida 20°C a 24°C dentro de un ambiente.	Relación Directa: El tipo de vidrio debe de ser de baja emisividad y control solar para evitar deslumbramiento pero a la vez el mayor ingreso de luz.
		◆	Relación Media: Permite mantener una temperatura de 25°C a 27°C o 17°C a 19° dentro de un ambiente.	Relación Media: El tipo de vidrio es de baja emisividad o control solar lo cual perjudica parcialmente n el ingreso de luz.
		▪	Relación Baja: No ayuda a mantener la temperatura requerida de 20°C a 24°C.	Relación Baja: El tipo de vidrio no ayuda al control solar y no permite el ingreso óptimo de luz.

Envolvente Térmica	Geometría de Vano	•	-	Relación Directa: El tamaño de vano ayuda al ingreso óptimo de la luz solar en los ambientes.	
		◆	-	Relación Media: El tamaño de vano ayuda parcialmente al ingreso óptimo de la luz solar.	
		▪	-	Relación Baja: El tamaño de vano no ayuda al ingreso óptimo de la luz solar en los ambientes.	
	Aislamiento Térmico	Conductividad Térmica	•	-	Relación Directa: El coeficiente de conductividad térmica de materiales ayuda a mantener temperatura adecuada.
			◆	-	Relación Media: El coeficiente de materiales ayuda parcialmente a mantener la temperatura adecuada.
			▪	-	Relación Baja: No mantiene el coeficiente en materiales adecuado.
		Techos Jardín	•	-	Relación Directa: El uso de esta estrategia ayuda a obtener el nivel de temperatura adecuado.
			◆	-	Relación Media: El uso de esta estrategia ayuda parcialmente a obtener el nivel de temperatura adecuado.
			▪	-	Relación Baja: El uso de esta estrategia no ayuda a obtener el nivel de temperatura adecuado.
		Vidrio Doble	•	-	Relación Directa: Esta estrategia no permite generar pérdidas en la envolvente térmica manteniendo la temperatura indicada.
			◆	-	Relación Media: El uso de esta estrategia ayuda parcialmente a generar pérdidas en la envolvente térmica y así varía la temperatura.
			▪	-	Relación Baja: El mal uso de esta estrategia genera pérdidas en la envolvente térmica perjudicando los rangos de temperatura.
Inercia Térmica	Densidad	•	-	Relación Directa: El coeficiente de densidad de materiales ayuda a mantener temperatura y humedad adecuada.	
		◆	-	Relación Media: El coeficiente de densidad ayuda parcialmente a mantener temperatura adecuada.	
		▪	-	Relación Baja: No mantiene el coeficiente en materiales adecuado.	
	Calor Específico	•	-	Relación Directa: El coeficiente de calor específico de materiales ayuda a mantener la temperatura y humedad adecuada.	
		◆	-	Relación Media: El coeficiente de CE ayuda parcialmente a mantener temperatura adecuada.	
		▪	-	Relación Baja: No mantiene el coeficiente en materiales adecuado.	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 31: Matriz Resumen - Relación de Variables

Variable Dependiente				CONFORT AMBIENTAL		
				Confort Térmico		Confort Lumínico
				Temperatura	Humedad	Iluminación Natural
Variable Independiente						
PRINCIPIOS DE UNA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA	Soluciones Tecnológicas	Criterios de Diseño	Forma	●	●	●
			Orientación	●	●	●
		Estrategias de Calefacción Pasiva	Captación Solar Directa	●	●	■
			Captación Solar Indirecta	●	●	■
		Estrategias de Refrigeración Pasiva	Protección Solar	●	●	●
			Ventilación Natural	●	●	◆
		Estrategias de Iluminación Pasiva	Iluminación Lateral	■	■	●
			Iluminación Cenital	■	■	●
			Acristalamiento	◆	◆	●
			Geometría de Vano	■	■	●
	Envolvente Térmica	Aislamiento Térmico	Conductividad Térmica	●	●	■
			Techos Jardín	●	●	■
			Vidrio Doble	●	◆	■
		Inercia Térmica	Densidad	●	●	■
	Calor Específico		●	●	■	

Fuente: Elaboración Propia

Legenda: ● (Relación Directa) ◆ (Relación Media) ■ (Relación Baja)

4.2 Discusión de Resultados

Los tres casos estudiados tienen como premisa el diseño de un proyecto arquitectónico bioclimático, por lo que se ha analizado en primera instancia los principios de una arquitectura bioclimática, teniendo en cuenta la dimensión del clima con sus respectivos factores, estos son temperatura, movimiento del aire, radiación solar, precipitaciones los cuales pertenecen a una zona clima específica. Los datos climáticos, también son necesarios para el desarrollo del ábaco psicrométrico de Givoni, el cual es un método eficaz que permite identificar las estrategias bioclimáticas para alcanzar el confort ambiental, térmico y lumínico en base a una arquitectura bioclimática; de acuerdo a la zona clima de cada emplazamiento.

4.2.1. Discusión Resultados Objetivo 01: Principios de una Arquitectura Bioclimática.

El primer objetivo de la investigación hace referencia a la variable 01, Principios de una Arquitectura Bioclimática, la cual establece que existen diferentes parámetros y/o estrategias de diseño bioclimático; en los casos analizados se obtuvo como resultados que:

- En la dimensión Clima, los tres casos tomaron en cuenta su zona clima respectivo analizando cada una de las características como la temperatura, movimiento de aire y radiación solar; las cuales ayudaron a identificar que estrategias son necesarias para aplicarlas en cada proyecto arquitectónico.
- La segunda dimensión, soluciones tecnológicas, en primer lugar se analizó los criterios de diseño; la forma en los tres casos son bloques regulares rectangulares, la fachada principal para el caso 01 y 02 se orientó hacia al norte; sin embargo al tener colindantes crea un obstáculo y el caso 03 el bloque de aulas y bibliotecas se orientó al noreste o noroeste; pero la fachada principal del bloque netamente de aulas si se orientó al norte. En cuanto a estrategias de calefacción los tres casos aplicaron sistemas de captación solar directa e indirecta; sin embargo para el caso 02 no se aplicó de manera correcta por lo que no es suficiente en época de invierno; para refrigeración los casos 01 y 02 no se obtuvieron resultados óptimos por el uso erróneo de los elementos de protección solar; sin embargo se obtuvo refrigeración por medio de la ventilación natural y ventilación cruzada, para el caso 03 si se aplicaron de manera adecuada estas estrategias obteniendo los ambientes cálidos en época de verano y abrigados en invierno; en cuanto a estrategias de iluminación natural el caso 01 solo existe captación de luz de forma lateral con un tipo de acristalamiento de vidrio doble el cual no permite el ingreso total de la luz además, de geometría de los vanos no tienen la proporción adecuada (l/h); en los casos 02 y 03 el tipo de acristalamiento es vidrio solarban el cual permite el ingreso sin obstrucciones de luz sin perjudicar la temperatura del ambiente, la geometría de vanos está en la proporción adecuada $2/1$ o $2/1.5$ (l/h) y se complementa, solo en el caso 03, con iluminación cenital.
- La dimensión envolvente térmica, para los casos 01, 02 y 03 aplica aislamiento térmico utilizando materiales con un rango de conductividad térmica menor a 0.40 w/mk ; por otro lado, solo los casos 01 y 03 aplican la estrategia de vidrio doble la cual es muy eficaz y los casos 02 y 03 utilizan el techo jardín como complemento para el aislamiento térmico. En cuanto a inercia térmica, los tres casos cumplen con los rangos de coeficiente óptimos para densidad con un promedio de 2000 kg/m^3 y para el calor específico con un promedio de $400 \text{ j/kg}^\circ\text{C}$; esto quiere decir que están en un rango de coeficiente óptimo.

4.2.2. Discusión Resultados Objetivo 02: Confort Ambiental (Confort Térmico y Lumínico)

Por otro lado, en cuanto al segundo objetivo que hace mención a la variable 02, Confort ambiental se obtuvo como resultados que:

- En cuanto a confort térmico los tres casos lo han obtenido; sin embargo, los casos 01 y 03 son los que han alcanzado el óptimo rango de temperatura el cual oscila entre 20°C a 24°C (Olgay, 1963) en los diferentes ambientes analizados; esto quiere decir que ambos casos se encuentran con un promedio de temperatura interior en todos los ambientes educativos de 22°C y para humedad en un rango porcentual entre 55% a 65% durante todo el año tal y como indica el ábaco psicrométrico de Givoni (Givoni, 1969) y la carta bioclimática de Olgay (Olgay, 1963); para el caso 02 en los meses de septiembre y octubre no alcanzan el nivel óptimo de temperatura interior por lo cual su promedio disminuye a 20°C y está en el límite de la zona de confort térmico. (Ver Tabla 26, 27 y 28).
- Para el confort lumínico, los tres casos tienen como premisa aplican el uso de iluminación natural obteniendo así como resultado que el caso 01 no llega a la zona de confort la cual oscila entre 300 lux a 500 lux (Fuentes, 2010) según teoría internacional, solo llegan a 200 lux lo cual equivale a un 40% de iluminación óptima en los ambientes educativos ; para el caso 02, se logra obtener 385 lux de promedio entre ambientes educativos, halls y oficinas lo cual equivale a un 77%; sin embargo cabe resaltar que solo los ambientes educativos poseen un promedio de 95% o 450 lux, en cambio es los ambientes administrativos la iluminancia está en un promedio de 58%, esto quiere decir que llega máximo a los 290 lux. Finalmente, el caso 03, es el mejor ejemplo en cuanto a confort lumínico debido a que todos los ambientes educativos alcanzan los niveles de iluminación requeridos con un promedio de 98% lo cual indica 500 lux. (Ver Tabla 26, 27 y 28).

4.2.3. Discusión Resultados Objetivo 03: Contraste Variable 01 y 02

- Los tres casos respecto han aplicado soluciones tecnológicas que involucran criterios de diseño, estrategias de calefacción pasiva, refrigeración pasiva e iluminación natural están relacionadas tanto para el confort térmico como lumínico. Para el confort térmico los casos 01 y 03 son los más certeros con la aplicación adecuada de criterios de diseño, estrategias de calefacción y refrigeración pasiva llegando al rango de temperatura entre 20°C y 24°C y humedad entre 56% y 65% durante todo el año, en cambio el caso 02 en algunas épocas del año no llega a la zona de confort térmica requerida. Por otro lado, en cuanto estrategias de iluminación natural, el caso 01 solo obtiene por medio de iluminación lateral lo cual no alcanza el nivel de confort requerido (350 lux a 500 lux) lo que corresponde a un 40%, en cambio el caso 02 obtuvo un 77% a pesar de que su fuente de luz es solo lateral se apoya con el uso de materiales y geometría adecuada de las ventanas; finalmente, el caso 03

complementa su fuente de ingreso de luz lateral con la cenital y el uso adecuado de materiales, vidrio solarban que tiene como propiedad el ingreso de luz directo, por eso se obtiene el 98% del confort en todos los ambientes educativos.

- En cuanto envolvente térmica, que corresponde a aislamiento térmico e inercia térmica, está relacionada solo con el confort térmico; por ello, los casos 01 y 03 han logrado obtener un buen promedio en inercia térmica a través de las propiedades de densidad y calor específico de los materiales utilizados en los proyectos arquitectónicos; lo que no ocurre con el caso 02 por lo que es necesario reforzar; sin embargo, en cuanto aislamiento térmico los tres casos han logrado el promedio óptimo a través de la aplicación de estrategias como el adecuado coeficiente promedio de conductividad térmica que debe ser menor a 0.40 w/mk, el uso de vidrio doble, el techo jardín solo para el caso 02 y 03.

Finalmente, en general el que obtuvo mayor confort térmico y lumínico con porcentajes de 67% y 100% respectivamente (Ver Figura 17), es el caso 03 'Marin Country Day School'; debido a que aplicó las estrategias y parámetros de diseño que corresponden a los principios de una arquitectura bioclimática los cuales son el clima, las soluciones tecnológicas y la envolvente térmica.

4.3 Lineamientos del diseño

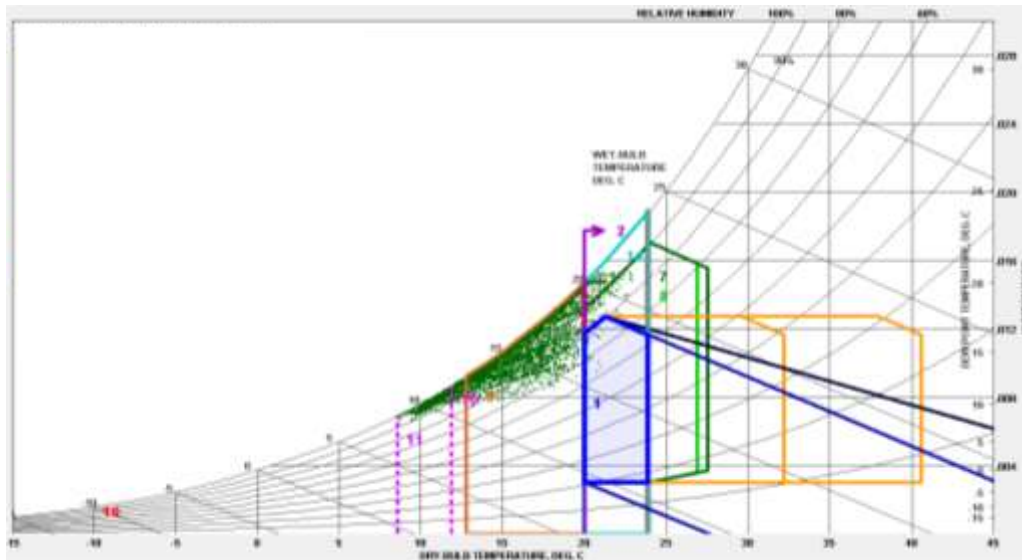
Al observar los resultados de los tres casos analizados (Ver Anexo 07, 08 y 09) y comprobados por medio del software ArchiWizard (Ver Anexo 10, 11 y 12); se obtuvo que, para iniciar el diseño de un proyecto arquitectónico bioclimático, en primer lugar se debe realizar un análisis climático (Ver Tabla 33) para identificar la zona clima e introducir los datos en el ábaco psicrométrico de Givoni (Ver Figura 18, Tabla 32).

Tabla 32: Lineamientos de Diseño – Clima Provincia de Cajamarca

VARIABLE 01			
Principios de una Arquitectura Bioclimática			
Clima		Lineamientos de Diseño	
Zona Clima	Latitud	7° 09' 52" S	
	Longitud	73° 30' 28" O	
	Altura (m.s.n.m)	2 755 m.s.n.m.	
Temperatura	Temperatura exterior	Promedio anual T° máxima: 21.5°C Promedio anual T° mínimo: 5.4°C	
Movimiento de Aire	Velocidad del aire	Promedio anual: 8m/s	
Radiación Solar	Intensidad Solar	5.5 kW/hm ²	
	Horas de sol	Promedio anual: 5.3 horas	
Precipitaciones	Precipitaciones	Promedio anual: 800 a 2 500mm	

Fuente: Elaboración Propia

Figura 18: Resultados Ábaco Psicrométrico de Givoni – Provincia de Cajamarca



Fuente: Climate Consultant

Leyenda: 1. Zona de Confort. 2. Protección Solar. 7. Ventilación Natural. 8. Ventilación Forzada. 9. Ganancia Interna. 10. Ganancia Solar Pasiva Alta Masa. 11. Ganancia Solar Pasiva Baja Masa. 14. Deshumidificación.

Tabla 33: Resultados Ábaco Psicrométrico de Givoni – Provincia de Cajamarca

Ábaco Psicrométrico de Givoni – Provincia de Cajamarca			
Zona de Confort	Dimensión	Subdimensión Estrategias Bioclimáticas	Lineamiento de Diseño
28 horas de 8760 horas	Soluciones Tecnológicas	Estrategias de Calefacción Pasiva – Verano e Invierno	65.7%
		Estrategias de Refrigeración Pasiva - Verano e Invierno	6.6%
	Envolvente Térmica	Aislamiento Térmico	32.3%
		Estrategias de Aislamiento Térmico	
		Inercia Térmica	33.4%

Fuente: Elaboración Propia

Por lo tanto, los lineamientos de diseño se basan en tres resultados obtenidos en toda la investigación: el primero, en el análisis climático de la zona de emplazamiento del proyecto, zona mesoandino; el segundo, en el resultado de estrategias bioclimáticas del ábaco psicrométrico de Givoni y el tercer resultado en base a los casos estudiados basados en los principios de una arquitectura bioclimática; además se tuvo en cuenta la normatividad correspondiente del RNE (EM. 110) y del MINEDU (Diseño de Locales Educativos Básico Especial). Todos estos criterios han sido tomados en cuenta para el proceso del diseño arquitectónico de un CEBE en la provincia de Cajamarca y así obtener el confort ambiental, térmico y lumínico (Ver Tabla 34 y 35).

Tabla 34: Lineamiento de Diseño – Confort Térmico

VARIABLE 01			VARIABLE 02	
PRINCIPIOS DE UNA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA			CONFORT AMBIENTAL	
Soluciones Tecnológicas		Lineamientos de Diseño	Confort Térmico y Lumínico	
Criterios de Diseño	Orientación	Norte.	Confort Térmico	
	Forma	Rectangular.		
Estrategias de Calefacción Pasiva	Captación Solar Directa	Ventanas.		
	Captación Solar Indirecta	A través de muros.		
A través de techos.				
Estrategias de Refrigeración Pasiva	Ventilación Natural	Renovación de aire.		
	Protección Solar	Uso de elementos fijos: Aleros, vegetación y celosías.		
		Uso de elementos móviles: Persianas de madera con sistema corredizo.		
ENVOLVENTE TÉRMICA		LINEAMIENTOS DE DISEÑO		CONFORT TÉRMICO Y LUMÍNICO
Aislamiento Térmico	Conductividad Térmica Materiales	Coefficiente promedio de: 1.00 a 2.00 w/mk		Confort Térmico
Estrategias de Aislamiento Térmico	Techo Jardín	No es necesario.		
	Vidrio Doble	Uso de vidrio doble.		
Inercia Térmica	Densidad de Materiales	Coefficiente promedio de: 1000 a 2500 kg/m ³ .		
	Calor Específico de Materiales	Coefficiente promedio de: 500 a 100 Cp.		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35: Lineamiento de Diseño – Confort Lumínico

Variable 01			Variable 02
Principios de una Arquitectura Bioclimática			Confort Ambiental
Soluciones Tecnológicas		Lineamientos de Diseño	Confort Térmico y Lumínico
Criterios de Diseño	Orientación	Norte.	Confort Lumínico
	Forma	Rectangular.	
Estrategias de Iluminación Natural	Lateral	Ventanas.	
	Cenital	Claraboyas.	
		Lucernarios.	
	Acristalamiento	Baja emisividad y control solar.	
	Geometría de vanos	Proporción 1.5x / x.	

Fuente: Elaboración Propia

CAPÍTULO 5. PROPUESTA ARQUITECTÓNICA

5.1 Dimensionamiento y envergadura

5.1.1. Perfil del Usuario

El Centro Educativo Básico Especial, tiene como usuario a niños y niñas recién nacidos hasta los catorce años que presentan discapacidad severa o multidiscapacidad; esto quiere decir que poseen dificultades tanto físicas, de aprendizaje como sociales, según los alcances generales de la norma vigente del Ministerio de Educación “Criterios Normativos para el Diseño de Locales de Educación Básica Regular Niveles de Inicial, Primaria, Secundaria y Especial”; por lo tanto, es esencial que este tipo de equipamiento cuenten con infraestructura adecuada, calidad espacial y espacios confortables debido a las necesidades específicas que presenta este tipo de usuario al ser más vulnerables ante factores externos e internos de la edificación.

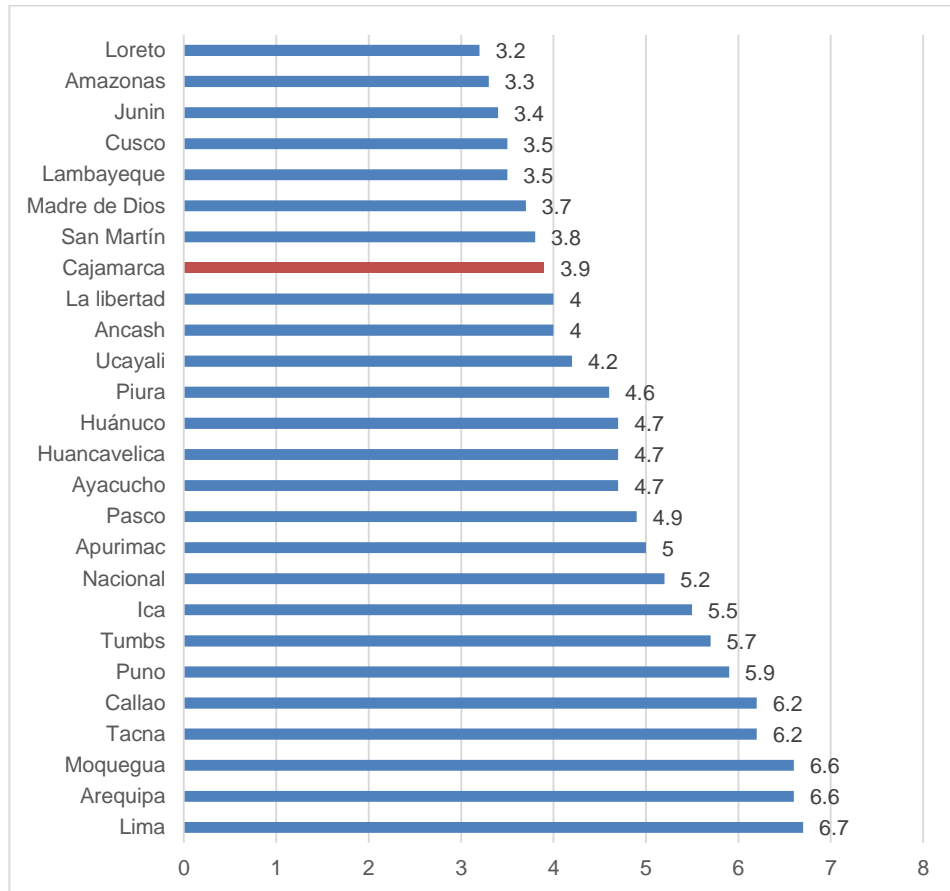
Tabla 36: Perfil del Usuario

CENTRO EDUCATIVO BÁSICO ESPECIAL	
Procedencia	Provincia de Cajamarca
Tipo de población	Urbana / Rural
Tipo de Centro Educativo	Público
Sexo	Hombres y Mujeres
Edad	De 0 a 14 años
Condición Socioeconómica	B hasta D
Tipo de Discapacidades	Retraso Mental
	Deficiencia Auditiva y Lenguaje
	Impedimento Físico
	Desajustes de conducta social y trastornos emocionales de personalidad

Fuente: Elaboración Propia

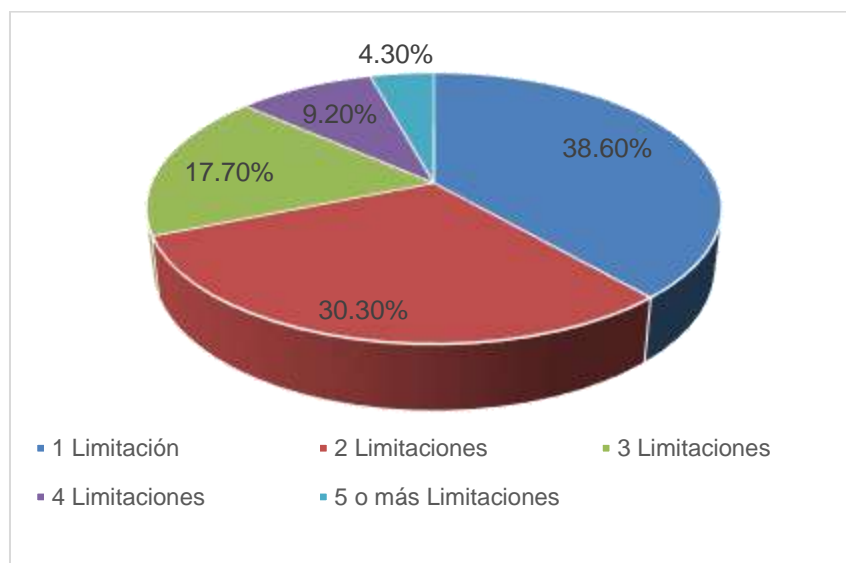
En el Perú existen 1 575 402 personas que presentan algún tipo de discapacidad ya sea leve, severa o multidiscapacidad; este número corresponde al 5.2% de la población a nivel nacional. Por otro lado, Cajamarca como departamento tiene 59 878 personas que presentan algún tipo de discapacidad, este número corresponde al 3.9% de la población a nivel nacional (Ver Figura 19), este porcentaje incluye a personas que poseen desde una limitación hasta más de cinco limitaciones; esto quiere decir, que no solo presentan un tipo de discapacidad lo cual si tiene más de dos limitaciones se convierte en una multidiscapacidad (Ver Figura 20).

Figura 19: Porcentaje de Población por Departamento con Discapacidad (INEI-2012)



Fuente: Perú. Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013) Primera encuesta nacional especializada sobre discapacidad.

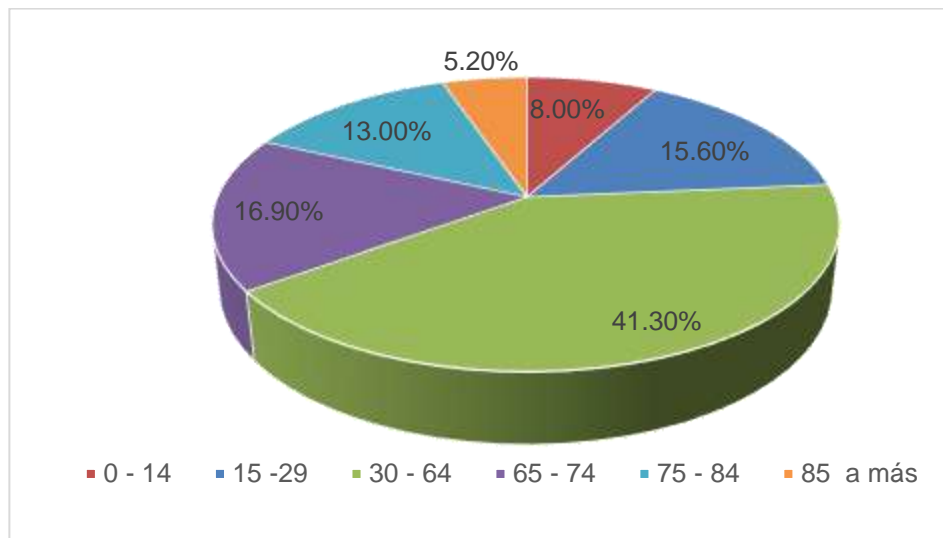
Figura 20: Porcentaje de Población por Cantidad de Limitaciones – (Conadis-2012)



Fuente: Perú. Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013) Primera encuesta nacional especializada sobre discapacidad.

Finalmente, el grupo étnico de estudio, niños de 0 a 14 años, corresponde al 11% de la población total del departamento de Cajamarca; del cual solo el 8% es de la provincia de Cajamarca.

Figura 21: Personas con discapacidad por edades en la provincia de Cajamarca



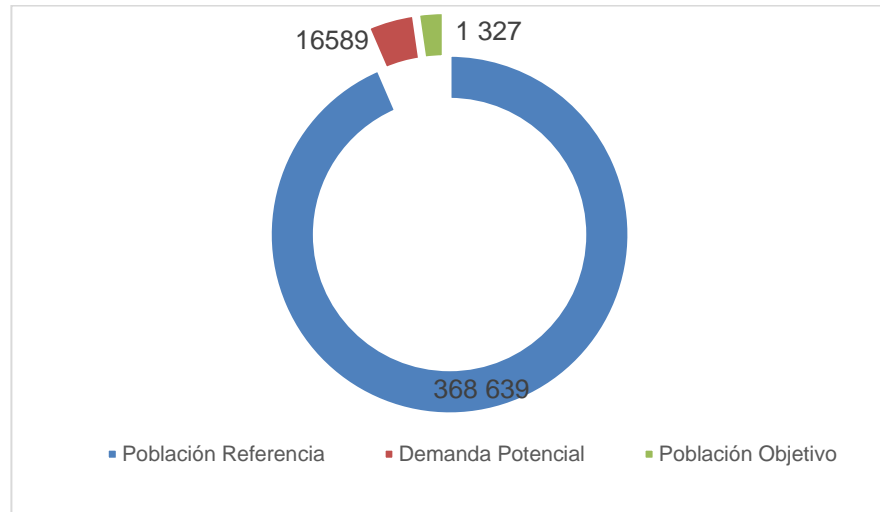
Fuente: Perú. Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013) Primera encuesta nacional especializada sobre discapacidad.

5.1.2. Demanda

El proyecto de investigación servirá y beneficiará a toda la población de la provincia de Cajamarca debido a que ésta es el área de estudio; es por ello, que se analizarán los datos estadísticos de población, salud y educación adquiridos del INEI (Instituto Nacional de Estadística e Informática).

Estos datos nos indican que la población de la provincia de Cajamarca es de 368 639 habitantes; de los cuales el 4.5% son personas que presentan algún tipo de discapacidad ya sea leve, severa o multidiscapacidad; este porcentaje corresponde a 16 589 habitantes; de los cuales el 8% es la población objetivo, se refiere al grupo étnico de niños entre 0 a 14 años que presentan algún tipo de discapacidad severa o multidiscapacidad que son 1327 niños (Ver Figura 22).

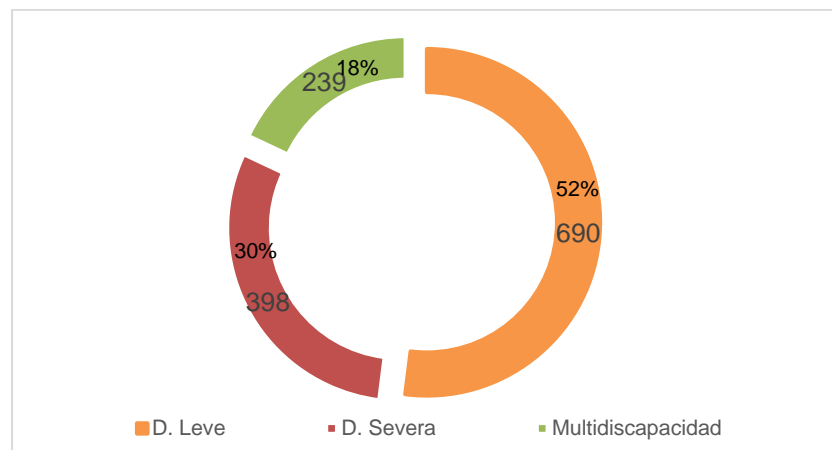
Figura 22: Relación de población referencia y demanda potencial.



Fuente: Elaboración Propia basado en: Perú. Instituto Nacional de Informática y Estadística. (2012). Primera Encuesta Nacional Especializada sobre Discapacidad

Por otro lado, dentro de nuestra población objetivo que corresponde a 1 327 niños entre 0 y 14 años; el 18% de esta población que son 239 niños presenta multidiscapacidad y el 30% son niños que tienen discapacidad severa el cual corresponde a 398 niños.

Figura 23: Población Objetivo



Fuente: Elaboración Propia

5.1.3. Oferta

En la actualidad en el departamento de Cajamarca cuenta con 18 centros educativos básico especial; de los cuales solo dos de este tipo de instituciones educativas se encuentran en la provincia de Cajamarca. Sin embargo, esto no alcanza para satisfacer la necesidad de la población; además no toda la población tiene conocimiento acerca de este

tipo de instituciones educativas, así lo corroboran los datos estadísticos, los cuales nos dicen que:

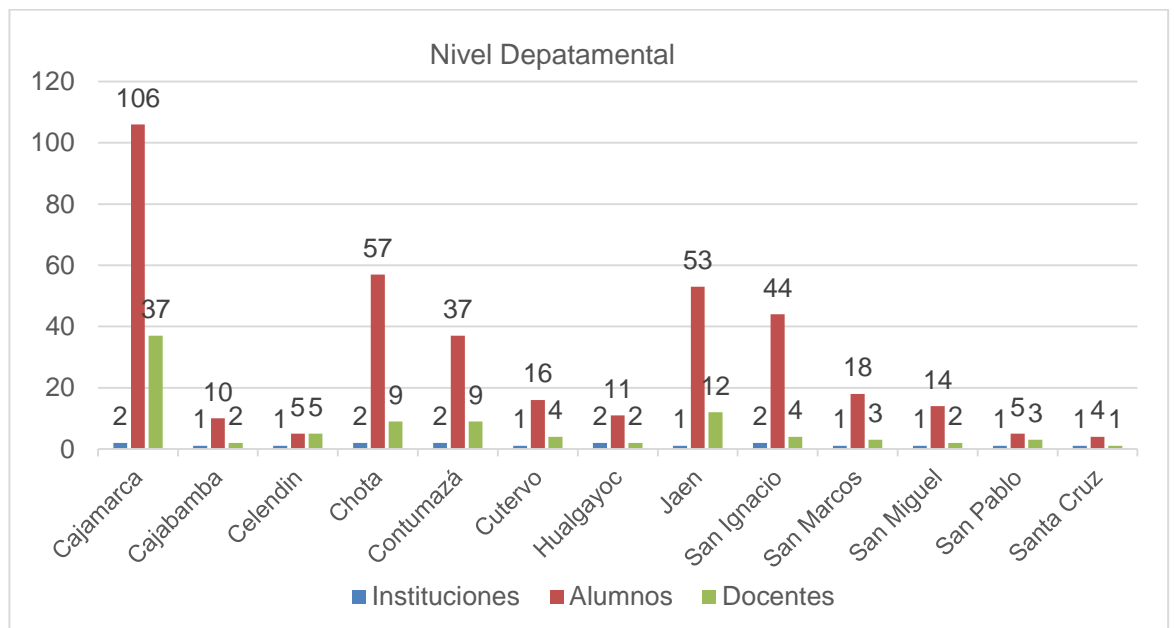
Tabla 37: Porcentaje de niños por edades que asisten a un Centro Educativo

Observación \ Edad	Edad		
	3- 5 Años	6 - 11 Años	12 - 17 Años
Si asiste	37.0%	63.1%	50.8%
No Asiste	62.8%	36.9%	49.2%

Fuente: Perú. Instituto Nacional de Informática y Estadística. (2012).
Primera Encuesta Nacional Especializada sobre Discapacidad

A nivel departamental el máximo número de instituciones educativas que se tiene es de dos en las provincias de Cajamarca, Chota, Hualgayoc y San Ignacio; de las cuales Cajamarca atiende a mayor número de niños con algún tipo de discapacidad, tal como se muestra en el siguiente gráfico:

Figura 24: Número de instituciones, docentes y alumnos por provincia



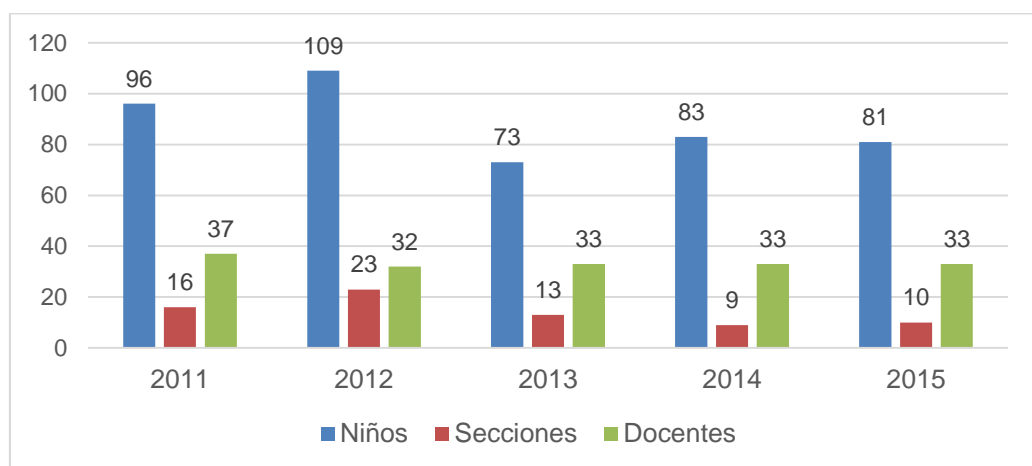
Fuente: Perú. Ministerio de Educación. (2016). Centros Educativos Básico Especial.

Sin embargo, dentro de la provincia de Cajamarca existe un solo centro educativo llamado Centro Educativo Básico Especial, ubicado en el sector 9 de la ciudad; a este equipamiento lo complementa un PRITE (Programa de Intervención Temprana) que se encuentra ubicado en el distrito de Baños del Inca, el cual se llama Divina Misericordia y atiende a niños hasta los 5 años de edad. A pesar de que existen estos dos equipamientos no se abastecen para todos los niños que necesitan este tipo de

educación; además que no cuentan con la infraestructura adecuada para el desarrollo de las diferentes actividades del usuario.

- Centro Educativo Básico Especial (Ugel – Cajamarca)
 - Dirección: Jr. Cumbe Mayo #390
 - Distrito: Cajamarca
 - Provincia: Cajamarca
 - Departamento: Cajamarca

Figura 25: Número de docentes y alumnos del CEBE – (MINEDU - 2016)



Fuente: Perú. Ministerio de Educación. (2016). Centros Educativos Básico Especial.

Tabla 38: Número de alumnos por tipo de discapacidad – (MINEDU)

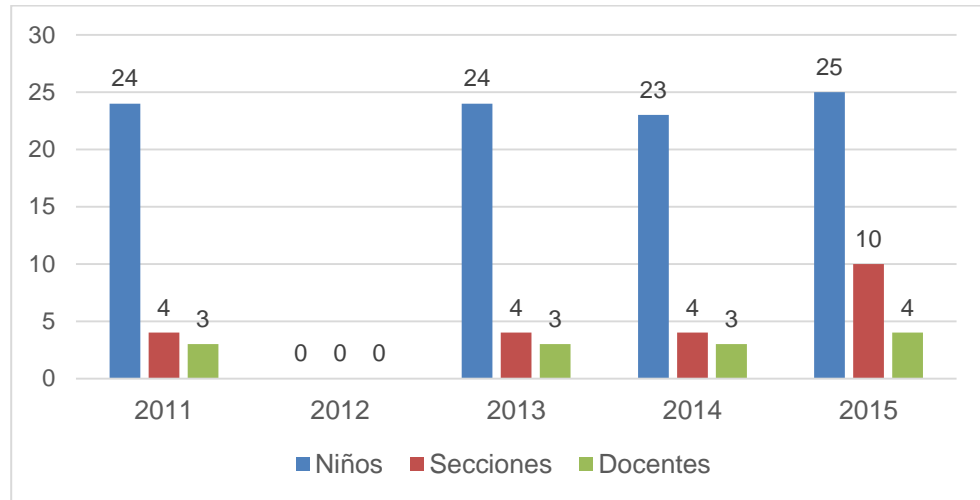
Nivel	Total		Intelec.		Auditiva		Baja Visión		Ceguera		Sordo-Ceguera		Motora		Autismo		Otros	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
N°	45	36	28	25	1	0	0	1	0	0	0	0	10	8	0	0	6	2

Fuente: Perú. Ministerio de Educación. (2016). Centros Educativos Básico Especial.

En este centro educativo se ha mantenido el número de docentes, el número de aulas ha disminuido a pesar de que el número de alumnos ha ido aumentando en los últimos años; y predominan más los niños que tienen alguna discapacidad intelectual.

- Prite Divina Misericordia (Ugel – Cajamarca)
 - Dirección: Prolog. Pachacútec #226
 - Distrito: Baños del Inca
 - Provincia: Cajamarca
 - Departamento: Cajamarca

Figura 26: Número de docentes y alumnos del PRITE – (MINEDU)



Fuente: Perú. Ministerio de Educación. (2016). Centros Educativos Básico Especial.

Tabla 39: Número de alumnos por tipo de discapacidad – (MINEDU)

Nivel	Total		Intelec.		Auditiva		Baja Visión		Ceguera		Sordo-Ceguera		Motora		Autismo		Otros	
	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M	H	M
N°	13	12	4	7	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	7	3

Fuente: Perú. Ministerio de Educación. (2016). Centros Educativos Básico Especial.

En este centro educativo se ha mantenido el número de docentes y la capacidad de niños, afortunadamente el último año el número de aulas ha aumentado; también el mayor porcentaje de alumnos tiene problemas intelectuales, de ahí le sigue baja visión y motora.

1.1.4. Brecha

La población a la cual se servirá y beneficiará con este equipamiento sería de 637 niños que presentan discapacidad severa son 398 niños y multidiscapacidad son 239 niños; pero, actualmente en los dos centros educativos existentes en la provincia de Cajamarca atienden a 106 niños; lo cual nos queda una población objetivo efectiva de 531 niños los cuales necesitan de un equipamiento educativo para desarrollar su aprendizaje.

-**Total de niños con discapacidad severa y multidiscapacidad:** 637 niños.

-**Población atendida:** 106 niños.

POBLACIÓN OBJETIVO: 531 NIÑOS.

5.2 Programa arquitectónico

Para la elaboración del programa arquitectónico, en primera instancia se tuvo en cuenta el tipo de CEBE se diseñará y el aforo de acuerdo a la norma del Ministerio de Educación para un (CEBE) Centro Educativo Básico Especial; este reglamento nos indica que existen cinco tipos de CEBE los cuales han sido divididos de acuerdo al tipo de discapacidad que tiene el usuario; en este caso se atenderán a niños con multidiscapacidad y discapacidad severa lo que corresponde a un CEBE de tipo 4 y 5 atendiendo a un total de 238 niños (Ver Tabla 40). A partir de este aforo de niños y según los casos analizados se elaboró el programa arquitectónico; se procedió a escoger las zonas del proyecto, después de tener claras la zonas a desarrollar se identificaron los diferentes ambientes que debe tener un CEBE bajo parámetros normativos y según los casos analizados.

Tabla 40: Tipologías de Centro Educativo Básico Especial

Tipo de CEBE	Tipo de Excepcionalidad	Capacidad	Espacios Educativos					Total de Espacios	Observaciones
			Est. Temprana	Aula Inicial	Aula Primaria	Taller Orientación Ocupac	Total		
CEBE 1	Retardo Mental	82 al.	2	4	8	4	-	18	
CEBE 2	Problemas Auditivo y Lenguaje	106 al.	2	4	12	-	-	18	
CEBE 3	Ciegos	106 al.	2	4	12	-	-	18	Siempre en planta física independiente
CEBE 4	Retardo Mental y Problemas de Lenguaje	178 al.	2	8	20	4	-	34	Atiende dos tipos de excepcionalidad con una sola administración.
CEBE 5	Educación Ocupacional	60 al.	-	-	-	-	10	10	Atiende en talleres de producción para permitir su colocación laboral selectiva.

Fuente: Perú. Ministerio de Educación (2006). Normas Técnicas Para El Diseño De Locales De Educación Básica Especial Programas De Intervención.

Por lo tanto, según la normativa del Ministerio de Educación (2006) en cuanto al aforo de niños, se consideró entre 6 a 8 alumnos por ambientes de uso continuo en el centro educativo; esto quiere decir que dentro de un CEBE tipo 4 y 5 se tendrá un total de 238 alumnos. (Ver Tabla 41). (Ver Anexo 13)

Tabla 41: Aforo niños

Ambientes Educativos	Aforo Niños
Inicial	60
Primaria	72
Estimulación Temprana	25
Actividades de la vida diaria	15
Orientación Ocupacional	30
Estimulación Multisensorial	36
Total	238

Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, se comparó zonificación de casos y según normativa del MINEDU (Ver Tabla 43) se identificaron cinco zonas: administrativa, educativa, complementaria, recreativa y de servicios generales; las cuales agrupan a todos los ambientes básicos de un Centro Educativo Básico Especial; sin embargo, se agregaron ambientes que según los casos son importantes para el usuario así complementando el diseño arquitectónico.

Las cinco zonas que están en el programa arquitectónico están divididas por ambientes, sub ambientes y el aforo total se calculó de acuerdo al aforo del personal que trabaja de forma permanente, el aforo mínimo de niños (Ver Tabla 42) y el aforo de visita; es así como se obtuvo el área mínima de cada ambiente, además de ser complementada y/o verificada por el reglamento respectivo. Por cada zona, aparte de calcular el área total techada y libre se añadió el 25% de área de circulación y muros tal como lo indica el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE). El área total del proyecto es de 6 902.35 m² de los cuales 5 270.35 m² corresponden al área construida y 1 632 m² a un área sin techar que abarca los ingresos, patios, jardines y áreas de lectura al aire libre; además se puede identificar que la zona con mayor área es la zona educativa con un 64.17% del total del proyecto y le sigue el área recreativa 18.96%. (Ver Anexo 13)

Tabla 42: Prototipo de Centros Educativo Básico Especial

Ambiente	Área útil m ²	Prototipo de CEBES					Características Específicas	Otras Características
		CEBE 1	CEBE 2	CEBE 3	CEBE 4	CEBE 5		
Sala de estimulación temprana	40	2	2	2	2	-	Con SS.HH.*	Todos los ambientes educativos con buena iluminación y ventilación naturales. Las orientaciones de las aulas serán de preferencia al este, con ventanas altas que abran al norte y bajas que abran al
Sala de estimulación multisensorial	40	2	2	2	2	-	Con SS.HH.*	
Aula nivel inicial	20	4	4	4	8	-	Con SS.HH.*	
Aula nivel primario	20	8	12	12	20	-	Con SS.HH anexo.	
Sala de terapia física	60	1	1	1	2		Ducha, lavabo.	

Aula actividad de la vida diaria	40	2	2	2	2	-	Mobiliario variado.	<p>sur. Estas podrán variar al SE en valles profundos, o inclusive al sur y abrir al este.</p> <p>Altura mínima de ambientes 3.25m. Según la temperatura del lugar podrá variar entre 3m (climas fríos) y 4m (climas cálidos).</p> <p>Cada aula incluye el pasaje de ingreso, de preferencia techado y hacia el sur.</p> <p>En climas lluviosos el pasaje de ingreso será necesariamente techado, de ancho mínimo 3m.</p> <p>Los grados menores necesariamente se desarrollan en primer piso.</p> <p>El huerto es el complementario a los ambientes académicos.</p> <p>*Veces que se multiplica el área mínima.</p>
Taller de orientación, educación ocupacional	40	4	-	-	4	-	Con SS.HH.*	
Taller educación ocupacional	40	-	-	-	-	10	Con SS.HH.*	
Aula de cómputo	20	-	-	3	-	1	En CEBRE.	
Aula exterior	20	6	9	12	15	10	Con lavadero.	
Sala multiusos	80	1	1	1	2	2	Mínimo 50 personas.	
SS.HH niños/as por sexo primaria y minusválidos	10	20	14	14	31	5	Amplio para adultos de ayuda.	
SS.HH niños/as por sexo primaria	6	-	6	6	5	5	Cómodos, de uso individual.	
Sala del equipo SAANEE	15	1	1	2	2	1	Mobiliario básico de oficina.	
Tópico	10	1	1	1	1	1	Con lavabo.	
Comedor	40	1	1	1	1	1	Mínimo 40 niños.	
Cocina	10	1	1	1	1	1	Grande.	
SS.HH para adultos	3	2	2	2	4	2	Anexo a oficinas.	
Dirección	12	1	1	1	1	1	Mobiliario de oficina.	
Secretaría	10	1	1	1	1	1	Mobiliario de oficina.	
Espera	15	1	1	1	1	1	Adultos y niños	
Zona de descanso (2)	100	1	1	1	1	1	Uno con techo parcial y dos con piso blando.	
Patio cancha polideportiva	200	2*	2*	2*	4*	1*	Losa deportiva de 200 m ² mínimo.	
Guardián	10	1	1	1	1	1	-	
Maestranza y limpieza	6	1	1	1	1	1	-	
Casa de fuera/bombas	6	1	1	1	1	1	Si fluido eléctrico y agua inseguros.	
Huerto, jardines	-	Si	Si	Si	Si	Si	Recomendado.	
Atrio ingreso	-	Si	Si	Si	Si	Si	Recomendado.	

Fuente: Perú. Ministerio de Educación (2006). Normas Técnicas Para El Diseño De Locales De Educación Básica Especial Programas De Intervención.

Finalmente, es importante resaltar que este proyecto está enfocado en construir un centro educativo donde el usuario, niños con discapacidad severa y multidiscapacidad, puedan interactuar con su entorno, uno amigable y así puedan ir creciendo con la motivación de interacción con el medio que los rodea; es por ello que una arquitectura bioclimática ayudará a reforzar el lazo entre el usuario y el entorno sin dejar de lado que dentro del mismo proyecto por medio de esta arquitectura sientan confort térmico y lumínico debido a que es importante para su desarrollo y desenvolvimiento en las diferentes actividades que realicen puesto que este usuario es más vulnerable ante factores externos e internos.

5.3 Determinación del terreno

En la provincia de Cajamarca existe un déficit de este tipo de equipamiento (equipamiento educativo básico especial); por lo tanto, no satisface a la población que debe ser atendida. Por ello, siendo la educación un pilar fundamental e importante para el desarrollo de la sociedad, es necesario implementar nuevos centros educativos que ayuden a los niños con discapacidad severa y multidiscapacidad a desenvolverse y reintegrarse a la sociedad sin dificultad alguna. Por otro lado; se debe buscar que el usuario se sienta cómodo en los ambientes y esto se puede lograr a través de una arquitectura bioclimática que es amigable tanto con el entorno como con el usuario.

El terreno es un elemento importante en todo proyecto arquitectónico puesto que es la partida del diseño y más aún en un proyecto de investigación bioclimático en el cual se involucran al clima, las soluciones tecnológicas y la envolvente térmica con sus respectivos componentes. Afortunadamente, el terreno es propiedad de la Dirección Regional de Educación órgano que pertenece al Gobierno Regional de Cajamarca y está destinado para el uso educativo específicamente para la construcción de un Centro Educativo Básico Especial; se encuentra ubicado en el Jr. Miguel Carducci #138 sector 22, denominado Samanacruz, del distrito de Cajamarca el cual es una zona de R3 (Zona Residencial de Densidad Media) rodeado de un C2 (Comercio Vecinal).

5.3.1. Datos Generales

Es importante resaltar las características del terreno como el área de 10 685 m² que abarca un rectángulo regular en una proporción de 1/8 con una sustracción en la esquina inferior izquierda que corresponde a un lote de vivienda, el cual ya está construido.

Tabla 43: Datos Generales Terreno

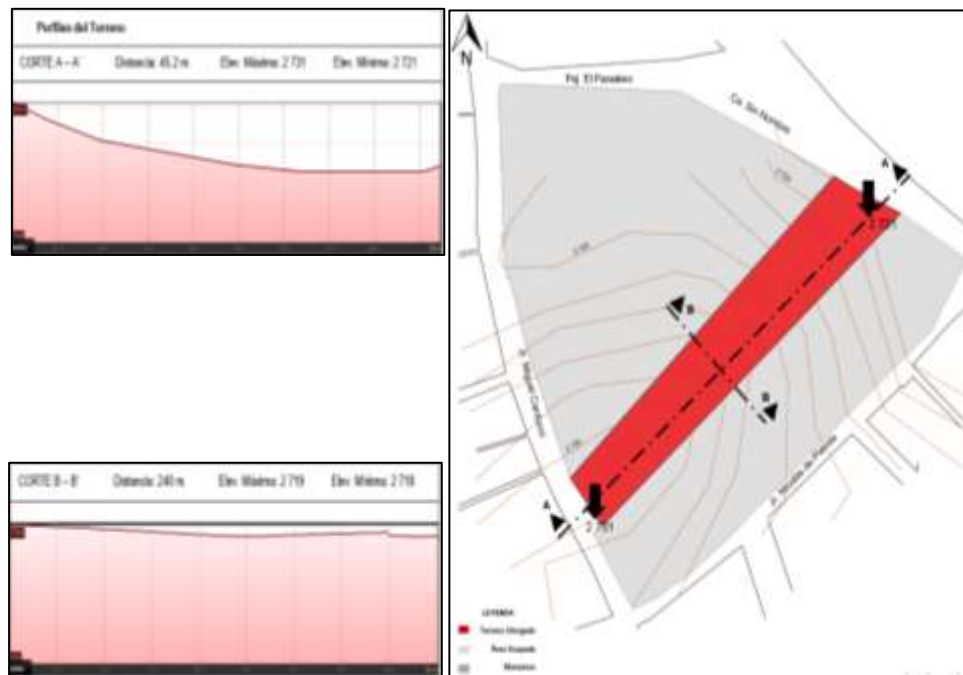
Datos Generales			
Departamento	Provincia		Distrito
Cajamarca	Cajamarca		Cajamarca
Latitud	Longitud	Altura	
7°09'52" S	73°30'28" O	2 755 m.s.n.m.	
Ubicación	Área	Perímetro	
Jr. Miguel Carducci #138	10 685 m ²	554.78 ml	
Medidas			
Lado 1-2: 31.38ml	Lado 2-3: 5.55ml	Lado 3-4: 218.37ml	Lado 4-5: 47.76ml
Lado 5-6: 225.26ml	Lado 6-7: 77.41ml	Lado 7-8: 81.01ml	
Ángulos			
Vértice 1: 81.03°	Vértice 2: 163.85°	Vértice 3: 118.72°	Vértice 4: 103.80°
Vértice 5: 76.19°	Vértice 6: 77.41°	Vértice 7: 81.01°	
Coordenadas UTM			
A: 7°08'35.20" S	B: 7°08' 29.85" S	C: 7°08'30.16" S	D: 7°08'30.55" S

Fuente: Elaboración Propia

5.3.3. Topografía

La topografía del terreno presenta un relieve moderado con una pendiente menor al 10%, propia de la zona de Cajamarca con el punto más alto 2 731 m.s.n.m y el punto más bajo 2 718 m.s.n.m en un corte de manera transversal a lo largo de los 218.37 ml. que tiene el terreno (Ver Figura 29). La forma de la superficie del terreno cuenta con 4 lados distintos caracterizados de una rectangular. Siendo así, un terreno apto según la norma técnica para el diseño de locales educativos de educación especial vigente.

Figura 29: Topografía del Terreno



Fuente: Google Maps 2016

Fuente: Elaboración Propia

5.3.4. Análisis Climático

En cuanto a clima, se analizó de acuerdo a los indicadores de las subdimensiones estudiada en la investigación los cuales son: zona clima, temperatura, movimiento de aire, radiación solar y precipitaciones; por lo tanto, se obtuvo lo siguiente:

Tabla 45: Análisis de Elementos Climáticos

Sub Dimensión		Indicadores	Resultados
Ubicación	Zona Clima: Mesoandina	Latitud	7°09'52" S
		Longitud	73°30'28" O
		Altura (m.s.n.m)	2 755 m.s.n.m.

Promedio Anual	Temperatura Exterior	Máxima	21.5C
		Mínima	5.4°C
	Movimiento de Aire	Velocidad del Aire	08 m/s
	Radiación Solar	Intensidad Solar	5.5 kW/hm ²
		Horas de Sol	5.3 horas
Precipitaciones	Precipitaciones	800 a 2000 mm	

Fuente: Elaboración Propia

5.3.5. Peligros

De acuerdo al Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) nos indica que el terreno designado presenta los siguientes riesgos y vulnerabilidades.

- Fenómeno de Origen Geológico: MODERADO.
- Fenómeno de Inundaciones: CAUSE EROSIONABLE.(Borde del río Mashcón)
- Fenómeno de Origen Geológico - Climático: MEDIO.
- Fenómeno Antrópico: Arrojo Indiscriminado de. Residuos Sólidos.

Figura 30: Mapa de Peligros



Fuente: Perú. Instituto Nacional de Defensa Civil. (2007).

5.3.6. Normatividad

En el ámbito normativo, según las Normas Técnicas Para El Diseño De Locales De Educación Básica Especial Y Programas De Intervención Temprana, los lineamientos generales para la elección del terreno son: la seguridad debido a que es un equipamiento público, brindar comodidad a al usuario, condición de accesibilidad máxima que corresponde a dos ingresos como mínimo, topografía que no debe ser muy accidentada con una pendiente de máximo 8%, un suelo resistente, zona de influencia que debe integrar en local educativo con su entorno urbano y su adecuación a las condiciones bioclimáticas del lugar. Además; debe contar con todos los servicios generales y con factibilidad para una futura expansión.

Esta normativa también indica que el terreno debe garantizar el desarrollo total del programa arquitectónico según la tipología CEBE, incluyendo espacios libres; además de cumplir con requisitos básicos de forma que debe ser preferentemente cuadrangular, trapezoidal o rectangular sin modificar los elementos existentes en el terreno y de índice ocupacional que por niño corresponde a 12 m² sin incluir áreas libres. Además, según la tipología 4 de un CEBE el área suficiente es de 4 200 m² con un área de 5 000 m² para atender a un total de 204 alumnos. (Ver Tabla 46)

Tabla 46: Cuantificación de Terrenos

Tipo de CEBE	Tipo de Excepcionalidad	Capacidad	Espacios Educativos						Población Atendida	Área de terreno	
			Est. Temprana	Aula Inicial	Aula Primaria	Taller Orientación Ocupacional	Taller Ocupacional	Total		Área suficiente	Área ideal
CEBE 1	Retardo Mental	108 al.	2	4	8	4	-	18	30 000	2 800	3 300
CEBE 2	Problemas Auditivo y Lenguaje	108 al.	2	4	12	-	-	18	135 000	2 600	3 300
CEBE 3	Ciegos	108 al.	2	4	12	-	-	18	135 000	2 800	3 300
CEBE 4	Retardo Mental y Problemas de Lenguaje	204 al.	2	8	20	4	-	34	30 000 + 135 000	4 200	5 000
CEBE 5	Educación Ocupacional	60 al.	-	-	-	-	10	10	135 000	2 100	2 500

Fuente: Perú. Ministerio de Educación (2006). Normas Técnicas Para El Diseño De Locales De Educación Básica Especial Programas De Intervención.

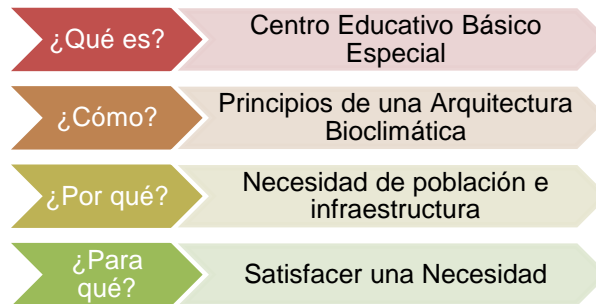
Finalmente, se realizó una matriz resumen de valoración del terreno (Ver Tabla 47), el cual fue designado por la Dirección Regional de Educación, ubicado en el sector 22 de la ciudad de Cajamarca; a través del método 'Likert' donde uno (1) refiere a que no cumple con la normativa, dos (2) cumple con el límite mínimo de la normativa y tres (3) sobrepasa

5.4 Proyecto y Aplicación de Variables

5.4.1. Idea Rectora:

Antes de empezar con el diseño arquitecto del proyecto de investigación se conceptualizó en base a las variables de estudio las cuales son arquitectura bioclimática y confort ambiental (térmico y lumínico).

Figura 31: Conceptualización



Fuente: Elaboración Propia

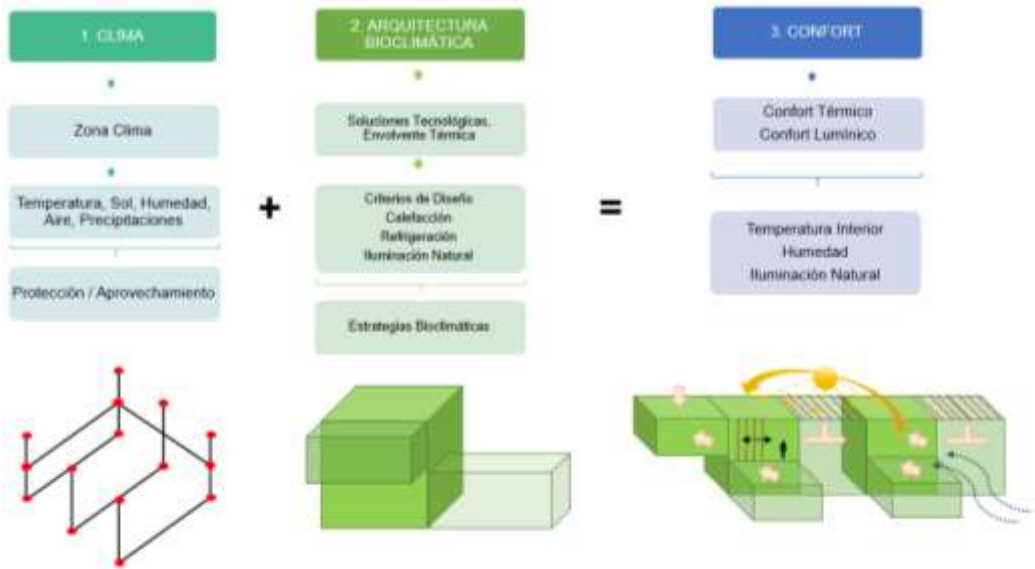
Figura 32: Proceso de Conceptualización



Fuente: Elaboración Propia

Teniendo como idea rectora: “Diseño capaz de integrar estrategias naturales y pasivas en el diseño de un CEBE que sea confortables para el usuario”.

Figura 33: Idea Rectora

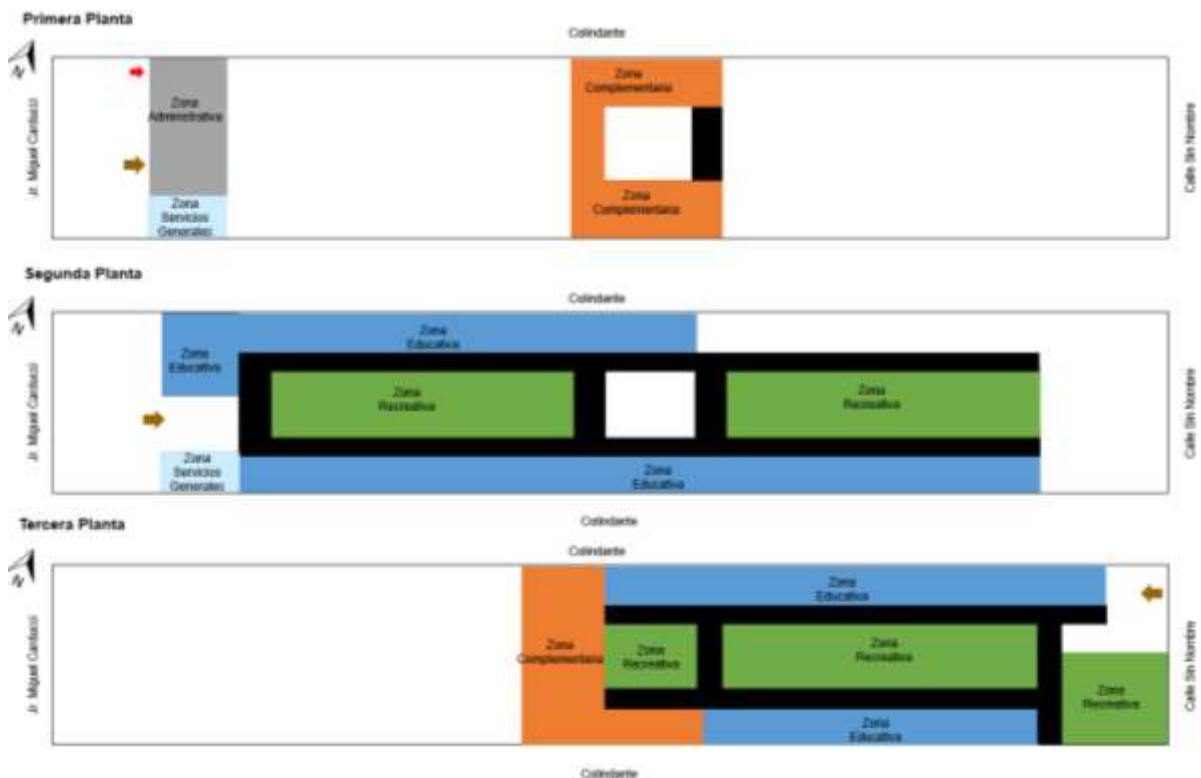


Fuente: Elaboración Propia

5.4.2. Propuesta Arquitectónica:

Para el proceso de diseño de un CEBE se empezó con la zonificación teniendo en cuenta el programa arquitectónico.

Figura 34: Zonificación



Fuente: Elaboración Propia

Posteriormente, una vez realizada la zonificación, se inició con el diseño del proyecto arquitectónico de un CEBE para el cual se tuvo en cuenta los lineamientos de diseño (Ver Capítulo 4), el RNE y la normativa del Ministerio de Educación para el diseño de locales educativos básico especial.

En el proceso de diseño arquitectónico del CEBE se tuvo en cuenta en primer lugar el principio bioclimático del clima el cual incluye a la zona clima de la provincia de Cajamarca, así poder aplicar los principios bioclimáticos los cuales se han considerado en todos los ambientes educativos a excepción de baños y depósitos. En cuanto al principio de soluciones tecnológicas incluye los criterios de diseño, estrategias de calefacción pasiva, refrigeración pasiva e iluminación natural; para el segundo principio, envolvente térmica, se consideró estrategias de aislamiento e inercia térmica: ambos principios ayudarán a obtener el confort ambiental, térmico y lumínico (Ver Figura 35 y 36).

Este proyecto, se divide en tres niveles y un nivel intermedio ubicado en la parte central de todo el proyecto; cuenta con dos accesos, uno hacia el Jr. Miguel Carducci por el cual acceden administrativos y alumnos de nivel inicial con ingresos diferenciados y otro por la Calle “Sin Nombre” por la cual ingresan alumnos del nivel primario y de talleres ocupacionales. En el primer nivel (Ver Figura 37), se encuentra dos bloques, el del lado izquierdo corresponde a la zona administrativa, este bloque está levemente elevado para dar jerarquía y aprovechar la vista del ingreso del nivel primario; el segundo bloque se encuentra a nivel de piso que corresponde a la zona de servicios generales. Llegando hacia el segundo nivel (Ver Figura 38), nos recibe un amplio patio el cual corresponde al nivel inicial y alrededor se ubican las aulas de inicial, salas de estimulación temprana, salas de estimulación multisensorial y sala de terapia ambientes que se rigen bajo el programa arquitectónico, estos ambientes no son convencionales, sino han sido diseñadas bajo principios de una arquitectura bioclimática para poder obtener el confort térmico y lumínico (Ver Tabla 34 y 35); a través dos rampas nos dirigen al tercer nivel o nivel intermedio (Ver Figura 39), en este nivel se encuentran tres salas de cómputo, diez salones de primaria y un amplio hall con vistas hacia los patios y/o zonas de descanso tanto de primaria como de inicial; a partir de este hall por medio escaleras y rampas nos dirige hacia la zona educativa primaria (derecha), a la zona complementaria (izquierda) o a la biblioteca la cual se encuentra en el primer nivel (Ver Figura 37). En el cuarto y último nivel (Ver Figura 40), nos recibe una zona de descanso, alrededor de ella se distribuye el S.U.M y una cafetería completa; por otro lado, tenemos la zona educativa primaria la cual alberga aulas de estudio de la misma tipología de las aulas de inicial, talleres de dibujo y pintura, talleres para actividades de la vida diaria y/o ocupacionales.

Figura 35: Diseño Arquitectónico CEBE aplicando lineamientos de diseño



Fuente: Elaboración Propia

Figura 36: Vistas del Proyecto Arquitectónico

Vista 01: Biblioteca



Vista 02: Patio Primaria



Vista 03: Aulas Primaria



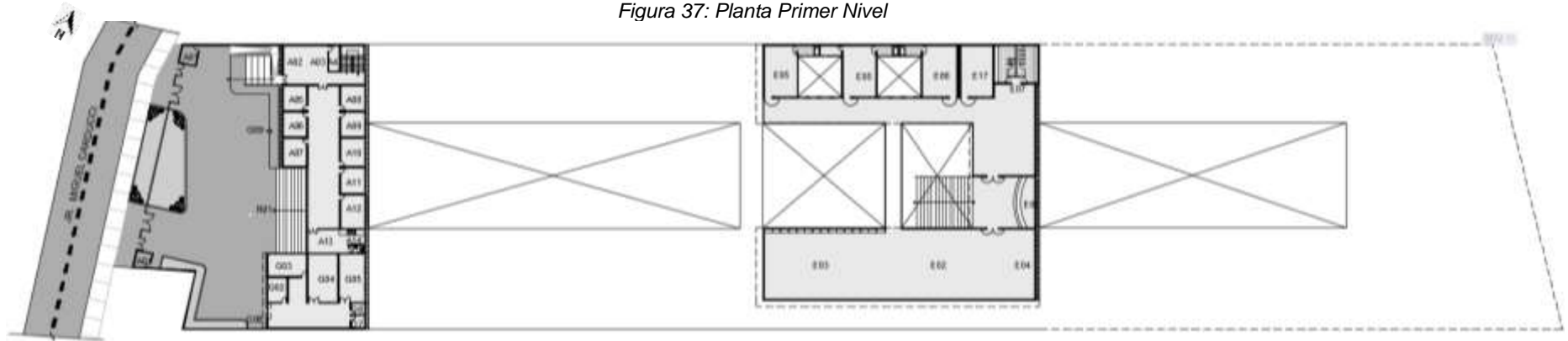
Vista 04: Patio Inicial – Estimulación Temprana



- **CONFORT TÉRMICO Y LUMÍNICO**
- 01 Orientación Norte
- 02 Forma Rectangular
- **CONFORT TÉRMICO**
- 03 Captación Solar Directa
- 04 Captación Solar Indirecta
- 05 Ventilación Cruzada
- 06 Protección Solar
- 07 Conductividad Térmica
- 08 Vidrio Doble
- **CONFORT LUMÍNICO**
- 09 Iluminación Lateral
- 10 Iluminación Central
- 11 Acristalamiento
- 12 Geometría de Vano

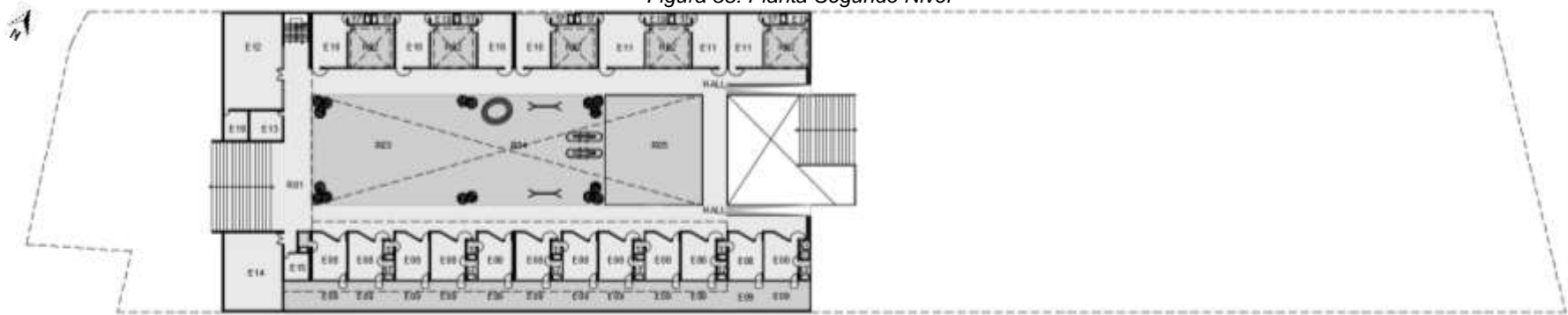
Fuente: Elaboración Propia

Figura 37: Planta Primer Nivel



Fuente: Elaboración Propia

Figura 38: Planta Segundo Nivel



Fuente: Elaboración Propia

ZONA ADMINISTRATIVA

A01 Control
A02 Sala de Espera
A03 Secretaría
A04 Archivo
A05 Recursos Humano
A05 Logística
A07 Contabilidad
A08 Pedagogía
A09 Psicología
A10 Dirección
A11 Subdirección
A12 Sala SAANEE
A13 Estar Administración
A14 Kitchenet
A15 SS.HH

ZONA SERVICIOS GENERALES

G01 Control
G02 Oficina de Seguridad
G03 Cuarto de Cámaras
G04 Cuarto de Máquinas
G05 Almacén General
G06 SS.HH
G07 Cuarto de Limpieza
G08 Cuarto de Basura
G09 Estacionamientos

ZONA EDUCATIVA

E01 Almacén
E02 Biblioteca
E03 Área de Lectura
E04 Hemeroteca
E05 Videoteca
E06 Ludoteca
E07 Batería de Baños
E08 Aula Inicial
E09 Aula Inicial Exterior
E10 Aula Estimulación Temprana
E11 Sala de Estimulación Multisensorial
E12 Sala de Terapia Inicial
E13 Tópico
E14 Almacén Mobiliario
E15 Cuarto de Limpieza
E16 Sala de Cómputo
E17 SS.HH
E18 Aula Primaria
E19 Aula Exterior Primaria
E20 Taller Dibujo y Pintura

E21 Sala de Terapia Primaria
E22 Taller Orientación Ocupacional
E23 Control

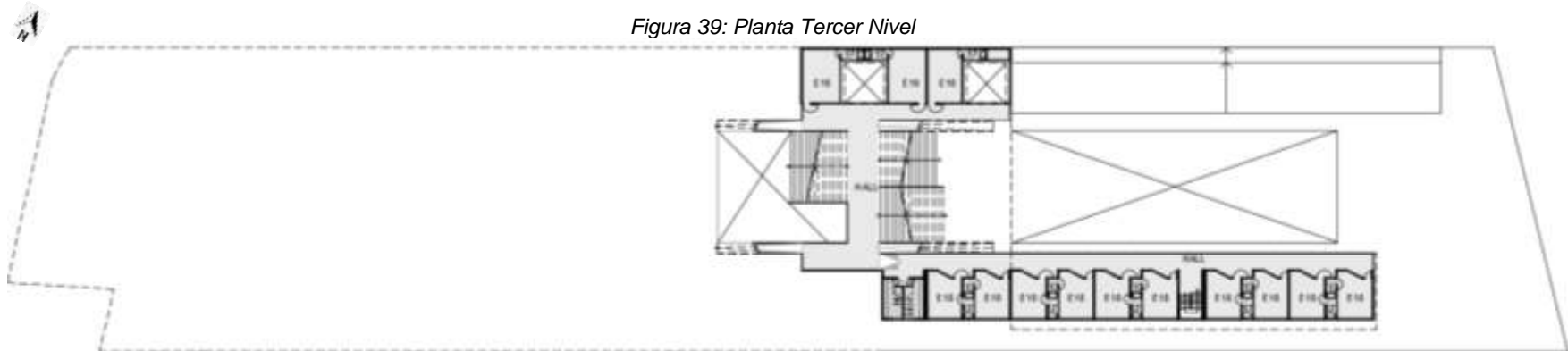
ZONA RECREATIVA

R01 Atrio Ingreso Inicial
R02 Jardines
R03 Patio Piso Blando
R04 Área Juegos
R05 Biohuerto
R06 Área Descanso
R07 Patio Piso Duro
R08 Cancha Multiusos
R09 Atrio Ingreso Primaria

ZONA COMPLEMENTARIA

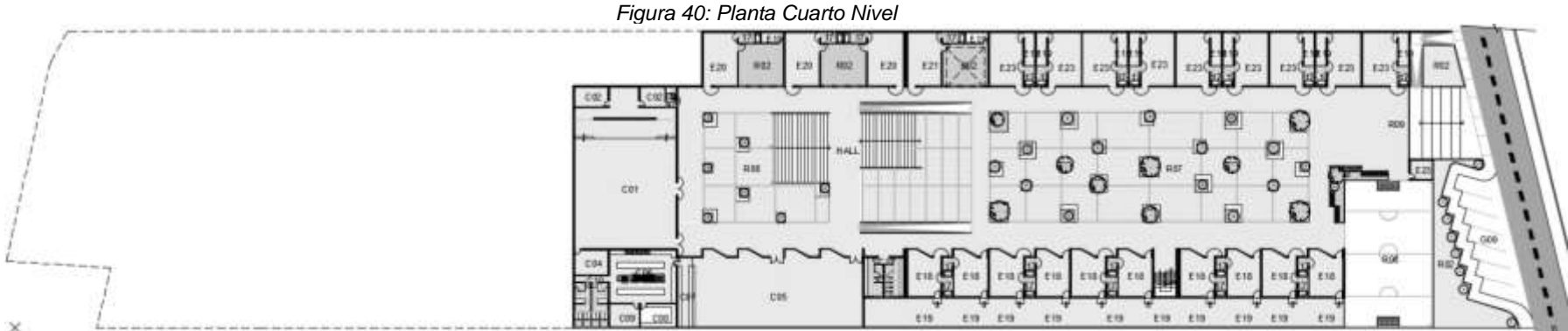
C01 SUM C11 Batería de Baños
C02 Camerinos
C03 SS.HH
C04 Depósito
C05 Cafetería
C06 Cocina
C07 Área de Atención
C08 Alacena
C09 Frigorífico
C10 SS.HH + Vestidores

Figura 39: Planta Tercer Nivel



Fuente: Elaboración Propia

Figura 40: Planta Cuarto Nivel



Fuente: Elaboración Propia

ZONA ADMINISTRATIVA

A01 Control
A02 Sala de Espera
A03 Secretaría
A04 Archivo
A05 Recursos Humano
A05 Logística
A07 Contabilidad
A08 Pedagogía
A09 Psicología
A10 Dirección
A11 Subdirección
A12 Sala SAANEE
A13 Estar Administración
A14 Kitchenet
A15 SS.HH

ZONA SERVICIOS GENERALES

G01 Control
G02 Oficina de Seguridad
G03 Cuarto de Cámaras
G04 Cuarto de Máquinas
G05 Almacén General
G06 SS.HH
G07 Cuarto de Limpieza
G08 Cuarto de Basura
G09 Estacionamientos

ZONA EDUCATIVA

E01 Almacén
E02 Biblioteca
E03 Área de Lectura
E04 Hemeroteca
E05 Videoteca
E06 Ludoteca
E07 Bateria de Baños
E08 Aula Inicial
E09 Aula Inicial Exterior
E10 Aula Estimulación Temprana
E11 Sala de Estimulación Multisensorial
E12 Sala de Terapia Inicial
E13 Tópico
E14 Almacén Mobiliario
E15 Cuarto de Limpieza
E16 Sala de Cómputo
E17 SS.HH
E18 Aula Primaria
E19 Aula Exterior Primaria
E20 Taller Dibujo y Pintura

E21 Sala de Terapia Primaria
E22 Taller Orientación Ocupacional
E23 Control

ZONA RECREATIVA

R01 Atrio Ingreso Inicial
R02 Jardines
R03 Patio Piso Blando
R04 Área Juegos
R05 Biohuerto
R06 Área Descanso
R07 Patio Piso Duro
R08 Cancha Multiusos
R09 Atrio Ingreso Primaria

ZONA COMPLEMENTARIA

C01 SUM
C02 Camerinos
C03 SS.HH
C04 Depósito
C05 Cafetería
C06 Cocinas
C07 Área de Atención
C08 Alacena
C09 Frigorífico
C10 SS.HH + Vestidores
C11 Bateria de Baños

Figura 41: Corte Longitudinal

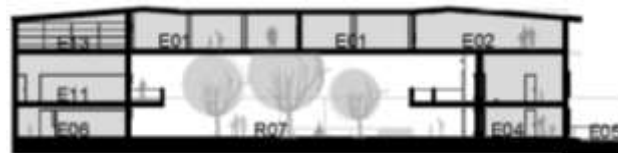


Fuente: Elaboración Propia

Figura 42: Cortes Transversal 01



Figura 43: Corte Transversal 02



Fuente: Elaboración Propia

ZONA ADMINISTRATIVA

A01 Contabilidad

A02 Dirección

ZONA EDUCATIVA

E01 Almacén

E02 Biblioteca

E03 Área de Lectura

E04 Aula Inicial

E05 Aula Estimulación Temprana

E06 Sala Terapia Inicial

E07 Tópico

E08 Aula Primaria

E09 Taller Orientación Ocupacional

E10 Control

ZONA RECREATIVA

R01 Atrio Ingreso Inicial

R02 Jardines

R03 Patio Piso Blando

R04 Área de Juegos

R05 Biohuerto

R06 Área Descanso

R07 Patio Piso Duro

R08 Cancha Multiusos

R09 Atrio Ingreso Primaria

ZONA COMPLEMENTARIA

C01 S.U.M

C02 Camerinos

C03 Cafetería

C05 Cocina

C06 SS.HH + Vestidores

Figura 44: Elevación Principal



Fuente: Elaboración Propia

Figura 45: Elevación Posterior



Fuente: Elaboración Propia

5.4.2. Comprobación de Hipótesis

La hipótesis, en el presente trabajo de investigación, indica que aplicando adecuadamente los principios de una arquitectura bioclimática; clima, soluciones tecnológicas y envolvente térmica en un CEBE en la provincia de Cajamarca, se puede obtener confort ambiental (Térmico y Lumínico); esto ha sido comprobado a través del software, ArchiWizard, el cual por medio de una simulación 3D del proyecto arquitectónico y con datos climáticos de la zona clima Mesoandina analizó el comportamiento térmico y lumínico de cada ambiente.

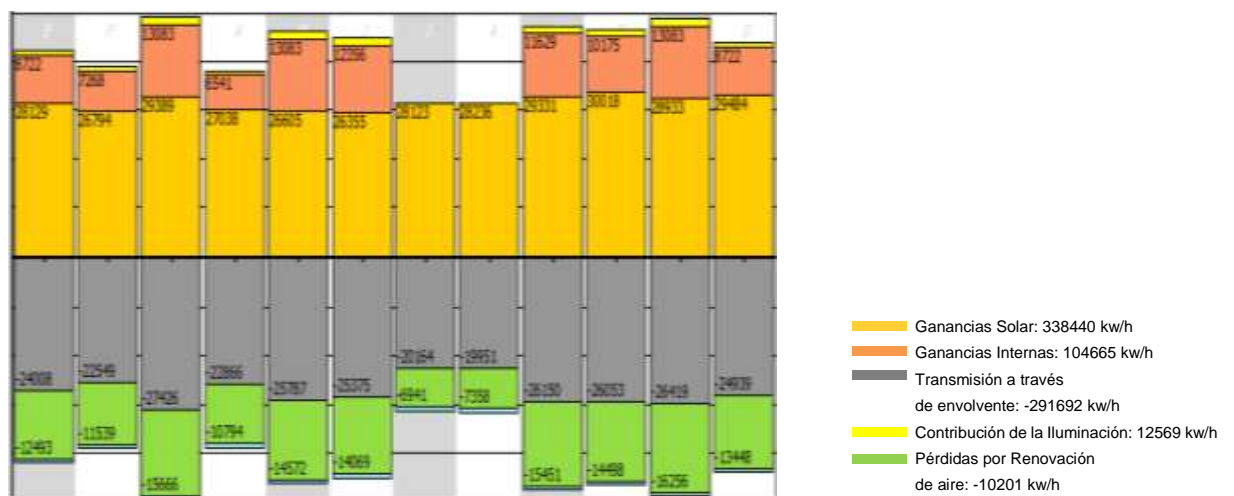
Para identificar la existencia de confort ambiental en el CEBE, este software en primer lugar analizó el balance energético del edificio, el cual incluye ganancias solares, ganancias internas, envolvente térmica, iluminación, calefacción y refrigeración (Ver Tabla 48) los cuales permitieron conocer los aciertos y deficiencias del proyecto arquitectónico (Ver Figura 46).

Tabla 48: Balance Energético CEBE

Acumulativo (kWh)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Ganancias solares	28130	26794	29389	27038	26606	26356	28124	28236	29331	30018	28933	29484	338440
Ganancias internas	8722	7268	13083	6542	13083	12356	0	0	11629	10176	13083	8722	104665
Transmisión térmica a través de la envolvente	-24009	-22549	-27427	-22866	-25787	-25376	-20164	-19952	-26150	-26053	-26419	-24939	-291692
Pérdidas por renovación de aire	-12493	-11540	-15667	-10795	-14573	-14070	-6942	-7358	-15451	-14498	-16256	-13448	-153091
Radiación hacia la bóveda celeste	-788	-769	-855	-877	-854	-916	-967	-883	-831	-843	-774	-845	-10201
Contribución de la iluminación	1079	874	1536	782	1616	1540	0	0	1413	1235	1541	954	12569
Demanda de calefacción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Demanda de refrigeración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: ArchiWizard

Figura 46: Balance Energético CEBE



Fuente: ArchiWizard

Además del balance energético, también se analizó las demandas de energía (Ver Tabla 49), las cuales indican que no es necesario el uso de sistemas de calefacción o refrigeración; esto quiere decir que las estrategias referentes a los principios aplicadas en el diseño arquitectónico del CEBE son las adecuadas; por otro lado, en cuanto a iluminación las demandas energéticas indican que es necesario el uso de luz artificial por la tarde; sin embargo, no afecta en su totalidad al confort lumínico puesto que el CEBE no tiene uso continuo en horario de la tarde.

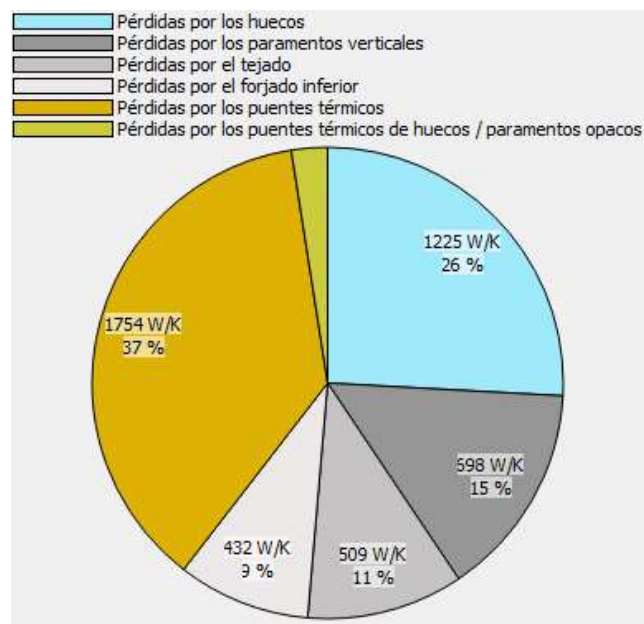
Tabla 49: Demandas Energéticas

Demandas mensuales (kWh)	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Calefacción	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Refrigeración	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Iluminación	1079	874	1536	782	1616	1540	0	0	1413	1235	1541	954	12569
Agua caliente sanitaria	54	45	81	40	81	76	0	0	72	63	81	54	645

Fuente: ArchiWizard

En cuanto a envolvente térmica, el ArchiWizard analizó pisos, cubiertas, paredes y vanos para identificar si existen pérdidas de calor a través de los puentes térmicos que perjudique al confort del usuario; se obtuvo como resultado que a pesar de la existencia de pérdidas a través de la envolvente (Ver Figura 47), las estrategias de aislamiento térmico e inercia térmica actúan de manera eficaz contrarrestando las pérdidas de la envolvente y así generando confort térmico. (Ver Tabla 50)

Figura 47: Pérdidas de la envolvente térmica



Fuente: ArchiWizard

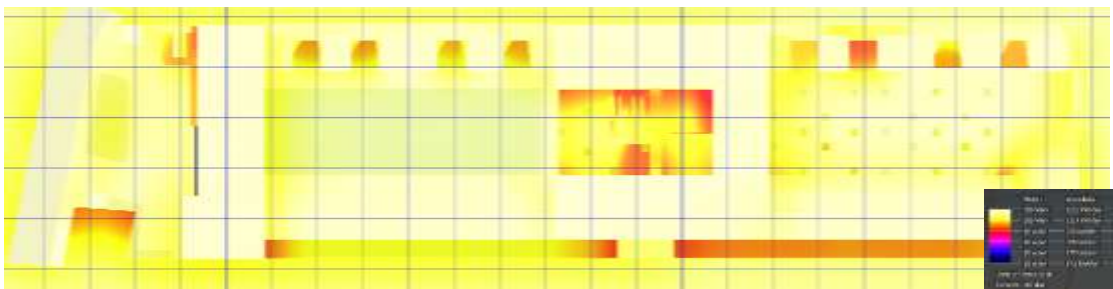
Tabla 50: *Envolvente Térmica CEBE*

Paredes	Superficies m ²	Coefficiente de transmisión térmica W/(m ² .K)	Transmitancia térmica W/K
Forjado inferior	2361.6	0.183	431.5
Cubiertas	2313.1	0.220	508.9
Paredes verticales	3201.1	0.218	697.8
Huecos	1113.2	1.100	1224.5
Puentes térmicos	Longitud m	Coefficiente de transmisión térmica W/(m.K)	Transmitancia térmica W/K
Intersecciones paredes / paredes	3639.8	0.482	1754.0
Intersecciones huecos / paredes	2624.7	0.044	116.2

Fuente: ArchiWizard

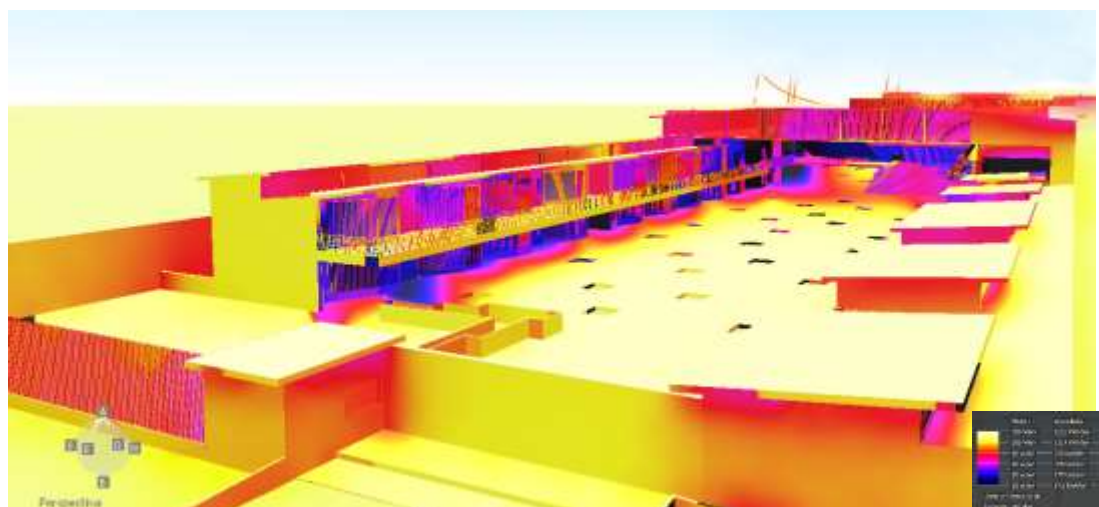
Finalmente, el software arrojó como resultado que el proyecto arquitectónico en su totalidad si alcanza el confort térmico en todos los ambientes obteniendo como resultado final un promedio de temperatura de 22.1°C y un promedio de humedad relativa de 54% (Ver Figura 48 y 49).

Figura 48: *Confort Térmico – Planta CEBE*



Fuente: ArchiWizard

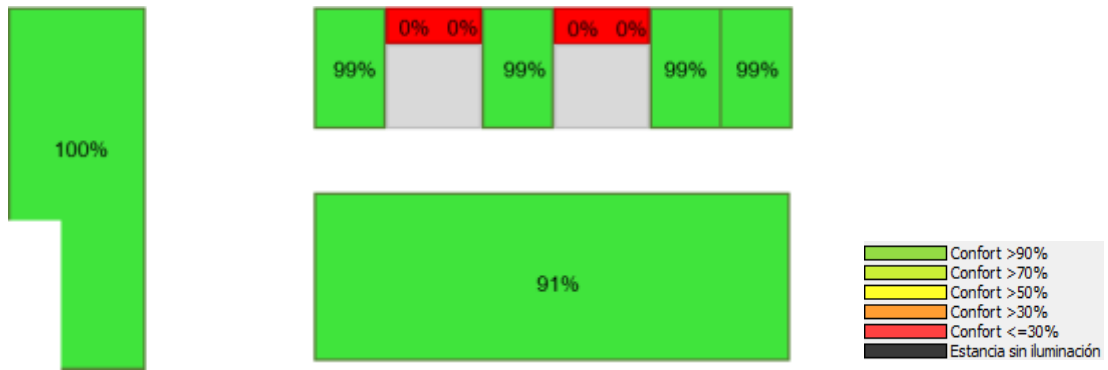
Figura 49: *Confort Térmico - Zona Educativa CEBE*



Fuente: ArchiWizard

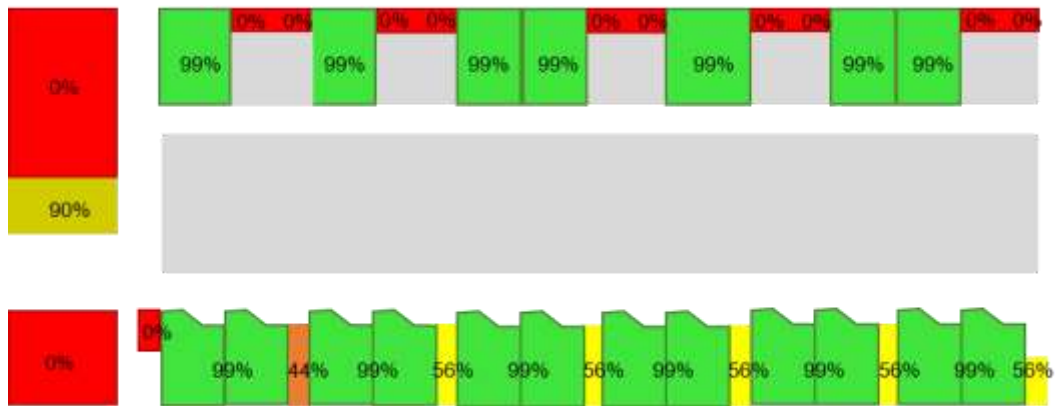
Por otro lado, en cuanto a confort lumínico, se logró obtener en la mayoría de ambientes 300 lux a 450 lux que corresponde a un rango de aprobación, según el software, de 90% a 100% a excepción de baños y depósitos que tienen algunas de las aulas, las cuales obtuvieron entre 0% a 60% (Ver Figura 50, 51 y 52).

Figura 50: Confort Lumínico CEBE - Primer Nivel



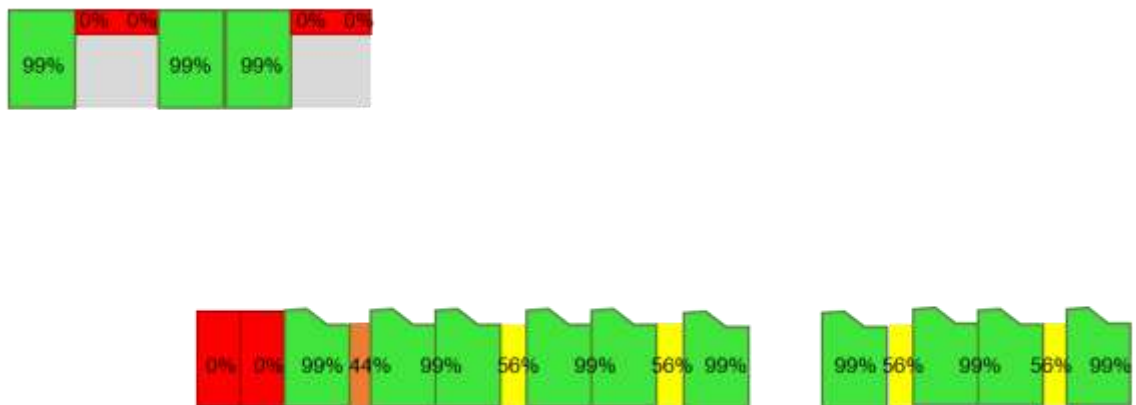
Fuente: ArchiWizard

Figura 51: Confort Lumínico CEBE - Segundo Nivel



Fuente: ArchiWizard

Figura 52: Confort Lumínico CEBE - Tercer Nivel



Fuente: ArchiWizard

CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- Los tres principios de una arquitectura bioclimática funcionan en conjunto; sin embargo, existe un proceso para identificar las estrategias de diseño bioclimático de cada uno de estos principios. El clima es el punto de partida para cualquier diseño arquitectónico bioclimático; por ello, se tuvo en cuenta la zona clima, en la provincia de Cajamarca es Mesoandina, con sus elementos como la temperatura exterior, humedad movimiento de aire y radiación; gracias a estos datos se puede identificar qué estrategias de diseño, calefacción pasiva, refrigeración pasiva e iluminación natural en cuanto a soluciones tecnológicas son necesarias para aplicar en el diseño arquitectónico; de igual manera ocurre con las estrategias de aislamiento e inercia térmica respecto al principio de envolvente térmica.
- Se identificó los requerimientos para poder obtener el confort ambiental por medio de los casos estudiados y analizados en el software ArchiWizard; en cuanto al confort térmico en cuanto confort térmico se basa en la temperatura interior y humedad relativa de un determinado ambiente; por otro lado, el confort lumínico se basa en obtener la iluminancia (lux) adecuada aprovechando al máximo la iluminación natural. Los rangos de confort varían de acuerdo a la zona clima donde está emplazado el proyecto arquitectónico; sin embargo, se pudo identificar que para la provincia de Cajamarca la temperatura interior debe oscilar entre 20°C a 24°C y la humedad en un rango de 50% a 65% para el confort térmico, en cuanto al confort lumínico, la iluminación de un ambiente debe estar entre 300 lux a 500 lux.
- Las estrategias que deben aplicarse en un diseño arquitectónico bioclimático para obtener el confort térmico y lumínico, según los resultados de los casos analizados comprobados en el ArchiWizard con resultados óptimos y de acuerdo al ábaco psicrométrico de Givonni que se aplicaron en el nuevo diseño arquitectónico son el análisis de clima donde estará emplazado el proyecto arquitectónico; en cuanto a soluciones tecnológicas, incluye criterios de diseño como forma rectangular y orientación de fachadas principales hacia el norte por la ubicación del hemisferio sur, estrategias de calefacción a través de la captación solar pasiva directa e indirecta, refrigeración pasiva con la aplicación de estrategias de ventilación natural por renovación de aire y protección solar con elementos fijos como vegetación, aleros o persianas y móviles e iluminación netamente natural de forma lateral complementándola con iluminación cenital a través de lucernarios teniendo en cuenta el tipo de acristalamiento y la geometría del vano; por otro lado. En cuanto al principio bioclimático de envolvente térmico, solo involucra al confort térmico; por lo tanto, las estrategias que se debe aplicar son el uso de vidrio doble, teniendo en cuenta sus propiedades para no perjudicar el ingreso de luz, el uso de materiales adecuados para que sus propiedades de conductividad térmica, densidad y calor específico ayuden a obtener el aislamiento e inercia térmica.

- El diseño arquitectónico del CEBE se basa en los tres principios de una arquitectura bioclimática, los cuales a través del análisis climático de la provincia de Cajamarca y las estrategias referentes a soluciones tecnológicas y envolvente térmica ayudan a obtener el confort tanto térmico y lumínico del usuario en los diferentes ambientes.

6.2 Recomendaciones

- Se recomienda para futuras investigaciones que los casos estudiados sean analizados en softwares diferentes al ArchiWizard, puesto que ayudará a corroborar o contrastar resultados con la presente investigación o ayudará a tener resultados específicos en futuras investigaciones.
- Es necesario obtener los planos a detalle y legibles de los proyectos arquitectónicos de cada caso analizado; así se podrá obtener resultados específicos y 100% certeros.
- Para nuevas investigaciones, se recomienda analizar otro tipo de estrategias referente a soluciones tecnológicas y envolvente térmica basadas en la arquitectura bioclimática que ayuden a obtener el confort térmico y lumínico; a la vez que se estudien otros tipos de confort ambiental que no se han tomado en cuenta en esta investigación como el olfativo, acústico y psicológico.

REFERENCIAS

- Álvarez, K. (2015). Centro de Desarrollo para personas con TEA en SJM. (Tesis). Universidad.
- Camous, R; Watson, D (1979). L'habitat bioclimatique: De la conception à la construction.
- Cedeño, A (2007). Tecnología, Medioambiente y Sostenibilidad. Editorial Escala – Revista de Arquitectura. México, p. 100 – 110
- Celis, F (2000). Arquitectura bioclimática, conceptos básicos y panorama actual. Boletín CF+S, 14. [En línea]. Recuperado de: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/afcel.html>
- Chile. Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Educación (2012). Manual de Diseño Pasivo y Eficiencia Energética en Edificios Públicos.
- Corbella, O; Yannas, Simas (2003). Arquitectura Sustentable. Brasil, p.308.
- Cortés, O. (2008). Métodos de Diseño Ambiental en Arquitectura. Colombia. Ediciones arquitectura.
- D'alencón, R. (2008). Acondicionamiento arquitectura y técnica. Santiago, Chile. Ediciones arquitectura.
- Delgado, (2011). Proyecto de factibilidad para la creación de un centro educativo para niños con Síndrome de Down. (Tesis) Universidad Politécnica Salesiana. Quito – Ecuador.
- Díaz, V; Barrenechea, R (Marzo, 2005). Acondicionamiento Térmico de Edificios. Editorial Nobuko. México.
- ehdd. (s.f). Marin Country Day School. A school that's ahead of its class. [En línea].
Recuperado de: <http://www.ehdd.com/work/marin-country-day-school.html>
- España. Servicio de Medio Ambiente del Ayuntamiento de Las Palmas de Gran Canaria (2003 2006). Manual de la Iluminación.
- Fuentes, V. Arquitectura Bioclimática. México DF, p.58-64.
- Garzón, B. (2007). Arquitectura Bioclimática. Argentina.
- Givoni, B. (1969). Hombre, clima y arquitectura. Ámsterdam: Elsevier Pub.
- Granados, H (2006). Principios y estrategias del diseño bioclimático en la arquitectura y el Urbanismo. Eficiencia energética, Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos de España.
- Mañas, S. (2011). Construcción y desarrollo sostenible 'Arquitectura Bioclimática'. (Tesis Titulación). Universidad de Almería. España.
- Mondelo, R., Torado, E., Comas, S., Catejón, E. & Bartolomé, E. (1999). Ergonomía 2: Confort y Estrés Térmico. (3ª ed.). Barcelona, España. Universidad Politécnica de Cataluña.
- Narváez, J. Quezada, Karen. Villavicencio, Ruth. (2015). Criterios Bioclimáticos Aplicados A

- Los Cerramientos Verticales y Horizontales Para La Vivienda En Cuenca. (Tesis).
Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Neila, J (2004). Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible. Madrid: Munilla-Lería
 - Olgay, V. (1998). Arquitectura y Clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Editorial Gustavo Gili.
 - Perú. Instituto Nacional de Informática y Estadística. (2012). Primera Encuesta Nacional Especializada sobre Discapacidad
 - Perú. Ministerio de Educación. (2016). Centros Educativos Básico Especial.
 - Perú. Ministerio de Educación (2006). Criterios Normativos Para El Diseño De Locales De Educación Básica Regular Niveles De Inicial, Primaria, Secundaria Y Básica Especial.
 - Perú. Ministerio de Educación (2006). Normas Técnicas Para El Diseño De Locales De Educación Básica Especial Programas De Intervención.
 - Perú. Ministerio de Educación (2008). Guía de Aplicación de Arquitectura Bioclimática en Locales Educativos.
 - Perú. Ministerio de Educación (2015). Listado de instituciones CEBE y Programas Prite. Padrón de Instituciones – Escale.
 - Perú. Instituto Nacional de Estadística e Informática (2013) Primera encuesta nacional especializada sobre discapacidad.
 - Perú. Reglamento Nacional de Edificaciones (2007). Norma Técnica EM. 110.
 - Robles, L (2014). Confort Visual: Estrategias Para El Diseño De Iluminación Natural En Aulas Del Sistema De Educación Básica Primaria En El Amm Nuevo León. (Tesis) Universidad Autónoma Nuevo León. México.
 - Serra, R (2005). Arquitectura y energía natural. Editorial Alfaomega. S.A. de C.V.
 - Sevilla, L (2009). Centro Educativo Terapéutico para niños especiales. (Tesis Titulación) Universidad San Francisco. Quito, Ecuador.
 - The American Institute of Architects. (s.f). Marin Country Day School Learning Resource Center and Courtyard. [En línea]. Recuperado de: <http://www.aiatopten.org/node/276>.
 - Tomás, J. (2014). Arquitectura Educativa Pública: El desafío de mejorar el entorno educativo. [En Línea]. Recuperado de: <http://www.archdaily.pe/Arquitectura-educacional-publica-el-desafio-de-mejorar-el-entorno-educativo.html>.

ANEXOS

- Anexo 01: Matriz de Consistencia	108
- Anexo 02: Ficha de Documental – El Clima	109
- Anexo 03: Ficha Documental – Confort Térmico	110
- Anexo 04: Ficha Documental – Confort Térmico	111
- Anexo 05: Ficha Documental – Confort Lumínico	112
- Anexo 06: Ficha Documental – Materiales	113
- Anexo 07: Análisis de Caso 01 – Escuela e Internado Francisco Valdés.....	114
- Anexo 08: Análisis de Caso 02 – Jardín Infantil Pewen.....	115
- Anexo 09: Análisis de Caso 03 – Marin Country Day School	116
- Anexo 10: Resultados Caso 01 – Escuela e Internado Francisco Valdés.....	117
- Anexo 11: Resultados Caso 02 – Jardín Infantil Pewen.....	118
- Anexo 12: Resultados Caso 03 – Marin Country Day School.....	119
- Anexo 13: Programa Arquitectónico	120

ANEXO 01: MATRIZ DE CONSISTENCIA

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	SUB-DIMENSIÓN	ITEMS	METODOLOGÍA	UNIDAD ESTUDIO	DISEÑO
¿De qué manera se puede lograr los EL CONFORT AMBIENTAL en un Centro Educativo Básico Especial para niños de 0 a 14 años con discapacidad severa y multidiscapacidad basados en los PRINCIPIOS DE UNA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA , en la provincia de Cajamarca al año 2017?	OG: Determinar el confort ambiental con los que debe contar un centro educativo básico especial para niños entre 0 y 14 años para basados en los principios de una arquitectura bioclimática.	Aplicando adecuadamente los PRINCIPIOS DE UNA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA ; clima, soluciones tecnológicas y envolvente térmica, en un Centro Educativo Básico Especial en la ciudad de Cajamarca, se puede obtener CONFORT AMBIENTAL (Térmico y Lumínico).	VI: Principios de una Arquitectura Bioclimática	Clima	Zona Clima (Ubicación)	Latitud	Ficha Documental	Cajamarca	No experimental descriptiva
	Longitud								
	Altura (m.s.n.m.)								
	Temperatura				Temperatura Exterior	Ficha Documental			
	Movimiento de Aire			Velocidad del aire					
	Radiación Solar			Intensidad Solar Horas Sol					
	Soluciones Tecnológicas			Criterios de Diseño	Forma	Ficha de Casos			
					Orientación				
				Estrategia de Calefacción Pasiva	Captación solar Directa	Ficha de Casos			
					Captación solar Indirecta				
	Estrategia Refrigeración Pasiva			Ventilación Natural	Ficha de Casos				
				Protección Solar					
	Envolvente Térmica			Estrategia Iluminación Natural	Lateral	Ficha de Casos			
					Central				
					Acristalamiento				
Geometría Vano									
Confort Térmico	Temperatura	Conductividad Térmica	Ficha de Casos, Ficha Documental						
		Techos Jardín							
		Vidrio Doble							
Confort Lumínico	Iluminación Natural	Densidad	Ficha Documental, ArchiWizard						
		Calor Específico							
Confort Térmico	Temperatura	Temperatura Interior	Ficha Documental, ArchiWizard						
		Humedad		Relativa					
Confort Lumínico	Iluminación Natural	Iluminancia	Ficha Documental, ArchiWizard						
		Contraste							

Fuente: Elaboración Propia

