

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y
DISEÑO

Carrera de Arquitectura



“CRITERIOS DE LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA
APLICABLES A UNA PLANTA AGROINDUSTRIAL PARA
LOGRAR UN EFICIENTE AHORRO ENERGÉTICO,
DISTRITO DE JESÚS, 2018”

Tesis para optar el título profesional de:

Arquitecto

Autor:

Juan Daniel Chávez Abanto

Asesor:

Arq. Melissa Lebel Miranda

Cajamarca - Perú

2018

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a mis padres, Sara y Eduardo, que me brindaron su apoyo incondicional tanto emocional, como económico, para alcanzar esta meta que es la culminación de mi etapa como estudiante y permitirme entrar en otra, para lograr mi desarrollo como profesional.

A mis abuelitos, por su acompañamiento y paciencia infinita en esta etapa importante de mi vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mis padres por brindarme la oportunidad de llegar hasta aquí, siempre guiándome, apoyándome y motivándome para no retroceder en la vida. Todos los logros obtenidos hasta ahora, se los debo a ellos.

A los arquitectos que me brindaron todo su apoyo en esta etapa de mi vida, en especial a la Arq. Blanca Bejarano Urquiza, Arq. Doris Luz Sulca Porta y al Arq. Marco Zulueta Cueva.

TABLA DE CONTENIDO

Dedicatoria	1
Agradecimiento.....	2
Índice de figuras	5
Índice de tablas	6
Resumen	7
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN	8
1.1 Realidad problemática	8
1.2 Formulación del problema.....	17
1.3 Objetivos	17
1.3.1 Objetivo general	17
1.3.2 Objetivos específicos.....	17
1.4 Hipótesis.....	17
1.4.1 Hipótesis general.....	17
1.4.2 Hipótesis específicas	17
CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA	19
2.1 Tipo de investigación.....	19
2.2 Presentación de Casos/Muestra.....	19
2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos	21
CAPÍTULO 3 RESULTADOS.....	24
3.1 Estudio de Casos/Muestra.....	24
3.2 Lineamientos del diseño.....	32
3.3 Dimensionamiento y envergadura	33
3.4 Programa arquitectónico	35
3.5 Determinación del terreno	35
3.6 Análisis del lugar	38
3.7 Idea rectora y las variables.....	42
3.8 Proyecto arquitectónico	43

3.8.1	Aplicación de las variables	43
3.8.2	Presentación 3D	49
3.9	Memoria descriptiva.....	50
CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES		56
4.1	Discusión.....	56
4.2	Conclusiones	59
REFERENCIAS		60
ANEXOS		61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1.1 Edificio regular compacto – Sant Antoni de Potmany.....	12
Figura N° 1.2 Sistema Activo – Energía solar Fotovoltaica	13
Figura N° 1.3 Instalación Fotovoltaica Yuxtapuesta.....	13
Figura N° 1.4 Calculo de Paneles Fotovoltaicos.....	14
Figura N° 1.5 Calculo de la Demanda Energética de un Edificio.....	15
Figura N° 2.1 Planta Industrial Villa Andina Sac.....	20
Figura N° 2.2 Planta Industrial de Procesos de Aceites.....	20
Figura N° 2.3 Planta Industrial Katdzen.....	21
Figura N° 3.1 Calculo de la demanda energética.....	35
Figura N° 3.2 Ubicación del Lugar.....	38
Figura N° 3.3 Fusión industria y sostenibilidad.....	42
Figura N° 3.4 Demanda energética convencional.....	43
Figura N° 3.5 Orientación del proyecto planteado.....	43
Figura N° 3.6 Estrategias de forma del proyecto planteado.....	44
Figura N° 3.7 Sitemas pasivos – iluminación natural del proyecto planteado.....	45
Figura N° 3.8 Sistemas pasivo - Porcentaje de Iluminación Natural 01.....	49
Figura N° 3.9 Sistemas pasivo - Porcentaje de Iluminación Natural 02.....	49
Figura N° 3.10 Volumetrías del proyecto planteado.....	49
Figura N° 3.11 Datos del terreno elegido.....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1.1 Impacto según la velocidad del viento.....	10
Tabla N° 2.1 Técnicas e Instrumentos de Medición.....	21
Tabla N° 3.1 Resultado Valoración – Temperatura.....	24
Tabla N° 3.2 Resultado Valoración – Vientos.....	25
Tabla N° 3.3 Resultado Valoración – Radiación.....	25
Tabla N° 3.4 Resultado Valoración – Orientación.....	26
Tabla N° 3.5 Resultado Valoración – Estrategias de Forma.....	27
Tabla N° 3.6 Resultado Valoración – Sistemas Activo.....	27
Tabla N° 3.7 Resultado Valoración – Sistemas Pasivo – Área del vano	28
Tabla N° 3.8 Resultado Valoración – Sistemas Pasivo – Forma del vano	28
Tabla N° 3.9 Resultado Valoración – Sistemas Pasivo – Marco del vano.....	29
Tabla N° 3.10 Resultado Valoración – Demanda Energética.....	29
Tabla N° 3.11 Cuadro Resumen Valoración de Casos.....	30
Tabla N° 3.12 Valoración – Relación de variables.....	31
Tabla N° 3.13 Matriz de Contrastación de relación de variables.....	31
Tabla N° 3.14 Cuadro resumen de lineamientos de diseño arquitectónico.....	32
Tabla N° 3.15 Producción de Aguaymanto en el departamento de Cajamarca.....	33
Tabla N° 3.16 Índice de Aguaymanto procesado y no procesado.....	34
Tabla N° 3.17 Tasa de Crecimiento de Aguaymanto.....	34
Tabla N° 3.18 Ficha Comparativa de Terrenos.....	36
Tabla N° 3.19 Matriz de Selección de Terreno.....	37
Tabla N° 3.20 Temperatura distrito de Jesús.....	39
Tabla N° 3.21 Velocidad del viento distrito de Jesús	39
Tabla N° 3.22 Radiación distrito de Jesús.....	40
Tabla N° 3.23 Población Urbana y Rural.....	40
Tabla N° 3.24 Producción Agrícola.....	41
Tabla N° 3.25 Producción Ganadera.....	41
Tabla N° 3.26 Reducción demanda energética – Orientación.....	44
Tabla N° 3.27 Reducción demanda energética – Estrategias de forma.....	45
Tabla N° 3.28 Reducción demanda energética – Sistemas pasivo.....	47
Tabla N° 3.29 Consumo energético aplicando los criterios de la arquitectura bioclimática.....	47
Tabla N° 3.30 Promedio Radiación Distrito de Jesús.....	47
Tabla N° 3.31 Cuadro de Áreas.....	51

RESUMEN

El presente proyecto de tesis tiene como propósito analizar los criterios de la arquitectura bioclimática aplicables a una planta agroindustrial, para lograr un eficiente ahorro energético, que propone implementar un tipo de industria que utilice los criterios de la arquitectura bioclimática, dando como resultado un ahorro energético considerable.

La necesidad de la creación de una Planta Agroindustrial, surge por la enorme cantidad de materia prima que produce el departamento Cajamarca, el cual en su mayoría es exportado para ser procesados fuera de este, ya que no se cuenta con la infraestructura adecuada para procesar tales cantidades, lo cual debe reconocerse como una pérdida potencial para el desarrollo de la agroindustria a nivel departamental.

La planta industrial estará implementando los criterios de la arquitectura bioclimática los cuales son factores climáticos, orientación, estrategias de forma, los sistemas activos donde se verá la energía solar renovable y sistemas pasivos donde se estudiará la iluminación natural. Todos estos criterios ayudan a reducir la demanda energética del proyecto generando ahorro de energía y reduciendo el impacto ambiental en la zona de emplazamiento del proyecto.

De esta manera se realizó el estudio de casos basados en los criterios de la arquitectura bioclimática, para generar ahorro energético, lo cual permitió validar los criterios bioclimáticos aplicables a una planta agroindustrial para un eficiente ahorro energético, como: orientación, estrategias de forma, sistemas activos referente a la energía solar renovable y sistemas pasivos referente a la iluminación natural. Todos estos criterios ayudan a reducir la demanda energética del proyecto

Palabras clave: Criterios bioclimáticos, ahorro energético, sistemas activos, sistemas pasivos.

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN

1.1 Realidad problemática

La Arquitectura bioclimática a través de los años ha ido ganando presencia a nivel mundial y desarrollando distintos criterios para el acondicionamiento de una edificación, a fin de que brinde confort a los usuarios, pero así mismo en los últimos años ha desarrollado una serie de sistemas que ayudan al ahorro energético en las distintas edificaciones.

Este nuevo concepto de ahorro energético y eficiencia energética de un edificio desarrollado por la arquitectura bioclimática, consiste en el diseño de una edificación teniendo en cuenta los recursos renovables y condiciones climáticas (energía solar, energía eólica, energía hidráulica, lluvia, vientos, entre otros), para disminuir el impacto energético de la edificación, es decir reducir el consumo de energía de la edificación planteada.

Este nuevo tipo de arquitectura busca el equilibrio entre el uso de energías renovables y el medio ambiente, para crear edificaciones con un consumo energético reducido o de ser posible, lograr edificaciones denominadas “edificio de energía cero”. Este tipo de edificación logra generar la suficiente energía para cubrir de manera total su demanda energética.

El propósito de este tipo de arquitectura es respetar el medio ambiente, que satisfaga las necesidades energéticas del usuario con la ayuda de las energías renovables.

El surgimiento de esta arquitectura, propone la utilización de los criterios bioclimáticos, así lo indica, De Luxan (1997), en su libro “Arquitectura integrada al medio ambiente”, establece lo importante que es la concepción de una edificación, teniendo en cuenta su ubicación, clima y los recursos renovables aprovechables, para el beneficio tanto de la edificación como del medio ambiente.

De acuerdo a Herraiz (2012) en su tesis “Arquitectura verde” indica que la arquitectura bioclimática y sus criterios tiene como objetivo la utilización de los recursos renovables y condiciones medio ambientales para ser utilizados en beneficio de los distintos tipos de edificaciones y así lograr un menor gasto energético posible, satisfaciendo parcial o totalmente la demanda del edificio. Así también está relacionada directamente con el impacto ambiental que pueda generar la edificación, lo cual se caracteriza por el uso de diferentes sistemas o estrategias naturales y materiales que son responsables con el medio ambiente, teniendo en cuenta como premisa principal, el ahorro energético.

Así mismo Salazar (2011) en su tesis “Construcción y Desarrollo Sostenible” de la Universidad de Almería, Almería – España, quien investiga los distintos tipos de métodos o estrategias que tiene la arquitectura bioclimática, para lograr un equilibrio entre la edificación y el medio ambiente, por lo cual muestra que para obtener un diseño eficiente es necesario tener en cuenta la forma del edificio, su ubicación u orientación del mismo; ya que estas

ayudan a la aplicación de sistemas, tanto pasivos como activos, por ejemplo el aprovechamiento de la luz natural y la incidencia solar, para un ahorro energético eficiente, teniendo en cuenta las necesidades del usuario, ya que este tipo de edificación busca la utilización de energías renovables de manera directa o indirecta, pero sin llegar a extremos donde el entorno en el que se encuentra cambie de una manera drástica.

Por otro lado, el libro “La Casa Pasiva y Ahorro energético” publicado por el Instituto de Arquitectura de los Estados Unidos (1980), estudia los casos donde diferentes viviendas minimizan el uso de energía eléctrica convencional al aprovechar las condiciones climáticas y el asoleamiento de donde se encuentran ubicadas. Además, el término “pasivo” se debe a que se utilizan principios de captación, almacenamiento y distribución, capaces de funcionar de manera independiente, es decir sin la ayuda de sistemas mecánicos que utilicen energía convencional.

Mendoza (2011) en su artículo “Arquitectura Sustentable” reflexiona sobre el impacto ambiental que trae consigo la construcción de cualquier tipo de edificación, por lo cual hace énfasis en considerar antes de construir un edificio, estudiar la ubicación del mismo, el clima del lugar, para así desarrollar sistemas y estrategias pasivas o activas que funcionen de una manera eficiente, sin dañar el medio ambiente, y reducir el uso de energías convencionales, para dar paso al uso correcto y eficiente de las energías renovables.

Olgay (1998) en su libro “Arquitectura y Clima” hace énfasis en que los criterios de la arquitectura bioclimática pueden establecerse de diferente manera de acuerdo a cada edificación y el lugar donde estará emplazada, ya que este hace a la arquitectura bioclimática y ella se obtiene los ciertos criterios para el uso y beneficio de la edificación. El autor en su libro nos brinda los criterios que se cree son los principales, mas no los más importantes ya como previamente se mencionó; ningún lugar es igual a otro. Dentro de los criterios que el autor presenta está el estudio climático que se debe utilizar en beneficio de la edificación, luego analizar la orientación de la edificación, ya que gracias a éste se puede aprovechar el estudio climático. Luego presenta la forma del edificio que está directamente relacionada con los dos criterios antes mencionados, por ultimo muestra estrategias tecnológicas, que pueden clasificarse en estrategias o sistemas pasivos y activos. Estos ayudan a generar de manera directa e indirecta ahorro energético de la edificación, así como la comodidad del usuario.

Por otro lado, Garzón (2007) se refiere a los criterios bioclimáticos como la base de toda edificación, ya que éstos ayudaran a reducir el impacto ambiental del entorno. Se hace énfasis en que el estudio climático es la clave para la orientación de la edificación y las condiciones del medio que ayudan a generar los sistemas o estrategias, para evitar el uso excesivo de sistemas mecánicos los cuales no son compatibles con el medio ambiente.

En consecuencia, algunos de los puntos mencionados antelada mente, que son los criterios de la arquitectura bioclimática que ayudaran al ahorro energético, no se aplican a

todas las edificaciones, en específico al ámbito industrial donde se encuentran éstas con el mayor impacto ambiental y un excesivo consumo energético, tanto de energía convencional como de recursos naturales. Posiblemente las edificaciones con carácter industrial tengan un consumo energético equivalente a una pequeña ciudad por el uso de varios sistemas, entre ellos reguladores de la temperatura que son de conocimiento común y los especializados que son netamente del tipo de producción que realiza dicha industria, la cual demanda una gran cantidad de energía convencional.

Este tipo de arquitectura que fusiona los criterios bioclimáticos con una edificación convencional, para lograr ahorro energético y confort para el usuario, apunta a no afectar de manera masiva el entorno que la rodea.

De acuerdo a D'alecon (2008) manifiesta que el clima es la clave y la base de una arquitectura bioclimática eficiente energéticamente y confortable para el usuario, de esta manera el análisis de los factores climáticos como: temperatura, radiación solar, humedad y vientos ayudan a lograr la concepción de un edificio energéticamente eficiente.

Al hablar de los factores climáticos Olgyay (1998) como la temperatura que está relacionada directamente con la radiación solar; en los días en donde ésta es más intensa, genera mayor temperatura que en los días nublados. Estos datos ayudan a mejorar la etapa de diseño de la edificación, para no hacer uso excesivo de sistemas mecánicos como el de calefacción para los días nublados o fríos, lo cual da como resultado un ineficiente ahorro energético que no se quiere lograr en este tipo de arquitectura. Así mismo Olgyay (1998) hace mención sobre la velocidad del viento que debe tenerse en cuenta al momento de establecer la orientación de la edificación, porque si ésta es muy alta, puede generar molestias a las actividades que se realicen dentro de la edificación, así como generar corrientes de aire frío dando como resultado el uso de un sistema mecánico convencional (calefacción).

Tabla N° 1.1
Impacto según la velocidad del viento

Velocidad del viento (Metros /Minutos)	Impacto
15	Inadvertido
15 a 30	Semi Positivo
30 a 60	Positivo
60 a 90	Negativo
90 a mas	Negativo alarmante

Fuente: *Libro Arquitectura y Clima*

Por otro lado, Herraiz (2012) manifiesta que la radiación solar es el factor climático más importante a tener en cuenta porque está directamente relacionada con la iluminación natural, pues esta define el uso de sistemas activos y pasivos en cuanto ahorro energético se refiere. Además, compensa de una manera muy natural y agradable el esfuerzo puesto en su análisis. La radiación solar se puede clasificar en dos tipos la radiación directa y la radiación indirecta.

La primera es llamada así porque llega directamente del sol sin haber cambiado de dirección, por el contrario, la radiación indirecta no llega directamente, sino que experimenta una serie de cambios de dirección. Visto ambos tipos de radiación presentadas se puede concluir que la radiación directa es la más beneficiosa para el ahorro energético eficiente.

De Luxan (1997), menciona que la radiación solar es aprovechada para la creación de sistemas pasivos y activos, que son totalmente naturales, y a la vez reducen de una manera generosa el consumo energético del edificio, el cual se puede aprovechar hasta llegar incluso a un 70%.

Por otro lado, Miliarium (2008), en su monografía “Construcción verde, arquitectura bioclimática” señala que la orientación del edificio es clave para el aprovechamiento de los factores climáticos. La orientación varía según lo que se quiera lograr o qué tipo de sistemas se quiera utilizar. Lo más conveniente para los sistemas pasivos es evitar la radiación constante porque puede aumentar la temperatura y causar que los sistemas pasivos sean poco beneficiosos e incluso inútiles para el ahorro energético, por esta razón si se quiere optimizar los sistemas pasivos, la fachada con mayor longitud del edificio deberá ser orientado hacia el Este – Oeste; por otro lado si lo que se quiere es optimizar un sistema activo, la parte del edificio donde se encontrara instalado, debe estar orientado hacia el norte o sur, dependiendo en qué lugar geográfico (hemisferio Sur o Norte) está ubicado.

Una vez que la orientación del edificio está definida, para conseguir un eficiente aprovechamiento energético está presente el estudio del diseño de la volumetría, en cuanto a forma se refiere, lo más adecuado es que el edificio sea compacto y tenga una forma regular, porque mientras más compacto sea el edificio, mayor retención de calor tendrá, lo cual da como resultado la reducción de consumo energético en sistemas mecánicos (calefacción). La altura se debe manejar en base a las actividades que se realizaran en el ambiente o al sistema activo a utilizar en dicha zona o edificio. La clasificación se divide en actividades de carácter industrial, salud, educación y administración. Para la edificación de carácter administrativo es conveniente manejar alturas promedio que van desde los 2.50 m a los 4.00 m de altura interior, ya que con éstas la pérdida de calor es mínima. Por otro lado, el edificio de carácter industrial para evitar la pérdida total de retención de calor debe manejar alturas de 9.00 m a 12.00 m como máximo, y si se quiere mantener en su totalidad en este tipo de edificación, se debe utilizar materiales con alta retención del calor como, el hormigón, la mampostería de ladrillos, la piedra, el adobe, el tapial, suelos de cemento, entre otros. Gonzales (2004).

Figura N° 1.1
Edificio regular Compacto – Sant Antoni de Portmany.



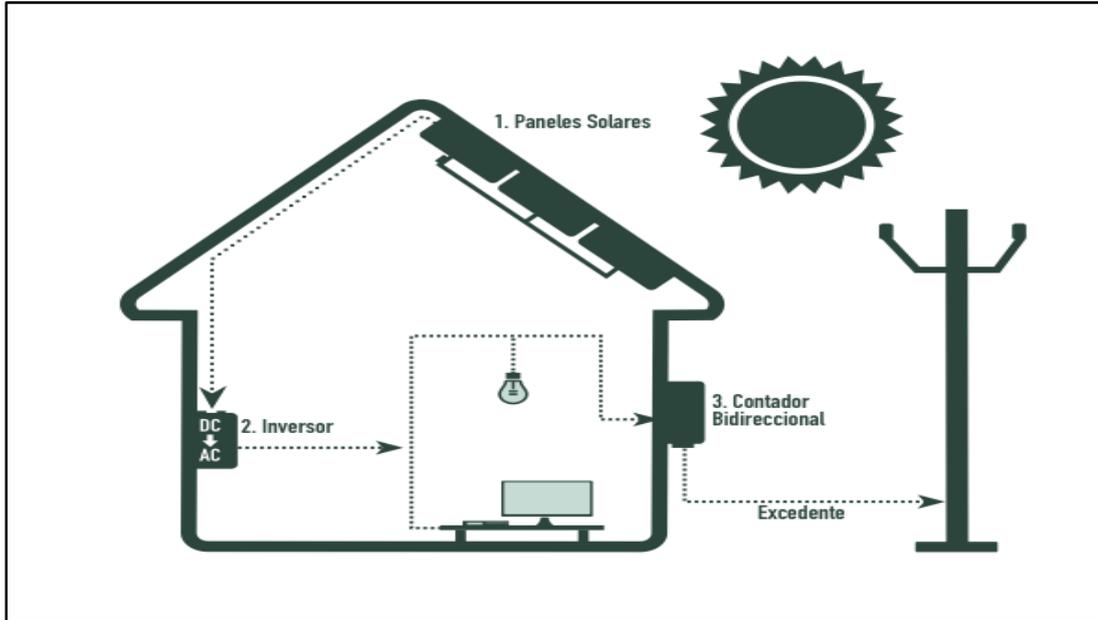
Fuente: *EACSN estudio de arquitectura*

Otro criterio de la arquitectura bioclimática para el aprovechamiento de los criterios antes mencionados, es la aplicación de sistemas activos, que utilizan energía renovable, como la energía solar fotovoltaica, que es la transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esta se produce en unos dispositivos denominados paneles fotovoltaicos, en donde la radiación solar activa los electrones de un dispositivo semiconductor, generando una pequeña diferencia de potencial. Lamingueiro (2015).

Una de las principales virtudes de la tecnología fotovoltaica es su aspecto modular, pudiéndose construir desde enormes plantas fotovoltaicas en suelo, hasta pequeños paneles para tejados, lo cual combinado con la arquitectura moderna estos últimos pueden colocarse no solo con el fin de ahorro energético, sino también con fines estéticos. Thomas (2001)

Gonzales M.J (2004), menciona que la forma más eficiente de aprovechar la radiación solar es el uso de energía solar fotovoltaica, que consiste en un sistema de tres partes: generadores, acumuladores e inversores. La energía obtenida mediante este sistema activo, puede ser almacenada y se usa en momentos de falta de luz o como fuente principal energética del edificio.

Figura N° 1.2
Sistema activo – Energía solar fotovoltaica



Fuente: SUN SUPPLY

En relación a la energía solar fotovoltaica, la parte más importante de este sistema son los generadores que comúnmente se les denomina paneles solares. La colocación y su funcionamiento idóneo dependen de varios factores como, la ubicación geográfica de la edificación donde se instalará el sistema y la cantidad de radiación solar que tiene el lugar, para obtener el ángulo de inclinación más eficiente y colocar el panel fotovoltaico. Después de estudiar y establecer estos factores, existen tres tipos de instalación de paneles solares: instalación adosada, yuxtapuesta e integrada; teniendo en cuenta las ventajas y desventajas de este tipo de instalaciones, siendo recomendable la yuxtapuesta por ser la más accesible y la que tiene una estética más elegante. Gonzales (2004).

Figura N° 1.3
Instalación fotovoltaica Yuxtapuesta



Fuente: EACSN estudio de arquitectura.

Una vez establecida el tipo de instalación fotovoltaica, es momento de escoger el tipo de panel fotovoltaico, Thomas (2001) menciona tres tipos: paneles fotovoltaico mono - cristalinos, poli - cristalinos y de capa fina, donde el primero tiene como mayor ventaja el uso de células de silicio más puras, lo cual hace que sean un 20% más eficientes, pero su mayor desventaja es la falta de fabricantes de este tipo de paneles, así como su instalación es más ortodoxa. El segundo, su eficiencia es buena y su ventaja radica en lo fácil que éste se integra a la arquitectura. Por último, el panel de capa fina tiene la capacidad de retención solar más ineficiente, por lo tanto, deben usarse en grandes cantidades. La ventaja de este panel radica en que se puede adherir a cualquier tipo de superficie.

Figura N° 1.4
Cálculo de Paneles fotovoltaicos

$NP = \frac{E}{0.9 * WP * R}$	<p>Donde:</p> <p>NP: Numero de paneles</p> <p>E: Consumo total de energía</p> <p>WP: Potencial del panel fotovoltaico</p> <p>R: Radiación Solar</p>
-------------------------------	---

Fuente: *Fotovoltaics and architecture.*

Además del uso de sistemas activos para lograr el ahorro energético en una edificación, también se pueden utilizar sistemas pasivos como la iluminación natural. Gonzáles (2004), indica que el uso de distintos tipos de iluminación como son: iluminación cenital, combinada y lateral se utilizan para maximizar la entrada de luz y energía solar. Estos tipos de iluminación natural deben tener en cuenta que, si no se quiere generar un aislamiento térmico, estas no deben estar orientadas hacia el norte o sur, dependiendo del hemisferio donde se encuentre la edificación, ya que, si se orienta de esa manera, los vanos generan altas temperaturas dentro del espacio, lo cual sería una molestia para el usuario. Por lo tanto, se deben ubicar la mayoría de vanos hacia el este o el oeste y priorizar la iluminación cenital y combinada, que son las más eficientes para una buena iluminación natural.

En relación con los tipos de iluminación natural Gonzáles (2004), indica que los vanos son de suma importancia y que deben tener ciertas características para poder aprovechar los distintos tipos de iluminación y así sacar provecho de la luz natural. Menciona que el área de los vanos es de suma importancia y que debe estar en estrecha relación con la profundidad del ambiente y del mismo modo, con el área del muro donde este se está planteando, para aprovechar correctamente la luz natural. Un vano deberá tener como mínimo un área del 20% del área del muro donde se plantea, visto desde el interior del ambiente. La forma del vano juega un papel importante porque mediante éste se tiene un mejor control de la luz natural. Los vanos con formas regulares y continuos son los más efectivos cuando se trata de iluminación natural y por último el tipo de marco que debe llevar el vano, no debe obstruir el área vidriada, para así no reducir la cantidad de luz natural que recibe el ambiente.

Por otro lado, después de haber visto los diferentes criterios de la arquitectura bioclimática que ayudan al ahorro energético, no se puede hablar de éste sin conocer su consumo o la demanda que tiene. Thomas (2001) indica que la demanda energética es la energía que requiere un edificio para que en su interior los usuarios puedan realizar las diferentes actividades cotidianas o de trabajo, y además disfrutar de condiciones determinadas. Esta se ve afectada por los sistemas mecánicos como: calefacción, refrigeración, ventilación e iluminación. Para conseguir la reducción de la demanda energética, la mejor opción es combinar tanto sistemas pasivos como sistemas activos, de esta manera se podrá lograr incluso un edificio de energía cero, o por el contrario solo utilizar un sistema y lograr uno de baja energía.

Figura N° 1.5

Cálculo de la demanda energética de un edificio

<p>Demanda Energética (W)</p>	<p>=</p>	<p>M2 x F(o) x F(a) x F(z) x 85</p>	<p>Donde:</p> <p>F(o): Factor de orientación (1) F(a): Factor de Aislamiento (0.93) F(z): Factor de Zona (1.20)</p>
---------------------------------------	----------	-------------------------------------	--

Fuente: *Fotovoltaicas and architecture.*

En América del Sur la utilización de los criterios antes mencionados son muy pocos y estos están aplicados a edificaciones del tipo vivienda, por no mencionar el uso inexistente de este tipo de arquitectura en el campo de la industria. Actualmente en América del sur, el país con el índice de mayor crecimiento de plantas agroindustriales para procesar aguaymanto es el Perú, la realidad es otra, porque actualmente dentro del país solo podemos encontrar plantas agroindustriales convencionales sin ningún criterio de arquitectura bioclimática que ayuden al ahorro energético de las mismas. Estas las podemos encontrar en los departamentos de Ancash (1), Cusco (2), Ayacucho (1) y Cajamarca (1). Cabe recalcar que en la mayoría de estas no se procesa el producto, sino que se prepara para la exportación.

Actualmente en nuestro País, el departamento que produce la mayor cantidad de Aguaymanto es Cajamarca, por ende debería ser el departamento con mayor cantidad de plantas agroindustriales destinadas al procesamiento de este producto y la preparación para la exportación del mismo, pero el problema recae en que como se vio previamente, en este departamento, solo existe una planta industrial que procesa el Aguaymanto de toda la región, siendo esta incapaz de abarcar en su totalidad, la cantidad de Aguaymanto que la región produce.

Así mismo si se tiene en cuenta la arquitectura bioclimática y sus criterios, es correcto mencionar que ninguna planta industrial en general no solo las plantas agroindustriales que se encuentran ubicadas en el país, aplican estos conceptos y si los hacen son de una manera básica, sin buscar un eficiente ahorro energético ni reducir el impacto ambiental de la misma.

En consecuencia se tiene plantas industriales con una demanda energética gigantesca, que si utilizaran los criterios bioclimáticos antes mencionados de manera solo pasiva, reducirían el consumo energético en un 30% denominado a la edificación como “Edificio de baja energía” por el sistema LEED y si se utilizan en combinación con los sistemas activos que usan energías renovables se puede llegar al 100% de ahorro energético y ser una edificación denominada “edificio energía cero” por el sistema LEED, el cual no utiliza ningún tipo de energía convencional y tiene un impacto mínimo en su entorno.

Actualmente en el departamento de Cajamarca se puede encontrar una planta agroindustrial destinada al procesamiento de aguaymanto, la cual no tiene un mal diseño, pero no aplica de manera eficiente los criterios de la arquitectura bioclimática, por lo que su consumo de energía casi no se ve afectado en lo más mínimo por los criterios bioclimáticos. Además de no ser eficiente en el campo de ahorro energético, se puede mencionar su ineficiencia en cuanto a tamaño, ya que los espacios dentro de ésta no están contemplados para poder procesar grandes cantidades de aguaymanto. Esta planta agroindustrial procesa 180 toneladas de aguaymanto de las 490 que se produce actualmente, lo cual verifica la ineficiencia de esta y la falta de proyectar más plantas agroindustriales en el departamento.

El departamento de Cajamarca es el mayor productor de Aguaymanto, que es la materia prima para las plantas agroindustriales que se está planteando en la presente investigación. Según estudios realizados, se puede deducir que la cantidad de materia prima que Cajamarca como región produce, son 490 toneladas aproximadamente.

Resumiendo, en el distrito de Jesús, departamento de Cajamarca, existe una planta agroindustrial dedicada al procesamiento de Aguaymanto, pero esta no cuenta con la capacidad necesaria para procesarlo en su totalidad. Así mismo esta planta agroindustrial no toma en cuenta los criterios de la arquitectura bioclimática, por eso consume enormes cantidades de energía, afectando de una manera poco positiva al medio ambiente, por la cual se plantea la presente investigación.

Por consiguiente, la presente investigación deja en evidencia que es imprescindible el desarrollo de nuevas plantas agroindustriales en el departamento de Cajamarca y que estas apliquen de manera correcta y eficiente los criterios de la arquitectura bioclimática antes mencionados, para reducir de manera eficiente el ahorro energético y el impacto ambiental que generan las mismas, es decir comenzar a cambiar de plantas industriales convencionales por plantas agroindustriales sostenibles, que sean de alguna manera amigables para el ambiente o entorno que las rodea, aportando de manera indirecta a la ciudad en donde se encuentran, en este caso el distrito de Jesús y de este modo concientizar e incitar para que se utilice este tipo de arquitectura sostenible y pueda beneficiar de manera directa o indirectamente a su entorno.

La presente investigación plantea el diseño de una planta agroindustrial en el departamento de Cajamarca, distrito de Jesús, aplicando o cumpliendo con los criterios de la arquitectura bioclimática para un eficiente ahorro energético. Esto servirá para inducir a las futuras plantas agroindustriales a utilizar los mismos criterios bioclimáticos o una arquitectura sostenible similar y así lograr un impacto positivo en la ciudad.

1.2 Formulación del problema

¿Cuáles son los criterios de la arquitectura bioclimática aplicables al diseño de una planta agroindustrial, para lograr un eficiente ahorro energético en el distrito de Jesús, en el año 2018?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Determinar cuáles son los criterios de la arquitectura bioclimática aplicables al diseño de una planta agroindustrial, para lograr un eficiente ahorro energético.

1.3.2 Objetivos específicos

OE 1: Identificar los criterios de la arquitectura bioclimática y sus aplicaciones.

OE 2: Determinar el ahorro energético que se puede obtener en una planta agroindustrial.

OE 3: Establecer de acuerdo a lo estudiado, qué criterios de arquitectura bioclimática se pueden aplicar a una planta agroindustrial para lograr un eficiente ahorro energético.

OE 4: Aplicar los criterios de la arquitectura bioclimática en el diseño de una planta agroindustrial, para lograr un eficiente ahorro energético

1.4 Hipótesis

1.4.1 Hipótesis general

Los criterios de la arquitectura bioclimática; el clima, la orientación, estrategias de forma, uso de sistemas activos (uso de energía solar fotovoltaica) y pasivos (Iluminación natural), éstos son los que se pueden aplicar al diseño de una planta agroindustrial logrando un eficiente ahorro energético

1.4.2. Hipótesis específicas

Hipótesis específica HE 1: El aprovechamiento del clima es uno de los criterios de la arquitectura bioclimática que logra un eficiente ahorro energético y se puede aplicar al diseño de una planta agroindustrial.

Hipótesis específica HE 2: La orientación de la edificación es uno de los criterios de la arquitectura bioclimática que logra un eficiente ahorro energético y se puede aplicar al diseño de una planta agroindustrial.

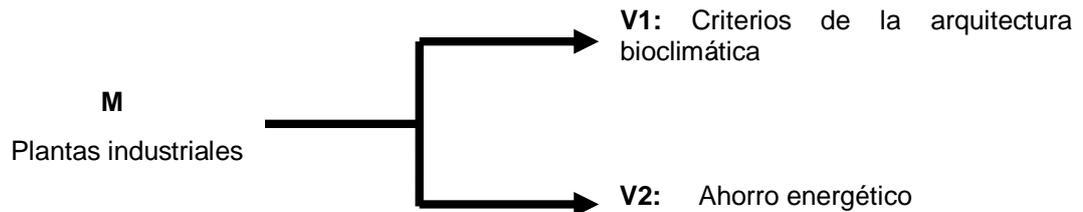
Hipótesis específica HE 3: El uso de estrategias de forma de la edificación es uno de los criterios de la arquitectura bioclimática que logra un eficiente ahorro energético y se puede aplicar al diseño de una planta agroindustrial.

Hipótesis específica HE 4: El uso de sistemas activos (uso de energía solar fotovoltaica) y pasivos (iluminación natural), son uno de los criterios de la arquitectura bioclimática que logra un eficiente ahorro energético y se puede aplicar al diseño de una planta agroindustrial.

CAPÍTULO 2 METODOLOGÍA

2.1 Tipo de investigación

El diseño de investigación que se seguirá en la presente investigación será estrictamente No Experimental Descriptiva, teniendo como resultado final un Proyecto Arquitectónico, el cual será una planta agroindustrial empleando los criterios de la arquitectura bioclimática para lograr un eficiente ahorro energético.



Donde:

- M: Casos arquitectónicos, como pauta para la pertinencia y funcionalidad del diseño.
- V: Observación de las Variables.

2.2 Presentación de Casos/Muestra

Se realizó la búsqueda de antecedentes y casos exitosos, tanto nacionales como internacionales. Para obtener buenos resultados se tuvo en cuenta que los casos elegidos tengan relación con las variables de la presente investigación, así como también que dichos casos sean similares al proyecto arquitectónico que se realizará. Mencionado lo anterior, los casos elegidos son los siguientes.

Caso 01: Planta Agroindustrial Villa Andina

Ubicación: Perú – Cajamarca

Área: 3002 m²

El primer caso elegido es la planta agroindustrial Villa Andina. Esta es un caso exitoso nacional, porque aplica algunos criterios bioclimáticos estudiados en la presente investigación, pero a la vez no aprovecha en su totalidad la ventaja que puede dar la arquitectura bioclimática combinada con los excelentes factores climáticos que tiene el lugar en donde se encuentra para lograr un ahorro energético acorde a los estándares del sistema LEED. Esta planta industrial es un edificio horizontal de dos plantas en el que la zona de producción abarca todo el primer nivel y en cuanto a las zonas de servicio y administración están ubicadas en una parte del segundo nivel.

Figura N° 2.1
Planta Industrial Villa Andina Sac



Fuente: *Villa Andina SAC*.

Caso 02: Planta Industrial de Proceso de Aceites DICOAL.

Ubicación: Chile – Molloco

Área: 3500 m²

El segundo caso elegido es la planta industrial de proceso de aceites DICOAL; esta es un caso exitoso internacional, porque aplica todos los criterios bioclimáticos estudiados en la presente investigación, aprovecha en su totalidad la ventaja que puede dar la arquitectura bioclimática, aunque los factores climáticos del lugar no son muy buenos. Este caso encuentra la manera de aprovechar estos factores, para reducir la demanda energética y lograr un ahorro energético bueno, bajo los estándares del sistema LEED. Esta planta industrial consta de tres edificios horizontales, de los cuales solo el edificio administrativo es de dos plantas.

Figura N° 2.2
Planta Industrial de procesos de Aceites DIOCAL



Fuente: *DIOCAL*.

Caso 03: Planta Industrial Katdzen.

Ubicación: Vietnam - Binh Duong Province

Área: 2761 m²

El tercer caso elegido es la planta industrial Katdzen. Esta es un caso exitoso internacional, porque aplica todos los criterios bioclimáticos estudiados en la presente investigación de una manera excelente, aprovechando en su totalidad la ventaja que puede dar la arquitectura bioclimática en combinación con los factores climáticos del lugar, generando un excelente ahorro energético bajo los estándares del sistema LEED y encontrando formas de aprovechar estos factores para reducir la demanda energética. Esta planta industrial es un edificio horizontal de un solo nivel en el que se desarrollan las zonas administrativas y de servicio en el centro y a su alrededor se desarrolla la zona de producción.

Figura N° 2.3

Planta Industrial Katdzen



Fuente: *Katzen*

2.3 Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

Para desarrollar la presente investigación, se emplearon dos tipos de instrumentos, los cuales fueron de gran ayuda para tener un mejor enfoque y desarrollarlo tanto a nivel de investigación y de proyecto arquitectónico.

Tabla 2.1: Técnicas e instrumentos de medición.

Técnica de revisión de información	Instrumentos de medición
Revisión documentaria	Ficha Documentaria
Análisis de casos	Fichas de análisis de casos

Fuente: Elaboración Propia

Instrumentos de Recolección de Datos

Para la recolección de datos se aplicaron fichas documentales basados en la relación de las variables de la presente investigación. A continuación se detallan los instrumentos indicados que se estudian en cada uno.

- **Ficha Documental estudio de la Orientación.**

Se muestran las teorías sobre la mejor orientación que debe tener un proyecto para aprovechar de manera eficiente los factores climáticos de la zona donde este se encuentra emplazado.

Se estudia en este instrumento la forma de cuantificar la dimensión basados en los indicadores de orientación este - oeste, orientación norte y orientación sur, para finalmente obtener un cuadro valorativo para medir la dimensión. Ver anexo 03.1

- **Ficha Documental estudio de las estrategias de forma.**

Se muestran las teorías sobre el tipo de volumetría que debe tener el proyecto, para aprovechar este criterio bioclimático y reducir la demanda energética y generar ahorro energético.

Se estudia en este instrumento la forma de cuantificar la dimensión basados en los indicadores de volumetría regular compacta, volumetría irregular compacta y volumetría irregular, para finalmente obtener un cuadro valorativo para medir la dimensión. Ver anexo 03.2

- **Ficha Documental estudio de los sistemas activos – energía solar fotovoltaica.**

Se muestran las teorías sobre cómo aprovechar la energía solar como recurso renovable, mediante la utilización de paneles solares fotovoltaicos, para reducir la demanda energética y generar un eficiente ahorro energético.

Se estudia en este instrumento la forma de cuantificar la dimensión basados en los indicadores panel fotovoltaico policristalino y panel fotovoltaico monocristalino, para finalmente obtener un cuadro valorativo para medir la dimensión. Ver anexo 03.3

- **Ficha Documental estudio de los sistemas pasivos – iluminación natural.**

Se muestran las teorías sobre cómo aprovechar la iluminación natural mediante la aplicación de vanos eficientes, para reducir la demanda energética y generar un eficiente ahorro energético.

Se estudia en este instrumento la forma de cuantificar la dimensión basados en los indicadores área del vano, forma del vano y el tipo de marco del vano, para finalmente obtener cuadros valorativos y medir la dimensión. Ver anexo 03.

Fichas de análisis de casos

Son documentos en donde se evalúa cada criterio de la arquitectura bioclimática mediante la aplicación de los cuadros valorativos antes mencionados y como estos reducen la demanda energética de los casos analizados; los datos cualitativos se convertirán en datos cuantitativos para los debidos resultados de los casos analizados.

CAPÍTULO 3 RESULTADOS

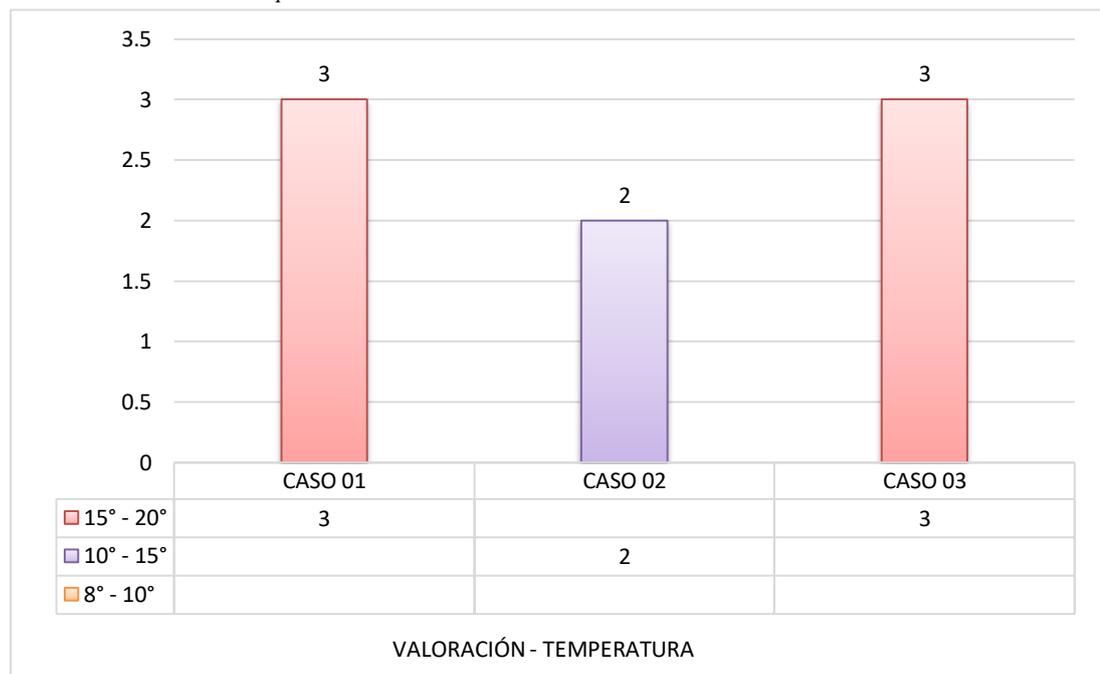
3.1 Estudio de Casos/Muestra

Se presentan las dos variables, las cuales se han estudiado en la presente investigación, variable 01: Criterios de la arquitectura bioclimática (Clima, orientación, estrategias de forma, sistemas activos y sistemas pasivos), variable 02: Ahorro energético (Demanda energética). Ver anexo 03 (Ficha documental 3.1 – 3.4) y anexo 03 (Ficha de análisis de casos 4.1 – 4.5)

3.1.1. Resultados variables 01: Ficha análisis de caso Clima – Temperatura

La ficha fue aplicada a los 03 casos arquitectónicos analizados y en ésta se estudia la temperatura que es un factor importante al momento de generar ahorro energético. Los resultados se muestran en el siguiente gráfico.

Tabla N° 3.1
Resultado valoración – temperatura



Fuente: *Elaboración propia en base a análisis de casos.*

El resultado de la aplicación de la ficha de análisis a los 03 casos estudiados muestra que el 66.6% utiliza la temperatura a su favor para lograr ahorro energético y minimizar el uso de sistemas mecánicos.

3.1.2. Resultados variables 01: Ficha análisis de caso Clima – Vientos

La ficha fue aplicada a los 03 casos arquitectónicos analizados y en esta se estudia la velocidad del viento (metros/minutos), que es un factor importante al momento de generar ahorro energético. Los resultados se muestran en el siguiente gráfico.

Tabla N° 3.2

Resultado valoración – Vientos.



Fuente: *Elaboración propia en base a análisis de casos.*

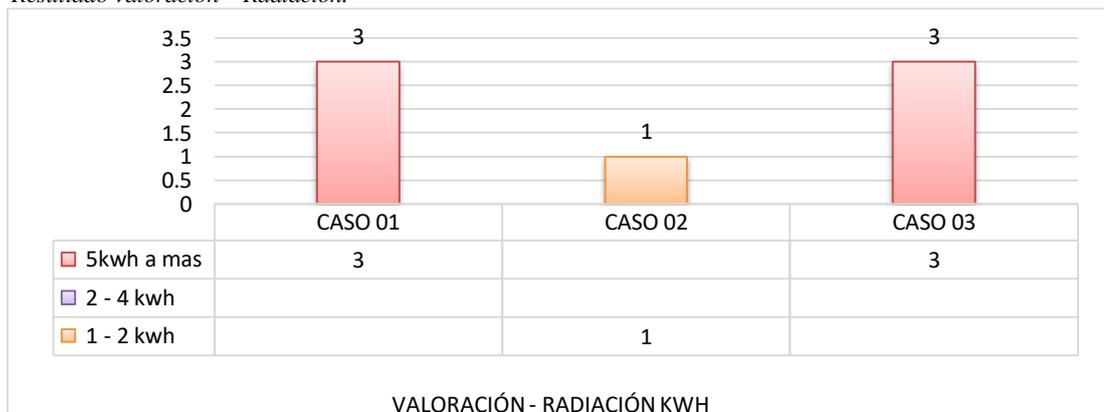
El resultado de la aplicación de la ficha de análisis a los 03 casos estudiados muestra que el 100% no pueden aprovechar los vientos del todo, por la falta de velocidad de este, debido a la ubicación del proyecto arquitectónico o por a su altura.

3.1.3. Resultados variables 01: Ficha análisis de caso Clima – Radiación

La ficha fue aplicada a los 03 casos arquitectónicos analizados y en esta se estudia la radiación(Kwh) que es el factor más importante al momento de generar ahorro energético. Los resultados se muestran en el siguiente gráfico.

Tabla N° 3.3

Resultado valoración – Radiación.



Fuente: *Elaboración propia en base a análisis de casos.*

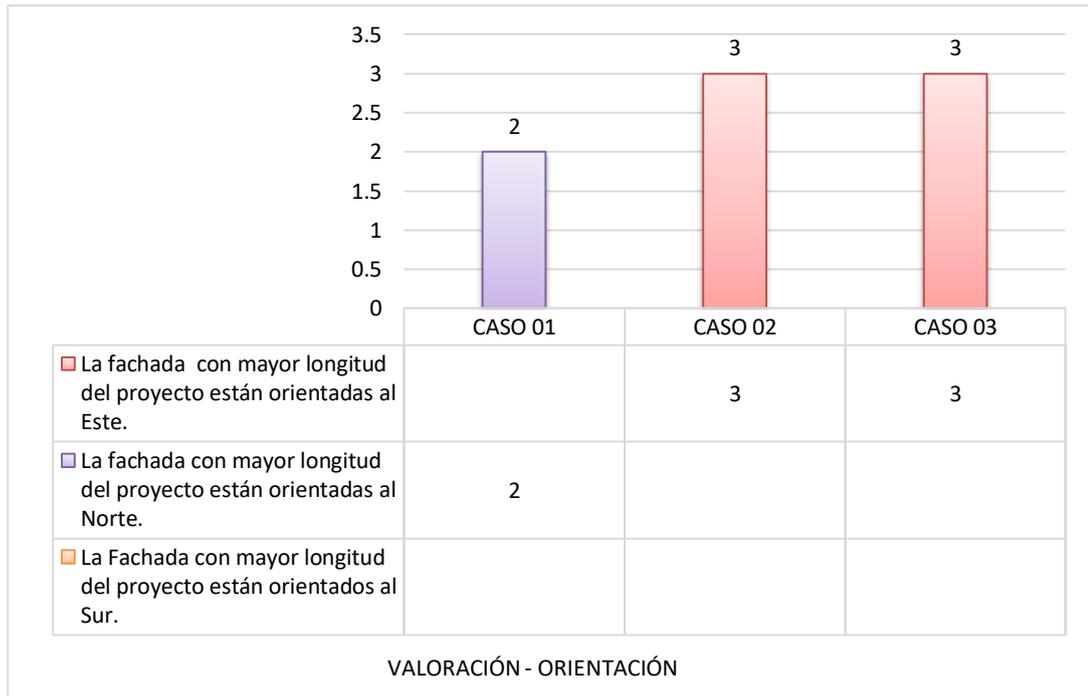
El resultado de la aplicación de la ficha de análisis a los 03 casos estudiados muestra que cada uno tiene una radiación diferente por la ubicación del proyecto arquitectónico y que solo el 33.3% de estos, aprovechan totalmente la radiación.

3.1.4. Resultados variables 01: Ficha análisis de caso – orientación

La ficha fue aplicada a los 03 casos arquitectónicos analizados y en esta se estudia la orientación de los distintos ambientes del proyecto, para el mejor aprovechamiento de los factores climáticos mencionados anteriormente. Cabe señalar que en la orientación se tuvo en cuenta el carácter de la edificación y la norma internacional ISO - 22000). Los resultados se muestran en el siguiente gráfico.

Tabla N° 3.4

Resultado valoración – orientación



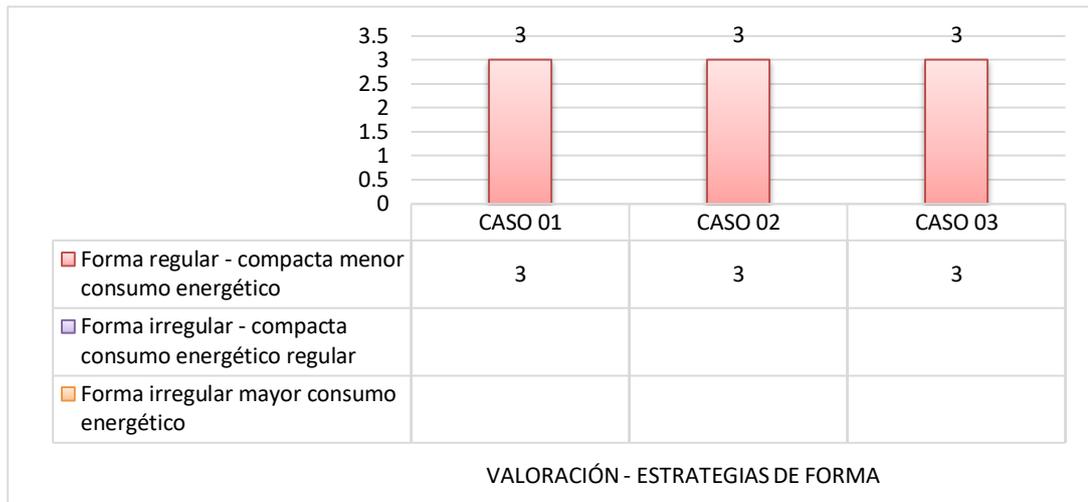
Fuente: *Elaboración propia en base a análisis de casos.*

El resultado de la aplicación de la ficha de análisis a los 03 casos estudiados muestra que las fachadas de mayor longitud del 66.6% de éstos están orientados al Este - oeste, esto genera ahorro energético constante por la iluminación natural constante y a la vez evita que la materia prima se contamine porque el ambiente no puede tener contacto directo con los rayos solares, ni una temperatura elevada (norma internacional ISO – 22000).

3.1.5. Resultados variables 01: Ficha análisis de caso – Estrategias de forma.

La ficha fue aplicada a los 03 casos arquitectónicos analizados y en esta se estudia la forma y el nivel de compactación de las distintas zonas del proyecto arquitectónico, para obtener la forma más adecuada para el ahorro energético. Los resultados se muestran en el siguiente gráfico.

Tabla N° 3.5
Resultado valoración – Estrategias de forma.



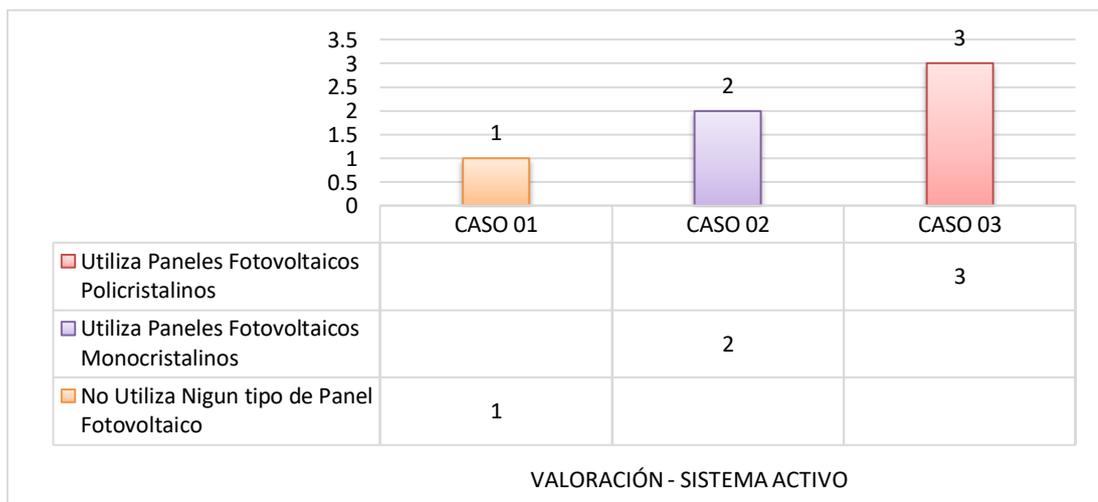
Fuente: *Elaboración propia en base a análisis de casos.*

El resultado de la aplicación de la ficha de análisis a los 03 casos estudiados muestra que el 100% éstos, utiliza una forma regular compacta para reducir el consumo energético.

3.1.6. Resultados variables 01: Ficha análisis de caso – Sistema activo.

La ficha fue aplicada a los 03 casos arquitectónicos analizados y en esta se estudia el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica por medio de paneles fotovoltaicos, para lograr un eficiente ahorro energético. Los resultados se muestran en el siguiente gráfico.

Tabla N° 3.6
Resultado valoración – Sistema activo



Fuente: *Elaboración propia en base a análisis de casos.*

El resultado de la aplicación de la ficha de análisis a los 03 casos estudiados muestra que el 33.3% de ellos usa paneles fotovoltaicos policristalinos, los cuales tienen mayor eficiencia energética, generando más energía utilizable y la degradación de estos provocado por la luz es menor lo cual se entiende como mayor tiempo de vida del panel.

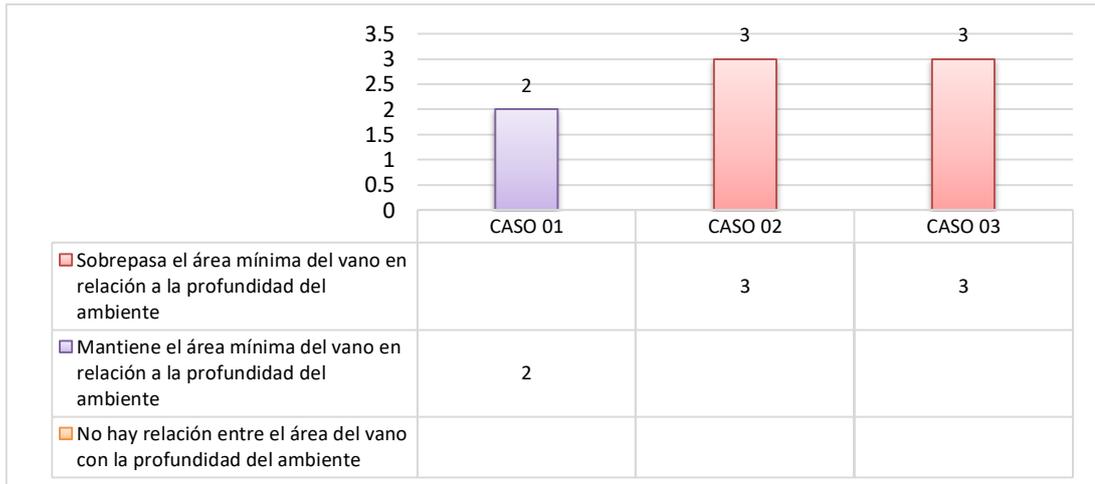
3.1.7. Resultados variables 01: Ficha análisis de caso – Sistema pasivo.

Área del Vano

La ficha fue aplicada a los 03 casos arquitectónicos analizados y en esta se estudia el aprovechamiento de la luz natural, mediante la relación del área del vano con la profundidad del ambiente, para lograr un eficiente ahorro energético. Los resultados se muestran en el siguiente gráfico.

Tabla N° 3.7

Resultado valoración – Sistema pasivo – área del vano.



Fuente: *Elaboración propia en base a análisis de casos.*

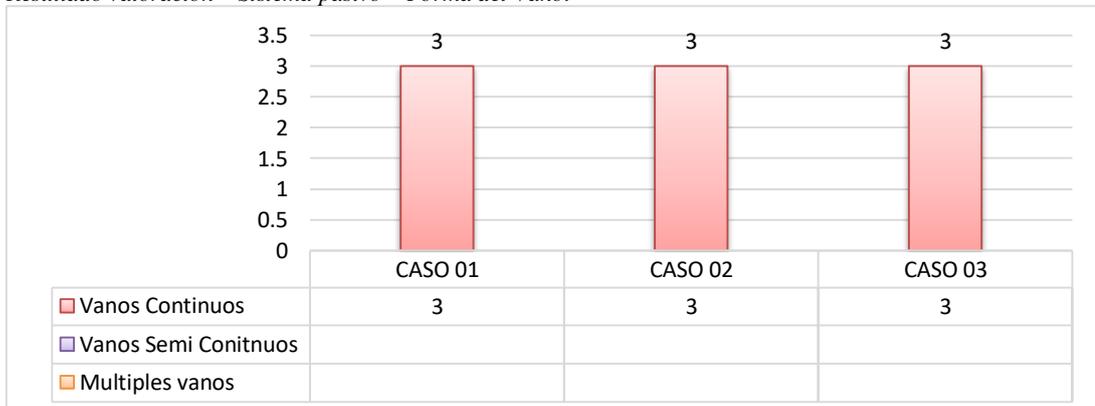
El resultado de la aplicación de la ficha de análisis a los 03 casos estudiados muestra que el 66.6% de éstos, tiene vanos con un área que sobre pasa el área mínima con respecto a la profundidad del ambiente.

Forma del Vano

La ficha fue aplicada a los 03 casos arquitectónicos analizados y en esta se estudia el aprovechamiento de la luz natural, mediante la forma del vano, para lograr un eficiente ahorro energético. Los resultados se muestran en el siguiente gráfico.

Tabla N° 3.8

Resultado valoración – Sistema pasivo – Forma del Vano.



Fuente: *Elaboración propia en base a análisis de casos.*

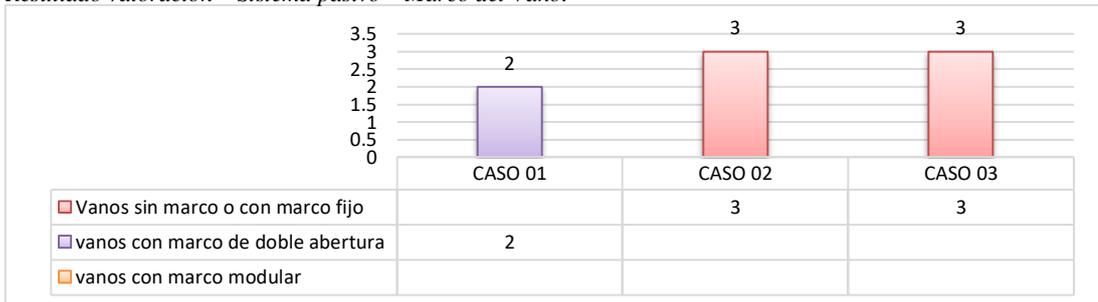
El resultado de la aplicación de la ficha de análisis a los 03 casos estudiados muestra que el 100% de los casos tiene vanos continuos, es decir su forma es regular y continua, lo que permite que la luz natural sea aprovechada de una manera uniforme.

Tipo de Marco del Vano

La ficha fue aplicada a los 03 casos arquitectónicos analizados y en esta se estudia el aprovechamiento de la luz natural, mediante la elección del tipo de marco del vano, para lograr un eficiente ahorro energético. Los resultados se muestran en el siguiente gráfico.

Tabla N° 3.9

Resultado valoración – Sistema pasivo – Marco del Vano.



Fuente: *Elaboración propia en base a análisis de casos.*

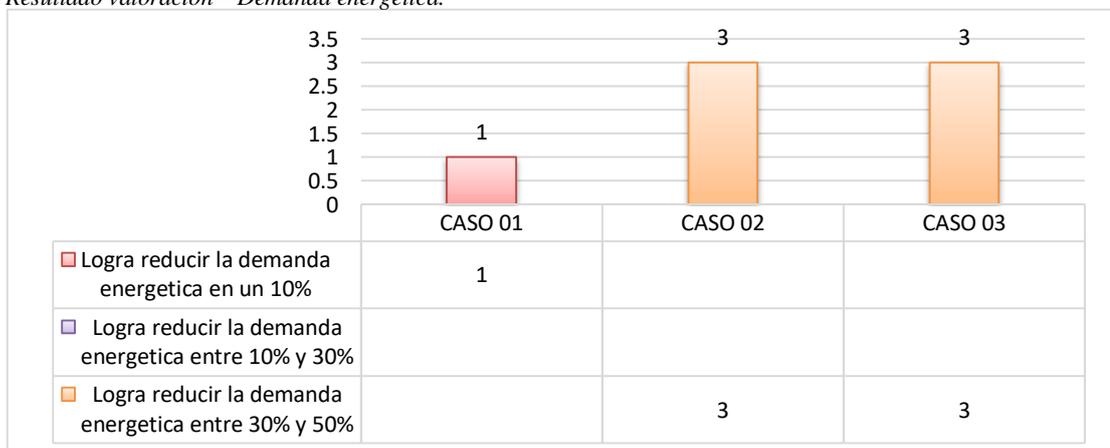
El resultado de la aplicación de la ficha de análisis a los 03 casos estudiados muestra que el 66.6% de los casos tiene vanos sin marco o con marco fijo, con lo cual no reducen la cantidad de luz natural recibida en el interior del ambiente.

3.1.8. Resultados variables 02: Ficha análisis de caso – Demanda energética.

La ficha fue aplicada a los 03 casos arquitectónicos analizados y en esta se estudia la demanda energética del proyecto arquitectónico y con qué criterios de la arquitectura bioclimática hace frente a la misma, para lograr un eficiente ahorro energético. Esta ficha de análisis de caso se valoró de acuerdo al sistema de certificación de edificios sostenibles LEED. Los resultados se muestran en el siguiente gráfico.

Tabla N° 3.10

Resultado valoración – Demanda energética.



Fuente: *Elaboración propia en base a análisis de casos.*

El resultado de la aplicación de la ficha de análisis a los 03 casos estudiados muestra que el 66.6% de los casos aplican los criterios de la arquitectura bioclimática de manera eficiente, puesto que logran reducir la demanda energética más del 30%, lo cual genera ahorro energético.

3.1.9. Cuadro resumen de valoración de los casos estudiados.

Tabla N° 3.11

Cuadro resumen de valoración de casos.

Variables				Puntuación		
				Caso 01	Caso 02	Caso 03
Criterios de la Arquitectura Bioclimática	Dimensión	Sub Dimensión	Indicador			
	Orientación		Este - Oeste	-	3	3
			Norte	2	-	-
			Sur	-	-	-
	Estrategias de forma	Volumetría	Regular Compacta	3	3	3
			Irregular Compacta	-	-	-
			Irregular	-	-	-
	Sistemas Activos	Energía Solar Fotovoltaica	Panel Fotovoltaico Policristalino	-	-	-
			Panel Fotovoltaico Monocristalino	-	2	3
	Sistemas Pasivos	Iluminación Natural	Área del Vano	2	3	3
			Forma del Vano	3	3	3
			Tipo de Marco	2	3	3
Ahorro Energético	Demanda Energética			1	2	3
Puntaje total				13	19	21

Fuente: *Elaboración propia.*

El cuadro anterior muestra la puntuación obtenida por cada caso donde se estudian y valoran los diferentes indicadores, sobre los criterios de la arquitectura bioclimática que ayudan al ahorro energético y reducen la demanda energética de una edificación.

3.1.10. Matriz de contrastación de relación de las variables.

Esta matriz tiene como finalidad identificar cuál o cuántos de los casos estudiados ha utilizado de manera adecuada los criterios de la arquitectura bioclimática para generar un ahorro energético eficiente y así mismo reducir la demanda del edificio, para que este entre en la categoría de “Edificio de Baja Energía, donde:

Tabla N° 3.12
Valoración – Relación de variables.

Relación Alta	Relación Media	Relación Baja
3	2	1

Fuente: *Elaboración propia.*

Tabla N° 3.13
Matriz de contrastación de relación de variables.

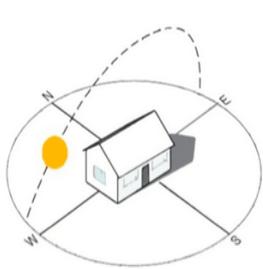
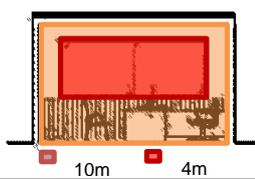
Criterios de la Arquitectura Bioclimática			Casos	Ahorro energético Demanda energética	P u n t a j e
Dimensión	Sub Dimensión	Indicador			
Orientación		Este - Oeste	Caso 2 y 3	3	3
		Norte	Caso 1	2	2
		Sur	-	-	-
Estrategias de forma	Volumetría	Regular Compacta	Todos los casos	3	3
		Irregular Compacta	-	-	-
		Irregular	-	-	-
Sistemas Activos	Energía Solar Fotovoltaica	Panel Fotovoltaico Policristalino	Caso 3	3	3
		Panel Fotovoltaico Monocristalino	Caso 2	2	2
Sistemas Pasivos	Iluminación Natural	Área del Vano	Caso 2 y 3	3	3
		Forma del Vano	Todos los Casos	3	3
		Tipo de Marco	Caso 2 y 3	3	3

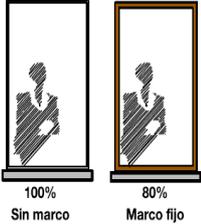
Fuente: *Elaboración propia.*

3.2 Lineamientos del diseño

Tabla N° 3.14

Cuadro resumen de lineamientos de diseño específicos

LINEAMIENTOS DE DISEÑO				
SUB DIMENSIÓN	INDICADOR	LINEAMIENTO DE DISEÑO	AHORRO ENERGÉTICO	ILUSTRACIÓN
Orientación	Este - oeste	Las fachadas con mayor longitud deberán ser orientadas hacia el Este - Oeste, donde se podrá aprovechar la iluminación natural de una manera controlada y continua ya que se logra tener una iluminación natural desde el amanecer hasta el atardecer.	Al aplicar este lineamiento de diseño la demanda energética se reduce en un 10%.	
Volumetría	Regular Compacta	La forma volumétrica que se debe utilizar en proyecto es de una forma volumétrica regular y compacta, ya que de esta manera ayuda a mantener la temperatura del ambiente y de la misma manera es más fácil refrigerar el ambiente, de esta manera no se utiliza ningún tipo de sistema mecánico que aumente la demanda energética.	Al aplicar este lineamiento en combinación con materiales aislantes como la lana de vidrio para las cubiertas y lana de roca para los muros, la demanda energética se reduce en un 5%	
Energía Solar Fotovoltaica	Panel Fotovoltaico Policristalino	Se debe utilizar paneles fotovoltaicos policristalinos por su buen rendimiento y eficiencia energética generado más energía utilizable y la degradación de estos provocado por la luz es menor, este tipo de sistema genera de manera constante energía la cual se convertirá en una fuente de sustento para el proyecto arquitectónico	Aplicando este lineamiento la reducción de la demanda energética es de un 20%.	
Iluminación Natural	Área de Vano	El área del vano debe ser igual o mayor a al 20% del área de la muro donde este se encuentra ubicado visto desde el interior del ambiente.	Al aplicar este lineamiento de diseño en combinación con vidrios de doble acristalamiento	

	Forma de Vano	La forma de los vanos deben tener una forma regular y ser continuos, es decir mantener en lo posible un solo vano en lugar de tener múltiples vanos para el mismo ambiente, visto desde el interior del ambiente.	para todos los vanos, la demanda energética se reduce en un 15%.	
	Tipo de marco	Los vanos deberán tener un marco fijo o por el contrario prescindir de este para que el marco no reduzca la superficie vidriada del vano, es decir para no reducir la cantidad de luz que el ambiente recibe en el interior.		

Fuente: *Elaboración propia.*

3.3 Dimensionamiento y envergadura

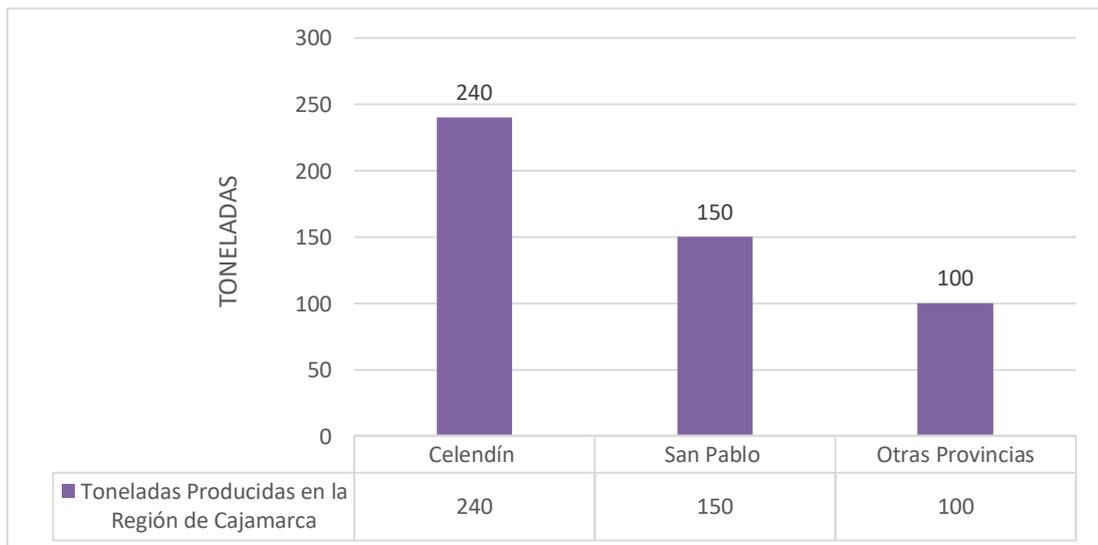
Demanda de Materia Prima a Cubrir

La región de Cajamarca cuenta con un índice muy alto con respecto a la producción de Aguaymanto como materia prima para exportación, ya que en ella la presencia de plantas agroindustriales que se dediquen a procesar este producto es casi inexistente.

En el presente estudio se define que la región de Cajamarca produce un total de 490 toneladas de aguay manto de manera mensual, siendo los principales productores las provincias de Celendín y San Pablo.

Tabla N° 3.15

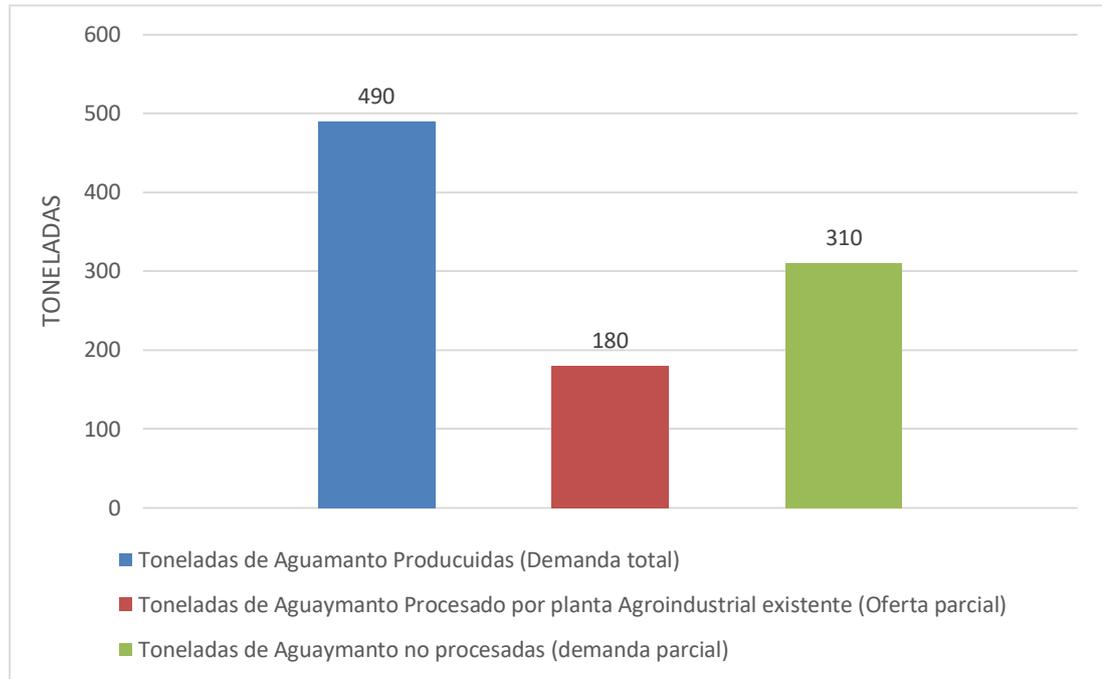
Producción de Aguaymanto en el departamento de Cajamarca.



Fuente: *Sierra Exportadora.*

Considerando que en el departamento de Cajamarca existe una planta agroindustrial que procesa parte del aguaymanto (Villa Andina), ya no se debe considerar las toneladas de Aguaymanto procesadas por esta planta agroindustrial.

Tabla N° 3.16
Índice de aguaymanto procesado y no procesado.



Fuente: *Elaboración propia.*

Considerando los datos obtenidos del anterior gráfico, se puede concluir que, de las 490 toneladas producidas por el departamento de Cajamarca, 180 son procesadas por la planta agroindustrial existente dentro de la región, por lo tanto, las 310 no procesadas, son la brecha de la presente investigación.

A continuación, se tiene en cuenta la tasa de crecimiento de aguaymanto que hasta ahora es del 2% en el departamento de Cajamarca, para calcular su proyección en 10 años y así proponer un proyecto arquitectónico que tenga la capacidad necesaria en un futuro a largo plazo.

Tabla N° 3.17
Tasa de Crecimiento de Aguaymanto.

Tasa de Crecimiento de Aguaymanto en el Departamento de Cajamarca (tl)										
Año	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028
Tl	310	316	322	328	335	342	349	356	363	370

Fuente: *Elaboración Propia.*

Para concluir la planta agroindustrial propuesta, tendrá una capacidad para procesar 370 toneladas mensuales; de esta manera para 100 toneladas de materia prima (aguaymanto) se necesita 1000 metros cuadrados, por lo cual la zona de procesamiento tendrá 3500 metros cuadrados. A esta dimensión se debe agregar el área de las diferentes zonas que compone un complejo industrial.

Demanda Energética a Cubrir

La demanda energética de la planta agroindustrial propuesta se calcula a partir de los metros cuadrados de todo el proyecto (6 424.00 M2) más diferentes factores de la zona y materiales del proyecto. La demanda energética se calculará a partir de la siguiente fórmula:

Figura N° 3.1
Calculo demanda energética

$\text{Demanda Energética (W)} = \text{M2} \times \text{F(o)} \times \text{F(a)} \times \text{F(z)} \times 85$	<p>Donde:</p> <p>F(o): Factor de orientación (1) F(a): Factor de Aislamiento (0.93) F(z): Factor de Zona (1.20)</p>
$\text{Demanda Energética (W)} = 6\,424.00 \times 1.00 \times 0.93 \times 1.20 \times 85$	
$\text{Demanda Energética (W)} = \mathbf{609\,380.64\ Watts}$	

Fuente: *Elaboración propia.*

Aplicando la fórmula podemos obtener que la planta agroindustrial propuesta en la presente investigación, tendrá una demanda energética de **609 380.64 watts**, es decir que el consumo energético total de la planta agroindustrial propuesta es de **609.38 kW**.

3.4 Programa arquitectónico

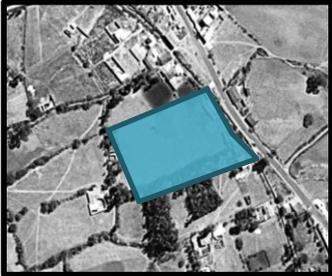
Se presenta la programación de áreas del proyecto: Planta Agroindustrial. Ver anexo 02.

3.5 Determinación del terreno

Para la determinación del terreno se aplicará una matriz de selección con los criterios de la arquitectura bioclimática estudiados y teniendo en cuenta las recomendaciones que proporciona el RNE, para que este sea compatible con el proyecto arquitectónico que la presente investigación pretende desarrollar. A continuación, se presenta los tres terrenos elegidos.

Tabla N° 3.18

Ficha comparativa de terrenos.

TERRENO 01	TERRENO 02	TERRENO 03
Ubicación	Ubicación	Ubicación
Departamento: Cajamarca Provincia: Cajamarca Distrito: Jesús Caserío: Huaraclla	Departamento: Cajamarca Provincia: Cajamarca Sector: Dirección: Av. Industrial	Departamento: Cajamarca Provincia: Cajamarca Distrito: Llacanora Dirección: Carretera Cajamarca - Llacanora
		
Datos Generales	Datos Generales	Datos Generales
Área: 17 363.80 m ² Perímetro: 542.90 m	Área: 13 700.00 m ² Perímetro: 502.00 m	Área: 10 125.20 m ² Perímetro: 490.80 m
Servicios Básicos	Servicios Básicos	Servicios Básicos
Cuenta con todos los servicios básicos	Cuenta con todos los servicios básicos	Cuenta con todos los servicios básicos
Topografía	Topografía	Topografía
El terreno cuenta con una topografía llana de menos de 2 grados	El terreno cuenta con una topografía llana de menos de 6 grados	El terreno cuenta con una topografía llana de menos de 8 grados
Accesibilidad	Accesibilidad	Accesibilidad
Cuenta con una sola vía, la cual esta pavimentada y permite el tránsito vehicular pesado	Cuenta con una sola vía, la cual es una trocha y no permite el tránsito vehicular pesado	Cuenta con una sola vía, la cual esta pavimentada y permite el tránsito vehicular pesado
Zonificación de Suelos	Zonificación de Suelos	Zonificación de Suelos
El terreno se encuentra alejado de la zona urbana	El terreno se encuentra en la zona urbana	El terreno se encuentra alejado de la zona urbana
Factibilidad	Factibilidad	Factibilidad
El terreno se encuentra en una zona de expansión industrial	El terreno se encuentra en una zona agrícola	El terreno se encuentra en una zona de otros usos
Compatibilidad de Uso de Suelos	Compatibilidad de Uso de Suelos	Compatibilidad de Uso de Suelos
Compatible	No compatible	No compatible

Fuente: *Elaboración propia.*

A continuación, se presenta la matriz de selección de terreno y los criterios utilizados, así como también el puntaje obtenido por los 3 terrenos mencionados previamente.

Tabla N° 3.19

Matriz de selección de terreno.

CRITERIOS	CRITERIOS DE VALORACIÓN			PUNTAJE TERRENOS		
	Bueno	Regular	Malo	T1	T2	T3
Área del terreno	Mayor a 15 000 m ²	Menor a 15 000 m ²	Menor o igual a 10 000 m ²	3	2	1
	3	2	1			
Servicio Básico	Todos los servicios básicos	Algunos servicios básicos	Ningún servicio básico	3	3	3
	3	2	1			
Topografía	Terreno llano	Terreno desnivelado	Terreno accidentado	3	3	2
	3	2	1			
Accesibilidad	02 vías pavimentadas y circulación de tránsito pesado	01 vía pavimentadas y circulación de tránsito pesado	01 trocha sin circulación de tránsito pesado	2	1	2
	3	2	1			
Zonificación de Suelos	Alejado de la zona urbana	Cerca de la zona urbana	Dentro de la zona urbana	3	1	2
	3	2	1			
Factibilidad	Zona industrial	Otros usos	Zona agrícola	3	1	2
	3	2	1			
Compatibilidad de usos de suelo	Compatible	Poco Compatible	Incompatible	3	1	2
	3	2	1			
TOTAL				20	12	14

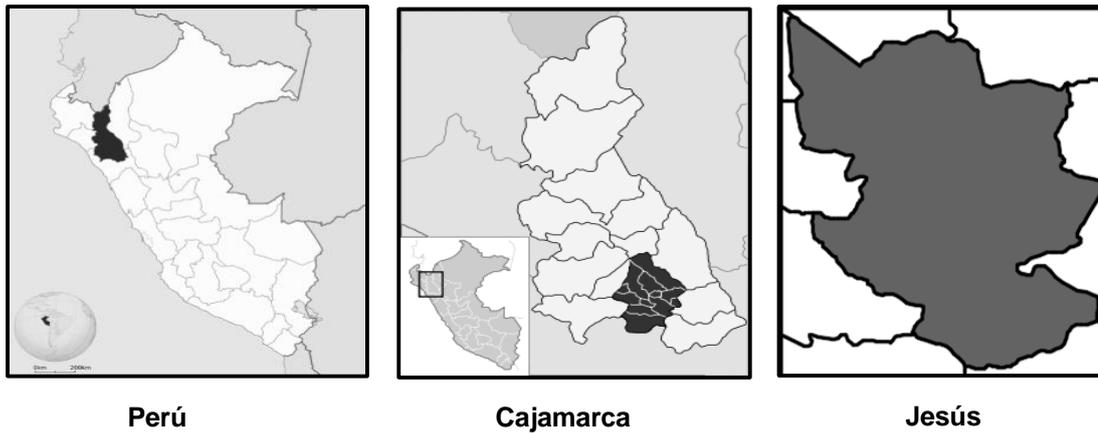
Fuente: *Elaboración propia.*

De acuerdo a estos criterios el terreno elegido es el número 01 que se encuentra ubicado en el distrito de Jesús, en donde se está formando un eje de zona industrial designado por la ZEE. El terreno cuenta con un área de 17 636.80 m² y un perímetro de 542.90 m.

3.6 Análisis del lugar

El área de estudio se encuentra en el departamento de Cajamarca, distrito de Jesús, que está ubicado geográficamente en las coordenadas d, a una altura de 2564 metros sobre el nivel del mar. Cuenta con una superficie de 267.78 km².

Figura N° 3.2
Ubicación del lugar.



Fuente: Elaboración propia.

El distrito de Jesús tiene como límites a los siguientes distritos:

- Por el Norte: Distrito de Cajamarca y Llacanora.
- Por el Sur: Distrito de Cachachi.
- Por el Este: Distrito de Namora y Matara.
- Por el Oeste: Distrito de Cospan, San Juan y Asunción.

Clima

El distrito de Jesús presenta un clima variado que está determinado por su relieve que oscila entre los 2350 m.s.n.m hasta los 4150 m.s.n.m, encontrándose tres regiones naturales bien marcadas las cuales son: región quecha, suni y jalca.

La temperatura máxima anual que se puede dar en el distrito de Jesús es de 18.83°C entre los meses de septiembre – abril y la mínima puede decaer hasta los 15.02°C entre los meses de mayo – agosto.

Tabla N° 3.20
Temperatura distrito de Jesús.

Temperatura (°c)		
Mes	t. máxima (°c)	t. mínima (°c)
Enero	19.50	15.40
Febrero	19.20	15.20
Marzo	19.10	15.00
Abril	19.00	15.00
Mayo	18.80	14.90
Junio	17.90	14.40
Julio	17.80	14.40
Agosto	18.40	14.90
Septiembre	18.70	15.10
Octubre	19.00	15.20
Noviembre	18.90	15.10
Diciembre	19.60	15.60
Anual	18.83	15.02

Fuente: *Software Climate Consultant 6*

Por otro lado, se tiene en cuenta la velocidad del viento que es de 30 a 40 metros por minuto. Esto puede cambiar con respecto a la altura, a más altura el viento tendrá una velocidad mayor, pudiendo llegar a los 60 metros por minuto.

Tabla N° 3.21
Velocidad del viento distrito de Jesús

Velocidad del viento m/m		
Mes	Velocidad	Dirección
Enero	40.80	SE
Febrero	40.30	SE
Marzo	40.29	SE
Abril	30.90	SE
Mayo	40.39	SE
Junio	30.90	SE
Julio	30.90	SE
Agosto	30.40	SE
Septiembre	40.40	SE
Octubre	40.30	SE
Noviembre	40.80	SE
Diciembre	40.30	SE
Anual	37.22	SE

Fuente: *Software Climate Consultant 6*

Además, la incidencia de la radiación es constante teniendo una radiación máxima anual de 7.15kwh y una mínima anual de 5.07kwh.

Tabla N° 3.22

Radiación distrito de Jesús

Mes	Radiación kwh	
	R. máxima (°kwh)	R. mínima (°kwh)
Enero	7.88	5.46
Febrero	7.66	5.38
Marzo	8.55	5.73
Abril	7.08	5.11
Mayo	7.29	5.20
Junio	5.83	4.40
Julio	5.17	4.27
Agosto	5.60	4.40
Septiembre	6.20	4.85
Octubre	7.96	5.35
Noviembre	8.27	5.32
Diciembre	8.27	5.37
Anual	7.15	5.07

Fuente: *Software Climate Consultant 6*

En cuanto a la precipitación en el distrito hay dos periodos muy marcados durante el año, uno durante los meses de octubre a abril en donde las precipitaciones son muy intensas, alcanzado su pico en el mes de marzo.

Características Socioeconómicas

El distrito de Jesús según el INEI es el cuarto más poblado de la provincia de Cajamarca, esto quiere decir que representa al 5.5% de la población total a nivel provincial indicando que el mayor porcentaje se encuentra entre los 10 y 14 años.

La población del distrito de Jesús en su mayoría está asentada en el ámbito rural con el porcentaje de 83.55% y en el urbano es el 16.45% de su totalidad.

Tabla N° 3.23

Población Urbana y Rural.

Categorías	Población	Porcentaje
Urbano	2 343	16.45%
Rural	11 897	83.55%
Total	14 240	100%

Fuente: *INEI*

Actividades Económicas de producción.

Por otro lado, en el distrito de Jesús por estar su población principal establecida en el ámbito rural, sus principales actividades económicas son la agricultura y la ganadería.

En las actividades de agricultura podemos encontrar que los siguientes productos son los más sembrados y los más comercializados: Arveja, el haba, frejol, tara y el maíz.

Tabla 3.24

Producción Agrícola.

Productos	Hectáreas Sembradas	Producción (TM)
Arveja	560	800
Frejol	100	70
Haba	160	700
Tara	120	10 000
Maíz	570	750

Fuente: *Agencia Agraria Cajamarca*

Con esta actividad económica se ha podido determinar que el distrito de Jesús es competitivo, ya que se está posicionando en los mercados a nivel regional con los productos presentados en la tabla 3.15.

En cuanto a la actividad ganadera se desarrolla en el 47% del distrito de Jesús, se caracteriza por la crianza y venta de ovinos, vacunos, porcino y caprinos. Por otro lado, también cabe mencionar y destacar la crianza de cuyes y aves de corral.

Tabla N° 3.25

Producción Ganadera.

Animales	Población
Cuyes	42 000
Ovinos	8 755
Vacunos	1792
Porcinos	2678
Caprinos	1545
Aves de corral	13 390

Fuente: *Agencia Agraria Cajamarca.*

Transportes y Comunicación

El distrito de Jesús es un territorio que cuenta con una importante red vial vecinal, que permite su articulación con los distritos de Cachachi y San Juan a través de caminos vecinales, a los distritos de Matara y Namora mediante caminos de herradura y a la ciudad de Cajamarca por una carretera asfaltada.

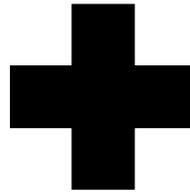
En cuanto a comunicaciones, el distrito de Jesús recibe en su totalidad la señal de radio que abarca el 100% del distrito, por otro lado, la señal de televisión y cobertura telefónica llegan de una manera parcial

3.7 Idea rectora y las variables

La idea rectora del proyecto, nace de la premisa de la fusión de una planta Agroindustrial y la arquitectura bioclimática, lo cual da como resultado una planta agroindustrial sostenible.

Figura N° 3.3

Fusión industria y sostenibilidad.



Fuente: *Elaboración propia.*

Esta idea se logra fusionando los criterios de la arquitectura bioclimática con el diseño de una planta agroindustrial, para lograr ahorro energético y así obtener una planta agroindustrial sostenible, que sea amigable con el medio ambiente y el entorno que lo rodea, llegando incluso a apoyar de manera positiva a las poblaciones cercanas a la misma, tema que no se ha tocado a nivel industrial, por lo cual se plantea esta idea en la presente investigación.

3.8 Proyecto arquitectónico

3.8.1 Aplicación de las variables

La hipótesis en la presente investigación, indica que, aplicando correctamente los criterios de la arquitectura bioclimática, factores climáticos, orientación, estrategias de forma, sistemas activos y sistemas pasivos a una planta agroindustrial en el distrito de Jesús, se puede reducir el consumo energético y dar como resultado un eficiente ahorro energético: esto ha sido comprobado por medio del software ArchiWizard, en el que a través de la simulación 3D del proyecto y con los datos climáticos de la zona donde se plantea el emplazamiento del proyecto arquitectónico. Como se vio en puntos anteriores la demanda energética a cubrir, sin utilizar ningún tipo de criterio bioclimático, es la siguiente:

Figura N° 3.4

Demanda Energética Convencional.

$$\text{Demanda Energética (W)} = 609\,380.64 \text{ Watts}$$

Fuente: *Elaboración propia.*

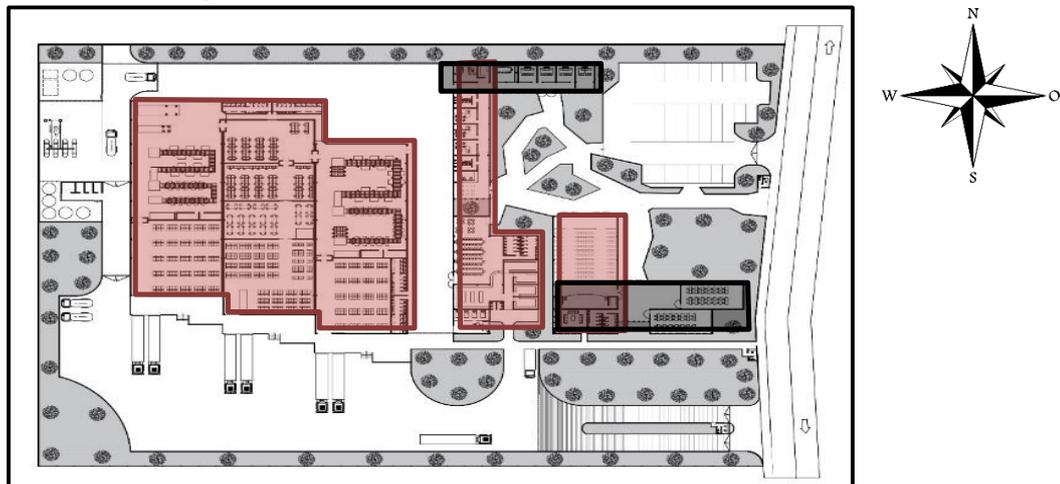
A continuación, se muestra la aplicación de las variables, en los cuales se indica la aplicación de los lineamientos de diseño obtenidos mediante el análisis de casa de la presente investigación:

Orientación

Gracias a las bases teóricas y el análisis de casos de la presente investigación, la orientación óptima del proyecto deberá ser donde las fachadas con mayor longitud estén orientadas al Este- oeste. Ver Plano A-02 y Ficha documental 2.1

Figura N° 3.5

Orientación del Proyecto Planteado.



 Fachadas con mayor longitud del proyecto Planteado orientados al Este.

 Fachadas de menor longitud del proyecto.

Fuente: *Elaboración propia.*

Como se muestra en la Figura 3.5 los ejes principales y con mayor longitud del proyecto se han orientado hacia el Este, con esta orientación el proyecto es sometido al análisis mediante el software en donde se obtiene que gracias a esta orientación el proyecto no necesita de sistemas mecánicos (refrigeración y calefacción), ya que esta orientación aprovecha de una manera eficiente los factores climáticos del lugar donde estará emplazado el proyecto.

Tabla N° 3.26
Reducción demanda energética – Orientación

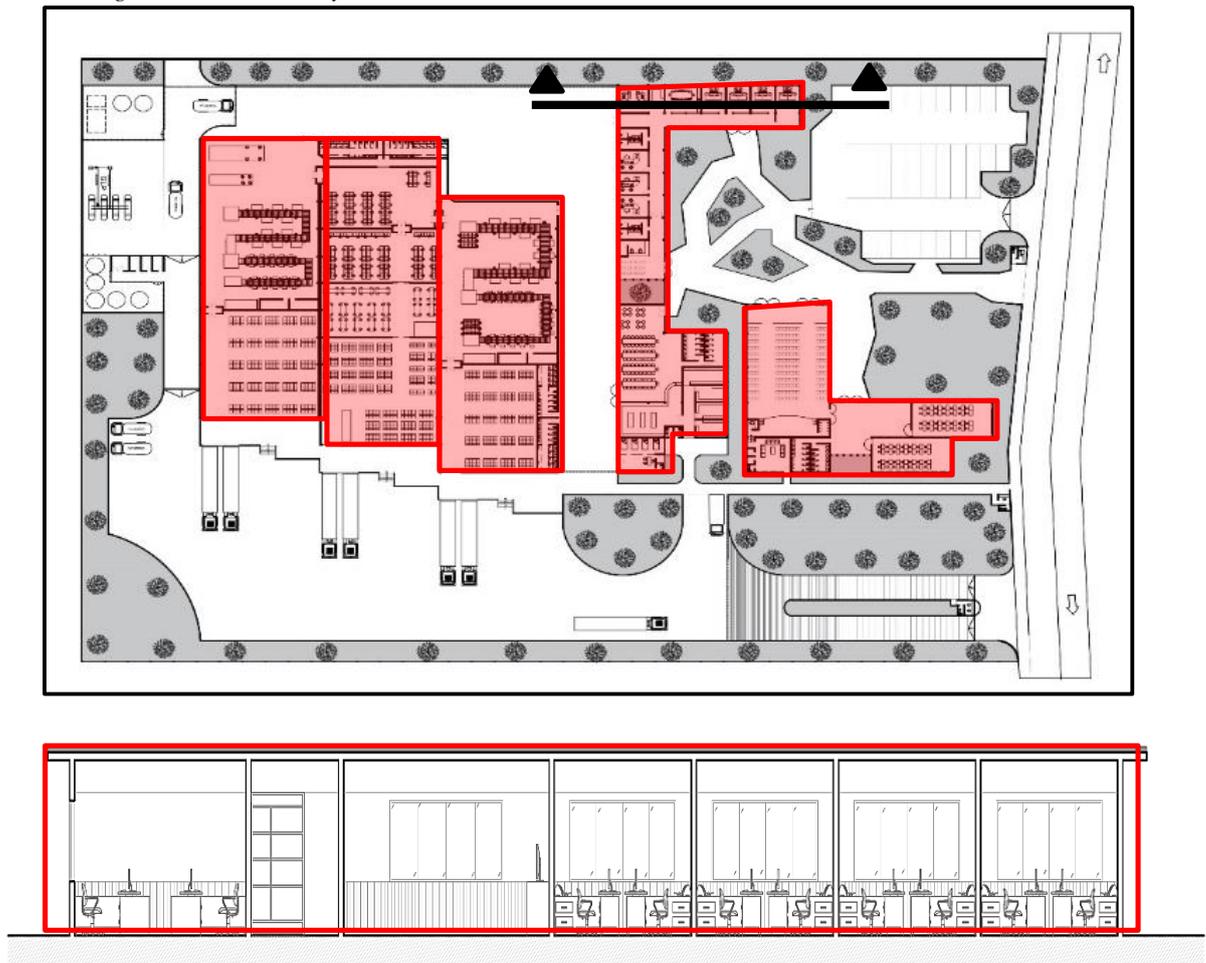
Criterios bioclimático	Reducción de la demanda Energética (Watts)
Orientación	60 9.38.064 (10%)

Fuente: ArchiWizard

Estrategias de Forma

Mediante las bases teóricas y el análisis de casos de la presente investigación, la forma de la volumetría del proyecto deberá ser regular compacta. Ver Plano A-02 a A-11 y Ficha documental 2.2

Figura N° 3.6
Estrategias de Forma del Proyecto Planteado.



Corte Longitudinal

■ Zonas de forma regular compacta.

Fuente: *Elaboración Propia.*

Como se muestra en la Figura 3.6, todas las zonas del proyecto tienen una forma regular compacta. Con este tipo y nivel de compactación, genera un mayor aprovechamiento de la luz natural ya que al tener una forma regular, la incidencia de luz natural en los ambientes será de manera constante y regulada. El nivel de compactación ayuda a mantener la temperatura de los ambientes para que estos no necesiten sistemas mecánicos.

Tabla N° 3.27

Reducción demanda energética – Estrategias de Forma.

Criterios bioclimático	Reducción de la demanda Energética (Watts)
Estrategias de forma	30 469.032 (5%)

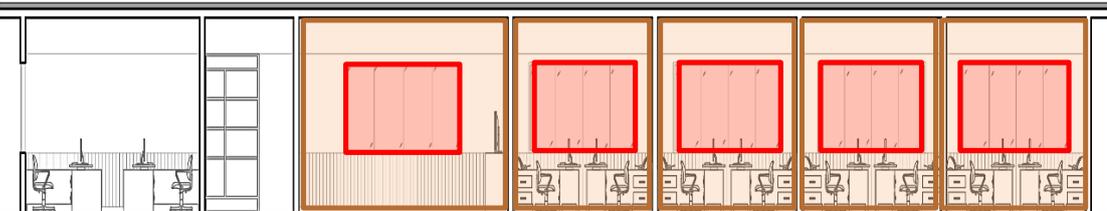
Fuente: ArchiWizard

Sistema Pasivo – Iluminación Natural

Mediante las bases teóricas y el análisis de casos de la presente investigación, se determina que para un aprovechamiento eficiente de la iluminación natural los vanos del proyecto deben tener forma regular continua y marcos fijos o por el contrario no hacer uso de estos. Por último, el área del vano debe ser como mínimo 20% con respecto al área del muro donde se plantea. Ver Plano A-09, A-010, A-011 y Ficha documental 2.4

Figura N° 3.7

Sistemas Pasivos – iluminación natural del Proyecto Planteado.



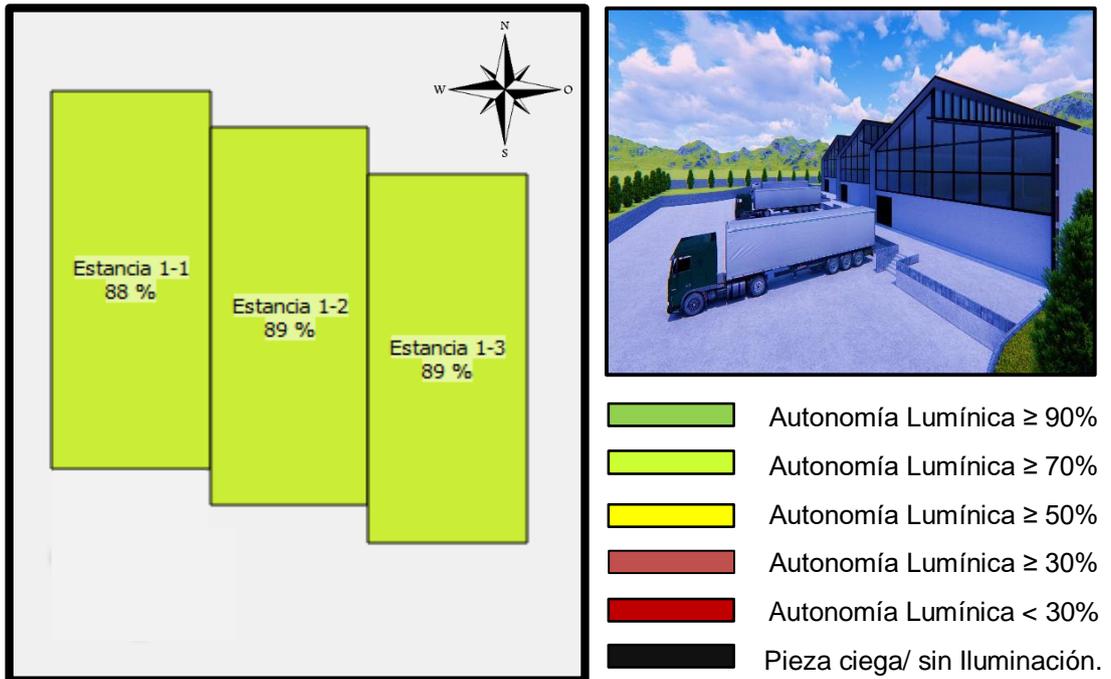
- Vanos regulares continuos con marco fijo.
- Área del ambiente con respecto al área del vano.

Fuente: elaboración propia.

Como se muestra en las Figuras N° 3.7, los vanos del proyecto tienen forma regular continua con un marco fijo y sobrepasan el 20% mínimo con respecto al muro del ambiente donde se está planteando y gracias a estos criterios para la aplicación de los vanos del proyecto se puede aprovechar la luz de una manera eficiente, lo cual responde como ahorro energético.

Figura N° 3.8

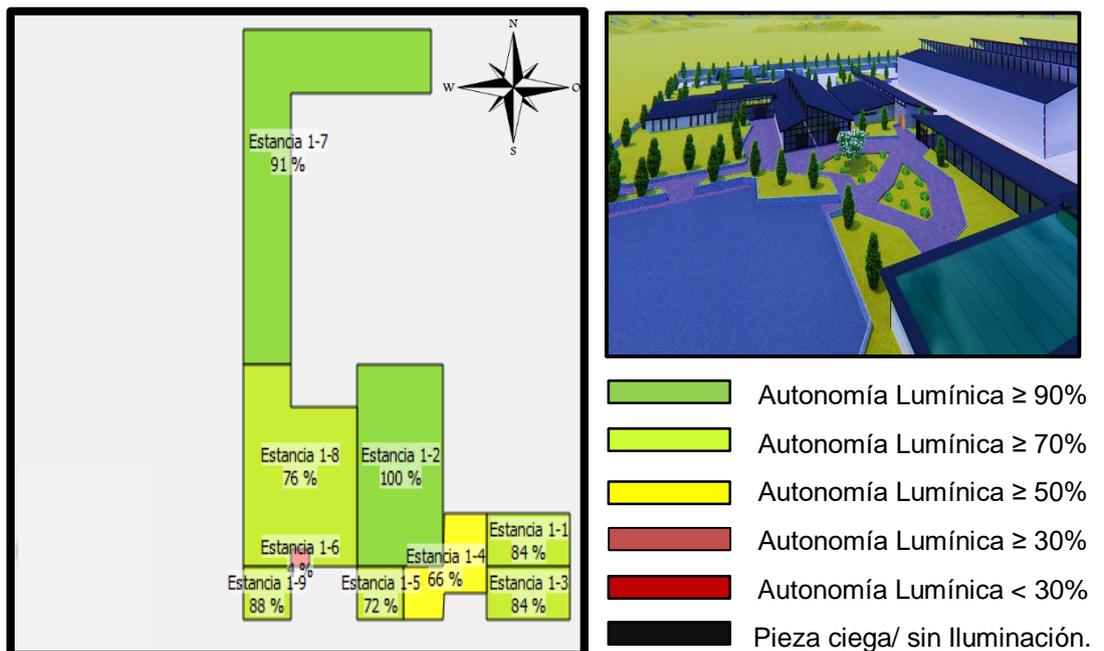
Sistemas Pasivos – Porcentaje de iluminación natural del Proyecto Planteado 01.



Fuente: ArchiWizard.

Figura N° 3.9

Sistemas Pasivos – Porcentaje de iluminación natural del Proyecto Planteado 02.



Fuente: ArchiWizard.

La reducción de la demanda es de un 15% gracias a la correcta aplicación del criterio bioclimático con respecto a luz natural.

Tabla N° 3.28

Reducción demanda energética – Sistema Pasivo.

Criterios bioclimático	Reducción de la demanda Energética (Watts)
Sistemas Pasivos Iluminación Natural	91 407.096 (15%)

Fuente: *ArchiWizard*

A continuación, se muestra una tabla resumen donde se señala en cuanto se puede reducir el consumo energético de una manera pasiva aplicando los criterios de la arquitectura bioclimática, es decir sin incluir la energía solar renovable fotovoltaica.

Tabla N° 3.29

Consumo Energético aplicando los criterios de la arquitectura bioclimática.

Consumo Energético Convencional del Proyecto (watts)	Ahorro Energético - Criterios de la arquitectura bioclimática (watts)			Resultado (watts)
609 380.64(100%)	Orientación	60 938.064 (10%)	182 814.19 (30%)	426 566.45 (70%)
	Estrategias de Forma	30 469.032 (5%)		
	Iluminación Natural	91 407.096 (15%)		

Fuente: *Elaboración propia.*

Como se puede observar en la tabla y figuras anteriores si aplicamos de manera correcta los criterios de la arquitectura bioclimática, la demanda energética del proyecto arquitectónico se puede reducir en un 30%, es decir de tener un consumo energético de 609 380.64 W (609.38Kw) a 426 566.45 w (426.56 Kw). Entonces la demanda energética se reduce en **182.81 Kw.**

Además de reducir la demanda energética mediante los criterios de la arquitectura bioclimática de forma pasiva, también se puede hacer a través de la energía solar renovable fotovoltaica, usando paneles fotovoltaicos policristalinos (ver anexo 2.3 ficha documental). A continuación, se hace el cálculo para cubrir la demanda energética de la zona de procesamiento del proyecto.

$$NP = \frac{E}{0.9 * WP * R}$$

Donde:

NP: Numero de paneles

E: Consumo total de energía

WP: Potencial del panel fotovoltaico

R: Radiación Solar

Tabla N° 3.30

Promedio radiación distrito de Jesús.

Kwh/m2/día	Distrito de Jesús
Promedio Anual	6.11 Kwh

Fuente: *Elaboración Propia.*

A continuación, aplicaremos la fórmula para determinar la cantidad de paneles solares Policristalinos que se deben emplear a fin de cubrir la demanda energética previamente vista. Cabe mencionar que se utilizara un panel solar con 270 watts de potencia.

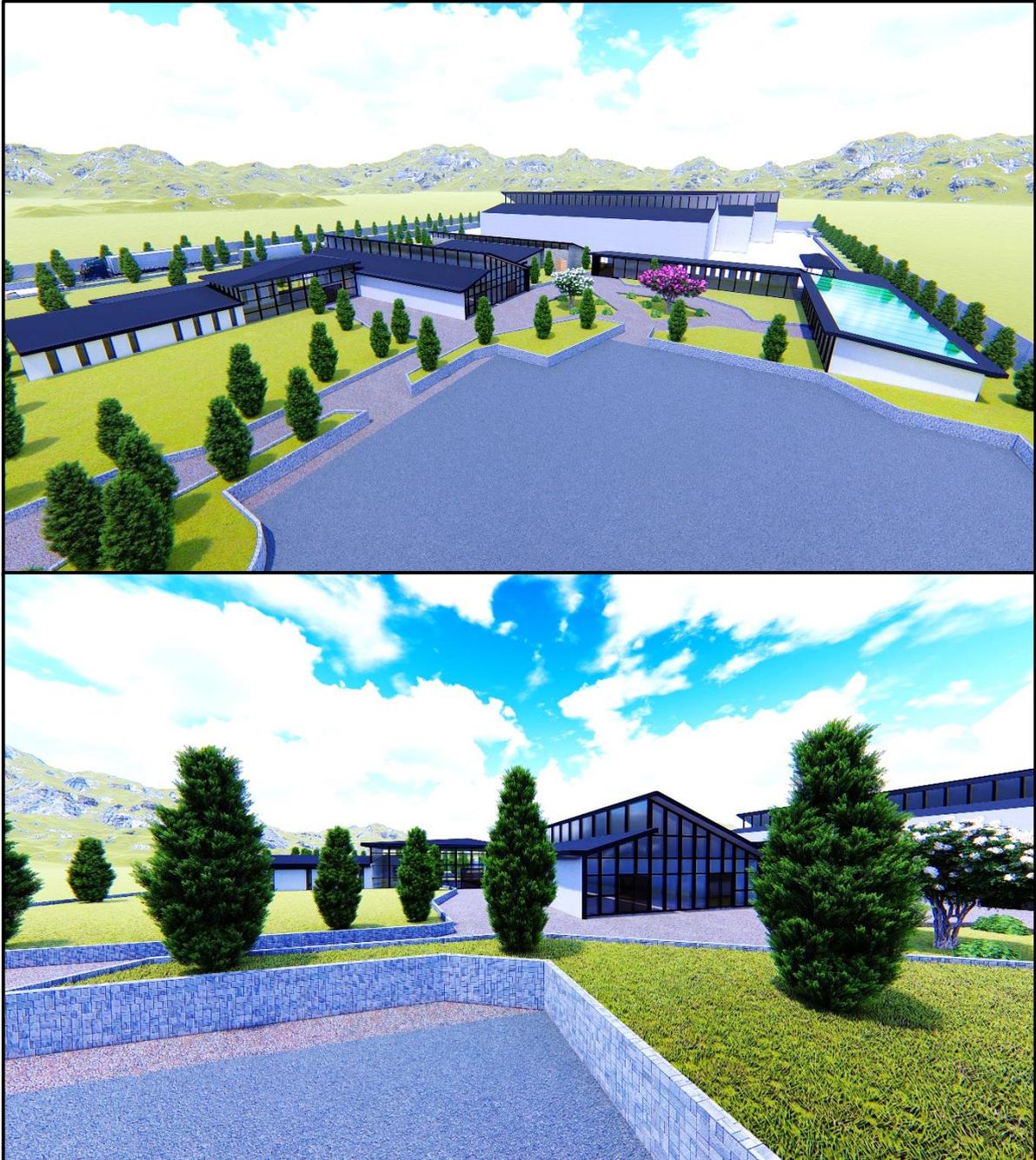
$$NP = \frac{121\ 876.12\ w}{0.9 * 270 * 6.11} \quad \longrightarrow \quad \mathbf{NP = 82\ Paneles\ solares}$$

Se determina que para cubrir la demanda energética de la zona de procesamiento **121 876.12W (121.87 Kw)** son necesarios 82 paneles solares con sistema interconectado, cabe mencionar que la utilización del criterio de la arquitectura bioclimática – Sistemas Activos, el uso de los paneles solares fotovoltaicos puede darse en etapas es decir como se vio en las fichas documentales el tipo de panel a utilizar es el panel policristalino por su buen rendimiento y eficiencia energética cuando la radiación es elevada, generando más energía utilizable por su larga vida útil.

En Conclusión, es posible cubrir la demanda energética del proyecto arquitectónico, planteado en la presente investigación de forma pasiva en 30% y de forma activa en 20%, lo que resulta en una reducción de la demanda energética en un 50%, si se aplican correctamente los criterios de la arquitectura bioclimática.

3.8.2 Presentación 3D

Figura N° 3.10
Volumetría del Proyecto Planteado.



Fuente: *Elaboración Propia.*

Como se menciona en puntos anteriores para lograr un eficiente ahorro energético, el proyecto arquitectónico manifiesta de una manera clara en todas las zonas proyectadas el uso correcto de los vanos para aprovechamiento de luz natural, así mismo logra mantener una forma regular compacta para tener un mejor control sobre la temperatura dentro de los distintos ambientes y se hace un uso correcto de los materiales como por ejemplo en el apartado de carpintería haciendo uso de vidrios de doble acristalamiento.

3.9 Memoria descriptiva

3.9.1 Arquitectura

3.9.1.1 Generalidades

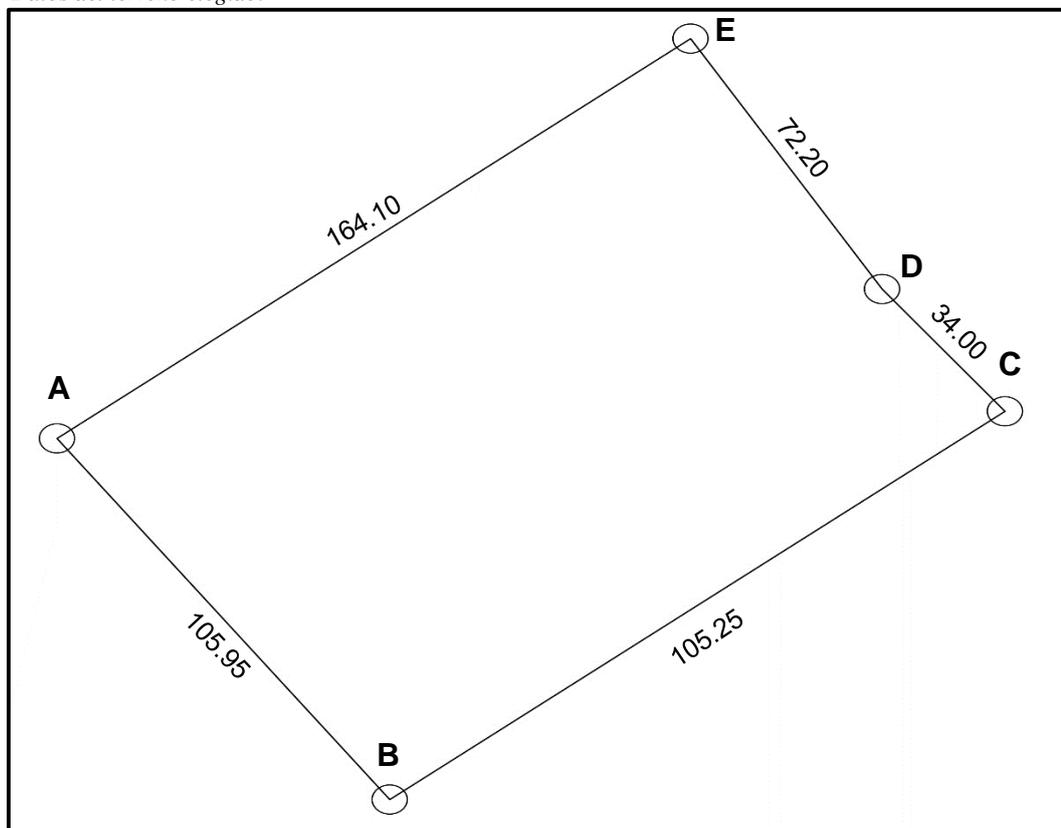
El proyecto consiste en un complejo industrial que procesará la materia prima de calidad orgánica en un producto de exportación, bajo estándares nacionales e internacionales necesarios para su inocuidad y calidad. Dicho complejo industrial cuenta complementariamente con servicios de abastecimiento de agua potable, energía y estación de GLP propios, que alimentan de recursos necesarios a la zona de proceso o nave industrial. También cuenta con zona administrativa, zona de servicio y una zona complementaria.

3.9.1.2 Ubicación

Se encuentra en la carretera Cajamarca-Jesús Km. 13 S/N, distrito de Jesús, provincia y departamento de Cajamarca, con acceso directo por la carretera asfaltada.

Su ubicación resulta estratégica, para la llegada de materia prima y centro de operaciones de la actividad agroindustrial.

Figura 3.11
Datos del terreno elegido.



Área: 17 636.80 m²

Perímetro: 542.90 m

Fuente: *Elaboración propia.*

3.9.1.3 Planteamiento Arquitectónico

El complejo industrial propuesto cuenta con 4 zonas muy marcadas y son las siguientes: zona de procesamiento, zona administrativa, zona de servicio y zona complementaria. Este proyecto cuenta con un solo nivel. A continuación, se presenta una tabla donde se indica el área del proyecto.

Tabla N° 3.31
Cuadro de Áreas.

Cuadro de áreas	
Área	M2
Planta Única	6 424.00
Área Techada	6 424.00
Área Libre	11 212.80
Área del Terreno	17 636.80

Fuente: *Elaboración propia.*

Luego, se presentan las zonas contempladas para el complejo industrial propuesto en esta investigación, para mayor detalle sobre la programación arquitectónica del proyecto. Ver anexo 04.

- Zona administrativa
- Zona de servicios
- Zona de producción
- Zona complementaria
- Zona de servicios generales

3.9.2 Estructuras

3.9.2.1 Generalidades

El presente proyecto se encuentra destinado para el uso de Planta Agroindustrial, la estructura contempla unas distintas edificaciones de un único nivel en base de pórticos de concreto armado y columnas de concreto y vigas con cobertura metálica liviana.

3.9.2.2 Normatividad

El presente estudio respeto las normas E-020 Cargas, E-030 Diseño sismo resistente, E-050 Suelos y Cimentación, E-060 Concreto Armado, E-070 Albañilería, E-090 Estructuras metálicas, del Reglamento Nacional de Edificaciones.

3.9.2.3 Cimentación

Serán a base de zapatas aisladas de concreto armado, las cuales contemplan pedestales de concreto armado, las cuales evitan cualquier tipo de volteo de la estructura y cimientos corridos de concreto ciclópeo, dichos cimientos son de un ancho de 65 cm con la profundidad de 1.50 m, el ancho de los cimientos en el presente proyecto está sujeto a variaciones en sus medidas en cuanto haya vanos, de acuerdo a la medida de estos las medidas pueden variar 10 cm en el ancho de la viga de cimentación. (ver plano E-01)

3.9.2.4 Estructuración

A base de pórticos de concreto en un primer nivel y una cobertura liviana metálica, está conforman pórticos dúctiles con uniones resistentes a momentos, debidamente arriostradas entre sí, según norma E-030 del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú.

La estructuración contempla miembros rígidamente conectados los mismos que forman pórticos de concreto armado lateral y transversal debidamente arriostrados entre sí (columnas y vigas) además de algunos muros portantes de albañilería que dotan de mayor rigidez y ductilidad a la estructura.

Estos pórticos de concreto están unidos al terreno por unas zapatas de concreto armado, las cuales tienen una profundidad de 1.50m (no obstante, se debe mencionar que para un estudio más preciso se debe realizar un estudio de mecánica de suelos) y que absorben las cargas puntuales de cada columna que soportan pesos diversos, en el caso de los muros de albañilería estos reposan sobre los cimientos y sobre-cimientos armados. (ver plano E-01 y E-02)

3.9.2.5 Columnas y Vigas

Las columnas proyectadas en la estructura, han sido diseñadas de acuerdo a los requerimientos arquitectónicos y estructurales con el fin de soportar de gravedad y sismo.

Además, están sometidos a acciones combinadas con flexión; las acciones pueden ser de tracción o compresión, denominándose Flexo-tracción o Flexo-compresión respectivamente.

3.9.2.6 Cobertura

De tipo TR-4 conformado por paneles metálicos en acero galvanizado, zincalum pre-pintado para cobertura y fachadas auto portantes, con 4 trapecios que otorgan resistencia estructural. (ver plano E-02)

3.9.3 Instalaciones Sanitarias

3.9.3.1 Generalidades

La presente memoria descriptiva pertenece al apartado de las instalaciones sanitarias para una planta agroindustrial, en la provincia de Cajamarca, distrito de Jesús, se ha efectuado considerando al Reglamento Nacional de Edificaciones. (ver planos IS-01 e IS- 02)

3.9.3.2 Dotaciones y consumo diario de agua

Se ha planteado para el suministro de la planta agroindustrial un sistema cisterna con bombas de velocidad variable y presión constante, la distribución a cada nivel se realizará mediante líneas alimentadoras, cada una distribuyéndose a cada ramal, adecuadamente dimensionadas.

En cada baño se instalarán válvulas de control para independizarlos y facilitar los trabajos de mantenimiento o reparación.

La dotación de agua para la edificación se ha previsto, de acuerdo al Reglamento Nacional de Edificaciones, el cálculo es como se indica:

Oficinas:	300 m ² x 6 L/ m ²	=	1,800 L.
Comedor:	175 m ² a 40l por m ²	=	7,000 L
Industrial:	350 hab. x 80 L/hab-día	=	28,000 L

Consumo Total Diario: 36,800 L.= 36.8 m³

Debido al consumo constante de agua para el abastecimiento de las diferentes actividades realizadas en la zona de producción del proyecto se cuenta con cinco tanques prefabricados de 25 m³ de capacidad cada uno.

3.9.3.3 Sistema de redes de agua potable

Las Redes de Agua Fría, serán de PVC-U-UF Serie 10, según Norma NTP 399.002 hasta DN < 63 mm., y Norma NTP-ISO 4422 DN ≥ 63 mm., serán para 125 Lbs./Pulg.2, de presión, para las uniones se usará el pegamento líquido especial para tuberías PVC de acuerdo a las normas vigentes.

Será de PVC rígido, Serie 10, con uniones roscadas, para las tuberías con diámetro menor ó igual a 2". Para las tuberías de mayor diámetro las uniones serán tipo embone e/c.

Los accesorios serán de PVC rígido, Serie 10, con uniones roscadas.

Los accesorios de empalme de la red con los tubos de abasto de las griferías serán de Fierro Galvanizado ó Bronce.

Las uniones roscadas se hermetizarán, empleando cinta teflón ó similar.

Las tuberías de distribución que corran apoyadas en los techos, deben de protegerse a lo largo de su recorrido con un dado de mortero pobre.

Las tuberías de agua caliente serán de CPVC con accesorios del mismo material.

3.9.3.4 Sistema de redes de desagüe - Ventilación

Las tuberías y accesorios en todos los casos serán de PVC-U-UF según Norma ISO/DIS 4435, de peso normal, con uniones de espiga y campana y las uniones se harán con pegamento especial (plástico líquido) deberán cumplir las normas vigentes. Las tuberías que vayan enterradas irán sobre un solado de concreto de 10 cm. de espesor, Tipo A-2.

Los accesorios serán de PVC fabricados por inyección, con uniones tipo embone.

Las uniones serán selladas con pegamento especial del fabricante de la tubería.

Todas las tuberías de desagüe, visibles, llevarán una mano de pintura color negro y las de ventilación una mano de pintura color marrón.

Todo colector de bajada ventilador independiente, se prolongará como terminal sin disminución de su diámetro llevando sombrero de ventilación que sobresaldrá como mínimo 0.50 mts., del nivel del techo, salvo indicación especial en el plano.

Los sombreros de ventilación serán del mismo material o su equivalente de diseño apropiado, tal que no permita la entrada casual de materias extrañas y deberán dejar como mínimo un área igual a la del tubo respectivo.

3.9.4 Instalaciones Eléctricas

3.9.4.1 Generalidades

La presente memoria descriptiva define los conceptos tomados en el Proyecto, a fin de determinar por completo el total de los requerimientos de las Instalaciones Eléctricas, para la planta agroindustrial que se encontrará ubicado en el Km 13 S/N, caserío Huarácala, distrito Jesús, Provincia y Departamento de Cajamarca.(ver plano IE-01)

3.9.4.2 Descripción del proyecto

El presente proyecto comprende el diseño de los siguientes sistemas eléctricos.

- Uso de conductores del tipo N2XY en alimentadores.
- Uso de conductos de plásticos del tipo pesado en alimentadores, acometidas de sistemas de corriente débil.
- Se ha previsto salidas de alumbrado de emergencias con baterías en zona de escaleras y estacionamientos.
- Uso de conductores del tipo LSOH en todos los circuitos derivados.
- Uso de conductores asbestados o siliconados en salidas a los artefactos de alumbrado.
- Todos los tomacorrientes sin excepción con línea a tierra.

- Por indicaciones del propietario el sistema de GLP será instalado y suministrado por el proveedor de combustible.

3.9.4.3 Suministro

El suministro de energía se ha considerado en sistema trifásico más línea a tierra; 220 voltios, 60 ciclos/seg.

3.9.4.4 Alimentadores eléctricos

Los alimentadores eléctricos se han previsto para instalación en conductos embutidos en pisos, paredes, techo y adosados al techo en su trayectoria, en sistema trifásico trifilar con líneas a tierra, desde el Tablero General vía cajas de pase y montantes hasta los Tableros de Distribución.

3.9.4.5 Alimentadores eléctricos

- Los circuitos de alumbrado y tomacorrientes proyectados del tipo estándar de 15 Amp. y 20 Amp. En conductos embutidos en techos, paredes o pisos.
- En las salidas a artefactos de alumbrado del tipo empotrado se empleará conductor LSOH del tipo cableado.
- El alumbrado exterior estará controlado automáticamente mediante interruptor horario de doble acción.
- Los circuitos de alumbrado y tomacorrientes están prevista la instalación de un interruptor diferencial

3.9.4.6 Tableros

- Los tableros de distribución serán del tipo metálico autoportado.
- El tablero estará equipado con interruptores automáticos termomagnéticos del tipo para emperrar, tendrán las capacidades indicadas en los esquemas unifilares hincadas en planos.

CAPÍTULO 4 CONCLUSIONES

4.1 Discusión

El propósito fundamental de esta investigación es determinar qué criterios de la arquitectura bioclimática son aplicables a una planta agroindustrial para lograr un eficiente ahorro energético y así dar respuesta a esta investigación. A continuación, se discuten los principales resultados del estudio.

Las premisas obtenidas corresponden al estudio y análisis de tres casos arquitectónicos que corresponden a tres plantas industriales, por lo cual la presente investigación puede aplicarse a cualquier proyecto arquitectónico de carácter industrial.

Clima

Los casos muestran que para un eficiente ahorro energético los factores climáticos son clave al escoger el emplazamiento de la edificación, teniendo como base la temperatura, velocidad de los vientos y radiación.

La temperatura es un factor clave para el ahorro energético, porque mediante esta se puede mantener un ambiente temperado naturalmente, sin la necesidad de usar sistemas mecánicos. Como lo señala Olgay (1998), la temperatura es un factor climático decisivo en la etapa de diseño de cualquier edificación, para no hacer uso excesivo de los sistemas mecánicos, lo cual va en contra de los principios de la arquitectura bioclimática. De acuerdo con los casos estudiados la temperatura óptima que es aprovechable para reducir el consumo energético de una edificación con carácter industrial, es la que está en un promedio de 15° - 20° grados centígrados.

El viento y su velocidad variable también es un factor muy importante dentro de la arquitectura bioclimática, porque mediante este se puede refrigerar los ambientes de manera natural e incluso generar energía, ya que si el viento cuenta con una velocidad superior a los 60 metros por minutos es aprovechable con un sistema activo (energía eólica). Como indica Olgay (1998) la velocidad del viento puede ser un factor climático el cual si no se usa de una manera adecuada puede generar molestias para el usuario, así como también una refrigeración que puede llevar a utilizar sistemas mecánicos, por lo cual Olgay (1998) recomienda que la edificación debe mantener una altura en la cual la velocidad del viento sea de 20 a 60 metros por minuto. Los análisis de casos de la presente investigación se centran en el uso pasivo del viento como se menciona en puntos anteriores. El 100% de los casos utilizan el viento para lograr una refrigeración natural dentro de sus ambientes, a pesar de que en los lugares donde están emplazados los casos analizados la velocidad del viento es regular ya que lo óptimo para aprovechar de manera eficiente y generar un correcto ahorro energético es que la velocidad del viento sea entre 30 y 60 metros por minuto.

La radiación se considera el factor climático más importante para el ahorro energético tanto de forma pasiva como activa, porque si la incidencia solar o radiación es lo suficientemente intensa se puede

aprovechar para la iluminación natural y para la generación de energía renovable (Energía solar fotovoltaica). Herraiz (2012) menciona que la radiación solar es el factor climático con más importancia a tener en cuenta en la etapa de diseño, porque gracias a esta se pueden plantear estrategias bioclimáticas como la iluminación natural y el uso de la energía solar renovable, para reducir la demanda energética del edificio. En los casos analizados el 66.6% de estos utilizan la radiación mediante el uso de sistemas combinados (sistemas activo y pasivo), para generar iluminación natural y energía solar renovable y así reducir el consumo energético de la edificación.

Orientación

La orientación de la edificación es de gran importancia al momento de plantear el proyecto arquitectónico, porque mediante esta se puede lograr el correcto aprovechamiento de los factores climáticos antes mencionados y del mismo modo, si la orientación de la edificación que se plantea no es analizada correctamente, los factores climáticos por si solos no pueden llegar a generar un eficiente ahorro energético en lo más mínimo, por lo tanto la orientación se debe tener muy en cuenta al momento del diseño de la edificación. Como indica Miliariun (2008), la orientación del edificio es la clave para el correcto aprovechamiento de los factores climáticos, que pueden variar de acuerdo a lo que se quiera lograr, por lo cual para los sistemas pasivos (iluminación natural) es evitar la radiación constante. Las fachadas con mayor longitud del edificio deberán ser orientadas al este – oeste. Por otro lado, si se quiere optimizar un sistema activo (energía solar fotovoltaica) la fachada del edificio o el lugar donde se plantea el sistema debe estar orientado al Norte. Así lo demuestran los casos analizados ya que el 66.6% de estos están orientados hacia el Este, para no influir de manera negativa al producto final que estas producen, cabe mencionar que la presente investigación por tener el carácter de agroindustria, presenta una serie de reglamentos sanitarios (norma internacional ISO-22000) con respecto a los alimentos que la agroindustria produce por lo que en este caso específico la orientación más óptima es donde la fachada de mayor longitud de la edificación debe estar orientado hacia el Este – Oeste

Estrategias de forma

La forma volumétrica que se debe utilizar para el aprovechamiento correcto de los factores climáticos y la que proporciona una mejor orientación a sus ambientes es que la edificación y los ambientes dentro de esta sean de manera regular, porque facilita, la refrigeración, calefacción e iluminación natural. Del mismo modo para mantener esta refrigeración y calefacción debe ser compacta. Como indica Gonzales (2004) La forma más adecuada para conseguir un eficiente ahorro energético es que el edificio mantenga una forma regular compacta, porque de esta manera el edificio tendrá una mayor retención de calor y así se evitará el uso de sistemas mecánicos. Por lo cual el diseño volumétrico de la edificación debe ser regular compacto ya que ayuda a un eficiente ahorro energético, al no utilizar sistemas mecánicos, así lo demuestran los casos analizados, en donde el 100% de estos plantean una volumetría regular compacta.

Sistema activo

El sistema activo para generar un eficiente ahorro energético teniendo en cuenta los factores climáticos, es mediante el uso de la energía solar fotovoltaica, es decir el uso de paneles fotovoltaicos que generen energía solar renovable, para que esta apoye a la edificación y evite un consumo energético elevado. Para el uso de paneles fotovoltaicos se utilizan los fotovoltaicos policristalinos por su buen rendimiento y eficiencia energética, generando más energía utilizable y su degradación provocado por la luz es menor, pero su mejor característica es la facilidad con la cual estos paneles se pueden integrar a cualquier tipo de arquitectura. Como indica Gonzales (2004) que la forma más eficiente de aprovechar la radiación solar de una manera activa es usando energía solar fotovoltaica; por otro lado, Thomas (2001) refuerza esta teoría haciendo mención que el mejor aprovechamiento de la energía solar renovable se da mediante el uso de paneles solares fotovoltaico policristalinos, ya que estos tienen un buen rendimiento convirtiendo la energía solar en energía utilizable con un 20% más de eficiencia. Así lo demuestra el 33.3% del caso que utiliza este tipo de panel para el aprovechamiento de los factores climáticos en el ahorro energético, sin perder la estética y armonía de la edificación.

Sistema pasivo

El uso de sistemas pasivos está directamente relacionado con los factores climáticos, porque mediante estos se puede lograr que una edificación utilice sistemas pasivos en lugar de sistemas mecánicos. Uno de los sistemas pasivos más aprovechables por los factores climáticos dados es la iluminación natural, ya que mediante esta es posible evitar el uso excesivo de energía convencional. Como indica Gonzales (2004) que el uso correcto de los vanos en la edificación pueden llevar a un aprovechamiento eficiente de la luz natural, por eso deben mantener ciertas características como: el área de los vanos debe estar en estrecha relación con la profundidad del ambiente y el área del muro donde este se está planteando, para aprovechar correctamente la luz natural. Un vano deberá tener como mínimo un área del 20% del área del muro donde se plantea, visto desde el interior del ambiente. La forma del vano también juega un papel importante porque mediante este se tiene un mejor control de la luz natural. Los vanos con formas regulares y continuos son los más efectivos cuando se trata de iluminación natural y por último el tipo de marco que debe llevar el vano no debe obstruir el área vidriada, para no reducir la cantidad de luz natural que recibe el ambiente. Así lo demuestra el estudio de los casos analizados donde el 66.6% utilizan la iluminación natural mediante vanos dentro del proyecto, los cuales tienen una forma regular, además de ser continuos. Por consiguiente, no se deben generar múltiples vanos, porque obstruyen el ingreso de luz natural. Por otro lado, estos tienen un marco fijo para no reducir su superficie vidriada lo cual permite el ingreso constante de la luz natural y por último los vanos sobrepasan el 20% mínimo de área con respecto al muro donde estos se encuentran, para así tener ambientes iluminados naturalmente de manera constante a lo largo del día, esto da como resultado la reducción de consumo energético, lo cual lleva a un eficiente ahorro energético de la edificación.

4.2 Conclusiones

- Los criterios de la arquitectura bioclimática aplicables al diseño de una planta agroindustrial para lograr un eficiente ahorro energético son: La orientación, estrategias de forma, sistemas activos (energía solar fotovoltaica) y sistemas pasivos (iluminación Natural)
- Los criterios bioclimáticos estudiados pueden generar un ahorro energético en una planta agroindustrial del 30% de forma pasiva y el uso de la energía solar fotovoltaica puede generar un ahorro energético del 20%, por lo cual se concluye que el ahorro energético en una planta agroindustrial llega al 50%, teniendo las condiciones planteadas en esta investigación.
- Analizando los criterios bioclimáticos estudiados se concluye que, todos los considerados en la presente investigación se pueden aplicar a una planta agroindustrial, para lograr un eficiente ahorro energético.
- Se estableció de acuerdo a lo estudiado, diversos lineamientos de diseño basados en los criterios de la arquitectura bioclimática, los que deben ser aplicados en el diseño de una planta agroindustrial, para lograr un eficiente ahorro energético.

REFERENCIAS

- D'alencon, R. (2008). Acondicionamiento arquitectura y técnica. Santiago, Chile. Ediciones arquitectura.
- De Luxan, M. (1997). Arquitectura Integrada al Medio Ambiente. España
- Garzón, B. (2007). Arquitectura Bioclimática. Argentina.
- Gonzales, M. (2004). Arquitectura sostenible y aprovechamiento solar: diseño arquitectónico integral, preservación del medio ambiente y ahorro energético, Madrid, España, SAT publicaciones técnicas.
- Herraiz, M. (2012). Arquitectura Verde aplicada al diseño del IES infante D. Juan Manuel. España
- Instituto de Arquitectura de los Estados Unidos (1980). "La Casa Pasiva y Ahorro energético"
- Instituto para la diversificación y ahorro de energía (2005). Aprovechamiento de luz natural en la iluminación de edificios. España
- Mendoza, E. (2011) "Arquitectura Sustentable". Artículo.
- Miliarium. (2008). Monografía sobre la construcción verde, Arquitectura Bioclimática.
- Olgay, V. (1998). Arquitectura y Clima: manual de diseño bioclimático para arquitectos y
- Oscar Perpiñán Lamingueiro. (2015). Energía solar fotovoltaica. España.
- Randal Tomas. (2001). Fotovoltaics and architecture. Usa
- Salazar. (2011). "Construcción y Desarrollo Sostenible" de la Universidad de Almería, España urbanistas. Editorial Gustavo Gili.

ANEXOS N° 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	SUB DIMENSIÓN	INDICADORES
¿Cuáles son los CRITERIOS DE LA ARQUITECTURA BIOCLIMÁTICA aplicables al diseño de una planta agroindustrial para lograr un eficiente AHORRO ENERGÉTICO , en el distrito de Jesús en el año 2019?	<p>Objetivo General Determinar cuáles son los criterios de la arquitectura bioclimática aplicables al diseño de una planta agroindustrial para lograr un eficiente ahorro energético.</p> <p>Objetivos Específicos Identificar los criterios de la arquitectura bioclimática y sus aplicaciones. Determinar el ahorro energético que se puede lograr en una planta agroindustrial. Establecer de acuerdo a lo estudiado qué criterios de la arquitectura bioclimática se pueden aplicar a un planta agroindustrial para lograr un eficiente ahorro energético. Aplicar los criterios de la arquitectura bioclimática en el diseño de una planta agroindustrial para lograr un eficiente ahorro energético.</p>	<p>Hipótesis General Los criterios de la arquitectura bioclimático; el clima, la orientación, estrategias de forma, uso de sistemas activos (uso de energía solar fotovoltaica) y pasivos (Iluminación y ventilación natural) son los criterios de la arquitectura bioclimática que se pueden aplicar al diseño de una planta agroindustrial y que logran un eficiente ahorro energético</p> <p>Hipótesis Específicos El aprovechamiento del clima es uno de los criterios de la arquitectura bioclimática que logra un eficiente ahorro energético y se puede aplicar al diseño de una planta agroindustrial.. La orientación de la edificación es uno de los criterios de la arquitectura bioclimática que logra un eficiente ahorro energético y se puede aplicar al diseño de una planta agroindustrial. El uso de estrategias de forma de la edificación es uno de los criterios de la arquitectura bioclimática que logra un eficiente ahorro energético y se puede aplicar al diseño de una planta agroindustrial. El uso de sistemas activos (uso de energía solar fotovoltaica) y pasivos (Iluminación y ventilación natural) son uno de los criterios de la arquitectura bioclimática que logra un eficiente ahorro energético y se puede aplicar al diseño de una planta agroindustrial.</p>	Criterios de arquitectura bioclimática	V.I: Criterios de la arquitectura que busca el diseño de edificaciones teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles	Emplazamiento	Clima	Temperatura Vientos Radiación
					Orientación		Este - Oeste Norte Sur
					Estrategias de Forma	Volumetria	Regular Compacta Irregular Compacta Irregular
					Sistemas Activos	Energía Solar Fotovoltaica	Panel Fotovoltaico Policristalino Panel Fotovoltaico Monocristalino
					Sistemas Pasivos	Iluminación Natural	Área del Vano Forma del Vano Tipo de marco del vano
					Demanda Energética		
					Ahorro energético		V.D: Cuando se minimiza el uso de energías convencionales, a fin de hacer uso de las energías renovables

Criterios de la arquitectura bioclimática aplicables a una planta agroindustrial, para lograr un eficiente ahorro energético, en el distrito de Jesús, en el 2018.