

# UNIVERSIDAD SAN PEDRO

## FACULTAD DE INGENIERÍA

### ESCUELA PROFESIONAL DE ARQUITECTURA Y URBANISMO



Aplicación arquitectónica del sistema fotovoltaico para el diseño  
de la escuela de agronomía de la universidad San Pedro

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
ARQUITECTO

#### **AUTORES:**

Bach. Arq. Anticona Marines Arnold Enrique

Bach. Arq. Camacho Avalos Eberth Davinson

#### **ASESOR:**

Arq. Barbi Salinas Walter

CHIMBOTE – PERÚ

2018

## **PALABRAS CLAVES**

TEMA: Aplicación Arquitectónica, Sistema Fotovoltaico, Escuela de Agronomía.

ESPECIALIDAD: Arquitectura.

## **KEYWORDS**

THEME: Architectural Application, Photovoltaic System, School of Agronomy.

SPECIALTY: Architecture.

## **LINEAS DE INVESTIGACIÓN**

### **I. INGENIERIA**

6. Humanidades

6.4 Arte

- Arquitectura y Urbanismo

**TITULO DEL PROYECTO:**

Aplicación arquitectónica del sistema fotovoltaico para el diseño de la escuela de agronomía de la universidad San Pedro

## RESUMEN

Esta tesis tuvo como propósito demostrar la armonía en la Integración de diseño arquitectónico y sistemas fotovoltaicos, promoviendo mejoras económicas y tecnológicas logrando autosustentabilidad, confort térmico y lumínico adaptándose a múltiples perfiles urbanos como revestimiento, coberturas y parte de mobiliarios. Abasteciendo altas demandas energéticas, la cual es problemática de nuestro ámbito surgiendo la necesidad de incorporar los recursos naturales dentro de la arquitectura

La metodología del presente trabajo de investigación fue de origen DESCRIPTIVO con una propuesta de diseño NO EXPERIMENTAL, en donde se ha logrado analizar características contextuales, determinar necesidades de requerimiento arquitectónico en función a los usuarios establecidos, a través de encuestas a estudiantes, docentes y profesionales expertos en el tema.

El resultado esperado de esta investigación pretendió proponer el DISEÑO DE LA ESCUELA DE AGRONOMÍA con la APLICACIÓN ARQUITECTÓNICA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO en el Campus de San Luis, para que esta misma sirva como fuente de consulta y referencia para investigaciones similares y a su vez nuestras autoridades tomen interés por estas soluciones objetivas y concretas.

El logro obtenido fue parte del resultado esperado ya que se comprobó que la Aplicación Arquitectónica del Sistema Fotovoltaico favorecerá a futuros proyectos, debido a sus múltiples beneficios obtenidos de energía limpia. Concluyendo que estos Sistemas tienen una mayor ventaja de proteger nuestro planeta contaminado, demostrando un ahorro energético de un 67%.

## ABSTRACT

The purpose of this thesis was to demonstrate harmony in the integration of architectural design and photovoltaic systems, promoting economic and technological improvements, achieving self-sustainability, thermal and lighting comfort, adapting to multiple urban profiles such as cladding, roofing and part of furniture. Supplying high energy demands, which is problematic in our area arising the need to incorporate natural resources into the architecture.

The methodology of the present research work was of DESCRIPTIVE origin with a non-experimental design proposal, where it has been possible to analyze contextual characteristics, determine needs of architectural requirements according to established users, through surveys of students, teachers and professionals. experts on the subject.

The expected result of this research was to propose the DESIGN OF THE SCHOOL OF AGRONOMY with the ARCHITECTURAL APPLICATION OF THE PHOTOVOLTAIC SYSTEM in the Campus of San Luis, so that this same one serves as a source of consultation and reference for similar investigations and at the same time our authorities take interest for these objective and concrete solutions.

The achievement obtained was part of the expected result since it was proved that the Architectural Application of the Photovoltaic System will favor future projects, due to its multiple benefits obtained from clean energy. Concluding that these systems have a greater advantage of protecting our polluted planet, demonstrating energy savings of 70%.

# ÍNDICE GENERAL

<b>TITULO DEL PROYECTO</b>	<b>i</b>
<b>PALABRAS CLAVE</b>	<b>ii</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>iv</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO</b>	<b>32</b>
<b>III. RESULTADOS</b>	<b>33</b>
<b>IV. ANÁLISIS Y DISCUSION</b>	<b>148</b>
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>152</b>
<b>VI. AGRADECIMIENTOS</b>	<b>159</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>160</b>
<b>VIII. APÉNDICES Y ANEXOS</b>	<b>163</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Átomo de Silicio	13
<b>Figura 2.</b> Juntura P-N en una celda solar	14
<b>Figura 3.</b> Silicio Monocristalino	15
<b>Figura 4.</b> Silicio Policristalino	16
<b>Figura 5.</b> Silicio Amorfo	16
<b>Figura 6.</b> Sistema Fotovoltaico	17
<b>Figura 7.</b> Local de la Escuela Nacional de Agricultura	19
<b>Figura 8.</b> Jorge Vanderghem	20
<b>Figura 9.</b> Canal IRCHIM, primera etapa del Proyecto Chinecas	22
<b>Figura 10.</b> Proyecto Especial Chinecas	23
<b>Figura 11.</b> Planteamiento Hidráulico del Proyecto Chinecas	24
<b>Figura 12.</b> 5 etapas del Proyecto Chinecas	25
<b>Figura 13.</b> Localización y Ubicación Geográfica	33
<b>Figura 14.</b> Localización del terreno	34
<b>Figura 15.</b> Ubicación del terreno	34
<b>Figura 16.</b> Accesibilidad y Vialidad al Campus universitario	35
<b>Figura 17.</b> Accesibilidad y Vialidad a Terrenos S y T	35
<b>Figura 18.</b> Uso de Suelos del terreno a nivel macro	36
<b>Figura 19.</b> Zonificación del Campus Universitario	37
<b>Figura 20.</b> Avenida Prolongación Pacifico	38
<b>Figura 21.</b> Radiación Solar	39
<b>Figura 22.</b> Localización y Ubicación Geográfica	42
<b>Figura 23.</b> Localización del terreno	43
<b>Figura 24.</b> Ubicación del terreno	43
<b>Figura 25.</b> Accesibilidad y Vialidad al Campus universitario	44
<b>Figura 26.</b> Accesibilidad y Vialidad a Terreno	44
<b>Figura 27.</b> Uso de Suelos del terreno a nivel macro	45
<b>Figura 28.</b> Panamericana Norte	46
<b>Figura 29.</b> Radiación Solar	47
<b>Figura 30.</b> Karina Málaga Sánchez	60
<b>Figura 31.</b> AMA-Afonso Maccaglia Architecture	64

<b>Figura 32.</b> Borja Boscch Moragues	69
<b>Figura 33.</b> Ignacio Bosch Moragues	69
<b>Figura 34.</b> Vásquez Baca Urphy	72
<b>Figura 35.</b> Edificio Sant Jaume La Salle	79
<b>Figura 36.</b> Ubicación del campus Universitario	80
<b>Figura 37.</b> Características Ambientales de la zona	81
<b>Figura 38.</b> Planta de Edificio	82
<b>Figura 39.</b> Sótano y primer nivel	83
<b>Figura 40.</b> Corte y Elevación	84
<b>Figura 41.</b> Planta Sótano 5	85
<b>Figura 42.</b> Planta Sótano 3	85
<b>Figura 43.</b> Planta Sótano 1	86
<b>Figura 44.</b> Planta Baja	86
<b>Figura 45.</b> Primera Planta	87
<b>Figura 46.</b> Planta Aulas	87
<b>Figura 47.</b> Corte transversal del edificio	88
<b>Figura 48.</b> Corte del edificio	88
<b>Figura 49.</b> Fachada del edificio	89
<b>Figura 50.</b> Estructura del Panel Solar	90
<b>Figura 51.</b> Características del Panel Solar	91
<b>Figura 52.</b> Modo de Aplicación	92
<b>Figura 53.</b> Sistema fotovoltaico en la fachada	93
<b>Figura 54.</b> Calentadores solares para el agua caliente	94
<b>Figura 55.</b> Global Change Institute Building	95
<b>Figura 56.</b> Ubicación del Instituto del Cambio Global	96
<b>Figura 57.</b> Contexto y Vegetación de la zona	97
<b>Figura 58.</b> Fachada del Instituto	98
<b>Figura 59.</b> Primer y Segundo Nivel	99
<b>Figura 60.</b> Tercer y Cuarto Nivel	100
<b>Figura 61.</b> Corte Longitudinal	101
<b>Figura 62.</b> La espacialidad y forma dentro del volumen	101
<b>Figura 63.</b> Techo con Paneles Fotovoltaicos	102
<b>Figura 64.</b> Estructura del Panel Solar	103
<b>Figura 65.</b> Características del Panel Solar	104

<b>Figura 66.</b> Modo de aplicación de los paneles fotovoltaicos	105
<b>Figura 67.</b> Beneficios del Sistema Solar Fotovoltaico	106
<b>Figura 68.</b> El Edificio cuenta con un sistema de filtro operable	107
<b>Figura 69.</b> Parasoles que pueden girar	107
<b>Figura 70.</b> Los espacios comunes	108
<b>Figura 71.</b> Tubos colectores	108
<b>Figura 72.</b> Gateway Center	109
<b>Figura 73.</b> Ubicación del Gateway Center	110
<b>Figura 74.</b> Contexto y Vegetación de la zona	111
<b>Figura 75.</b> Diseño y distribución de cada nivel	112
<b>Figura 76.</b> Planta Baja y Primer Nivel	113
<b>Figura 77.</b> Segundo Nivel y Planta de Techos	114
<b>Figura 78.</b> Morfología de la Escuela	115
<b>Figura 79.</b> Espacialidad y la forma dentro del volumen	115
<b>Figura 80.</b> Planta de energía	116
<b>Figura 81.</b> Estructura del Panel Solar	117
<b>Figura 82.</b> Características del Panel solar	118
<b>Figura 83.</b> Modo de aplicación de los paneles fotovoltaicos	119
<b>Figura 84.</b> Muros como Parasoles	120
<b>Figura 85.</b> El recubrimiento en madera laminada	121
<b>Figura 86.</b> Cuando el sol golpea los sensores	121
<b>Figura 87.</b> La altura establecida dentro del acceso	122
<b>Figura 88.</b> Los ambientes como la cafetería	122
<b>Figura 89.</b> Fachada Oeste de la Escuela	123
<b>Figura 90.</b> Techo Verde, jardines de lluvia, adaptaciones solares	123
<b>Figura 91.</b> Instalación realizada sobre la cubierta	127
<b>Figura 92.</b> Módulos anclados al techo mediante estructura	129
<b>Figura 93.</b> Instalación de cubierta plana sobre estructura inclinada	130
<b>Figura 94.</b> Instalación de cubierta curvada	130
<b>Figura 95.</b> Instalación sobre mobiliario urbano	131
<b>Figura 96.</b> Instalación sobre fachada	131
<b>Figura 97.</b> Instalación sobre fachada ventilada	132
<b>Figura 98.</b> Sección de una fachada ventilada	133
<b>Figura 99.</b> Esquema de una fachada del tipo Muro Cortina	134

<b>Figura 100.</b> Fachada Ventilada Fotovoltaica de la Empresa ONYX Solar	136
<b>Figura 101.</b> Parasoles y pérgolas fotovoltaicas integradas	137
<b>Figura 102.</b> Muros de protección contra el ruido fotovoltaico	137
<b>Figura 103.</b> Muros Cortina transparente fotovoltaico	138
<b>Figura 104.</b> Aplicabilidad de Sistemas BIPV	140
<b>Figura 105.</b> Conceptualización	142
<b>Figura 106.</b> Patrones de Diseño	143
<b>Figura 107.</b> Fachada con Sistema Fotovoltaico	145
<b>Figura 108.</b> Mobiliario Urbano	145
<b>Figura 109.</b> Sistema Fotovoltaico en Techos	145
<b>Figura 110.</b> Conexión directa mediante espacios de inclusión social	146
<b>Figura 111.</b> Bloques horizontales con cubiertas verdes integrándose al contexto agrícola	146
<b>Figura 112.</b> Vistas 3D	147

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Equipos Instalados que hacen uso de la Energía Solar en el país	7
<b>Tabla 2.</b> Potencia instalada por regiones	8
<b>Tabla 3.</b> Evolución de potencia efectiva nacional	9
<b>Tabla 4.</b> Operacionalización de Variable	30
<b>Tabla 5.</b> Contexto 01	33
<b>Tabla 6.</b> Contexto 02	42
<b>Tabla 7.</b> Porcentaje de Alternativas de un Sistema Fotovoltaico	51
<b>Tabla 8.</b> Porcentaje de mayor rendimiento académico	52
<b>Tabla 9.</b> Porcentaje de ambientes usados	53
<b>Tabla 10.</b> Porcentaje de necesidades básicas	54
<b>Tabla 11.</b> Porcentaje de áreas consideradas	55
<b>Tabla 12.</b> Porcentaje de ambientes para un mayor rendimiento	56
<b>Tabla 13.</b> Porcentaje de requerimiento de invernadero	57
<b>Tabla 14.</b> Porcentaje de áreas de invernadero	57
<b>Tabla 15.</b> Porcentaje de energías alternativas	58
<b>Tabla 16.</b> Porcentaje del uso de energía solar	59
<b>Tabla 17.</b> Resumen de Expertos	77
<b>Tabla 18.</b> Caso Análogo 01	79
<b>Tabla 19.</b> Caso Análogo 02	95
<b>Tabla 20.</b> Caso Análogo 03	109
<b>Tabla 21.</b> Análisis Formal	124
<b>Tabla 22.</b> Análisis Funcional	125
<b>Tabla 23.</b> Análisis Espacial	126
<b>Tabla 24.</b> Programación Arquitectónica	141
<b>Tabla 25.</b> Análisis Arquitectónico	144
<b>Tabla 26.</b> Análisis y Discusión de Antecedentes	148
<b>Tabla 27.</b> Análisis y Discusión de Casos Tipológicos	149
<b>Tabla 28.</b> Análisis y Discusión sobre el Perfil de Usuario	150
<b>Tabla 29.</b> Análisis y Discusión sobre la opinión de Expertos en el tema	151

# **I. INTRODUCCIÓN**

## **I. INTRODUCCIÓN**

Bajo el propósito de la tesis establecida se recopiló información sobre la aplicación de Sistemas Fotovoltaicos para el Diseño de la Escuela de Agronomía y se recurrió a los siguientes **ANTECEDENTES Y FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA:**

Esclapés (2012) en su tesis doctoral Adaptabilidad de la Energía Solar Fotovoltaica sobre fachadas urbanas – ubicado en Alicante, España, redactó lo siguiente:

Según Esclapés en su tesis afirmó que la energía solar fotovoltaica es la mayor acreditada en cuanto a energía y medioambiente, los cuales servirán de apoyo en las nuevas soluciones de Diseño Arquitectónico.

Asimismo, hizo un análisis del comportamiento de la radiación solar en el contexto urbano para obtener una visión general sobre la integración arquitectónica de los sistemas fotovoltaicos en fachadas, desde su propio efecto hasta su aplicación e instalación aportando sus principales características y ventajas del sistema promoviendo incentivos económicos y mejoras tecnológicas.

Siendo esta tesis un claro ejemplo de la integración arquitectónica de los sistemas fotovoltaicos en los edificios , los cuales tienen muchas maneras de poder trabajarlos y mejorarlos, mediante distintos tipos de envolventes, coberturas, paneles, y tantos métodos más, que con un estudio previo a su aplicación, se adaptan en un 100% en todo tipo de edificación y más que un ahorro de energía es el uso de tecnologías modernas aplicándose en la arquitectura de hoy en día, creando así, edificios autosustentables, obteniendo como resultado la aceptación pública por las ventajas medioambientales y económicas impulsado desarrollo y la expansión de los sistemas fotovoltaicos. (p 1-6)

Kazek (2012) en su tesis de maestría Evaluación de Sistemas Integrados fotovoltaicos en fachadas - ubicada en Famagusta, Chipre del Norte-, redactó lo siguiente:

Según Kazek demostró lo útil que resultó la integración de Sistemas Fovoltaicos como parte de los proyectos arquitectónicos justificando compatibilidad y favoreciendo en múltiples aspectos.

Asimismo, explicó que en su momento los Sistemas Fovoltaicos fueron usados de manera emergente, ya que estos afectaban al diseño de fachadas, pero debido a su mejoramiento como energía renovable se fue logrando una mejor armonía entre diseño arquitectónico y ahorro energético, consiguiendo la autosustentabilidad y considerándolo en propuestas de futuros edificios.

Este sistema como revestimiento en fachada, también empleado en el proyecto, reemplazando en parte, al uso del revestimiento tradicional, con beneficios no solo estéticos, sino además aprovechando la absorción de los rayos solares para la generación de electricidad, teniendo así un edificio que genera energía limpia usando como fuente principal, el sol, generando interés por la Arquitectura Fovoltaica y siendo esta la que motive a emplear este método que aportará benéficamente al medioambiente.

Lo cual esta tesis demostró que la estética de un sistema fotovoltaico no es impedimento para lograr la Integración entre ambos, ya que mediante la aceptación del sistema en el entorno urbano fueron apareciendo nuevos colores y mejores maneras de emplearlo sobre la Arquitectura. (p 78-81)

Basnet (2012) en su tesis de maestría Integración Arquitectónica de Sistemas Solares, Térmicos y Fotovoltaicos en los edificios - ubicado en Trondheim, Noruega, redactó lo siguiente:

Según Basnet redactó que los actuales edificios demandan una alta cantidad de energía fósil, la cual tiene que ser reemplazada por energía limpia mediante Sistemas Fotovoltaicos buscando su integración y economía del proyecto. Pero a su vez estos sistemas aún no son del todo populares por la falta de calidad arquitectónica careciendo consideraciones de diseño.

El objetivo buscado fue integrar la arquitectura con la tecnología mediante materiales, colores, proporciones y el equilibrio del mismo edificio, tanto en construcciones nuevas y existentes haciendo énfasis en la expresión arquitectónica y la producción de energía enfocado en la integración estética para el impacto en la gente

Asimismo, demostró que esta integración arquitectónica fotovoltaica llega a ser armoniosa demostrando calidad tanto en arquitectura y energía renovable, llegando a utilizar estos elementos multifuncionales como elementos de construcción convencionales, mejorando la calidad de construcción, la economía y viabilidad de la integración haciéndose Arquitectura. (p 90-91)

También como parte de la investigación se recurrió a los siguientes casos análogos donde se aplica la Integración Fotovoltaica, los cuales son los siguientes:

- 1) Terradas Arquitectos (2002) con el proyecto Edificio Sant Jaume La Salle – Universidad Ramon Llull, Barcelona.
- 2) Hassel Studio (2013) con el proyecto Global Change Institute Building ubicado en Brisbane QLD, Australia.
- 3) ArchiTerra (2013) con el Gateway Center-SUNY-ESF Colegio de Ciencia y Forestal Ambiental ubicado en Nueva York, Estados Unidos.

1) Terradas Arquitectos (2002) con el proyecto Edificio Sant Jaume La Salle – Universidad Ramon Llull, Barcelona

El edificio se sitúa, finalmente, en la esquina de las calles Lluçanès y Cuatro Caminos, y forma parte del Campus Universitario La Salle de la Universidad Ramon Llull, con una superficie total construida de unos 11.560m<sup>2</sup>, el nuevo aulaario del Parque de Innovación Tecnológico y Empresarial La Salle tiene por objetivo potenciar las nuevas iniciativas empresariales.

En la concepción y construcción del edificio se ha tenido en cuenta la incorporación de novedades tecnológicas en los procesos industriales, proyectándose, construyéndose y manteniéndose para conseguir una gran eficiencia energética y aprovechar las energías renovables con sistemas de control y regulación centralizados. Así, se incluye equipamiento domótico, cableado estructural, fibra óptica y una amplia extensión de placas solares.

Es un edificio compacto, aislado, de 60 metros de longitud y 21 metros de anchura, dispuesto a lo largo de la calle Lluçanès, y que ha de permitir el acceso de los servicios rodados al centro geriátrico municipal, mediante un paso de casi 4 metros de anchura, que lo atravesará en sentido transversal.

En conclusión, este proyecto aprovecha al máximo el uso de la energía solar y su aplicación por medio de los sistemas fotovoltaicos, la cual se encuentra integrada en el proyecto como fachada, y tiene una triple función, actúa como productora de energía eléctrica, actúa como fachada ventilada, como elemento que permite la reutilización del aire acumulado, y actúa como parasol.

2) Hassel Studio (2013) con el proyecto Global Change Institute Building ubicado en Brisbane QLD, Australia.

Diseñó un proyecto institucional con sitios de investigación con óptimas condiciones de confort térmico de bajo consumo para los sub-trópicos, los cuales se integraron los Sistemas Fotovoltaicos como cobertura y parte de la fachada.

Estos Sistemas Fotovoltaicos serán los encargados de abastecer toda la demanda energética de la institución, los cuales también serán usados para controlar las rejillas direccionando el aire y la luz haciendo de este un edificio modelo para su excelente confort térmico.

Asimismo, hace uso de la ventilación cruzada e iluminación natural para imitar los procesos de la naturaleza contribuyendo a la restauración y regeneración del medio ambiente.

Como conclusión el proyecto demostró que los Sistemas Fotovoltaicos son los más factibles para cubrir altas demandas energéticas, proyectos que busquen el confort térmico en todo su esplendor y que estos a su vez pueden ser ubicados tanto con techos como en fachada generando parámetros muy particulares que se logran integrando la energía solar en la arquitectura.

3) ArchiTerra (2013) con el Gateway Center-SUNY-ESF Colegio de Ciencia y Forestal Ambiental ubicado en Nueva York, Estados Unidos.

Se diseñó una institución bioclimática que utiliza el diseño solar pasivo con Sistemas Fotovoltaicos integrados como cubierta, absorbiendo los rayos solares derivados a la planta baja.

Este proyecto fue dedicado a la enseñanza e investigación aprovechando al máximo la energía solar, generando su propia energía para satisfacer debidamente a cada ambiente.

Asimismo, fue galardonado por su respuesta al requerimiento del cliente de crear una construcción ecológica extraordinaria, buscando la neutralidad climática y la sostenibilidad para su debido funcionamiento como centro de aprendizaje.

Como conclusión este proyecto demostró que los Sistemas Fotovoltaicos es el claro ejemplo de sostenibilidad aprovechando al máximo la energía solar, además que implementa el diseño verde como parte del proyecto, estas dos variables que son los Techos Verdes y los Sistemas Fotovoltaicos demuestran que se puede lograr una integración Arquitectónica en favor a la ejecución del proyecto.

Luego de haber concluido con los antecedentes estudiados, se procedió a la

## **JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

En las ciudades de Chimbote y Nuevo Chimbote, ubicados en la cercanía del mar y con un clima soleado y cálido durante casi todo el año; aún no se está aprovechando este recurso natural que son los rayos solares, fundamental para el funcionamiento de los Sistemas Solares Fotovoltaicos (SSFV).

El sistema fotovoltaico permite el ahorro de dinero, porque ya no requiere de una red de alimentación pública; mejorando la iluminación y manteniéndola siempre activa sin importar que haya cortes de energía eléctrica de un distribuidor público, impulsando el cuidado del medio ambiente al usar energía limpia y renovable.

A su vez este mismo tiene un costo que a largo plazo es más económico, seguro, y confiable; que usar pilas, velas, mecheros, lámparas a gas, grupos electrógenos, o pagar continuamente el consumo mensual de energía proveniente de la red pública.

Resaltando que el sistema fotovoltaico con el mantenimiento adecuado dura un mínimo de 20 años.

En el Perú hasta el año 2004, se han instalado 62230 paneles fotovoltaicos, según un Diagnostico del Uso de la Energía Solar y Eólica en el País – MINEM 2004, la cual se muestra en la tabla 1.

<b>Equipos Instalados que hacen uso de la Energía Solar en el país</b>				
<b>Departamento</b>	<b>Paneles fotovoltaicos</b>	<b>Cocinas solares</b>	<b>Termas Solares</b>	<b>Secadores Solares</b>
Amazonas	2 499	1		88
Ancash	3 515	242	11	
Apurímac	1 334	5	1	
Arequipa	3 256	20	7831	24
Ayacucho	1 740	13	44	
Cajamarca	5 273	14		88
Cusco	9 423	39	12	93
Huancavelica	1 357	2	12	
Huánuco	2 594	1		90
Ica	512	2		
Junín	2 193	79	1	134
La Libertad	1 648	3	9	
Lambayeque	1 604		5	
Lima	2 495	57	21	16
Loreto	5 368	1		
Madre de Dios	413			
Moquegua	395		14	
Pasco	1 352	5	2	43
Piura	4 124	9		8
Puno	3 703	128	52	4
San Martín	2 864	1	1	175
Tacna	562	18	29	1
Tumbes	345			
Ucayali	3661			
<b>Total</b>	<b>62 230</b>	<b>640</b>	<b>8045</b>	<b>764</b>

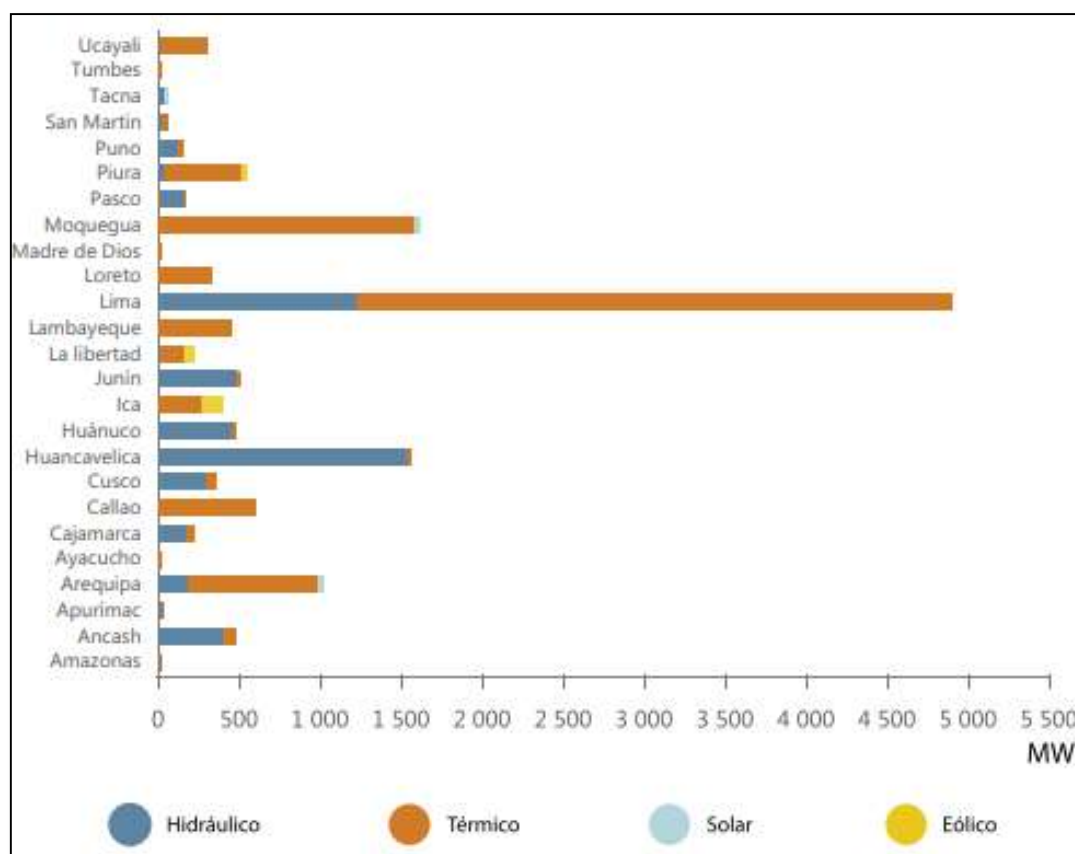
**Tabla 1.** Equipos Instalados que hacen uso de la Energía Solar en el País Fuente:

Diagnostico del Uso de la Energía Solar y Eólica en el País – MINEM 2004

Recuperado de: [http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/bioenergia/Congreso\\_Peru/12\\_Garcia\\_Henry.pdf](http://minagri.gob.pe/portal/download/pdf/especiales/bioenergia/Congreso_Peru/12_Garcia_Henry.pdf)

Como se puede mostrar, en el Departamento de Ancash se han instalado un total de 3515 paneles fotovoltaicos, con uso domestico de cocinas y termas solares, para áreas rurales de bajos recursos y que no tienen acceso a electricidad.

Actualmente en el Departamento de Ancash no se ha hecho uso de este sistema en edificaciones, ya sean de uso residencial, comercial, de salud o educación, según el grafico de la tabla 2, se muestra la potencia instaladas de diferentes tipos de energía en las regiones del Perú en el año 2016.



**Tabla 2.** Potencia instalada por regiones (2016) Fuente: Ministerio de Energía y Minas  
 Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/112025-anuario-ejecutivo-de-electricidad-2016>

Por tal motivo, y como parte de la investigación, es importante ser pioneros en el uso de los paneles fotovoltaicos, en edificios cuyas necesidades de abastecimiento de energía sean máximas, tales como fábricas, auditorios, edificios administrativos, centros comerciales, y otros más; pero en este caso, para la Escuela de Agronomía de la Universidad San Pedro, la cual es brindar la infraestructura adecuada para su correcto aprendizaje, ya que en la actualidad la pesca y el acero está en carencia y necesitamos puntualizar en la agronomía como factor primordial para sacar a flote y recuperar la economía de nuestra región, motivo el cual se debe priorizar ya que

tenemos terrenos disponibles como es en el caso del Campus de San Luis para el aprendizaje experimental y los terrenos de Chincas para ejercer la producción masiva en la región.

Según datos del ministerio de energía y minas el 2.6% de la potencia instalada a nivel nacional es de centrales que trabajan con energías renovables como la solar y eólica.

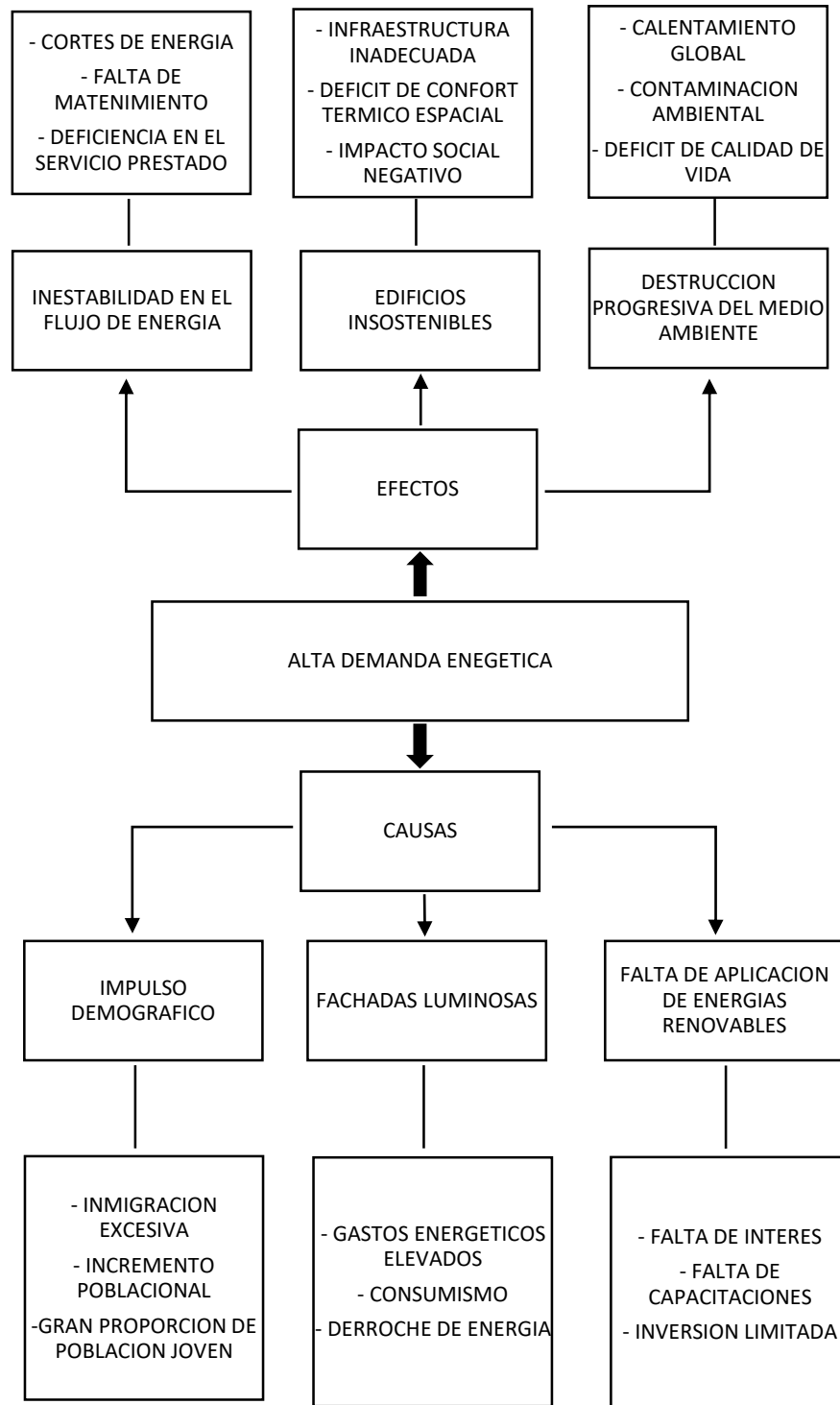


**Tabla 3.** Evolución de potencia efectiva nacional (2006-2016) Fuente: Ministerio de Energía y Minas  
 Recuperado de: <https://www.gob.pe/institucion/minem/informes-publicaciones/112025-anuario-ejecutivo-de-electricidad-2016>

Cabe resaltar que dentro de sus necesidades son los benéficos que tendrán con el uso de estos sistemas, en sus aulas, talleres, oficinas administrativas, invernaderos, áreas de producción; mejorando no solo la parte energética, sino también el confort ambiental, lumínico y espacial de cada uno de los ambientes, creando micro climas adaptados a sus necesidades integrando de manera armoniosa los Sistemas Fotovoltaicos y el diseño arquitectónico de la Escuela de Agronomía, siendo esta participe de Arquitectura Sustentable.

Posteriormente de justificar la investigación en base a los antecedentes estudiados, se procede a ubicar el **PROBLEMA** de la variable, con:

## Planteamiento del Problema



## **Descripción del problema**

Actualmente en el ámbito nacional y sobretodo en nuestra ciudad se está generando una alta demanda energética causante de la crisis económica en el Perú.

Debido al incremento poblacional surge el impulso demográfico de manera desmesurada requiriendo mayores y mejores infraestructura, las cuales generan consumismo y gastos energéticos elevados.

Producto de ello se genera infraestructura insostenible con déficit de confort térmico-espacial como requiere la Escuela de Agronomía que la Universidad San Pedro está necesitando, generando un impacto social negativo, es decir, esta no aporta ningún beneficio a la ciudad, es por ello que estos factores conllevan a la destrucción progresiva del medioambiente y una paupérrima calidad de enseñanza.

Por tal razón, la Escuela de Agronomía de la Universidad San Pedro, ante esta problemática de crisis económica y déficit de infraestructura, se ve en la necesidad de implementar estrategias que les permitan incluir en su funcionamiento espacial y generación de electricidad, el uso de nuevas fuentes de energía renovables, y aplicarlas en la arquitectura de tal manera que el confort espacial y ahorro energético sean uno, llevando a una armonía entre sus diversas aplicaciones y beneficios que este sistema puede brindar en el diseño arquitectónico de una escuela universitaria que tiene una demanda de energía elevada.

Luego de haber puntualizado indicadores de la problemática, pasamos a la **Formulación del Problema**, la cual es la siguiente:

**¿CUÁLES SON LAS APLICACIONES ARQUITECTÓNICAS Y SUS BENEFICIOS DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL DISEÑO DE LA ESCUELA DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO?**

Se procede a la **CONCEPTUALIZACIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE** referente a la Aplicación Arquitectónica del Sistema Fotovoltaico para el Diseño de la Escuela de Agronomía de la Universidad San Pedro, se recurrieron a los siguientes conceptos:

### **La energía solar**

**Espejo C. (2004)** en su informe “La Energía Solar Fotovoltaica en España” redacta que, la energía solar constituye la principal fuente de vida en la Tierra, dirige los ciclos biofísicos y químicos que mantienen la vida en el planeta, los ciclos del oxígeno, del agua, del carbono y del clima. La energía del Sol es la induce el movimiento del viento y del agua, y el crecimiento de las plantas, por ello la energía solar es el origen de la mayoría de las fuentes de energía renovables: eólica, hidroeléctrica, biomasa, de las olas y corrientes marinas, además de la propia solar. (p.2)

### **La celda solar**

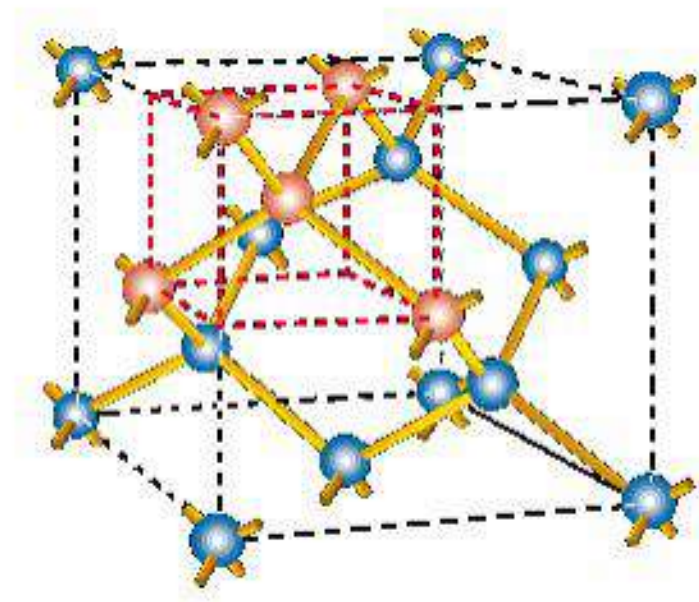
**Pereda I. (2005)** en su memoria “Celdas Fotovoltaicas en Generación Distribuida” redacta que, una celda solar es un dispositivo que convierte la energía de la luz del sol en energía eléctrica en forma directa, sin la necesidad de piezas móviles o algún tipo de combustión. El efecto fotovoltaico, es decir, convertir la luz solar en electricidad se produce en materiales conocidos como semiconductores, las cuales son materiales cuya conductividad puede ser modificada, y además generar una corriente eléctrica con cargas negativas, positivas o ambas.

Al incidir los rayos del sol en un semiconductor, algunos de los electrones de la banda de valencia absorben energía de los fotones y pasan a la banda de conducción donde pueden ser llevados fácilmente a un circuito externo generando por tanto una corriente electrónica. Al dejar su lugar los electrones, provocan en el material “huecos”, considerados como una partícula de signo positivo, los cuales también se “mueven” como una corriente en sentido opuesto a la electrónica. Este movimiento se asemeja al desplazamiento de una burbuja en el agua. Para que los electrones y huecos generados por la luz solar no se recombinen dentro del semiconductor se debe contar con un campo eléctrico interno, en cuyo sentido se moverán los electrones.

Este campo eléctrico es producido en general por una juntura similar a la del diodo semiconductor. (p.9-10)

### **Estructura de una celda solar**

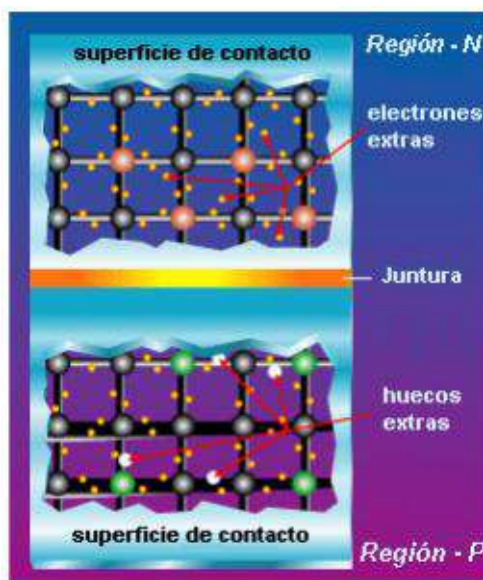
Tal como se menciona en el apartado anterior, el elemento más importante en la estructura de una celda es el semiconductor por lo que se analizará en forma más detallada a continuación. La estructura física, o arreglo atómico, de los semiconductores se puede dividir en tres grupos: Cristal simple, policristalino y amorfo. La estructura de cristal simple se caracteriza por un ordenamiento periódico de átomos obteniendo una forma geométrica tridimensional de un paralelepípedo. Tal es el caso del Silicio el cual comparte cada uno de sus cuatro electrones de valencia en una unión covalente con cada átomo vecino de silicio, el sólido, por lo tanto, consiste en una unidad básica de 5 átomos de silicio, el átomo original más los cuatro átomos con los que comparte sus electrones de valencia. (p.10)



*Figura 1.* Átomo de Silicio (2005) Recuperado de:  
<http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/paperspdf/pereda.pdf>

## La juntura “p-n”

El hecho de iluminar el silicio cristalino puede liberar electrones dentro del enrejado cristalino, pero para que estos electrones sean útiles se deben separar y dirigir a un circuito eléctrico. Para separar las cargas eléctricas, la celda solar de silicio debe tener un campo eléctrico interno incorporado. Uno de los métodos más utilizados para producir este campo eléctrico interno es la presencia de una juntura dentro de un semiconductor. Por lo general esta juntura puede ser el resultado de un semiconductor de cristal simple con una región tipo P y una región tipo N, resultantes del dopaje de un semiconductor con distintos elementos semejante a la juntura P-N de un diodo. La celda de Silicio, el tipo más común 19 de celdas solares, tiene dos regiones dentro del semiconductor, una región tipo P dopada con Boro, el cual tiene tres electrones de valencia (uno menos que el Silicio) provocando una región con alta concentración de huecos. La otra región tipo N se obtiene al dopar el Silicio con Fósforo, el cual tiene cinco electrones de valencia (uno más que el Silicio) provocando una región con alta concentración de electrones. La diferencia de concentración entre electrones y huecos, entre ambas regiones provoca un campo eléctrico permanente que se encarga de separar los electrones y huecos adicionales que aparecen cuando la celda es iluminada con la luz del sol. (p.18-19)



**Figura 2.** Juntura P-N en una celda solar. (2005) Recuperado de: <http://hrudnick.sitios.ing.uc.cl/paperspdf/pereda.pdf>

### **Tipos de celdas solares**

**Pérez D. (2009)** en su tesis “Análisis de un Sistema de Iluminación, utilizando ampollas de bajo consumo y alimentado por paneles fotovoltaicos” redacta que, Las celdas solares de silicio se construyen utilizando planchas monocristalinas, planchas policristalinas o láminas delgadas (amorfas)

**Silicio Monocristalino:** estas celdas están fabricadas en base a láminas de un único cristal de muy alta pureza y estructura cristalina casi perfecta. El espesor aproximado de las láminas es de 1/3 a 1/2 milímetro, las cuales son cortadas de una gran barra o lingote monocristalino creado a una temperatura cercana a 1400° C, siendo este un proceso muy costoso. La eficiencia de estas celdas ha llegado hasta el 24,7% en laboratorio y a un 16% en paneles comerciales. Los paneles construidos con este tipo de tecnología son los más desarrollados del mercado, siendo garantizados por algunos fabricantes por hasta 25 años.



**Figura 3.** Silicio Monocristalino. (2009) Recuperado de:  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcip434a/doc/bmfcip434a.pdf>

**Silicio Policristalino:** las láminas policristalinas son fabricadas a través de un proceso de moldeo, para esto se funde el silicio y luego se vierte sobre moldes. Una vez que el material se ha secado, se corta en delgadas láminas. El proceso de moldeo es menos costoso de producir que el silicio monocristalino, pero son menos eficientes, debido a que el proceso deja imperfecciones en la superficie de la lámina. La eficiencia de conversión alcanza valores alrededor del 19,8% en laboratorio y de 14% en paneles comerciales. En la Figura 3.3.7 se puede apreciar un panel de estas características. Las características del silicio cristalizado, hacen que los paneles de silicio policristalino

posean un grosor considerable. Empleando silicio con otros materiales semiconductores, es posible obtener paneles más finos e incluso flexibles.



**Figura 4.** Silicio Policristalino. (2009) Recuperado de:  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcip434a/doc/bmfcip434a.pdf>

**Silicio Amorfo:** es una tecnología de lámina delgada y se fabrica depositando silicio sobre un substrato de vidrio de un gas reactivo, tal como silano ( $\text{SiH}_4$ ). Además, es posible aplicarlo como película sobre substratos de bajo costo como cristal o plástico. La tecnología de fabricación ha cambiado rápidamente, lo que ha generado un aumento de su eficiencia, llegando a valores entre 5 y 10% para paneles comerciales y de 13% en laboratorios. Existen tecnologías de lámina delgada que incluyen láminas de silicio multicristalino, seleniuro de cobre e indio/sulfuro de cadmio, telurio de cadmio/sulfuro del cadmio y arseniuro de galio. Este tipo de tecnología ofrece una serie de ventajas como: deposición y un ensamblado más fácil, la capacidad de ser depositadas en substratos o materiales de construcción baratos, los que incluso pueden ser flexibles, producción en masa, y conveniencia para grandes aplicaciones. Sus costos son inferiores a las dos tecnologías anteriores.



**Figura 5.** Silicio Amorfo. (2009) Recuperado de:  
<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/bmfcip434a/doc/bmfcip434a.pdf>

## El sistema fotovoltaico

**Pereda I. (2005)** en su memoria “Celdas Fotovoltaicas en Generación Distribuida” redacta que, El sistema fotovoltaico comprende alguno o todos los subsistemas siguientes:

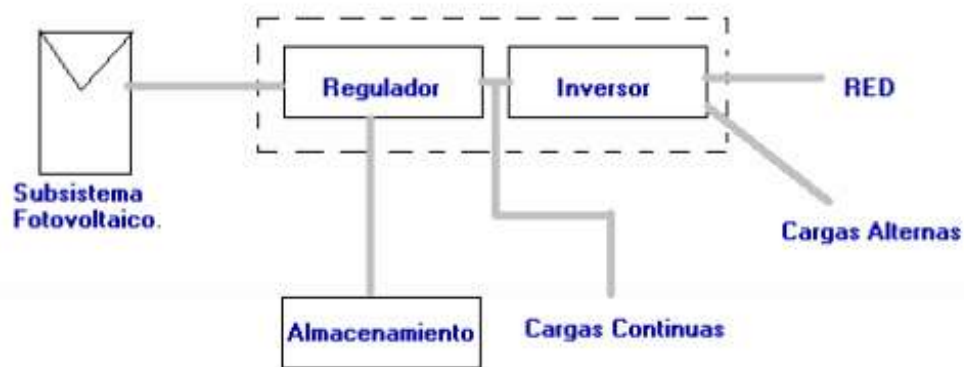
**El subsistema fotovoltaico** compuesto por la configuración serie-paralelo de módulos o celdas solares y sus protecciones.

**El subsistema de almacenamiento** compuesto por la configuración serie-paralelo de acumuladores o baterías.

**El subsistema de regulación** de carga de los acumuladores, consistente en los circuitos electrónicos necesarios para procurar la carga correcta de los acumuladores e incluyendo las protecciones de sobrecarga y de descarga excesiva de los mismos.

**El subsistema de conversión** consistente en los equipos electrónicos que convierten continua en continua entre dos valores de tensión, o continua en alterna para proporcionar al usuario una línea de 220 V eficaces.

**El subsistema de monitorización y registro** consistente en los equipos de medida y registro necesarios para el seguimiento del funcionamiento del conjunto.



**Figura 6.** Sistema Fotovoltaico. (2005) Recuperado de: <http://www.academia.edu/download/35813323/pereda.pdf>

## Beneficios del Sistema Fotovoltaico

El Sistema Fotovoltaico es una tecnología que presenta numerosos beneficios ya que genera electricidad de forma limpia y adaptada a las necesidades actuales.

**No emite CO2:** Permite generar energía sin contaminar el aire y contribuye a frenar el cambio climático. Por ejemplo, si la electricidad que consumen 10 hogares se generara con solar fotovoltaica se ahorraría la emisión a la atmósfera del CO2 equivalente a 58.000 km de coche al año.

**Es barata:** La evolución de la tecnología y el crecimiento de la demanda ha permitido que en los últimos cuatro años se haya reducido el precio de los módulos por siete. Esto permite un mayor desarrollo de la fotovoltaica y la posibilidad de que la ciudadanía tenga mayor acceso a esta tecnología.

**Es modular:** La solar fotovoltaica es una tecnología ideal para su instalación sobre tejado, lo que favorece una mayor difusión de la misma y permite que se pueda colocar sobre las cubiertas de edificios en las ciudades sin apenas impacto arquitectónico y aporte valor a una superficie hasta ahora inútil.

**Soberanía energética:** Al ser modular y barata permite que la ciudadanía disponga de una tecnología que le permita generar su propia energía. Esto favorece que la electricidad se consuma en el mismo lugar donde se produce, de tal manera que se evita la pérdida por transporte y se asegura la independencia energética del exterior.

**Un recurso infinito:** La fuente de energía de un módulo fotovoltaico es el sol, un recurso infinito que irradia de manera suficiente en todos los lugares del planeta (salvo los meses de oscuridad de los polos). Por lo tanto, es un recurso infinito que permite el acceso a fuentes de energía en prácticamente todo el planeta.

### **Escuela de Agronomía en el Perú:**

**Pacheco, J. (23 de abril de 2011)** en su blog “Rincón de Historia Peruana” redacta que, la idea de fundar una escuela de agricultura tiene su origen en la época de la Confederación Peruano-boliviana. El General Santa Cruz en 1837 se preocupó por la creación de un Instituto Agrícola o Escuela Técnica Agropecuaria.

Sin embargo, esta iniciativa no prosperó con la caída de la Confederación, Sada di Carlo se interesó por crear una institución que fomentara la agricultura científica. En 1870 presentó un proyecto para crear un “Instituto y Hacienda Normal para la Enseñanza de la Agricultura en la República del Perú”.

En 1872 fue elegido Manuel Pardo quién se había caracterizado por ser un creyente en la tecnificación como clave para desarrollar al Perú, sin embargo, despidió a Sada y nombró a Pedro Berghinz como director de la “Escuela de Instrucción Primaria de Agricultura Práctica”.

En 1879, todos los proyectos se detuvieron con el inicio de la guerra del Pacífico, pasarían más de dos décadas para retomar el proyecto de la escuela nacional de agricultura.



**Figura 7.** Local de la Escuela Nacional de Agricultura (1900)

Fuente: <http://historiadordelperu.blogspot.com/2011/04/la-escuela-nacional-de-agricultura-1902.html>

En 1901, el presidente Eduardo López De La Romaña mandó traer una misión de ingenieros de Bélgica provenientes de la Facultad Universitaria de Ciencias Agronómicas de Gembloux. A la cabeza de este grupo estuvo Jorge Vanderghem, su misión fue organizar la Escuela Nacional de Agricultura y Veterinaria.



*Figura 8.* Jorge Vanderghem. Fundador de la Escuela Nacional de Agricultura  
Recuperado: Universidad Nacional Agraria

### **La Agricultura en Ancash:**

**Unyen, V. (2006)** en su libro “Ancash, Un viaje por la historia” redacta que...

### **Chimbote, 1910**

Según relato de Don José Mendiola García, todo un personaje del “Chimbote que se fue”; que por el año 1910 la Hacienda Tambo Real exportaba azúcar, luego cambió por algodón y arroz. Se exportaba azúcar. Se exportaba por Chimbote algodón que iba a los mercados de Europa, pepitas de algodón a Chile (aceite), semillas de alfalfa a Alemania, carbón (antracita) de la zona de Conchucos. Se construyó el espigón del Terminal Marítimo, tolva de recepción para 40 T para carbón; 25 carros tolvas para transporte de las minas a Chimbote; 40 carros pequeños tolvas y grúas, se instalaron 5 máquinas de patio para embarque; fue la época más importante de Chimbote; la exportación a Argentina funcionó cerca de 12 años, mientras Evita Duarte de Perón

gobernaba con su esposo el general Domingo Perón, ese país, con su muerte terminaron esas relaciones, se paralizó las exportaciones, fue una gran pérdida para Chimbote.

Después vino la industria pesquera...

### **Potencialidades de Ancash:**

#### **Agropecuarias – Agroindustrial**

Maíz choclo, cebada, trigo, camote, papas, menestras (arveja grano, verde, frijol, nuña).

#### **Cultivos en los valles costeros:**

Arroz, algodón rama, caña de azúcar, esparrago, maíz amarillo duro, marigold, alfalfa, carrizo, totora.

#### **Frutas:**

Durazno, tuna, palta, manzana, mango, maracuyá, uva.

#### **Ganadería:**

Vacuno lechero, ovino, porcino, alpacas.

#### **Agroindustria:**

Caña de azúcar, marigold, alcachofas, pápikra.

“Solo la agroindustria podría salvar la economía de la región. En nuestro valle podrían instalarse algunas fábricas para industrializar los cultivos de arroz, maíz, algodón, caña de azúcar y otros; con esta propuesta podemos mejorar la rentabilidad de las campañas agrícolas y de esta manera evitamos el abaratamiento de los principales cultivos” manifestó Florentino Sandobal Tejada, agricultor de San Bartolo.

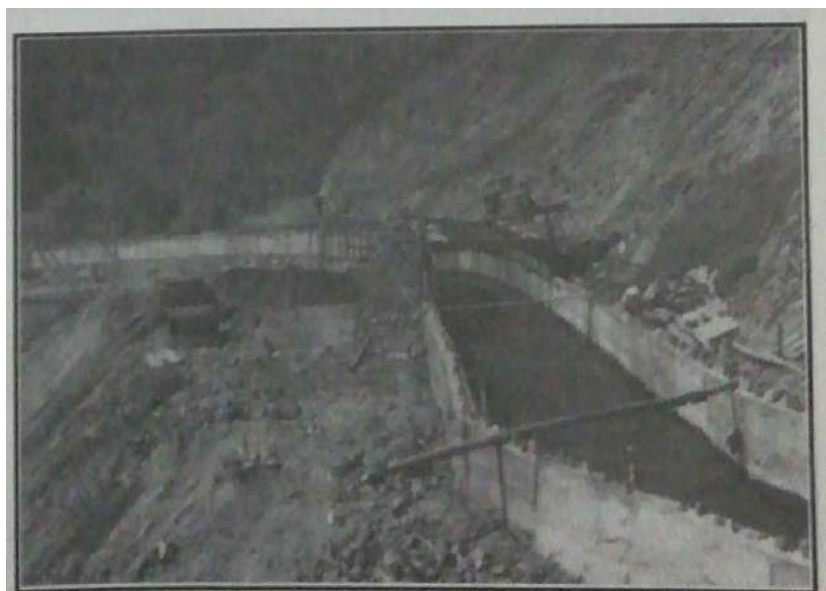
### **Irrigadora Chimbote (1949):**

#### **Canal IRCHIM:**

El sector de Riego IRCHIM, perteneciente al Sub-Distrito de Riego Santa-Nepeña, con 7400 Has. Bajo cultivo tiene como fuente de agua el Canal IRCHIM. “Obra inconclusa de 40,1 Km. de longitud, del cual se derivan tres laterales de primer orden insuficientes para una adecuada distribución de agua en el sector, originando la apertura de 43 boquetes o tomas prediales del canal principal, habiéndose comprobado el uso excesivo de agua a través de estos, dando como resultado un asentamiento rural desordenado, agravándose su situación aún más por la falta de infraestructura de drenaje adecuada”.

La solución a esta problemática motivó la promulgación del Decreto Supremo N° 065-86-AG, por el que se declara en reorganización el Sub Distrito de Riego Santa-Nepeña, encargándose al Proyecto Especial CHINECAS, proceda a reordenarlo en coordinación con la Dirección Regional V Ancash y el Plan REHATIC III.

Los trabajos de remodelación en 1998 del Canal IRCHIM por modalidad de Administración Directa, formó parte de la primera Etapa del Proyecto, que lo rehabilitó y remodeló para una capacidad de conducción de 25m<sup>3</sup>/s.

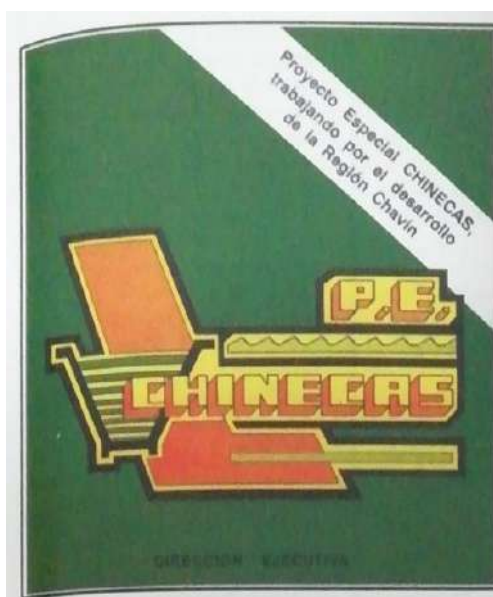


**Figura 9.** Canal IRCHIM, primera etapa del Proyecto Chinecas (1949)  
Fuente: Ancash, Un viaje por la historia

## Proyecto Especial CHINECAS:

### Ubicación:

Comprende el área ubicada entre los meridianos  $78^{\circ} 38'$  y  $78^{\circ} 08' 30''$  de Longitud Oeste y entre los paralelos  $8^{\circ} 41' 30''$  y  $9^{\circ} 34' 00''$  Latitud Sur.



*Figura 10.* Proyecto EspecialChinecas (1949)  
Fuente: Ancash, Un viaje por la historia

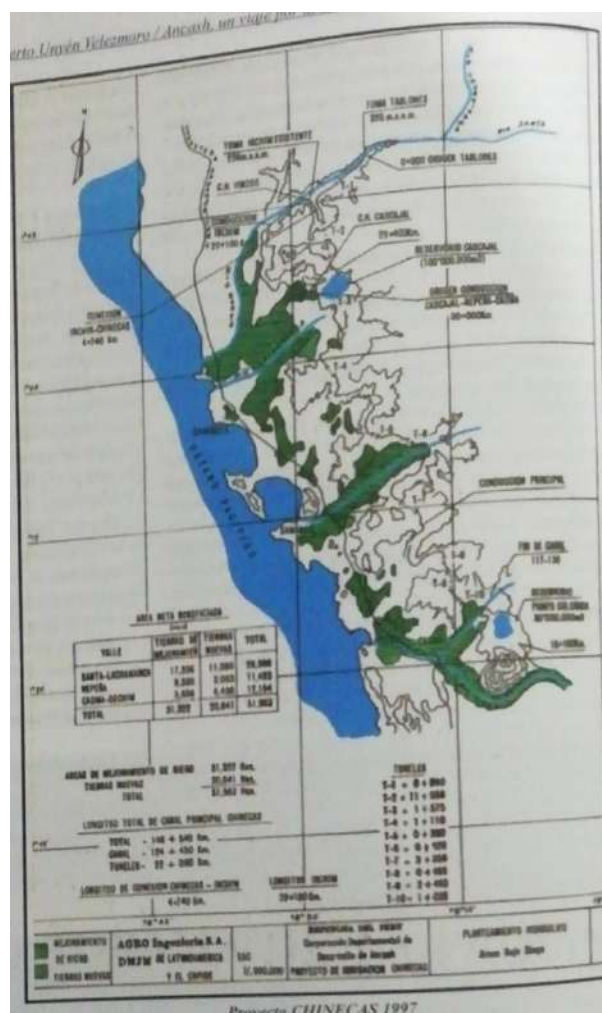
### Antecedentes:

Se restablece mediante D.S. N° 072-85-PCM del 5 de setiembre de 1985 para la conducción de los planes de irrigación de hidroenergéticos de Chimbote, Nepeña, Casma y Sechín. “buscando promover el desarrollo integral en los valles de influencia, incrementar y mejorar la utilización de los recursos naturales existentes y aumentar la producción y productividad agroindustrial. Asimismo, generará empleo permanente, ingresos económicos a la región de Ancash y divisas al Perú por la exportación de los productos”.

Con fecha 31 de mayo de 1986, se instaló el Primer Directorio del Proyecto Especial CHINECAS, reservándose por D.S. N° 064-86-AG del 24 de agosto de 1986, 1 344 millones de m<sup>3</sup> (43m<sup>3</sup>/s) de las aguas del río Santa por un periodo de dos años renovables.

Mediante el D.S N° 065-86-AG del 29 de agosto de 1986, se declara en reorganización el Sub Distrito de Riego Santa-Nepeña encargándose al Proyecto Especial CHINECAS para que en coordinación con la Dirección Regional V Ancash del Ministerio de Agricultura y el Plan REHAT III, cumplan dicha disposición, prohibiéndose además la siembra de arroz en el área de influencia del sector de riego IRCHIM.

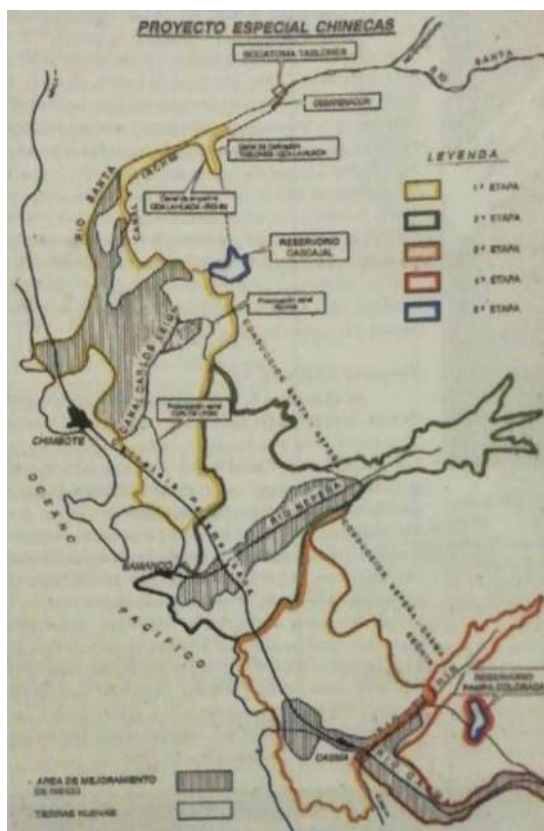
Por R.M. N° 01045-86-AG-DGRAAR de 4 de diciembre de 1986, se reserva para el Proyecto Especial CHINECAS una superficie de 37 677,90 Has. De terrenos por un plazo de tres años renovables.



**Figura 11.** Planteamiento Hidraulico del Proyecto Chinecas (1997)  
Fuente: Ancash, Un viaje por la historia

El proyecto estuvo dividido en 5 etapas:

- La primera, que comprende el mejoramiento de riego de 17 336 has. e irrigación de 6 mil has. de tierras nuevas en los valles del Santa, Cascajal y Lacramarca con una inversión de 79.56 millones de dólares.
- La segunda etapa abarca el mejoramiento de riego de 8 mil 330 has. en el valle de Nepeña y la irrigación de 8 133 has. de tierras nuevas en los intervalles de Lacramarca-Nepeña.
- La tercera etapa prevé el mejoramiento de riego de 5 656 has. en los valles de Casma y Sechín e irrigación de 6 498 has. de tierras nuevas en los intervalles de Nepeña y Sechín.
- La cuarta etapa comprende el sistema de regulación de Pampa Colorada para la irrigación de 4 100 has.
- La quinta etapa figura el sistema de regulación Cascajal para irrigar 13 000 has. de cultivo.



**Figura 12.** 5 Etapas del Proyecto Chincas (1986)  
Fuente: Ancash, Un viaje por la historia

**Unyen, V. (1979)** en su libro “El despertar de un coloso, Homenaje a la ciudad de Chimbote” redacta que, en el año 1940 el Ing. Ricardo Vera Guerra, Decano del Colegio de Ingenieros Filial Ancash-Chimbote, en resumen “La educación del desarrollo integral de Chimbote y su región hasta fines de siglo, debe escapar a nuestra tradicional concepción de basarla en la siderurgia y la pesquería, y debería añadirsele más bien otros términos, como son: El desarrollo agropecuario vía CHINECAS y su respectiva industrialización, el desarrollo de elementos integradores en el espacio y en el tiempo, vía nuevas comunicaciones al interior del departamento y otras zonas del país y el desarrollo educativo-cultural vía la Universidad del Santa”.

En el año 1986, el Ing. Juan Conroy Naranjo, en su exposición “PROBLEMAS DEL AGRO Y ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN”, en resumen “La actual crisis de la agricultura en la zona se debe a que:

- Se viene sufriendo las consecuencias de la pesquería, al desaparecer las aves guaneras que se alimentan de los peces desaparece el guano, que es el mejor fertilizante natural que existe (fosfato).
- Mal manejo de agua en el campo.

Asimismo, se analizó los siguientes conceptos como parte de la investigación:

**Estudio:** Es el desarrollo de aptitudes y habilidades mediante la incorporación de conocimientos nuevos. El sistema de educación mediante el cual se produce la socialización de la persona, tiene como correlato que se dedique una elevada cantidad de horas al análisis de diversos temas. Es por ello que se han desarrollado una serie de estrategias con el fin de que la tarea de estudiar sea más simple y que se logren alcanzar mejores resultados. Si bien estos métodos son variados, es posible destacar una serie de pautas recurrentes.

**Beneficio:** La palabra Beneficio es un término genérico que define todo aquello que es bueno o resulta positivo para quien lo da o para quien lo recibe, entiéndase como un beneficio todo aquello representativo del bien, la cuestión enmarca una utilidad la cual

trae consecuencias positivas que mejoran la situación en la que se plantean las vicisitudes o problemas a superar. Un beneficio es obtenido de cualquier manera y para poder identificarlos es necesario aplicar el concepto a cualquier campo en específico. Los más comunes son los económicos y sociales, los cuales producen elementos que son beneficiosos en ambos sentidos (para quien lo da o para quien lo recibe). Proveniente del latín “benefician” se deriva de Benedicto, bendición, bien, por lo que es claro que lo que representa son acciones positivas y realmente buenas. Un beneficio aporta a quien los recibe, felicidad, tranquilidad, paz y alegría, puesto que están dispuestos a satisfacer las necesidades de los que lo desean.

**Confort:** es aquello que produce bienestar y comodidades. A pesar de la equivocidad de los términos "confortable" y "confortabilidad" (que se aplican tanto a lo "que conforta, alienta o consuela" como a lo "que produce comodidad") no debe confundirse "confort" con la palabra española "confortar" (procedente del latín confortāre), que significa "dar vigor, espíritu y fuerza"; "animar, alentar, consolar al afligido".

**Sistema:** Es un módulo ordenado de elementos que se encuentran interrelacionados y que interactúan entre sí. El concepto se utiliza tanto para definir a un conjunto de conceptos como a objetos reales dotados de organización.

Un sistema conceptual o ideal es un conjunto organizado de definiciones, símbolos y otros instrumentos del pensamiento (como las matemáticas, la notación musical y la lógica formal).

Un sistema real, en cambio, es una entidad material formada por componentes organizados que interactúan de forma en que las propiedades del conjunto no pueden deducirse por completo de las propiedades de las partes (denominadas propiedades emergentes).

**Solar:** es un concepto que, de acuerdo a su raíz etimológica, tiene diversas acepciones. Cuando el término procede del vocablo latino *solāris*, se vincula a aquello relacionado con el Sol (la estrella sobre la cual gira la Tierra).

De este modo, podemos mencionar distintas ideas. El tiempo solar es aquel que se mide de acuerdo al aparente movimiento del Sol sobre un determinado horizonte. De este modo puede hablarse de hora solar, día solar, año solar, etc.

El viento solar, por su parte, alude al movimiento de la capa externa del Sol, llamada corona solar y formada por plasma. Este viento es una radiación que el Sol emite hacia diversas direcciones y de manera continua.

Se denomina energía solar a la fuente energética que procede la radiación del Sol. Se trata de una energía renovable: no se agota con su uso. Además, se la considera una energía limpia ya que no produce contaminación.

Solar también puede provenir de suelo. En ese caso puede referirse a un terreno edificado o susceptible de edificación. Por ejemplo: *“Aún no decido cómo voy a aprovechar el solar que era de mi padre”*.

La idea de solar, por último, puede referirse a un linaje o a una descendencia. En el ámbito de la genealogía, la casa solar es aquella que fue la primera donde un individuo notable portó su apellido. De esta casa solar pueden generarse otras casas, vinculadas a la descendencia y a los cambios de apellido.

**Sistema Solar:** Es un elemento que permite usar los rayos del sol como energía. Lo que hacen estos dispositivos es recoger la energía térmica o fotovoltaica del astro y convertirla en un recurso que puede emplearse para producir electricidad o calentar algo.

Una clase de sistema solar, por lo tanto, es el que se emplea para calentar agua. Estos dispositivos cuentan con una placa que recibe los rayos solares, caños que permiten la circulación del agua y un depósito que almacena la energía térmica. A través de una bomba, el agua ya caliente se distribuye mediante la cañería.

Los sistemas solares que permiten generar corriente eléctrica cuentan con diversas células o celdas que aprovechan el denominado efecto fotovoltaico. Este fenómeno consiste en la producción de cargas negativas y positivas en semiconductores de distinta clase, lo que permite dar lugar a un campo eléctrico.

**Fotovoltaico:** Material o dispositivo que convierte la energía luminosa en electricidad.

**Sistema Solar Fotovoltaico:** Es un conjunto de elementos que tiene como función convertir directamente la energía de la radiación solar en electricidad. Un sencillo sistema está formado básicamente por un panel solar, un controlador de carga de baterías de acumulación, las baterías de acumulación y un inversor o convertidor de corriente directa en corriente alterna (puede ser opcional). Además, los elementos consumidores pueden ser luminarias, radios, televisores, computadoras y otros equipos electrodomésticos.

**Aplicación:** Colocación de una cosa sobre otra.

**Escuela:** se refiere al espacio al que los seres humanos asisten para aprender. El concepto puede hacer mención al edificio en sí mismo, al aprendizaje que se desarrolla en él, a la metodología empleada por el maestro o profesor, o al conjunto de docentes de una institución.

**Agronomía:** Conjunto de conocimientos prácticos y técnicas científicas aplicables al cultivo de la tierra.

Su estudio está basado en los factores físicos, químicos, biológicos, económicos y sociales que influyen o afectan al proceso productivo. Su objeto de estudio es el fenómeno complejo o proceso social del agro ecosistema, entendiendo éste como el modelo específico de intervención del hombre en la naturaleza, con fines de producción de alimentos y materia prima.

**Escuela de Agronomía:** Institución de asesoramiento y formación de profesionales con sentido humanístico y competitivo en la gestión sostenible de los diferentes agros ecosistemas, a través de la enseñanza, la investigación científica pertinente, con extensión y proyección social acorde con la demanda del país.

<b>TABLA N° 4 : OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE</b>						
<b>VARIABLE</b>	<b>DEFINICIÓN CONCEPTUAL</b>	<b>DEFINICIÓN OPERACIONAL</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INSTRUMENTO</b>	<b>FUENTE</b>
Variable 01: Diseño de la Escuela de Agronomía	Infraestructura que tiene la finalidad de satisfacer espacios de estudios científicos y agrícolas.	Esta variable se realizó mediante indicadores con ayuda de múltiples instrumentos, los cuales ayudaron a determinar los requerimientos necesarios para una adecuada infraestructura de la Escuela de Agronomía.	CONTEXTO	-Integración armoniosa al contexto agrícola. -Riqueza Visual. -Conexión Vial.	-Zonificación del Campus U. -Parámetros Universitarios	-PDU  -Encuestas  -Fichas de Observación  -Tablas  -Entrevista a expertos
			USUARIO	-Beneficios del Sistema Fotovoltaico. -Estudiantes de Agronomía. -Público en general.	-Elaboración propia.	
			FORMA	-Conceptualización. -Idea Rectora. -Orientación.	-Casos Tipológicos. -Opinión de Expertos. -Entrevistas. -R.N.E. -MINEDU	
			FUNCION	-Espacios. -Asoleamiento. -Integración Arquitectónica.		
			ESPACIALIDAD	-Tipos de Espacios. -Zonificación. -Conexión Espacial.		
Variable 02: Sistema Fotovoltaico	Conjunto de dispositivos que aprovechan la energía producida por el sol y la convierten en energía eléctrica, adaptables a la Arquitectura.	Variable que se realizó mediante indicadores apoyados en instrumentos para determinar si el Sistema Fotovoltaico contribuye al diseño de la Escuela de Agronomía.	AHORRO DE ENERGIA	-Beneficios del S. Fotovoltaico. -Costos.	-Plataforma Online. -Fuentes Bibliográficas. -Opinión de Expertos.	-Plataforma Online

**Tabla 4.** Operacionalización de Variable. (2018) Fuente: Elaboración propia

## **HIPÓTESIS**

La Hipótesis planteada propone ser comprobada mediante la recopilación de datos por ser una investigación de tipo descriptivo

## **OBJETIVOS**

### **General**

Desarrollar Integración entre Diseño Arquitectónico y Sistema Fotovoltaico mediante una propuesta de la Escuela de Agronomía para la Universidad San Pedro.

### **Específicos**

- Analizar las características contextuales y de emplazamiento, donde se desarrollará la Escuela de Agronomía.
- Determinar el perfil de usuario y sus requerimientos funcionales a través de encuestas dirigidas a estudiantes, catedráticos y profesionales expertos.
- Estudiar y analizar la forma de casos tipológicos referenciales para obtener su mayor beneficio.
- Estudiar y analizar la función de casos tipológicos referenciales para obtener su mayor beneficio.
- Estudiar y analizar la espacialidad de casos tipológicos referenciales para obtener su mayor beneficio.
- Definir la Aplicación Arquitectónica del Sistema Fotovoltaico en la Escuela de Agronomía.

## **II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO**

## **II. METODOLOGÍA DEL TRABAJO**

### **TIPO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación según los objetivos es de origen descriptivo y su diseño será fuera de campo.

### **POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población encuestada será parte de alumnos del 1ro al 10mo ciclo, y docentes de la Escuela de Agronomía de la Universidad San Pedro, tomando como muestra sus necesidades y requerimientos para el planteamiento de objetivos.

### **TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE LA INVESTIGACIÓN**

Efectuar una investigación del tema ya mencionado, plasmando el planteamiento de la problemática a solucionar y la de la definición del método científico que se utilizara para llevar a cabo dicha investigación. Asimismo, se utilizará herramientas que apoyen a los investigadores para así obtener resultados concisos que brinden criterios de diseño, los cuales, son los siguientes:

- Recopilación de información estadística.
- Encuestas a estudiantes y docentes de agronomía.
- Encuestas a profesionales expertos.
- Cuaderno de apuntes para registros de observación y datos.
- Cámara Fotográfica.
- Software de apoyo laboral: programas donde registrar digitalmente los acontecimientos.

### **PROCESO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Todos los datos serán registrados y procesados mediante programas de Microsoft Office, para el tratado de la información recopilada, asimismo estos datos irán de la mano con el software AutoCAD, el cual será usado para plasmar gráficamente los registros recopilados.

### **III. RESULTADOS**

**Objetivo Especifico N° 1:** Analizar las características contextuales y de emplazamiento, donde se desarrollará la Escuela de Agronomía.

**TABLA 05: CONTEXTO 01**

**ANALISIS FISICO Y MEDIOAMBIENTAL DEL CONTEXTO URBANO**

**UBICACIÓN POLÍTICA**

El **Distrito de Nuevo Chimbote** es uno de los nueve en que está dividida la Provincia del Santa, perteneciente a la Región Ancash, en el Perú, creada el 27 de mayo de 1994 por ley 26318. Limita con el Océano Pacifico, en el que se adentra la Península del Ferrol, la Bahía de Chimbote. El clima es desértico subtropical con precipitaciones casi nulas. La temperatura oscila entre 28°C en verano y 13°C en invierno.

Corresponde a la mitad sur de la ciudad de Chimbote, con las zonas residenciales y las playas de la ciudad. Es la zona de más reciente crecimiento de la ciudad, con varias urbanizaciones e incluye el aeropuerto y el campus universitario con diez carreras profesionales.

Limites:

Norte: Chimbote

Sur: Nepeña y Samanco

Este: Nepeña

Oeste: Océano Pacifico



**Figura 13.** Localización y Ubicación Geográfica. (2018)  
Fuente: Google Earth – Elaboración propia

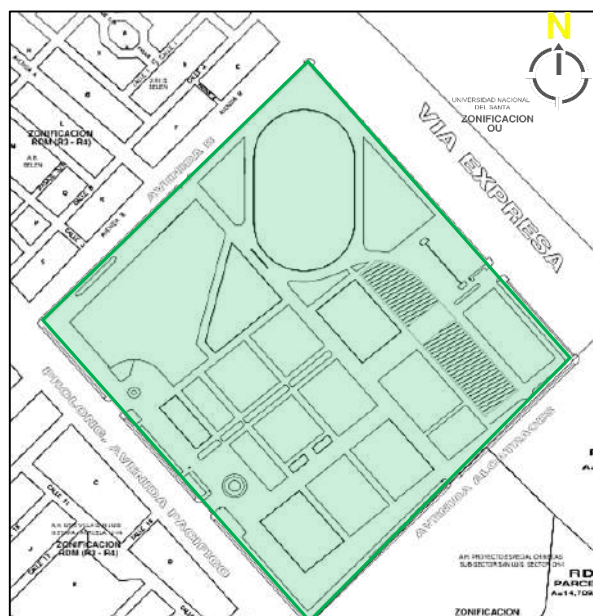
## LOCALIZACION Y UBICACIÓN DEL TERRENO

**Departamento:** Ancash

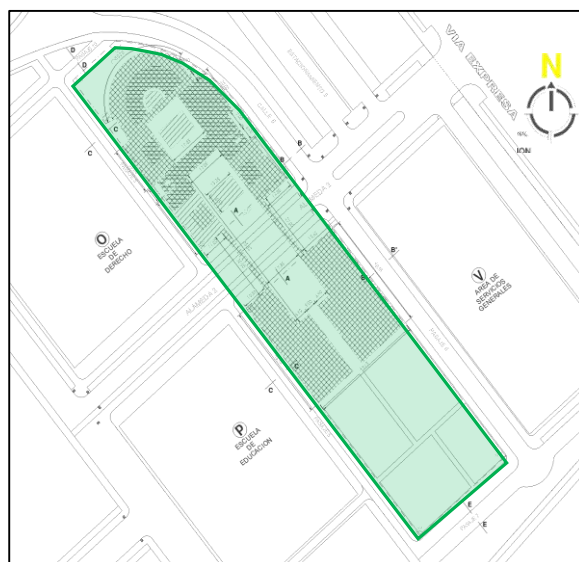
**Provincia:** Santa

**Distrito:** Nuevo Chimbote

**Localización:** Vía Expresa



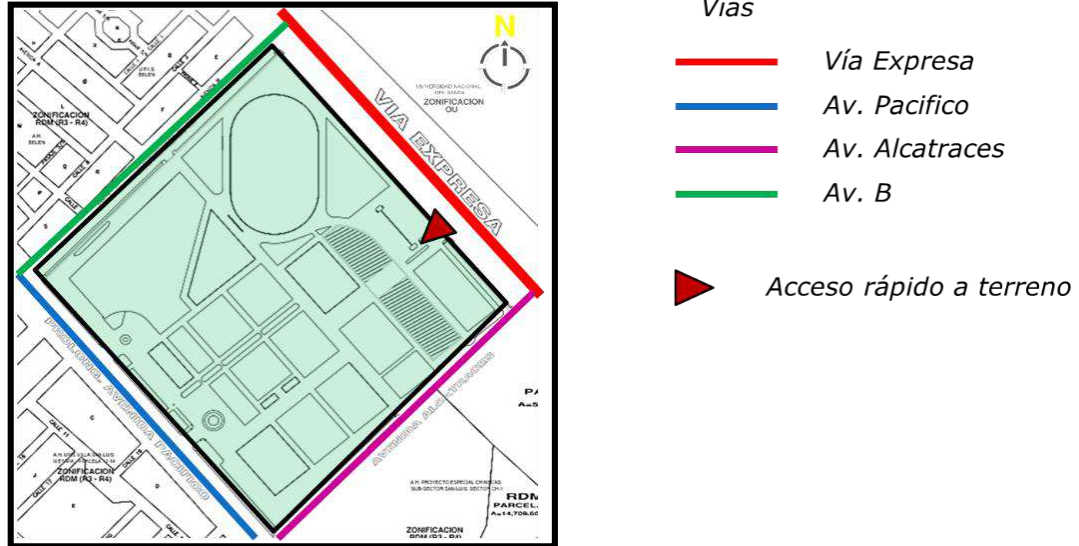
**Figura 14.** Localización del terreno. (2018)  
Fuente: Elaboración propia-AutoCAD



**Figura 15.** Ubicación del terreno. (2018)  
Fuente: Elaboración propia-AutoCAD

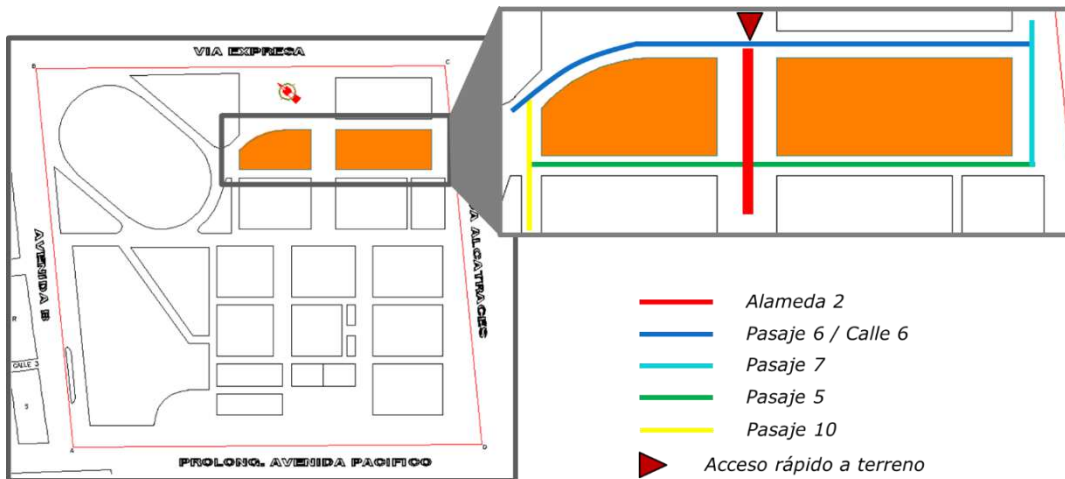
El proyecto se encuentra ubicado dentro del Campus de San Luis de Nuevo Chimbote, en las manzanas **S** con **3866.40m<sup>2</sup>** y **T** con **5762.40m<sup>2</sup>**, entre la Alameda 2, pasajes 5, 6, 7, 10 y calle 6.

## ACCESIBILIDAD Y VIALIDAD



**Figura 16.** Accesibilidad y Vialidad al Campus Universitario. (2018)

Fuente: Elaboración propia-AutoCAD



**Figura 17.** Accesibilidad y Vialidad a Terrenos S y T. (2018)

Fuente: Elaboración propia-AutoCAD

## USO DE SUELOS Y EQUIPAMIENTO

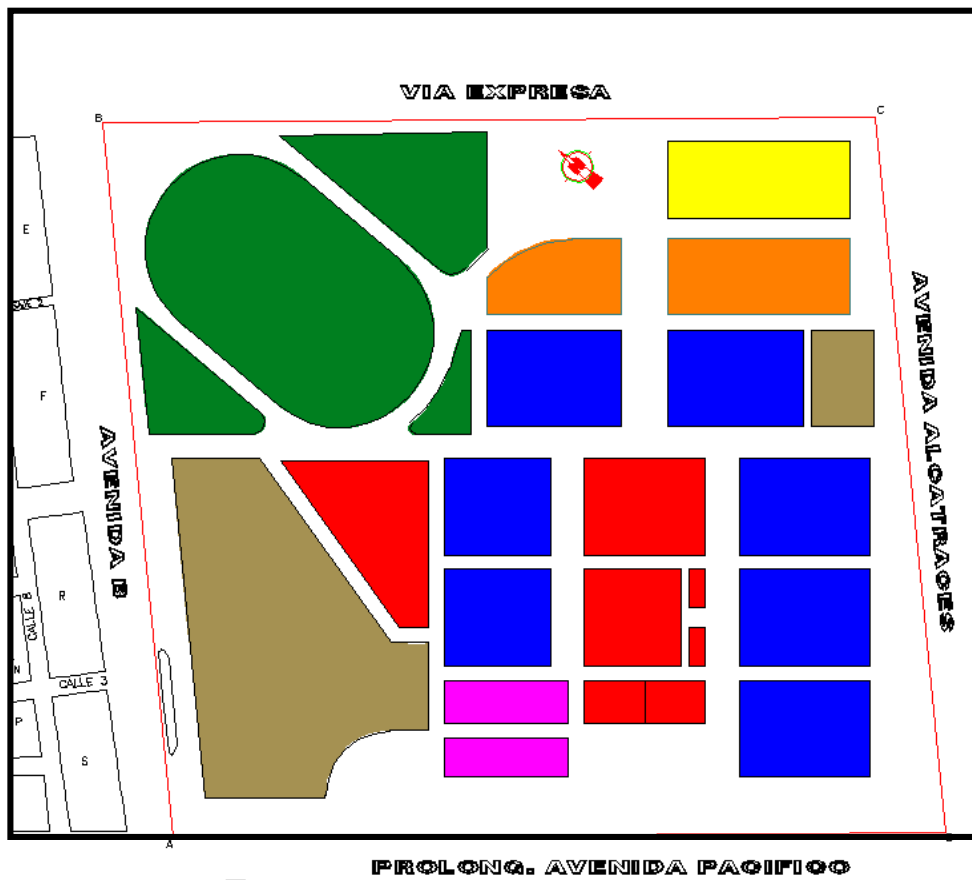


LEYENDA		
ZONA RESIDENCIAL	ZONA INDUSTRIAL	ZONA DE REGLAMENTACION ESPECIAL
RDB DENSIDAD BAJA	I1 ELEMENTAL Y COMPLEMENTARIA	ZPE ZONA DE PROTECCION ECOLOGICA
RDM DENSIDAD MEDIA	I2 LIVIANA	ZA ZONA AGRICOLA
RDA DENSIDAD ALTA	I3 GRAN INDUSTRIA	ZTE I ZONA DE TRATAMIENTO ESPECIAL I
ZONA COMERCIAL		ZTE II ZONA DE TRATAMIENTO ESPECIAL II
CV VECINAL	EQUIPAMIENTO	ZTE III ZONA DE TRATAMIENTO ESPECIAL III
CD DISTRICTAL	E EDUCACION	ZTE IV ZONA DE TRATAMIENTO ESPECIAL IV
CC CENTRAL	S SALUD	ZTE V ZONA DE TRATAMIENTO ESPECIAL V
CI INTENSIVO	ZR RECREACIONAL	ZIA ZONA DE INTERES ARQUEOLOGICO
CE ESPECIALIZADO	OU OTROS USOS	PU PREURBANA


Figura 18. Uso de suelos del terreno a nivel macro. (2018)

Fuente: PDU

## ZONIFICACION



### LEYENDA

-  ZONA ADMINISTRATIVA
-  ZONA ACADEMICA
-  ZONA DE EQUIPAMIENTO ACADEMICO
-  ZONA DE PROYECCION A LA COMUNIDAD
-  ZONA DE EQUIPAMIENTO RECREACIONAL
-  ZONA DE EXPANSION
-  ZONA DE SERVICIOS GENERALES

*Figura 19.* Zonificación del Campus Universitario. (2018)  
Fuente: Infraestructura Universidad San Pedro

## PERFIL URBANO

En la actualidad en cuanto a nivel macro es una zona en expansión, clasificada como asentamiento humano, por lo cual la infraestructura existente es principalmente rústica y de un solo nivel, aunque también existen viviendas de material noble y algunas con más de un solo nivel.



*Figura 20.* Avenida Prolongación Pacífico. (2018)  
Fuente: Google Earth – Elaboración propia

En cuanto a nivel micro los terrenos tomados se ubican en una zona arenosa donde actualmente se encuentra descampado, aunque también exista la Escuela de Medicina de material noble de un solo nivel.

## CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES

### CLIMA

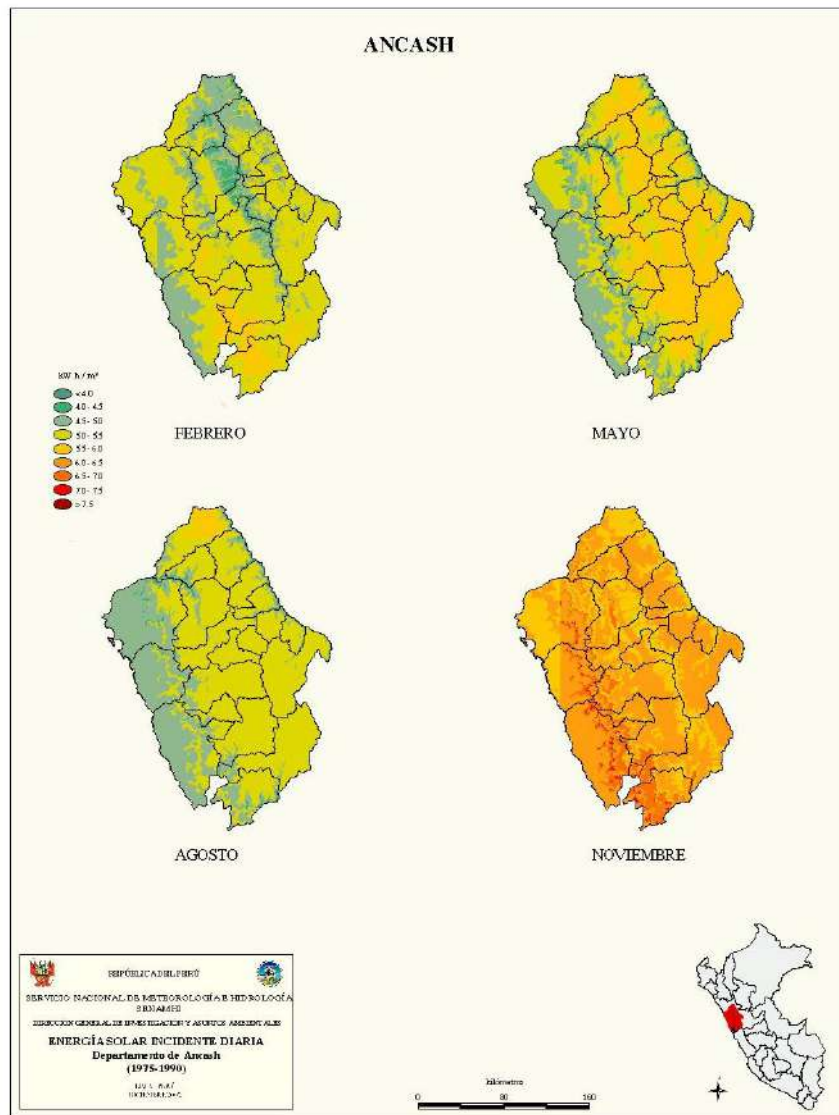
Clima Semi cálido, con deficiencia de lluvia todo el año.

- a). Temperatura: Varía de acuerdo a la estación del año. En verano entre enero y marzo, la temperatura promedio más alta es de 23°C, mientras que entre junio y noviembre la temperatura promedio más baja es de 17° C.
- b). Precipitación: De acuerdo a información proporcionada por el SENAMHI las precipitaciones no son abundantes, en condiciones normales las precipitaciones anuales fluctúan entre los 0 y 3mm, incrementándose de manera peligrosa con la presencia del Fenómeno del Niño.

c), Humedad: Su HR (Humedad Relativa) fluctúa entre 60 a 70 %.

## RADIACIÓN SOLAR

Entre 5 a 7 KW. h/m<sup>2</sup>



**Figura 21.** Radiación Solar. (2018) Recuperado de:  
<https://deltavolt.pe/atlas/atlassolar/radiacion-departamento>

## **VIENTOS**

La dirección de los vientos es de Sur a norte, con menor incidencia los del Sur-Oeste, alcanzando velocidades medias entre 15 y 20 Km. por hora. Toda el área está bajo la influencia del viento originado por la diferencia de presión que ocurre entre el mar y la tierra especialmente en los días sin nubes. En las mañanas hay calma, en mediodía sopla un viento proveniente del mar que luego desaparece después de la puesta del sol.

## **VEGETACIÓN**

Escasa, a excepción de valles. La vegetación es de tipo espinosa, xerófita y cactus.

Uso de vegetación, para sombreados, pérgolas, enramadas, áreas verdes para reducción de absorción de energía calórico.

## **SUELOS**

Son arenosos, particularmente permeable y con afloramientos salinos, principalmente en la zona de Villa María, Primero de Mayo y 3 de octubre. En zonas más alejadas del río Lacramarca, al Sur del Distrito, el suelo es casi llano, arenoso, seco, estable y con material superficial rocoso, adecuado para la construcción de viviendas y en consecuencia apto para la expansión urbana.

Playas: El Distrito cuenta con un circuito de playas utilizadas como zona de recreación y de pesca artesanal: Atahualpa, El Dorado, Caleta Colorada, Playa Dorada, Anconcillo, Lancón, Santa, Viento, Caleta Palo, etc.

Puntas: Caleta Blanca, Pan de Azúcar, Gorda, Brujo Grande, Brujo Chico, Zamora, Infiernillo, Caleta Colorada, etc.

## **PENDIENTES**

El 60 % del distrito de Nuevo Chimbote tiene una pendiente uniforme, hasta la cota 20 msnm; a partir de ésta, el 20 % del terreno presenta una pendiente moderada de hasta 50 msnm y el 20 % restante presenta una pendiente pronunciada hasta alcanzar los 150 msnm.

Cerros Existen en el Norte del Distrito el Cerro Tangay, de La Calavera, Quita Sol y Cerro Satélite. Al Sur-Este se encuentra el Cerro Colorado, Solivin, Las Lomas, Cóndor, Boca de Sapo y Campana.

Pampas Cuenta con las pampas de Anconcillo, Musa Pampa, Prieto, Cóndor, entre otras.

Quebradas Así mismo las Quebradas de San Antonio, Río Seco, La Calavera.

**Tabla 5.** Contexto 01. (2018) Fuente: Elaboración propia

Como resultado del primer terreno analizado se concluyó que sus características físicas son las más viables y óptimas para el desarrollo y función de la Escuela de Agronomía con la Aplicación Arquitectónica del Sistema Fotovoltaico, ya que cuenta con el abastecimiento del canal Río Chinecas, además de su zona amplia de expansión permite aprovechar los m<sup>2</sup> requeridos.

**TABLA 06: CONTEXTO 02**

**ANÁLISIS FÍSICO Y MEDIOAMBIENTAL DEL CONTEXTO URBANO**

**UBICACIÓN POLÍTICA**

**Chimbote** es una ciudad peruana, capital de la provincia del Santa, ubicada en el departamento de Áncash. Se sitúa a orillas del océano Pacífico en la bahía El Ferrol, en la desembocadura del río Lacramarca.

La ciudad de Chimbote, según el Instituto Nacional de Estadística e Informática, es la novena ciudad más poblada del Perú y según el censo del 2014 alberga una población de 371 012. Es la ciudad más poblada de la región Áncash.

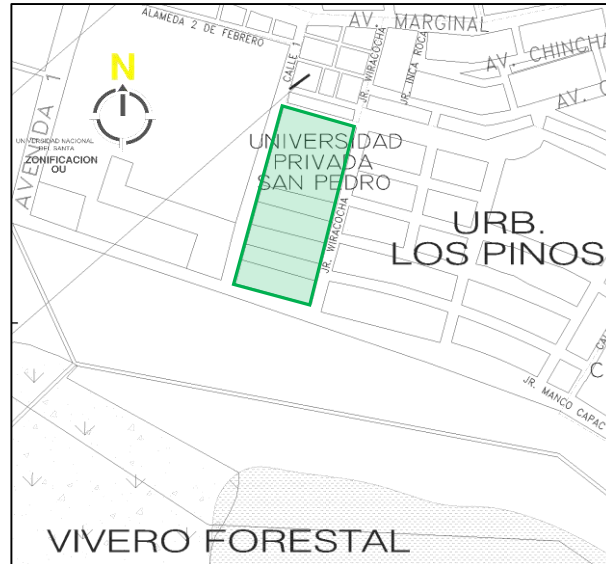
Chimbote es conocido por la actividad portuaria que en esta se lleva a cabo, así como por ser sede importante de la industria pesquera y siderúrgica del país, además de eje comercial de esta parte del Perú. A mediados del siglo XX, el puerto de Chimbote llegó a ser el puerto pesquero con mayor producción en el planeta.



**Figura 22.** Localización y Ubicación Geográfica. (2018)  
Fuente: Google Earth – Elaboración propia

## LOCALIZACION Y UBICACIÓN DEL TERRENO

**Departamento:** Ancash  
**Provincia:** Santa  
**Distrito:** Chimbote  
**Localización:** Los Pinos



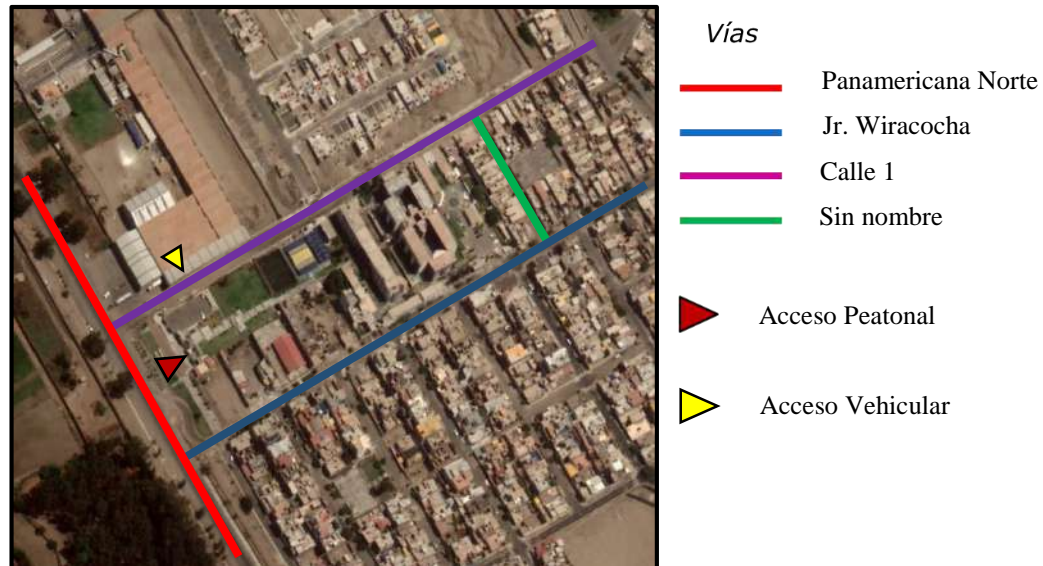
**Figura 23.** Localización del terreno. (2018)  
Fuente: Elaboración propia-AutoCAD



El proyecto se encuentra ubicado dentro del Campus de Los Pinos de Chimbote con un área de **1,1870 m<sup>2</sup>**, en la extensión del terreno cercano a la panamericana Norte, frente al Vivero Forestal.

**Figura 24.** Ubicación del terreno. (2018)  
Fuente: Elaboración propia-AutoCAD

## ACCESIBILIDAD Y VIALIDAD



**Figura 25.** Accesibilidad y Vialidad al Campus Universitario. (2018)

Fuente: Elaboración propia-Google Earth

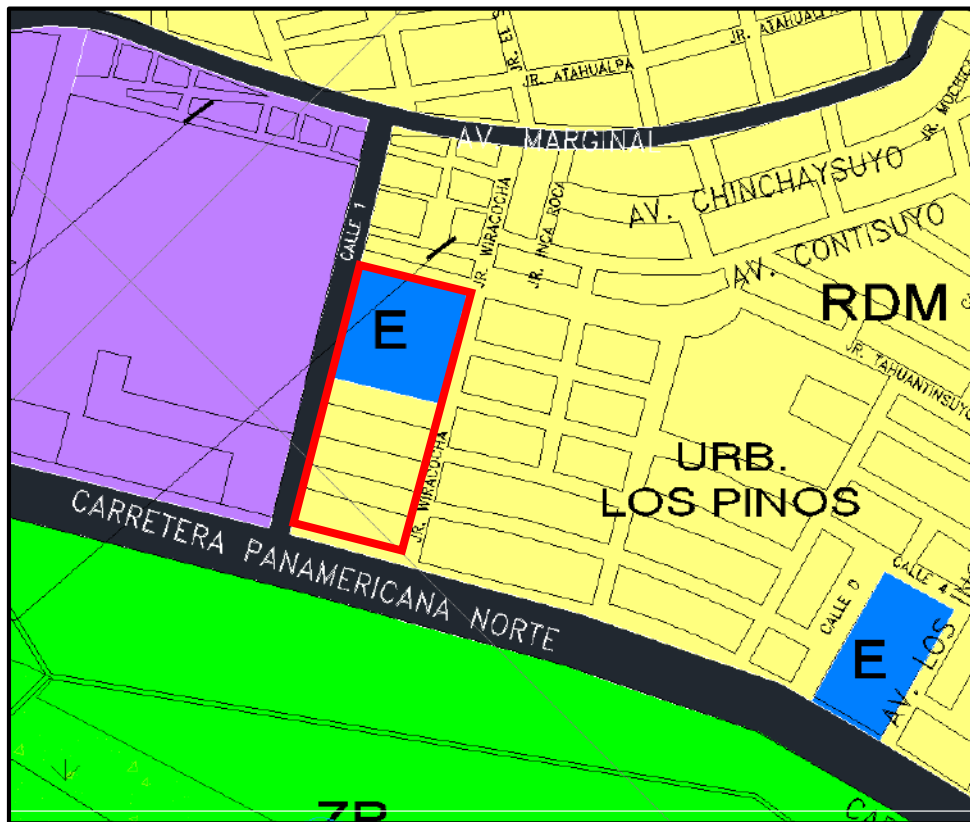


**Figura 26.** Accesibilidad y Vialidad a Terreno. (2018)

Fuente: Elaboración propia-Google Earth

- Terreno seleccionado
- Via interna
- Acceso Peatonal

## USO DE SUELOS Y EQUIPAMIENTO



LEYENDA			
<b>ZONA RESIDENCIAL</b>		<b>ZONA INDUSTRIAL</b>	<b>ZONA DE REGLAMENTACION ESPECIAL</b>
RDB DENSIDAD BAJA		I1 ELEMENTAL Y COMPLEMENTARIA	ZPE ZONA DE PROTECCION ECOLOGICA
RDM DENSIDAD MEDIA		I2 LIVIANA	ZA ZONA AGRICOLA
RDA DENSIDAD ALTA		I3 GRAN INDUSTRIA	ZTE I ZONA DE TRATAMIENTO ESPECIAL I
<b>ZONA COMERCIAL</b>		I4 PESADA BASICA	ZTE II ZONA DE TRATAMIENTO ESPECIAL II
CV VECINAL		<b>EQUIPAMIENTO</b>	
CD DISTRICTAL		E EDUCACION	ZTE III ZONA DE TRATAMIENTO ESPECIAL III
CC CENTRAL		S SALUD	ZTE IV ZONA DE TRATAMIENTO ESPECIAL IV
CI INTENSIVO		ZR RECREACIONAL	ZTE V ZONA DE TRATAMIENTO ESPECIAL V
CE ESPECIALIZADO		OU OTROS USOS	ZIA ZONA DE INTERES ARQUEOLOGICO
			PU PREURBANA

Figura 27. Uso de suelos del terreno a nivel macro. (2018)

Fuente: PDU

## PERFIL URBANO

En la actualidad en cuanto a nivel macro es una zona en expansión, clasificada como zona residencial media, por lo cual la infraestructura existente es principalmente de viviendas de 2 a 3 niveles, de material noble.



*Figura 28.* Panamericana Norte. (2018)  
Fuente: Google Earth – Elaboración propia

En cuanto a nivel micro los terrenos tomados se ubican en una zona elevada donde actualmente se encuentran las viviendas y la universidad.

## CARACTERÍSTICAS MEDIOAMBIENTALES

### CLIMA

Clima Semi cálido, con deficiencia de lluvia todo el año.

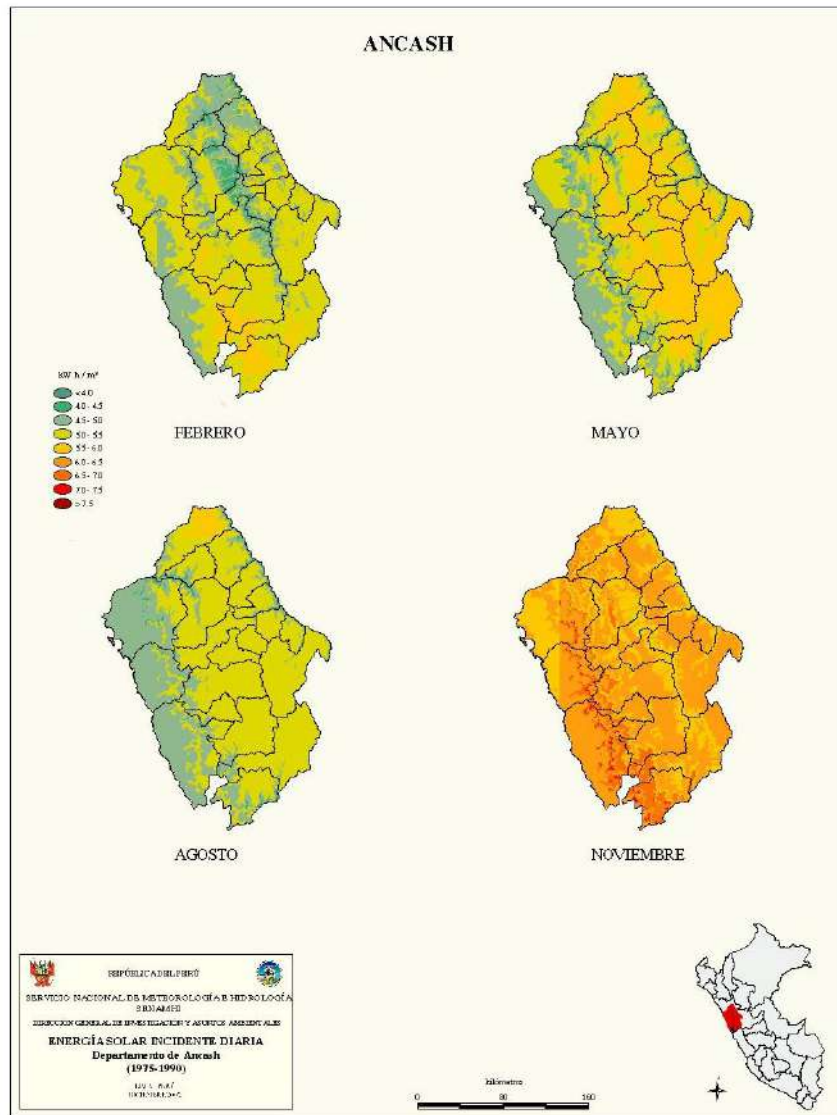
a). Temperatura: Varía de acuerdo a la estación del año. En verano entre enero y marzo, la temperatura promedio más alta es de 23°C, mientras que entre junio y noviembre la temperatura promedio más baja es de 17° C.

b). Precipitación: De acuerdo a información proporcionada por el SENAMHI las precipitaciones no son abundantes, en condiciones normales las precipitaciones anuales fluctúan entre los 0 y 3mm, incrementándose de manera peligrosa con la presencia del Fenómeno del Niño.

c), Humedad: Su HR (Humedad Relativa) fluctúa entre 60 a 70 %.

## RADIACIÓN SOLAR

Entre 5 a 7 KW. h/m<sup>2</sup>



**Figura 29.** Radiación Solar. (2018) Recuperado de:  
<https://deltavolt.pe/atlas/atlassolar/radiacion-departamento>

## **VIENTOS**

La dirección de los vientos es de Sur a norte, con menor incidencia los del Sur-Oeste, alcanzando velocidades medias entre 15 y 20 Km. por hora. Toda el área está bajo la influencia del viento originado por la diferencia de presión que ocurre entre el mar y la tierra especialmente en los días sin nubes. En las mañanas hay calma, en mediodía sopla un viento proveniente del mar que luego desaparece después de la puesta del sol.

## **VEGETACIÓN**

Escasa, a excepción de valles. La vegetación es de tipo espinosa, xerófito y cactus.

Uso de vegetación, para sombreados, pérgolas, enramadas, áreas verdes para reducción de absorción de energía calórico.

## **SUELOS**

Son arenosos, particularmente permeable y con afloramientos salinos, principalmente en la zona de Villa María, Primero de Mayo y 3 de octubre. En zonas más alejadas del río Lacramarca, al Sur del Distrito, el suelo es casi llano, arenoso, seco, estable y con material superficial rocoso, adecuado para la construcción de viviendas y en consecuencia apto para la expansión urbana.

Playas: El Distrito cuenta con un circuito de playas utilizadas como zona de recreación y de pesca artesanal: Atahualpa, El Dorado, Caleta Colorada, Playa Dorada, Anconcillo, Lancón, Santa, Viento, Caleta Palo, etc.

Puntas: Caleta Blanca, Pan de Azúcar, Gorda, Brujo Grande, Brujo Chico, Zamora, Infiernillo, Caleta Colorada, etc.

## **PENDIENTES**

El 60 % del distrito de Chimbote tiene una pendiente uniforme, hasta la cota 20 msnm; a partir de ésta, el 20 % del terreno presenta una pendiente moderada de

hasta 50 msnm y el 20 % restante presenta una pendiente pronunciada hasta alcanzar los 150 msnm.

Como Resultado del análisis de las características físicas y medioambientales del contexto urbano se concluyó que las mencionadas en la ubicación de los Pinos no es la más viable y óptima para el desarrollo y función de la Aplicación Arquitectónica del Sistema Fotovoltaico, ya que la pendiente y la extensión del terreno es limitada, dificultando el emplazamiento y la óptima distribución y funcionamiento de la nueva escuela de Ingeniería Agrónoma, y de la falta de un terreno para sus cultivos.

**Tabla 6.** Contexto 02. (2018) Fuente: Elaboración propia

Como resultado del análisis del segundo terreno ubicado en el Campus de Los Pinos-Chimbote, observamos que sus características físicas no son las más adecuadas para proyectar la Escuela de Agronomía, por los factores siguientes:

- Carencia de m<sup>2</sup>.
- Ausencia de canal para abastecimiento potable.
- El campus ya se encuentra consolidado en su 90%.

**Conclusión general contextual:** De los terrenos analizados se optó por el primer terreno ya que es mucho mayor compatible, por el tema de emplazamiento, su canal de irrigación ya consolidado, el entorno inmediato es más cercano a los terrenos de Chinecas, existiendo mucho más terreno por aprovechar por las necesidades de aprendizaje práctico a comparación del segundo terreno el cual ya está consolidado en su mayoría.

**Objetivo Especifico N° 2:** Determinar el perfil de usuario y sus requerimientos funcionales a través de encuestas dirigidas a estudiantes, catedráticos y profesionales expertos.

**a) Usuario Académico.**

El usuario Académico está conformado por todos los alumnos, un aproximado de 248 por ciclo, que serán los que en su mayoría usen el lugar, es por ende que se requiere de una infraestructura adecuada para los centros de labores, y los talleres que en ellos se realice, áreas de reposo y servicios como auditorios, invernaderos, y otras necesidades básicas que tanto la plana docente como los alumnos requieran.

**b) Usuario Docente**

El usuario Docente está conformado por los docentes y/o profesionales especializados en el campo laboral del cual enseñaran a los alumnos (16 docentes), tienen un rol importante dentro de la Escuela, por ser ellos los encargados de instruir a los mismos, por lo cual necesitan de ambientes adecuados para la enseñanza de las distintas materias y talleres que se realizaran dentro y fuera de las áreas de estudio y enseñanza académica, áreas de reposo y áreas de reuniones, donde se lleven a cabo las distintas coordinaciones, también ha de contar con un estacionamiento para el parqueo de la movilidad personal de los docentes.

**c) Usuario Administrativo y de Servicio**

El usuario Administrativo está encargado de la logística y de llevar el control dentro de la escuela, y mantenerse en contacto con las distintas escuelas de la universidad, el buen servicio de los mismos dependerá también de la adecuada infraestructura que tenga el lugar, para así poder trabajar adecuadamente, dentro de espacios amplios y con una iluminación y ventilación óptima.

**d) Usuario a Proyección**

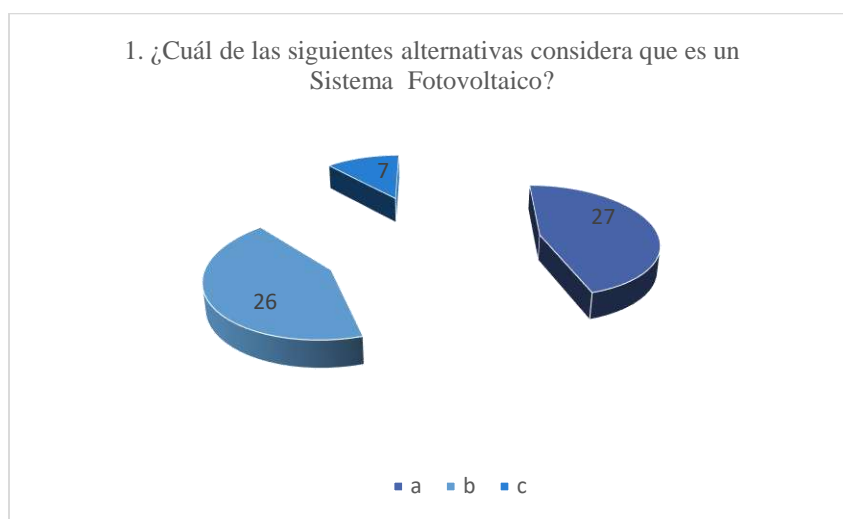
El usuario a proyección estará conformado por la visión inversionista, la cual la Escuela de Agronomía tiene laboratorios y sala de exposiciones pensadas en el

público en general con el fin de que empresas agrícolas puedan darle uso y generar rentabilidad y autosustento para la escuela.

**Como segunda parte se procedió con las encuestas dirigidas a alumnos y catedráticos de Agronomía,** con la finalidad de conocer más a fondo las necesidades y requerimientos que se necesitan para lograr un buen confort espacial dentro de la escuela de Agronomía de la Universidad San Pedro, las cuales son las siguientes:

**1. ¿Cuál de las siguientes alternativas considera que es un Sistema Fotovoltaico?**

- a) Fuente de energía que produce electricidad de origen renovable mediante celdas fotovoltaicas. (27)
- b) Sistema que genera energía, mediante la absorción de los rayos solares. (26)
- c) Fuente de energía renovable y sustentable. (7)



**Tabla 7.** Porcentaje de Alternativas de un Sistema Fotovoltaico. (2018)  
Fuente: Elaboración propia

Del universo de personas encuestadas, 27 consideran que los SSF es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable mediante celdas

fotovoltaicas, mientras que 26 personas consideran que es un sistema que genera energía mediante la absorción de rayos solares y 7 personas solo suponen que es una fuente de energía renovable y sustentable.

**2. ¿De las siguientes alternativas, cuál considera usted que tendrían un mayor rendimiento académico y una mejora en infraestructura a futuro en una Escuela de Agronomía, con el uso de un Sistema Fotovoltaico?**

a) Con Sistemas Fotovoltaico: (60)

Mejor iluminación en los distintos ambientes de manera natural

Mayor rendimiento energético

Ambientes debidamente climatizados

Ahorro de energía a largo plazo

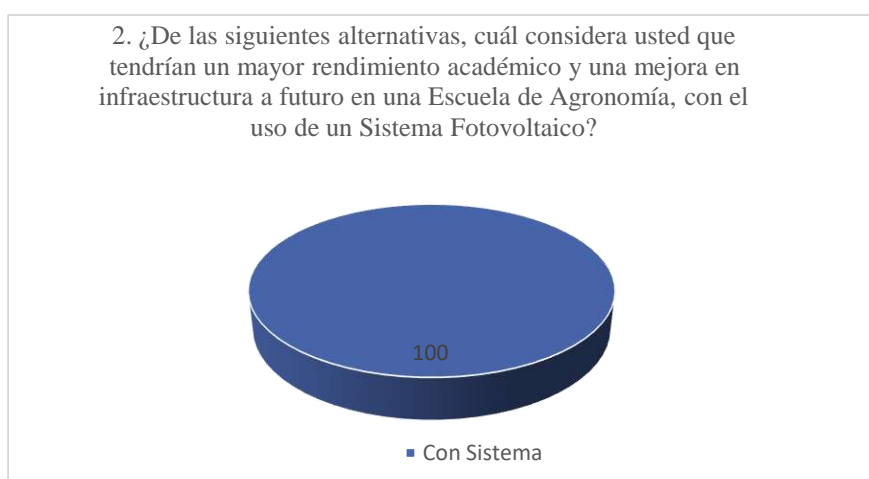
b) Sin Sistema Fotovoltaico: (0)

Iluminación con sistemas artificiales

Consumo de energía elevado

Talleres climatizados con sistemas artificiales, y de precios elevados

Bajo confort espacial



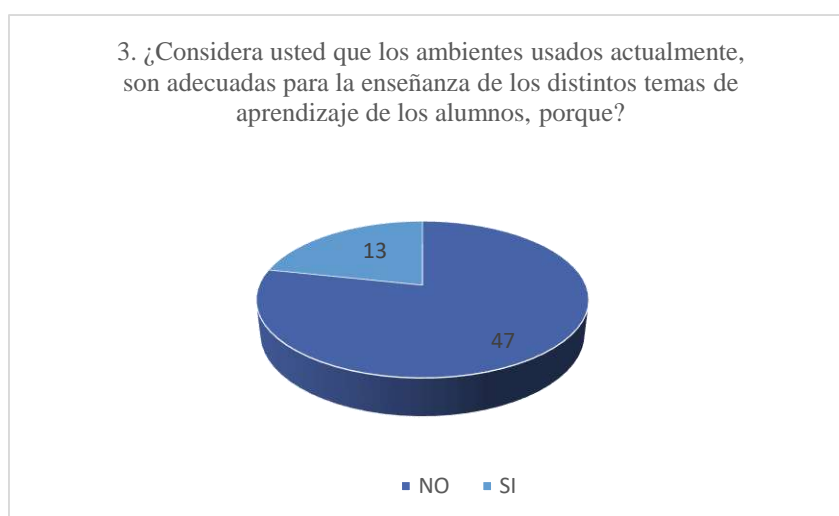
**Tabla 8.** Porcentaje de mayor rendimiento académico. (2018)

Fuente: Elaboración propia.

El total del universo de personas encuestadas concuerda en que la Escuela de Agronomía mejoraría su rendimiento académico y una mejora en infraestructura si usaran un Sistema Solar Fotovoltaico.

**3. ¿Considera usted que los ambientes usados actualmente, son adecuadas para la enseñanza de los distintos temas de aprendizaje de los alumnos, por qué?**

- a) 47 personas encuestadas, consideran que los ambientes no son adecuados, porque muchas veces no hay salones disponibles y cuando lo hay el espacio no es adecuado para la cantidad de alumnos.
- b) 13 personas encuestadas, consideran que los ambientes son casi adecuados, o mejor dicho que cumplen con los requerimientos básicos, y que eso es suficiente para un regular desempeño de las actividades curriculares.

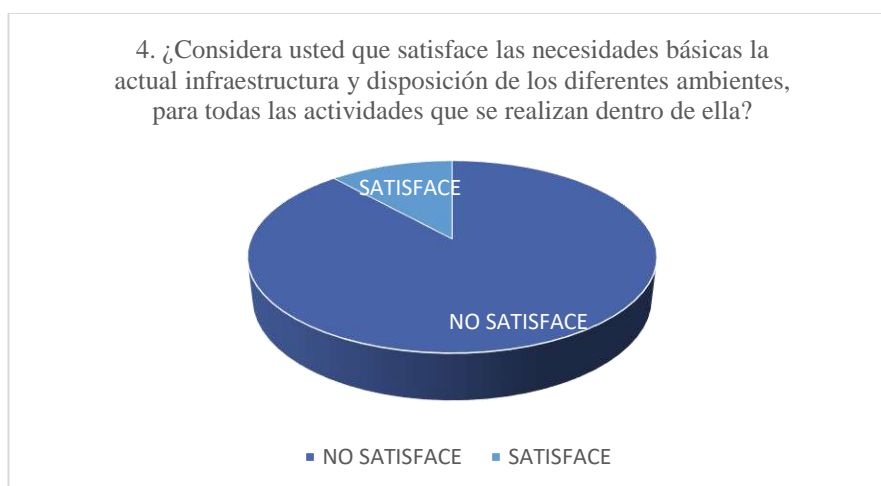


**Tabla 9.** Porcentaje de ambientes usados. (2018) Fuente: Elaboración propia

Del universo de personas encuestadas, 47 consideran que los ambientes usados actualmente no son adecuados para la enseñanza de los distintos temas de aprendizaje, y 13 consideran que si son adecuados y cumplen con los requerimientos básicos y que con ello es suficiente para el desempeño de las actividades curriculares.

**4. ¿Considera usted que satisface las necesidades básicas la actual infraestructura y disposición de los diferentes ambientes, para todas las actividades que se realizan dentro de ella?**

- a) 53 personas encuestadas, consideran que no satisface las necesidades básicas, debido a que las actividades de talleres y de cultivo son realizadas actualmente en un área descampada en el campus 2 de la universidad.
- b) 7 personas encuestadas, consideran que la infraestructura actual satisface las necesidades básicas, y no tienen inconveniente en la disposición y ubicación de las aulas y las áreas de cultivo.

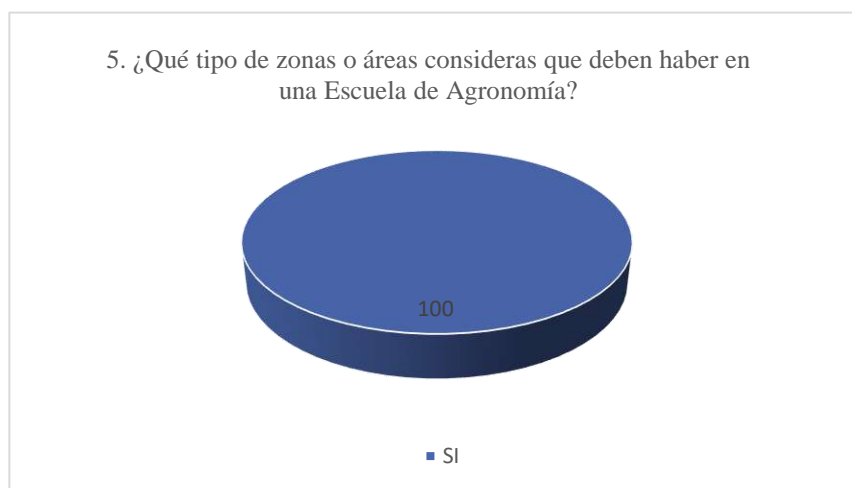


**Tabla 10.** Porcentaje de necesidades básicas. (2018) Fuente: Elaboración propia

De las personas encuestadas, 53 consideran que no satisface las necesidades básicas, debido a que las actividades de talleres y de cultivo son realizadas actualmente en un área descampada en el campus 2 de la universidad y 7 consideran que la infraestructura actual satisface las necesidades básicas, y no tienen inconveniente en la disposición y ubicación de las aulas y las áreas de cultivo.

**5. ¿Qué tipo de zonas o áreas consideras que debe haber en una Escuela de Agronomía?**

Las personas encuestadas consideran que las zonas que debe tener la escuela son: aulas de estudio, aulas de cómputo, aula para talleres (Laboratorios), invernadero, auditorio, cafetín y áreas de descanso.

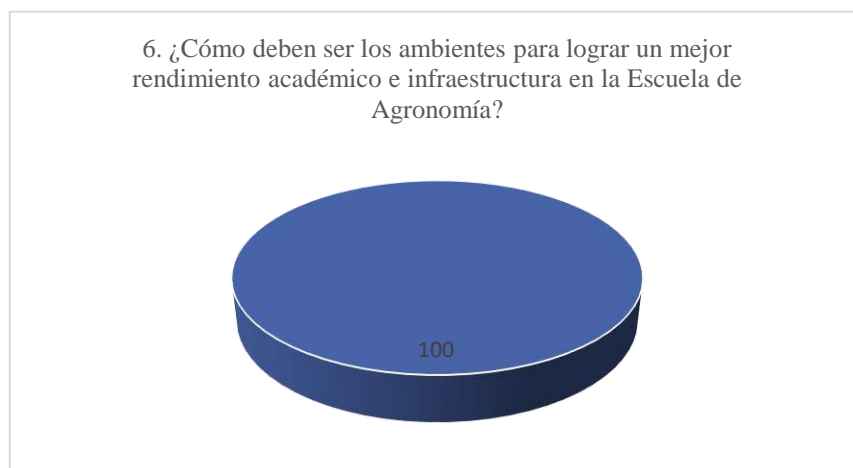


**Tabla 11.** Porcentaje de areas consideradas. (2018) Fuente: Elaboración propia

Las personas encuestadas consideran que las zonas que debe tener la escuela son: aulas de estudio, aulas de computo, laboratorio, invernadero, auditorio y áreas de descanso.

**6. ¿Cómo deben ser los ambientes para lograr un mejor rendimiento académico e infraestructura en la Escuela de Agronomía?**

Las personas encuestadas consideran que los ambientes deben tener las siguientes características, espacios amplios, con bastante iluminación, pero que a su vez los rayos solares no empañen la visibilidad de los alumnos, que, en las áreas para talleres e invernadero, se debe tener bastante cuidado en la climatización, debido a las distintas especies a cultivar en ellas, en las áreas de descanso y reposo, estén al aire libre, con cubiertas para protegerse del sol.

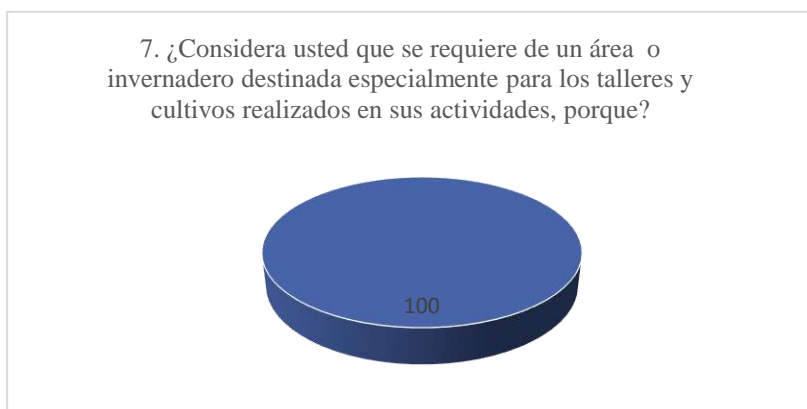


**Tabla 12.** Porcentaje de ambientes para un mejor rendimiento.  
(2018) Fuente: Elaboración propia

Las personas encuestadas consideran que los ambientes deben tener las siguientes características, espacios amplios, con bastante iluminación, pero que a su vez los rayos solares no empañen la visibilidad de los alumnos, que, en las áreas para talleres e invernadero, se debe tener bastante cuidado en la climatización, debido a las distintas especies a cultivar en ellas, en las áreas de descanso y reposo, estén al aire libre, con cubiertas para protegerse del sol.

**7. ¿Considera usted que se requiere de un área o invernadero destinada especialmente para los talleres y cultivos realizados en sus actividades, por qué?**

Todas las personas encuestadas consideran que, si es necesario un invernadero o área especializada para el cultivo y manejo del suelo, porque actualmente se realizan las actividades en un área descampada, y en las cuales muchas veces no se aprovecha al máximo los trabajos de cultivo y manejo del suelo.

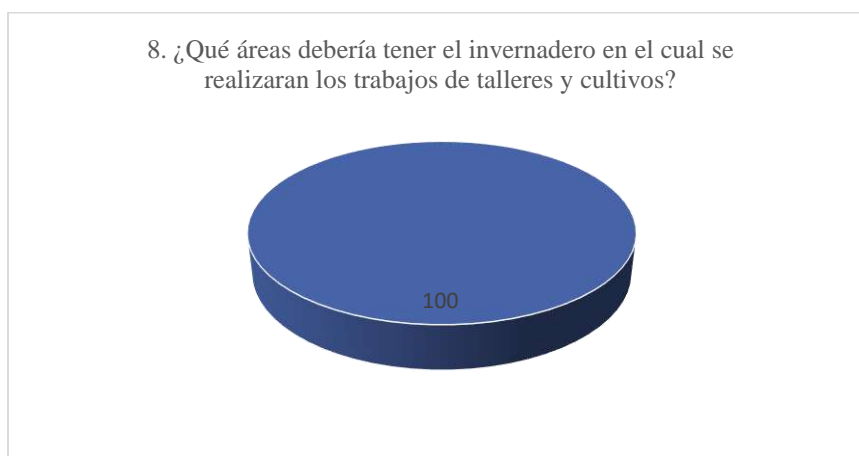


**Tabla 13.** Porcentaje de requerimiento de invernadero. (2018) Fuente: Elaboración propia

Todas las personas encuestadas consideran que, si es necesario un invernadero o área especializada para el cultivo y manejo del suelo, porque actualmente se realizan las actividades en un área descampada, y en las cuales muchas veces no se aprovecha al máximo los trabajos de cultivo y manejo del suelo.

**8. ¿Qué áreas debería tener el invernadero en el cual se realizarán los trabajos de talleres y cultivos?**

Según las personas encuestadas, el invernadero debe contar con áreas de tratamiento de cultivos, áreas para el almacenamiento de abono y semillas, áreas de sembrado, áreas de germinación, áreas de servicio de calefacción con medidor de temperatura, área de cambio de ropa para entrar con ropa desinfectada, áreas de máquinas y manejo de energía para el invernadero.

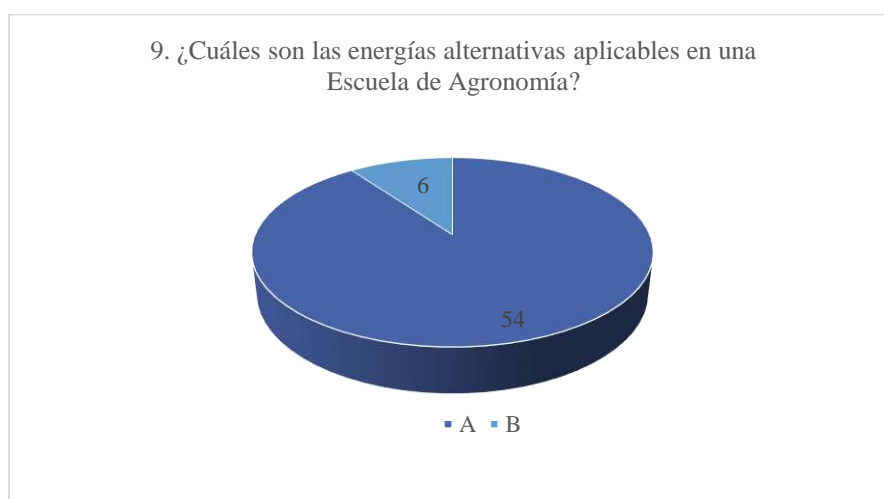


**Tabla 14.** Porcentaje de áreas de invernadero. (2018) Fuente: Elaboración propia

Según las personas encuestadas, el invernadero debe contar con áreas de tratamiento de cultivos, áreas para el almacenamiento de abono y semillas, áreas de sembrado, áreas de germinación, áreas de servicio de calefacción con medidor de temperatura, área de cambio de ropa para entrar con ropa desinfectada, áreas de máquinas y manejo de energía para el invernadero.

### 9. ¿Cuáles son las energías alternativas aplicables en una Escuela de Agronomía?

El Porcentaje mayor de las personas encuestadas consideran que la energía alternativa más factible de usar en un proyecto de esta envergadura es la energía solar a través de los paneles fotovoltaicos.

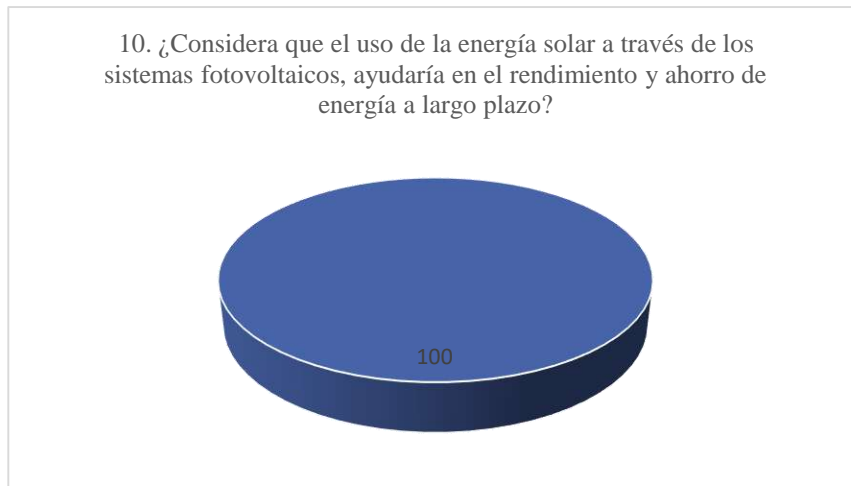


**Tabla 15.** Porcentaje de energías alternativas. (2018) Fuente: Elaboración propia

La mayoría de las personas encuestadas consideran que la energía alternativa más factible de usar en un proyecto de esta envergadura es la energía solar a través de los paneles fotovoltaicos.

**10. ¿Considera que el uso de la energía solar a través de los sistemas solares fotovoltaicos, ayudaría en el rendimiento y ahorro de energía a largo plazo?**

Las personas encuestadas consideran que el uso del sistema solar fotovoltaico mejoraría considerablemente al rendimiento y eficacia de su infraestructura.



**Tabla 16.** Porcentaje del uso de energía solar. (2018) Fuente: Elaboración propia

Las personas encuestadas consideran que el uso del sistema solar fotovoltaico mejoraría considerablemente al rendimiento y eficacia de su infraestructura.

Por último, como parte del objetivo N° 2 se **entrevistó a profesionales expertos** con la finalidad de profundizar como actúan los sistemas fotovoltaicos a favor de la Escuela de Agronomía:

### **EXPERTO N° 01**

#### **KARINA MÁLAGA SÁNCHEZ**



*Figura 30.* Karina Málaga Sanchez. (2018) Recuperado de:  
<http://www.arquitectos3025.com/about.html>

Arquitecta Karina Málaga Sánchez, titulada por la Universidad Nacional San Agustín, con Maestría en Finanzas y Administración de Negocios de la UNSA, diplomado en Negocio Inmobiliario y Competencias Gerenciales de ESAN. Actualmente desarrolla una maestría en vivienda en la Universidad Católica Santa María, Gerente general de 30.25 Arquitectos. Siendo un grupo de personas laborando en la arquitectura y la construcción, aportando en su mayoría a la ciudad de Arequipa, buscando mejora en entorno urbano-arquitectónico y calidad de vida. Priorizando los procesos para abordar cada proyecto, partiendo del entendimiento del contexto, del paisaje, de los métodos constructivos y la experimentación estructural, la materialidad, así como la relación con el cliente para desarrollar estrategias de diseño.

Proyectistas del Edificio “Luz 200” de la ciudad de Arequipa, el cual es el primer edificio que usa Sistemas Solares en esa ciudad.

## **Entrevista a Experto N° 01 (Karina Málaga Sánchez - 30.25 Arquitectos)**

### **1. ¿Qué tipo de Sistema solar Fotovoltaicos emplea?**

Trabajo con varios, pero con el que mejor me va es con el Solar Fotovoltaico, se encuentra elaborado con celdas de Silicio Monocristalino, este sistema su costo varía en comparación con el resto, pero es muy ventajoso a largo plazo.

### **2. ¿Dónde se colocan los Sistemas Solares Fotovoltaicos? ¿Necesita algún tipo de orientación?**

Este sistema es muy manejable y fácil de adaptarse a las formas arquitectónicas, pero donde más lo uso es en coberturas (techos), lógicamente esta puede variar según el diseño y sobre todo la orientación del SSF, quiere decir que se adecua según la orientación del sol para mayor recibimiento de las radiaciones solares.

### **3. ¿Cuál es la vida útil de un Sistema Solar Fotovoltaico?**

La duración mínima de vida de un SSF es de 20 a 25 años, esta varía según el tipo de celdas por el cual se opte a trabajar.

### **4. ¿Considera necesario el uso de Sistemas Solares Fotovoltaicos para un invernadero?**

Lógicamente, es necesario debido a que un invernadero recurre a una fuerte demanda de energía eléctrica al generar sus microclimas artificiales, esto conlleva a una máxima demanda de energía por lo tanto se verá reflejado en un costo alto al momento de pagar el consumo de la misma entonces es ahí donde los Sistemas Fotovoltaicos cumplen su función reduciendo al 0% en gasto por consumo energético solo empleando el proceso de energía limpia que brinda el sistema.

**5. ¿Cuál sería la ventaja de usar el Sistema Solar Fotovoltaico en una Escuela de Agronomía?**

Obviamente el ahorro energético, como ya lo mencioné anteriormente es un costo adicional al presupuesto, pero con un alto porcentaje de recuperación a mediano y largo plazo, además de que la demanda del proyecto en cuanto a energía eléctrica es alta, y este Sistema podría cubrir reduciendo costo, de esta manera optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios.

**6. ¿La implementación del Sistema Solar Fotovoltaicos resultaría costosa para la Escuela de Agronomía?**

Solo al principio es decir durante el proceso de ejecución (construcción), ya que esto requiere de un presupuesto adicional, pero a medida que pasa el tiempo se recupera el dinero invertido y hasta generar mejores ganancias. (Inversión mediano-largo plazo)

**7. ¿Qué beneficios de confort se obtendría utilizando los Sistemas Solares Fotovoltaicos en una Escuela de Agronomía?**

Confort Espacial: son adaptables a las formas arquitectónicas es decir no obstruyen el libre diseño de espacios, por encima de que estos se pueden utilizar como parte del diseño.

Confort Ambiental: Estos no perjudican en nada a la naturaleza ya que esta es energía limpia e ilimitada.

Confort Lumínico: La recepción de esta energía recibida por los SSF es equilibrada con la demanda de los espacios que requieren de mucha electricidad, sin correr riesgos de grandes facturas de electricidad.

Confort Térmico: Aquí también entra el tema de la energía almacenada, ya que algunos espacios requieren de más energía que otros ambientes.

**8. ¿Qué características resultan del uso de los Sistemas Solares fotovoltaicos para el beneficio de la Escuela de Agronomía?**

Es Limpia en su proceso constructivo.

No genera residuos.

No contamina la atmosfera o el terreno circundante.

No genera gases de efecto invernadero.

No propicia calentamiento global.

Es silenciosa.

Es confiable.

Inversión a largo plazo.

Disminuye la emisión de contaminantes al medio ambiente.

Disminuye la quema de combustibles fósiles.

Disminuye la compra de energía eléctrica.

Esta energía es limpia, no produce emisiones de efecto invernadero ni tampoco favorece la destrucción de la capa de ozono.

## EXPERTO N° 02

### AMA (Afonso Maccaglia Architecture)



*Figura 31.* AMA – Afonso Maccaglia Architecture.(2015) Recuperado de:  
<http://www.semillasperu.com/portfolio-item/santa-elena/>

Estudio centrado en la arquitectura, el urbanismo y el diseño de interiores.

Paulo Afonso (1982.Ponte de Lima, Portugal) se graduó en arquitectura en el Departamento de la Universidad de Coimbra (Portugal) Arquitectura, con la tesis "Proyecto Urbano en los Centros de la ciudad preindustrial", habiendo también asistió NTNU (Trondheim, Noruega). Desde 2009 ha colaborado con varios estudios de arquitectura junto con un poco de trabajo independientes, entre los que OAB - Carlos Ferrater Partnership (Barcelona, España).

De 2011 a 2015 trabaja en 51-1 Arquitectos (Lima, Perú), últimamente como Jefe de Proyecto.

En 2012, fue co-fundador de AMA - Afonso Maccaglia Architecture donde, hasta 2014, se han desarrollado principalmente proyectos educativos en zonas remotas en la selva central peruana, entre ellos está la Escuela de Chuquibambilla, proyecto ganador del Segundo Premio en el Mundial del Hábitat y Desarrollo Social en Quito Bienal 2014.

Actualmente vive y trabaja en Portugal.

Marta Maccaglia (1983, Italia), se graduó en arquitectura en la Universidad de Roma La Sapienza, especializada en Museografía y diseño de interiores, inició su experiencia profesional en 2009, en colaboración con las principales empresas de arquitectura como SIC Estudio (Madrid), Carlos Ferrater OAB Asociación (Barcelona) y Vicca Verde (Lima). Desde 2011, ha estado trabajando en proyectos de cooperación internacional en el Perú con las ONG.

En 2011 diseñó y dirigió la construcción de la guardería "Niños Esperanza" en Huaycán, barrio pobre en las afueras de Lima. En 2012 fue co-fundador de AMA-Afonso Maccaglia Architecture hasta 2014, trabajó en el desarrollo de proyectos educativos en la selva peruana, entre ellos la Escuela de Chuquibambilla, proyecto ganador del Segundo Premio Mundial del Hábitat y el desarrollo social en Quito Bienal 2014. En 2014 fundó la Asociación sin fines de lucro "Semillas", que actualmente es director.

## **Entrevista a Experto N° 02 (Marta Maccaglia - AMA Arquitectos)**

### **1. ¿Qué tipo de Sistema Solar Fotovoltaicos emplea?**

Los Módulos Fotovoltaicos hechos a base de celdas de Silicio Monocristalino.

### **2. ¿Dónde se colocan los Sistemas Solares Fotovoltaicos? ¿Necesita algún tipo de orientación?**

Su ubicación es a criterio de la orientación del sol, me inclino más a usarlo en mis proyectos como coberturas con techos inclinados a dos aguas, esto se favorece con la orientación respectiva.

### **3. ¿Cuál es la vida útil de un Sistema Solar Fotovoltaico?**

Los sistemas de generación de energía solar han sido diseñados y probados para alcanzar los 20 años de vida útil.

### **4. ¿Considera necesario el uso de Sistemas Solares Fotovoltaicos para un invernadero?**

Sí, porque en este tipo de proyectos se maneja el diseño arquitectónico conjuntamente con el diseño térmico para que pueda generar sus respectivos microclimas del invernadero, debido a esto consume grandes cantidades de energía eléctrica y es ahí donde ingresa este sistema, el cual cubrirá su alta demanda eléctrica.

### **5. ¿La implementación del Sistema Solar Fotovoltaicos resultaría costosa para la Escuela de Agronomía?**

Si lo vemos a mediano y largo plazo no, porque el sistema es renovable y sostenible en el tiempo es decir es autosostenible.

**6. ¿Cuál sería la ventaja de usar el Sistema Solar Fotovoltaico en una Escuela de Agronomía?**

En el caso nuestro, era productivo para la comunidad de Satipo debido a que carece de energía eléctrica, entonces estos paneles cumplían un rol importante para la escuela y comunidad ya que también era suministrada a los habitantes.

**7. ¿Qué beneficios de confort se obtendría utilizando los Sistemas Solares Fotovoltaicos en una Escuela de Agronomía?**

Nos otorga libertad para diseñar espacios, tomándolo como parte de ello, la utilización de la energía solar y su utilización la hacen amigable con el medio ambiente siendo una fuente de energía renovable y limpia.

Con la llegada del cambio climático global, se ha vuelto más importante que hagamos todo lo posible para reducir la presión sobre nuestra atmósfera debido a la emisión de gases de efecto invernadero. Los paneles solares no tienen partes móviles y requieren poco mantenimiento. Son una construcción resistente y dura décadas, si se les da el mantenimiento suficiente.

Otro de los beneficios, es que, una vez que un sistema ha pagado por sus costes de instalación inicial, la electricidad que produce para el resto de la vida útil del sistema, lo que podría ser de hasta 15-20 años, dependiendo de la calidad del sistema, es absolutamente gratis para los propietarios de sistemas de energía solar con conexión a la red eléctrica, los beneficios comienzan desde el momento en que el sistema se instala, eliminando potencialmente el costo mensual de las facturas de electricidad o, y esta es la mejor parte, el dueño del sistema gana ingresos al venderle sus excedentes de electricidad a la compañía eléctrica.

**8. ¿Qué características resultan del uso de los Sistemas Solares fotovoltaicos para el beneficio de la Escuela de Agronomía?**

No consume combustible, pues obtiene su energía del Sol, lo cual significa que económicamente a largo plazo estos sistemas son más viables y estables.

Impacto ambiental prácticamente nulo

Es un recurso inagotable.

El generar energía térmica sin que exista un proceso de combustión, desde el punto de vista medioambiental, es un procedimiento muy favorable por ser limpio y no producir contaminación.

Los sistemas fotovoltaicos no producen ningún sonido molesto cuando operan debido a que no poseen partes y movimientos mecánicos por lo que no ocasionan ningún tipo de contaminación sonora.

Los sistemas tienen una vida útil larga (más de 20 años).

El mantenimiento de los sistemas fotovoltaicos es sencillo y tiene costos muy bajos.

La instalación de los sistemas fotovoltaicos individuales es simple, rápida y sólo requiere de herramientas y equipos de medición básicos.

## BOSCH ARQUITECTOS PERÚ

**Borja Bosch Moragues**

**Domicilio profesional:** LIMA (PERÚ)

**Fecha de nacimiento:** 20 de febrero de 1978

**Profesión:** Arquitecto

**Expedición del título:** licenciado por la ETSA del Vallés en 2003

**E-mail:** borja@boscharquitectos.com



*Figura 32.* Borja Bosch Moragues. (2018)  
Recuperado de:  
<http://www.boscharquitectos.com/>

**Ignacio Bosch Moragues**

**Domicilio profesional:** LIMA (PERÚ)

**Fecha de nacimiento:** 30 de Junio de 1981

**Profesión:** Arquitecto

**Expedición del título:** licenciado por la ETSA del Vallés en 2007

**E-mail:** nacho@boscharquitectos.com



*Figura 33.* Ignacio Bosch Moragues. (2018)  
Recuperado de:  
<http://www.boscharquitectos.com/>

## **Entrevista a Experto N° 02 (Borja Bosch – BOSCH ARQUITECTOS)**

### **1. ¿Qué tipo de Sistema Solar Fotovoltaicos emplea?**

Sistema Solar Fotovoltaico de Silicio Monocristalino.

### **2. ¿Dónde se colocan los Sistemas Solares Fotovoltaicos? ¿Necesita algún tipo de orientación?**

Es variable, ya que estos se pueden adecuar de acuerdo a la tipología del diseño, siempre teniendo en cuenta la orientación del sol.

### **3. ¿Cuál es la vida útil de un Sistema Solar Fotovoltaico?**

Promedio entre 20 a 30 años según mantenimiento

### **4. ¿Considera necesario el uso de Sistemas Solares Fotovoltaicos para un invernadero?**

Tanto necesario para un invernadero, como para cualquier otro tipo de proyecto, porque se obtendrá energía eléctrica procesada, energía limpia, que no contamina y útil para generar los distintos microclimas requeridos, ya que estos generan costos elevados de energía eléctrica.

### **5. ¿Cuál sería la ventaja de usar el Sistema Solar Fotovoltaico en una Escuela de Agronomía?**

Que es un recurso inagotable de energía, que se puede usar para beneficio de diferentes proyectos

El uso de la energía solar es la conservación saludable del medio ambiente. Esto quiere decir que el uso de este tipo de energía no genera sustancias nocivas para la supervivencia de los seres vivos que habitan el planeta. Otro beneficio es el impulso que la economía de un país recibe cuando implementa este tipo de energía limpia.

**6. ¿La implementación del Sistema Solar Fotovoltaicos resultaría costosa para la Escuela de Agronomía?**

Es relativo, todo va a depender de la cantidad de módulos o paneles solares que se utilizará, pero a fin de cuentas es una gran inversión, por lo tanto, es excelente ya que se recuperará lo invertido, hasta no depender de una central eléctrica.

**7. ¿Qué beneficios de confort se obtendría utilizando los Sistemas Solares Fotovoltaicos en una Escuela de Agronomía?**

Diseño espacial formal.

Es energía que no perjudica al medioambiente.

La energía recaudada servirá para la demanda de los ambientes que requieran mayor cantidad de energía.

Sucede lo mismo para calefacciones.

**8. ¿Qué características resultan del uso de los Sistemas Solares fotovoltaicos para el beneficio de la Escuela de Agronomía?**

Los paneles solares son silenciosos y no dañan el medio ambiente.

Se ahorra bastante energía, lo que al final del mes se puede apreciar fácilmente.

La instalación de este sistema de energía renovable requiere una obra muy rápida.

El mantenimiento necesario es mínimo ofreciendo además un largo período de vida útil.

Tras la inversión inicial en cuestión de unos años habrá reembolsado el dinero invertido y tendrá energía eléctrica prácticamente gratuita.

En zonas rurales o alejadas de las líneas eléctricas permiten tener electricidad sin depender de esos sistemas.

Probablemente la ventaja más importante es que es el único sistema que permite un suministro de energía renovable continuo haya sol o no.

**VÁSQUEZ BACA URPHY**



**Figura 34.** Vásquez Baca Urphy. (2018) Recuperado de:  
<http://inte.pucp.edu.pe/grupos/tinkuy-energia-territorio-cambio-climatico/equipo/>

Magíster en Gestión y Política de la Innovación y la Tecnología de la Escuela de Posgrado de la Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP). Diplomada en Diseño y Gestión de Proyectos Sociales de la Facultad de Letras y Ciencias Humanas de la PUCP y Diplomada en Gestión de la Innovación y la Tecnología de la Escuela de Posgrado de la PUCP. Ingeniera en Recursos Naturales y de Energías Renovables de la Universidad Alas Peruanas. Cuenta con más de 12 años de experiencia en el diseño, gestión, evaluación y ejecución de proyectos de investigación aplicada, desarrollo e implementación de tecnologías apropiadas con uso de energías renovables para el sector rural. Coordinadora del Área de Investigación y Proyectos del Instituto de Ciencias de la Naturaleza, Territorio y de Energías Renovables (INTE-PUCP). Miembro del Consejo Directivo del INTE-PUCP. Investigadora del Grupo de Apoyo al Sector Rural y del Grupo de Innovación y Desarrollo Sostenible, ambos del INTE-PUCP. Docente de cursos de extensión, pre grado y posgrado de la PUCP.

Trabajó en el proyecto de investigación “Electrificación Rural a Base de Energía Fotovoltaica en el Perú, en el marco del programa PER/98/G3.”, el cual habla del “Estudio de diagnóstico para la identificación de potenciales beneficiarios para el acceso de energía eléctrica domiciliaria a través del uso de sistemas fotovoltaicos.”

## **Entrevista a Experto N° 04 (VÁSQUEZ BACA URPHY)**

### **1. ¿Qué tipo de Sistema Solar Fotovoltaicos emplea?**

No tengo un sistema favorito porque es muy variable y sobre todo según el presupuesto del proyecto.

### **2. ¿Dónde se colocan los Sistemas Solares Fotovoltaicos? ¿Necesita algún tipo de orientación?**

Se colocan según el diseño, el profesional tiene que tener mucho criterio al momento de ubicar en su propuesta arquitectónica teniendo en cuenta el recorrido solar.

### **3. ¿Cuál es la vida útil de un Sistema Solar Fotovoltaico?**

En promedio 20 años, según mantenimiento del SSF.

### **4. ¿Considera necesario el uso de Sistemas Solares Fotovoltaicos para un invernadero?**

Si es necesario, ya que su producción será utilizada en la alta demanda requerida de energía eléctrica, además la tecnología fotovoltaica presenta cualidades ecológicas porque el producto terminado no es contaminante, es silencioso y no perturba en nada al medio ambiente.

### **5. ¿Cuál sería la ventaja de usar el Sistema Solar Fotovoltaico en una Escuela de Agronomía?**

Los Sistemas Solares Fotovoltaicos se caracterizan por tener más ventajas que desventajas y es por esto que lo convierte en un medio de producción de energía solar muy popular; éstos son sistemas muy limpios, no contaminan y son fáciles de utilizar. Una particularidad que poseen es que no necesitan transportar la energía ya que la generan en el mismo lugar en dónde se requiere; como dijimos previamente, aunque su instalación sea costosa, se amortiza con el tiempo ya que el costo de mantenimiento es casi nulo.

Una gran ventaja de los Sistemas Solares Fotovoltaicos es que funcionan en cualquier parte del mundo ya que con la sola presencia del sol su funcionamiento es óptimo. Su desventaja radica más en lo visual y no tanto en su uso; los paneles solares no son para nada estéticos ni agradable a los ojos, pero esto es algo que se está tratando de cambiar para un futuro no tan lejano.

Para la Escuela de Agronomía es adaptable, ya que no obstruye en su funcionamiento, se puede ubicar en zonas estratégicas y sobre todo que este sistema beneficiara en el ahorro energético, el cual es un punto muy importante en la actualidad.

**6. ¿La implementación del Sistema Solar Fotovoltaicos resultaría costosa para la Escuela de Agronomía?**

No es caro, a largo plazo la electricidad solar es más barata que comprarla de la compañía eléctrica. Hay un costo de arranque, pero luego empieza a pagarse por sí misma. Una vez que se llega al punto de equilibrio, después todo es ganancia. Compara esto con el pago de una factura mensual y no obtienes ningún retorno sobre la inversión.

**7. ¿Qué beneficios de confort se obtendría utilizando los Sistemas Solares Fotovoltaicos en una Escuela de Agronomía?**

a. La energía solar es renovable. Nunca tienes que preocuparte por quedarte sin luz. El sol es una fuente de energía constante lo que significa que siempre va a estar ahí todos los días. (Confort lumínico)

b. En comparación con los combustibles fósiles que emiten gases de efecto invernadero, sustancias cancerígenas y dióxido de carbono, las células solares no sueltan nada en el aire. (Confort Ambiental)

c. Los paneles solares son muy fiables. No hay partes móviles por lo que no tienes que preocuparte sobre la sustitución de cualquier cosa. De hecho, la mayoría de las personas generan electricidad para miles de horas con poco o ningún mantenimiento. (Inversión corto-mediano y largo plazo)

**d.** Las células solares no hacen ruido durante la percepción de la energía. No existe ninguna otra fuente de energía renovable que sea completamente silenciosa. (Confort Ambiental)

**e.** A largo plazo, la electricidad solar es más barata que comprarla de la compañía eléctrica. Hay un costo de arranque, pero luego empieza a pagarse por sí misma. Una vez que se llega al punto de equilibrio, después todo es ganancia. Compara esto con el pago de una factura mensual y no obtienes ningún retorno sobre la inversión. (Ahorro Energético)

**f.** Es adaptable a cualquier tipo de diseño arquitectónico, lo cual es beneficiario para cualquier espacio ya sea directo o no directo con el diseño espacial. (Confort Espacial)

**g.** Las energías recaudadas se pueden utilizar para las altas demandas de microclimas y calefacción correspondiente. (Confort térmico).

8. **¿Qué características resultan del uso de los Sistemas Solares fotovoltaicos para el beneficio de la Escuela de Agronomía?**

La energía solar fotovoltaica, al igual que otras energías renovables, constituye, frente a los combustibles fósiles, una fuente inagotable, contribuye al autoabastecimiento energético nacional y es menos perjudicial para el medio ambiente, evitando los efectos de su uso directo (contaminación atmosférica, residuos, etc.) y los derivados de su generación (excavaciones, minas, canteras, etc.).

Los efectos de la energía solar fotovoltaica sobre los principales factores ambientales son los siguientes:

**Clima:** la generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce polución térmica ni emisiones de CO<sub>2</sub> que favorezcan el efecto invernadero.

**Geología:** Las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento obtenido de la arena, muy abundante en la Naturaleza y del que no se requieren cantidades significativas. Por lo tanto, en la fabricación de los paneles

fotovoltaicos no se producen alteraciones en las características litológicas, topográficas o estructurales del terreno.

**Suelo:** al no producirse ni contaminantes, ni vertidos, ni movimientos de tierra, la incidencia sobre las características físico-químicas del suelo o su erosionabilidad es nula.

**Aguas superficiales y subterráneas:** No se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos.

**Flora y fauna:** la repercusión sobre la vegetación es nula, y, al eliminarse los tendidos eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves.

**Paisaje:** los paneles solares tienen distintas posibilidades de integración, lo que hace que sean un elemento fácil de integrar y armonizar en diferentes tipos de estructuras, minimizando su impacto visual. Además, al tratarse de sistemas autónomos, no se altera el paisaje con postes y líneas eléctricas.

**Ruidos:** el sistema fotovoltaico es absolutamente silencioso, lo que representa una clara ventaja frente a los generadores de motor en viviendas aisladas.

**Medio social:** El suelo necesario para instalar un sistema fotovoltaico de dimensión media, no representa una cantidad significativa como para producir un grave impacto. Además, en gran parte de los casos, se pueden integrar en los tejados de las viviendas.

Por otra parte, la energía solar fotovoltaica representa la mejor solución para aquellos lugares a los que se quiere dotar de energía eléctrica preservando las condiciones del entorno; como es el caso por ejemplo de los Espacios Naturales Protegidos.

<b>TABLA N° 17: RESUMEN DE EXPERTOS</b>	
<b>EXPERTO N° 01</b>	<b>EXPERTO N° 02</b>
<p><b>Karina Málaga;</b> Arquitecta arequipeña egresada por la Universidad Nacional de San Agustín que trabaja con el sistema fotovoltaico de silicio monocristalino, la cual aporta que este sistema aporta es adaptable a múltiples formas arquitectónicas generando ahorro energético a mediano y largo plazo optimizando procesos productivos, agregando que esto es un presupuesto adicional, el cual será recuperado produciendo ganancias, obteniendo como beneficios: confort espacial, lumínico y térmico, disminuyendo la emisión contaminante.</p>	<p><b>Marta Maccaglia;</b> Arquitecta italiana egresada de la Universidad de Roma, la Sapienza; que emplea módulos fotovoltaicos de silicio monocristalino, el cual afirma que este proyecto integra el diseño térmico con el diseño arquitectónico generando diversos microclimas y cubriendo altas demandas energéticas, siendo este autosustentable, cumpliendo un rol importante dentro de la infraestructura y otorgando libertad en calidad espacial.</p>
<b>EXPERTO N° 03</b>	<b>EXPERTO N° 04</b>
<p><b>Borja Bosch;</b> Arquitecto Peruano egresado por la ETSA del Vallés, que emplea el sistema fotovoltaico de silicio monocristalino afirmando que estos se pueden adecuar a la tipología del diseño teniendo en cuenta el asoleamiento, la cual obtiene energía eléctrica procesada y disminuyendo costos elevados, ya que a través de la Integración Arquitectónica impulsará el crecimiento económico, debido que a largo plazo no dependerá de una central eléctrica, aportando benéficamente al diseño espacial y formal sin perjudicar al medioambiente.</p>	<p><b>Vasquez Baca Urphy;</b> Ingeniera Ambiental egresada de la Universidad Alas Peruanas, que utiliza el sistema fotovoltaico adecuado al presupuesto del proyecto, afirmando bastante criterio con su ubicación en la propuesta arquitectónica, la cual es importante por su alta demanda energética, presentando cualidades ecológicas y adaptables, ya que no obstruye la función de la infraestructura, pero si con desventaja visual. Asimismo, comenta que tendrá un costo de arranque, hasta equilibrarse y finalmente todo será ganancia, aportando benéficamente al confort lumínico, ambiental, térmico, ahorro energético y la inversión a mediano y largo plazo.</p>

*Tabla 17.* Resumen de Expertos. (2018) Fuente: Elaboración propia

**Posteriormente se procede a analizar los casos análogos bajo los criterios establecidos:**

**a) Eficiencia en la aplicación del Sistema Fotovoltaico.**

La eficiencia del Sistema Fotovoltaico no debe estar solo presente o servir parcialmente al proyecto, debe ser la fuente principal de energía y/o calor, dependiendo únicamente del sistema y a la vez generar el máximo aprovechamiento de la misma.

**b) El uso y la tipología.**

El uso del Sistema Fotovoltaico, debe ser para generar su propia fuente de energía, en su totalidad, y servir a la vez como fuente de calor, evitando así algún uso de energía externa, y/o generadores de calor que sirvan dentro del proyecto; la tipología a emplear dentro de cada caso, deben ser del tipo de Celdas de Silicio Monocristalino, Policristalino y/o Amorfo, por ser estos los más eficientes dentro del mercado y de frecuente uso.

**c) Beneficios del uso del sistema a utilizar.**

Los beneficios del uso Sistema Fotovoltaico están ligados al buen funcionamiento del proyecto, dependiendo únicamente del sistema y mostrando su eficiencia, cabe resaltar que no están dentro del parámetro la selección de proyectos que usen el sistema como sistema parcial de ellos mismos, tiene que escogerse un caso, cuyo sistema sirva para la generación total de energía y fuente de calor.

**d) Integración con la Escuela de Agronomía.**

Se tomará casos análogos referenciales donde explique cómo se integra armoniosamente el Sistema Fotovoltaico con el Diseño Arquitectónico, adecuándose en diferentes aspectos para su mayor beneficio y cumplir con la infraestructura adecuada para un mejor desempeño académico.

**TABLA 18: Caso Análogo 01 - Edificio Sant Jaume La Salle**



**Figura 35.** Edificio Sant Jaume La Salle – Universidad Ramon Llull Barcelona  
Recuperado de: [https:// https://upcommons.upc.edu/handle/2099/8164](https://upcommons.upc.edu/handle/2099/8164)

### **DATOS GENERALES**

**Proyecto:** Edificio Sant Jaume La Salle – Universidad Ramon Llull Barcelona

**Proyectistas:** Robert y Esteve Terradas Muntanya

**Ubicación:** Calle Lluçanès, 45 - Barcelona

**Construido en:** enero 2001 – septiembre 2002

**Área del Terreno:** 11.560 m<sup>2</sup>

## Análisis Contextual

### Características Físicas

#### LINDEROS:

**Por el Norte:** Con la Calle de las Lucernas

**Por el Sur:** Con la calle de Alcoy

**Por el Este:** Con la Calle de las Lucernas

**Por el Oeste:** Con La Salle Campus Barcelona-URL

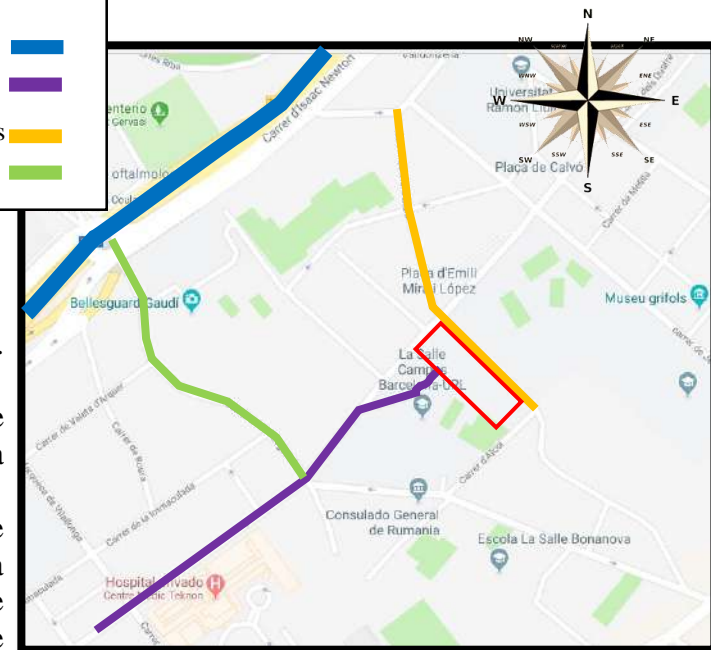
**Localización y Ubicación:** Situado en la esquina de las calles de las Lucernas y Cuatro Caminos, y forma parte del Campus Universitario La Salle de la Universidad Ramon Llull.

**Accesibilidad:** De fácil acceso ya que está situado en esquina, cerca de la Av. Roda de Dalt, por su mayor flujo brinda una accesibilidad rápida.

**Vialidad:** Para acceder al edificio, se llega por la Av. Ronda de Dalt, que intercepta con la Calle Bellesguard, para luego doblar paralelamente con la calle de los cuatro caminos, y poder acceder al edificio.

**Perfil Urbano:** En los alrededores al actual edificio Sant Jaume, La Salle disponía de varios edificios, dos de ellos cercanos al Paseo de la Bonanova en cuyas aulas se impartía Ingeniería y otros estudios afines, otro, donde se ubicó Arquitectura, Multimedia y la Dirección General, y un último donde se imparten diversos programas de Máster.

Av. Ronda de Dalt	■
Calle de los cuatro Caminos	■
Calle de las lucernas	■
Calle Bellesguard	■



**Figura 36.** Ubicación del Campus Universitario. (2018)  
Fuente: Google Earth – Elaboración propia

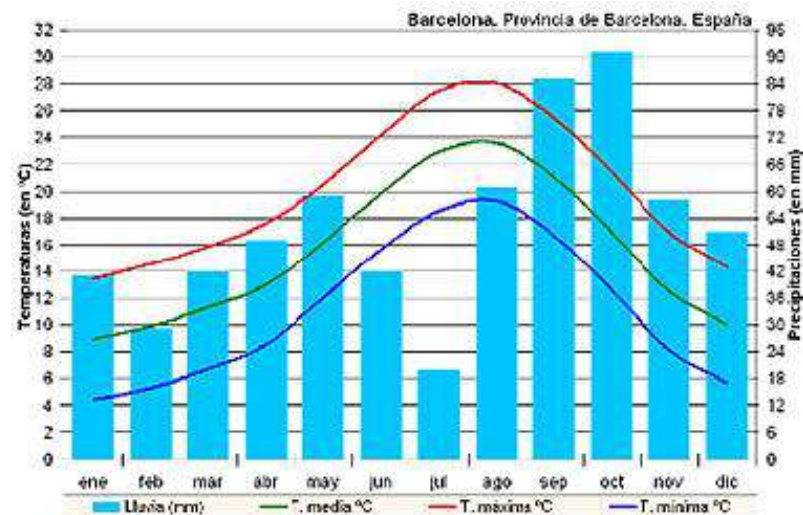
El nuevo edificio destinado a aulario de las escuelas de Ingeniería y Arquitectura del parque tecnológico y empresarial de La Salle, ha sido proyectado para lograr la eficiencia energética aprovechando activamente las energías renovables con sistemas de control y regulación centralizados.

## Características Ambientales

**Clima:** Barcelona tiene un clima mediterráneo húmedo, así que, en cualquier estación del año Barcelona vive bajo el sol, disfrutando de un clima cálido y acogedor. Las temperaturas son cálidas en verano y suaves en invierno, con poca oscilación térmica diaria.

**Vegetación:** Entre las especies de hoja caduca destacan el olmo, el haya, el roble, la sabina, el eucalipto y el castaño. Junto a los cursos fluviales aparece la vegetación de ribera. El esparto, que se utiliza para la fabricación de papel y distintos productos de fibras, crece de manera natural en las zonas áridas del sur y sureste. La dehesa se extiende por la zona de clima mediterráneo continentalizado.

**Suelos:** Las fuertes pendientes hacen que aparezca la roca al desnudo y la extremada aridez deja unos suelos esqueléticos y sin casi cobertera vegetal en áreas como el sureste y zonas del valle del Ebro. En general, encontramos suelos ricos y aptos para la agricultura en la llamada Iberia arcillosa, en el valle del Guadalquivir, centro del valle del Duero, llanura levantina y lecho de inundación de ríos como el Ebro y el Tajo, mientras que en las zonas de la Iberia silíceo o caliza raramente encontramos buenos suelos.



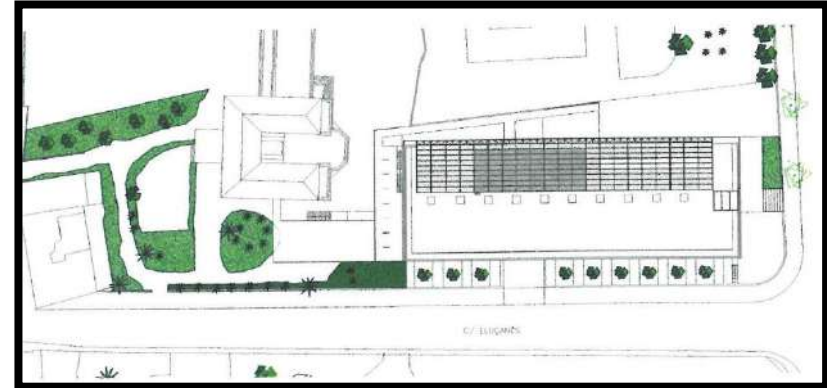
**Figura 37.** Características Ambientales de la zona.  
[http://www.pcongresos.com/es/clima\\_en\\_barcelona.php](http://www.pcongresos.com/es/clima_en_barcelona.php)

## Análisis Conceptual

**Idea Rectora:** El nuevo edificio destinado a aulario de las escuelas de Ingeniería y Arquitectura del parque tecnológico y empresarial de La Salle, ha sido proyectado para lograr la eficiencia energética aprovechando activamente las energías renovables con sistemas de control y regulación centralizados.

Tiene una superficie de 11.500 m<sup>2</sup> en ocho plantas, las dos inferiores destinadas a aparcamiento. Las cuatro plantas subterráneas y situadas por debajo de la rasante reciben luz natural mediante unos patios situados a lo largo de la calle Lluçanès.

**Partido Arquitectónico:** Es un edificio compacto, aislado, de 60 metros de longitud y 21 metros de anchura, dispuesto a lo largo de la calle Lluçanès, y que ha de permitir el acceso de los servicios rodados al centro geriátrico municipal, mediante un paso de casi 4 metros de anchura, que lo atravesará en sentido transversal. La pendiente de la calle Lluçanès obliga a que el edificio presente en el lado noroeste (calle Cuatro Caminos) una altura de planta baja y dos plantas, y en el lado sudeste, planta baja y tres plantas.



**Figura 38.** Planta del edificio.

Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/8164>

## Análisis Tipológico

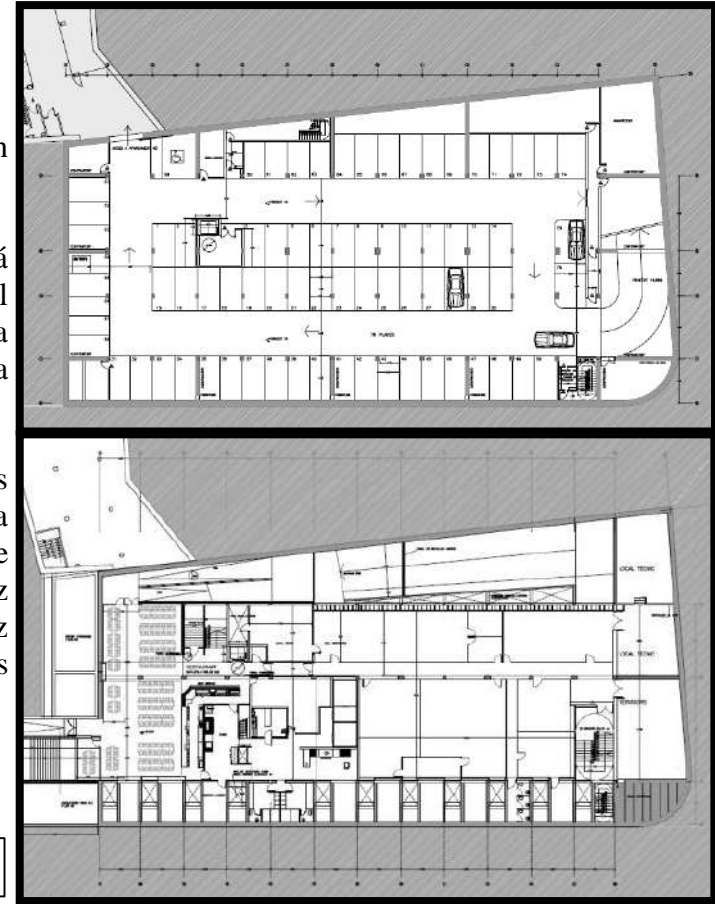
### Función

El programa era el propio de un edificio destinado a Parque de Innovación Tecnológica. Con una superficie de 11.560m<sup>2</sup>, estructurados en ocho plantas.

Uno de los espacios más significativos del edificio es la sala polivalente. Está situada en el sótano 1 por el lado sur, y en el sótano 2 por el lado norte. El acceso principal está previsto por el jardín del sur mediante una gran escalera situada bajo una enorme terraza, que es la continuación en el exterior de la cafetería.

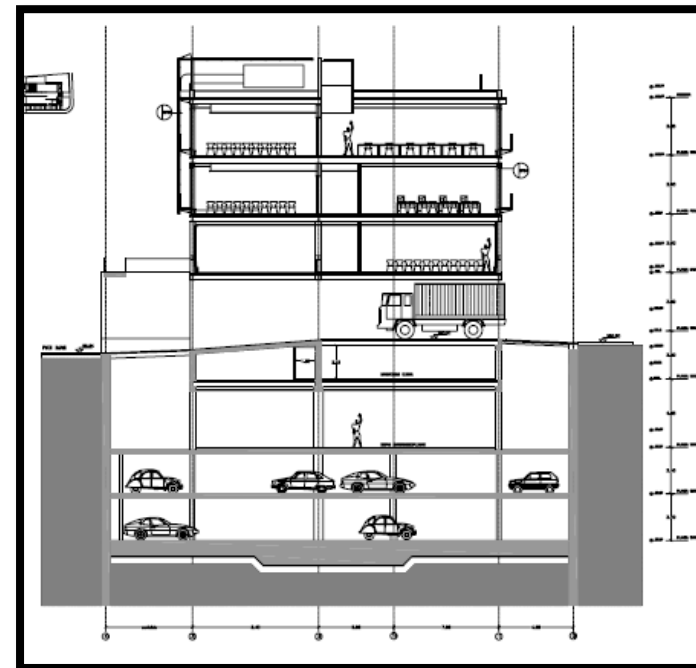
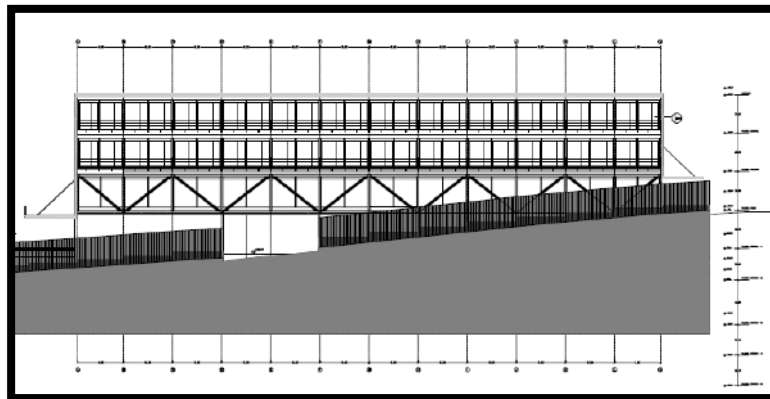
La sala dispone de cuatro accesos: tres para las personas y un cuarto para los vehículos. Aun tratándose de una planta enterrada, y no existiendo ninguna normativa que obligase a disponer de luz natural en dicha planta, el equipo de arquitectos dispuso, para evitar la sensación de claustrofobia, unos pozos de luz situados periféricamente a la fachada de la calle Lluçanès, y en los que la luz se refleja en sus paredes blancas, consiguiendo iluminar así sutilmente esos espacios.

*Figura 39.* Sotano y primer nivel. Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/8164>



El acceso al edificio se previó, bajo una gran marquesina, por la calle Cuatro Caminos, a través de dos paramentos de tres puertas dobles cada uno de ellos, formando un cortaviento como antesala del vestíbulo general. La marquesina es un plano horizontal situado a 2,50 metros de altura respecto el suelo, de 3,80 metros de ancho y 7,00 metros de largo, constituida con hormigón, al igual que la fachada.

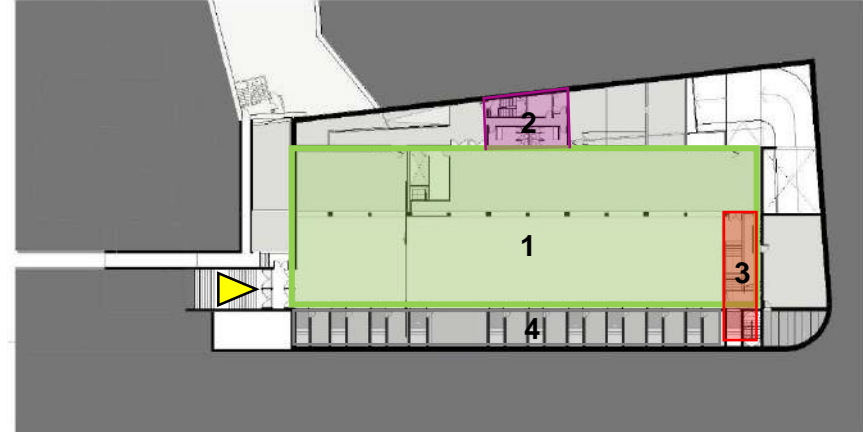
Las aulas están situadas en las plantas superiores. Se trata de un espacio compacto con un pasillo central iluminado por los extremos y a través de una de las paredes de separación, realizada con bloques de vidrio. La distribución de las aulas es variable, según el módulo de 5 metros y su mitad, empleado en todo el edificio. El aparcamiento ocupa todo el solar y tiene una capacidad para 160 vehículos.



**Figura 40.** Corte y elevación. Recuperado de: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/8164>



**Figura 41.** Planta Sótano 5. Recuperado de:  
<http://www.terradasarquitectos.com/es/proyectos/Aulario-LS>



**Figura 42.** Planta sótano 3. Recuperado de:  
<http://www.terradasarquitectos.com/es/proyectos/Aulario-LS>

**Planta Sótano 5**

- 1.- Estacionamiento
- 2.- Escalera
- 3.- Acceso Vehicular
- 4.- Almacén

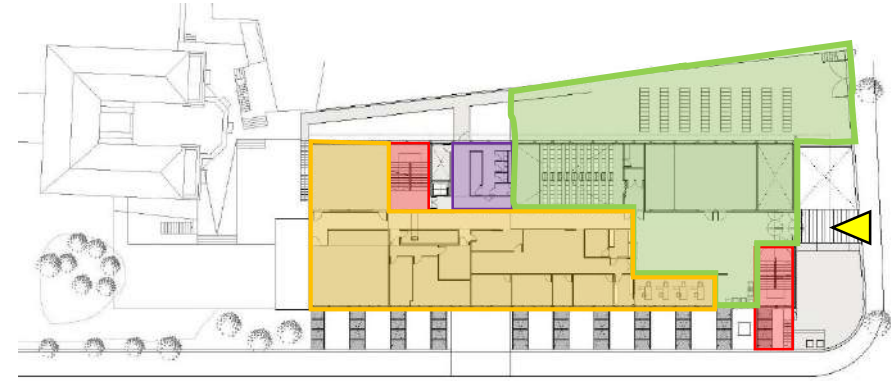
- Área publica
- Área de servicio
- Circulación Vertical Pública
- Circulación Vertical de Servicio
- Ingreso Vehicular
- Ingreso Peatonal

**Planta sótano 3**

- 1.- Sala múltiple
- 2.- SS.HH.
- 3.- Escalera publica
- 4.- Almacenes



**Figura 43.** Planta sotano 1. Recuperado de:  
<http://www.terradasarquitectos.com/es/proyectos/Aulario-LS>



**Figura 44.** Planta baja. Recuperado de:  
<http://www.terradasarquitectos.com/es/proyectos/Aulario-LS>

- Área publica
- Área de servicio
- Circulación Vertical Pública
- Servicios Higiénicos
- Área Administrativa



**Figura 45.** Primera planta. Recuperado de:  
<http://www.terradasarquitectos.com/es/proyectos/Aulario-LS>

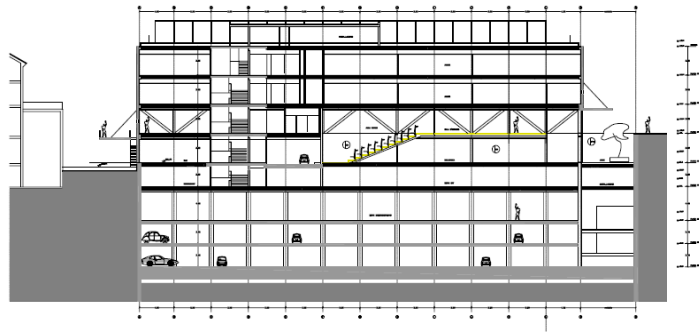
**Figura 46.** Planta aulas. Recuperado de:  
<http://www.terradasarquitectos.com/es/proyectos/Aulario-LS>

- Aulas
- Servicios Higiénicos
- Circulación Vertical Pública
- Terraza

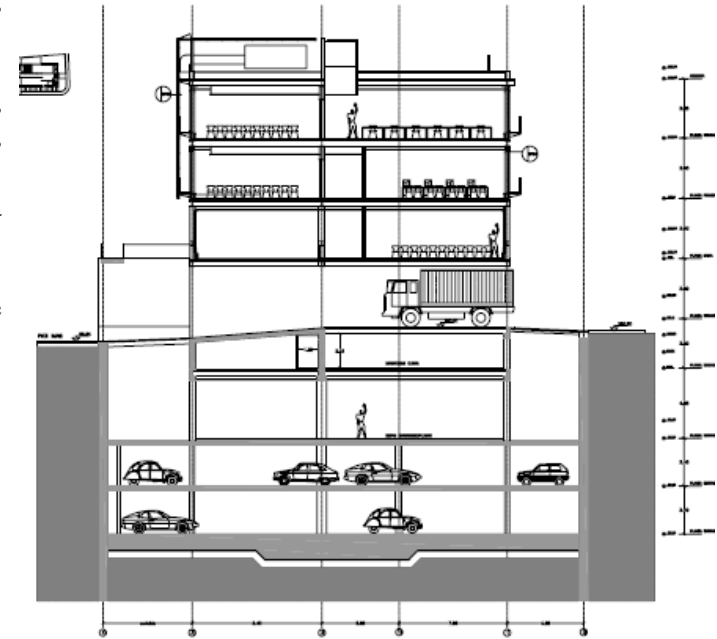
## Forma

En el concepto estructural del edificio influyeron cuatro condicionantes fundamentales:

- La voluntad de la propiedad de disponer de una estructura con los mínimos pilares posibles y con luces estructurales grandes con el fin de situar las aulas y los despachos en número y tamaño adecuados según las necesidades del momento.
- La modulación de la fachada cada 2,50 metros con el fin de variar, en el tiempo, la distribución interna de las aulas y los despachos.
- Permitir en el sótano 1 el paso para vehículos de servicios impuesto.
- La profundidad a la que, por razones de programa, ha de situarse el último nivel de aparcamiento.



**Figura 47.** Corte transversal del edificio. Recuperado de:  
<http://www.terradasarquitectos.com/es/proyectos/Aulario-LS>



**Figura 48.** Corte del edificio. Recuperado de:  
<http://www.terradasarquitectos.com/es/proyectos/Aulario-LS>

## Análisis del Sistema Fotovoltaico Empleado

### Tipo de sistema de energía empleado.

Esta capa es básicamente la combinación de una estructura de hierro (montantes verticales) y aluminio (travesaños y elementos de sujeción del vidrio) para la incorporación de los 650m<sup>2</sup> de superficie acristalada.

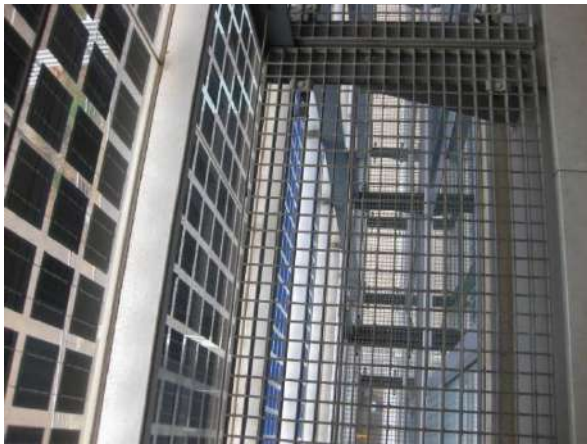
De estos 650m<sup>2</sup> de superficie acristalada, 195m<sup>2</sup> en la zona superior de la capa exterior de la fachada son placas solares constituidas por células fotovoltaicas de silicio policristalino de eficiencia energética del 17% y producen el 25% del total de la energía. El resto de la fachada son cristales serigrafiados con el formato de placa solar.



*Figura 49.* Fachada del edificio. Recuperado de:  
<http://www.terradasarquitectos.com/es/proyectos/Aulario-LS>

### **Características del sistema de energía empleado.**

Los colectores son una variante de los sistemas solares fotovoltaicos, tiene en su interior un cuerpo negro (en nuestro caso el PVC negro) que absorbe los rayos del sol calentando lo que se encuentra en contacto con el mismo; en nuestro caso, el agua contenida por el colector. Constructivamente consta de un marco perimetral, el policarbonato alveolar que deja entrar los rayos solares, pero no salir del colector, produciendo un efecto invernadero, aumentando la temperatura dentro del colector, y así la del agua. El colector solar es el elemento encargado de absorber la energía contenida en la radiación solar y calentar al fluido. El tipo de colector empleado es el denominado colector solar plano. Los colectores solares planos destinados al calentamiento de agua pueden estar fabricados en distintos materiales (acero, cobre, aluminio, plásticos, etc.) pero están basados siempre en el mismo principio, denominado "efecto invernadero", consistente en captar en su interior la energía solar, y no dejar que se pierda lográndose así aumentar la temperatura del agua en su interior.



**Figura 50.** Estructura del Panel Solar. Recuperado de: <http://www.terradasarquitectos.com/es/proyectos/Aulario-LS>

#### **COLECTOR SOLAR PLANO THERMOSOLAR TS 300**

Colector solar de alto rendimiento con carcasa y marco de aluminio

Anticorrosivo con aleación de magnesio.

- Vidrio de seguridad ESG de 4 mm con tratamiento antirreflejos.
- Sistema Tichelmann de conductos y canalizaciones internas, que permite la conexión de hasta diez colectores por grupo.

#### **CARACTERÍSTICAS COLECTOR**

Superficie total 2,03 m<sup>2</sup>

Superficie útil 1,78 m<sup>2</sup>

Dimensiones 2.009 x1.009 mm

Espesor 75 mm

Peso en vacío 36,1 kg

Litros de fluido por colector 1,3 litros

Aislamiento térmico 40 mm de lana mineral

### Características:

El panel solar es el elemento encargado de captar la energía del sol y de transformarla en energía eléctrica que se pueda ser usada. Asociado los paneles existen otros componentes que se utilizan en las instalaciones como elementos de seguridad o que amplían las posibilidades del uso de la instalación. Los componentes esenciales de una instalación fotovoltaica son:

**Regulador**– Es el elemento que regula la inyección de corriente desde los paneles a la batería. El regulador interrumpe el paso de energía cuando la batería se halla totalmente cargada evitando así los negativos efectos derivados de una sobrecarga. En todo momento el regulador controla el estado de carga de la batería para permitir el paso de energía eléctrica proveniente de los paneles cuando esta empieza a bajar.

**Batería**– Almacena la energía de los paneles para los momentos en que no hay sol, o para los momentos en que las características de la energía proporcionada por los paneles no son suficiente o adecuada para satisfacer la demanda (falta de potencia al atardecer, amanecer, días nublados). La naturaleza de la radiación solar es variable a lo largo del día y del año, la batería es el elemento que solventa este problema ofreciendo una disponibilidad de energía de manera uniforme durante todo el año

**Inversores**– El elemento que transforma las características de la corriente de continua a alterna. La mayoría de los aparatos eléctricos funcionan con corriente alterna y tanto los paneles como las baterías suministran energía eléctrica en forma de corriente continua. Es por ello que se hace necesario este elemento que modifique la naturaleza de la corriente y la haga apta para su consumo por muchos aparatos.



**Figura 51.** Características del Panel Solar.

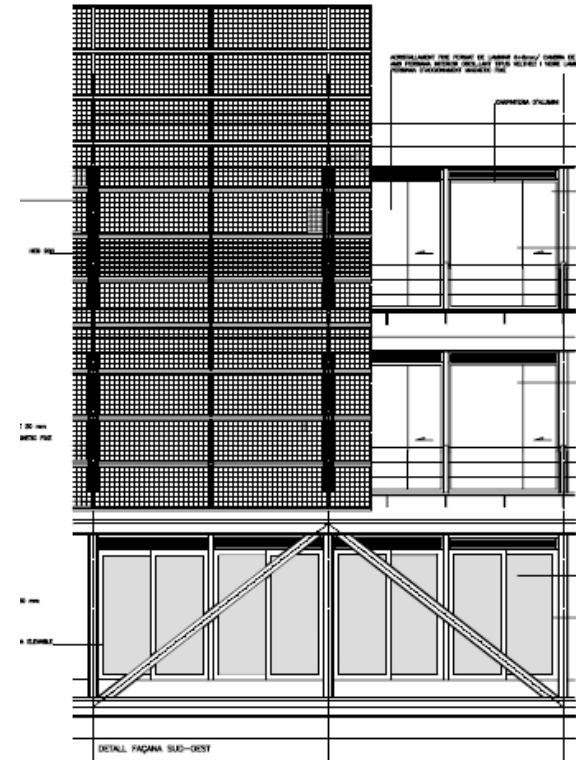
Recuperado de: [http://perso.orange.es/marisolroj/x\\_fotov\\_230V.htm](http://perso.orange.es/marisolroj/x_fotov_230V.htm)

**Modo de Aplicación del sistema empleado.**

Su aplicación del sistema fotovoltaico está cubierta en su mayoría del edificio, con un total de 1288 paneles necesarios para cubrir la necesidad de energía que requiere dicho proyecto.



*Figura 52.* Modo de aplicación de los paneles fotovoltaicos.  
Recuperado de:  
<http://www.terradasarquitectos.com/es/proyectos/Aulario-LS>



## Beneficios del Sistema Solar Fotovoltaico En lo Espacial

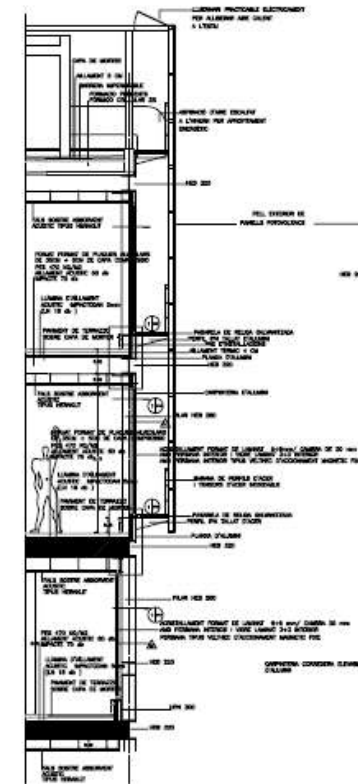
Entre los planos vertical y horizontal, a nivel de cubierta, se han dispuesto una serie de elementos vidriados motorizados que permiten, o no, la expulsión del aire que se encuentra en el espacio de 80 cm entre las dos capas.

De esta manera, por convección natural, en invierno se recoge el aire caliente de la cámara y se introduce en el edificio como aire precalentado apoyando el sistema de aire acondicionado instalado en el edificio. En verano, al estar abiertos los elementos vidriados motorizados de la parte superior, se establece una corriente de aire que mantiene fresca la capa interior.

De esta manera, toda la capa exterior actúa como parasol y las células fotovoltaicas y los serigrafiados opacos producen sombra sobre las persianas de librillo, lo que proporciona en las aulas una luz difusa suavemente agradable, a la vez que graduable.

Siendo la separación entre las células de 1.8cm se permite que, a partir de una cierta distancia, desde el interior de las aulas, el ojo sea capaz de recomponer el espacio exterior.

El edificio cuenta, además, con placas solares térmicas para la producción de ACS, y otras instalaciones técnicas, como climatización programable, instalación electroacústica, y control centralizado y automatizado de todas las instalaciones.



**Figura 53.** Sistema fotovoltaico en la fachada. Recuperado de: <http://www.terradasarquitectos.com/es/proyectos/Aulario-LS>

## Confort Ambiental

**Medidas pasivas.** Diseño bioclimático basado en:

- Aprovechamiento de la energía solar, mediante el diseño de la fachada suroeste compuesta por aquellas dos hojas que realizan una triple función (como productora de energía eléctrica, como elemento que permite la reutilización del aire caliente acumulado durante el invierno y la refrigeración de la hoja interior durante el verano, como parasol),
- Optimización de la luz natural en todo el edificio, incluso en las plantas sótano.

**Medidas activas.** Utilización de energías renovables:

- Instalación fotovoltaica integrada en el edificio,
- Placas solares térmicas para producción de agua caliente sanitaria,

**E instalaciones técnicas:**

- Apertura electromagnética de las aperturas dispuestas en la cubierta, encima de la cámara entre las dos hojas que componen la fachada suroeste,
- Climatización programable,
- Instalación electroacústica,
- Control centralizado y automatizado de todas las instalaciones.



**Figura 54.** Calentadores solares para el agua caliente. Recuperado de: <http://www.terradasarquitectos.com/es/proyectos/Aulario-LS>

**Tabla 18.** Caso Análogo 01 - Edificio Sant Jaume La Salle. (2018) Fuente: Elaboración propia

**TABLA 19: Caso Análogo 02 - Global Change Institute Building**



*Figura 55.* Global Change Institute Building (El Instituto del Cambio Global de la Universidad de Queensland) Recuperado de: <https://www.archdaily.com/461298/university-of-queensland-global-change-institute-hassell>

**DATOS GENERALES**

**Proyecto:** Instituto del Cambio Global de la Universidad de Queensland / HASSELL

**Proyectistas:** HASSELL

**Ubicación:** Brisbane QLD, Australia

**Construido en:** 2013

**Área del Terreno:** 3865 m<sup>2</sup>

## Análisis Contextual

### Características Físicas

#### **LINDEROS:**

**Por el Norte:** Con el Edificio Steele

**Por el Sur:** Con Libreira UQ

**Por el Este:** Con la calle Staff House Rd

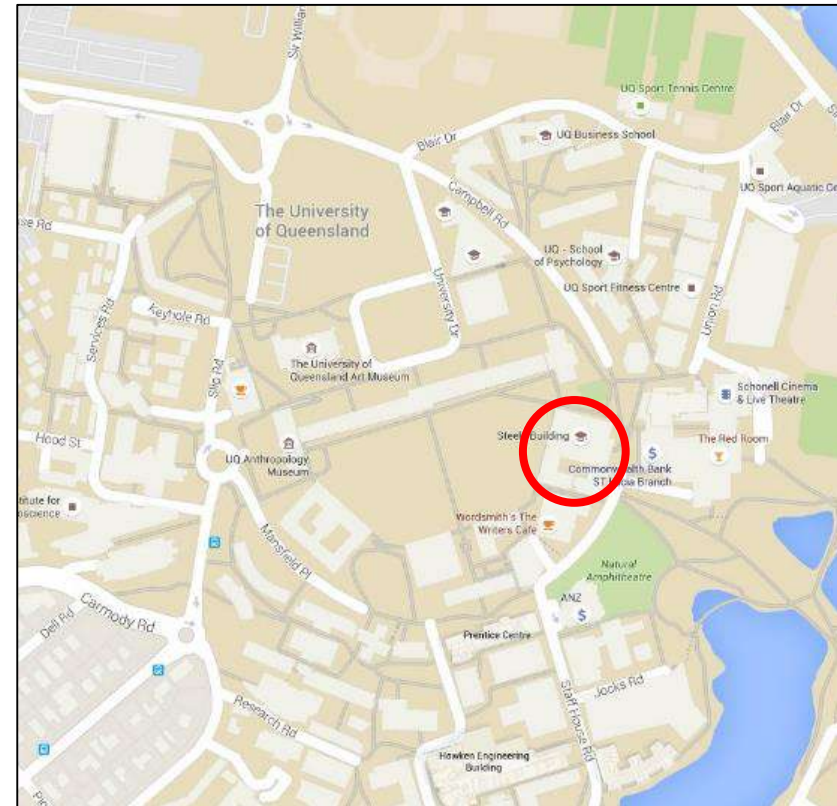
**Por el Oeste:** Con el Edificio Steele

**Localización y Ubicación:** Situado en Brisbane QLD, Australia, dentro del campus de la Universidad de Queensland.

**Accesibilidad:** Por medio de la Calle Staff House Rd., que es una de las calles pertenecientes a la Universidad.

**Vialidad:** Para acceder a la universidad, se llega por medio de la calle Staff House Rd. Por el Sur o por la calle Campbell Rd. Por el norte, las cuales están dentro de la propiedad perteneciente al campus de la Universidad.

**Perfil Urbano:** El perfil urbano de la zona, está compuesto por las distintas facultades de la Universidad, con un entorno urbano recubierto de amplias áreas verdes y calles peatonales.



**Figura 56.** Ubicación del Instituto del Cambio Global de la Universidad de Queensland. Fuente: Google Earth-Elaboración propia

## Características Ambientales

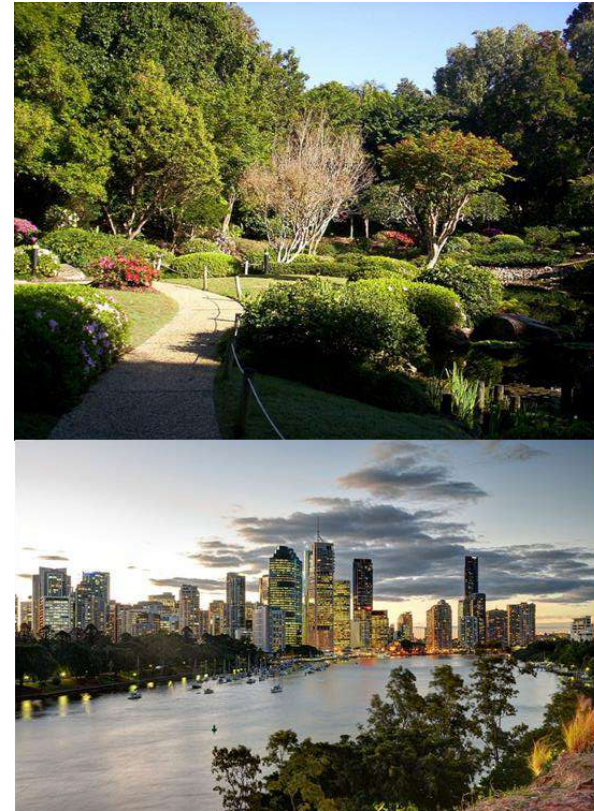
**Clima:** Australia presenta un clima templado la mayor parte del año, pero esto puede variar debido al tamaño del continente.

Los estados del norte generalmente tienen un clima cálido casi todo el tiempo, mientras que los estados meridionales tienen inviernos más fríos.

Australia es también uno de los continentes más secos de la tierra, con un promedio anual de precipitaciones de menos de 600 mm.

**Vegetación:** La vegetación en la ciudad Brisbane está cubierta en un 61% por bosques. Con una vegetación variada y única a diferencia de los demás continentes, que comprende unas veinte mil plantas vasculares, catorce mil plantas no vasculares, doscientas cincuenta mil especies de hongos por lo que se considera un país megadiverso.

**Suelos:** La altura promedio es de 330m, y sólo el 13% del país se encuentra a una altura superior a los 500m.



*Figura 57.* Contexto y Vegetación de la zona. Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Brisbane>

## Análisis Conceptual

**Idea Rectora:** El edificio es una herramienta de investigación para la construcción de sistemas subtropicales sostenibles y la comprensión de los problemas relacionados con el confort de los ocupantes, el edificio ha sido diseñado y construido y será operado para tener cero impactos netos de energía, agua y carbono. Es libre de contaminación. El resultado final encarna los valores de la equidad, la inspiración, la educación y la belleza como elementos clave de una respuesta sostenible al sitio, el lugar, el clima y los tiempos cambiantes.

**Partido Arquitectónico:** Diseñado por un equipo de arquitectos de HASSELL Brisbane, el Instituto de Cambio Global de construcción se completó en 2013, después de dos años de construcción por McNab Construcciones. El edificio de GCI se encuentra en un espacio abierto entre las dos alas del edificio herencia Steele. El GCI se ha integrado cuidadosamente en el Edificio Steele y comparte algunas instalaciones con su vecino colindante.

El edificio de GCI está diseñado para responder a su entorno y proporcionar una cama de la investigación de pruebas de tecnologías innovadoras: la fachada automatizada y la amplia utilización de fuentes de energía solar son ejemplos. El proyecto aspira a obtener la certificación bajo el Living Building Challenge, un programa de certificación de edificios verdes que define la medida más avanzada de la sostenibilidad en el entorno construido en la actualidad.



**Figura 58.** Fachada del Instituto. Recuperado de: <https://www.archdaily.com/461298/university-of-queensland-global-change-institute-hassell>

## Análisis Tipológico

### Función

El Instituto del cambio Global de la Universidad de Queensland está distribuida de la siguiente manera en sus cinco niveles:

En la planta baja, se ubican únicamente las áreas que generan la energía sustentable y recolectada de los paneles fotovoltaicos ubicados en el techo del edificio, áreas de control y áreas de los aparatos mecánicos.

En el primer nivel se ubican la recepción, circulaciones verticales, una sala de exposición y los servicios higiénicos.

En el segundo nivel se ubican las aulas teóricas, un área central de descanso para los alumnos, los servicios higiénicos, y la circulación vertical

- Área publica
- Área de servicio y/o administrativa
- Circulación Vertical
- Servicios Higiénicos



**Figura 59.** Primer y Segundo Nivel. Recuperado de:  
<https://www.archdaily.com/461298/university-of-queensland-global-change-institute-hassell>

En el tercer nivel se encuentra exclusivamente el área administrativa, oficinas, un área de video conferencia, los servicios higiénicos y la circulación vertical.

En el cuarto nivel se encuentran una sala de reuniones y dos laboratorios.

En el techo del edificio, se encuentran todos los paneles solares, que le brindan al mismo, la energía para su operatividad y convertirlo en un edificio autosustentable.

El área donde se almacena y se procesa la energía, se encuentra en la planta baja. El edificio también se enfría con agua fría que corre a través de paneles de piso prefabricado esculturales expuestos.

Las aguas de lluvia que se recolectan alcanzan los 60,000 litros sirviendo al sistema de enfriamiento hídrico, la cocina y las duchas.

- Área Pública
- Área pública
- Área de servicio y/o administrativa
- Circulación Vertical



**Figura 60.** Tercer y Cuarto Nivel. Recuperado de: <https://www.archdaily.com/461298/university-of-queensland-global-change-institute-hassell>

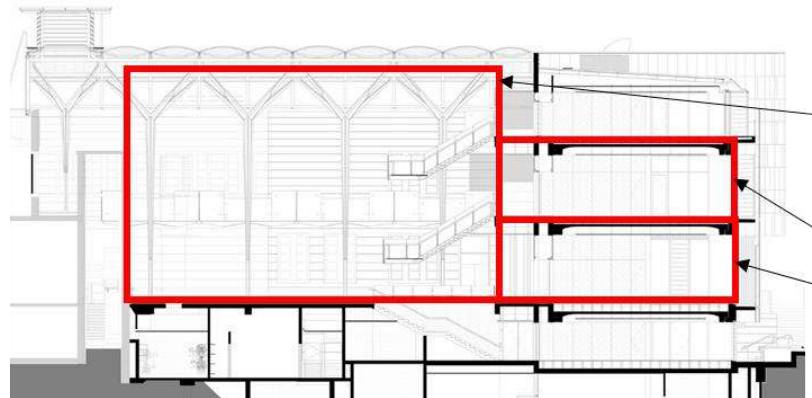
## Forma

El edificio fue diseñado para trabajar con ambiente natural y operará con espacios de trabajo cero-energía y carbono neutral.

Poseerá ventilación natural la mayor parte del año y generará y almacenará en el sitio todos sus recursos de energía solar renovable, que son libres de contaminación. Toda la energía sobrante será devuelta a la red nacional.

El edificio del GCI también representa el primer uso en Australia del hormigón estructural geopolímeros, un producto de bajo carbono producido con las emisiones de gases de efecto invernadero significativamente más bajos que el hormigón convencional.

El edificio se aleja de un marco de consumo de los recursos del mundo a uno que contribuye a la restauración y regeneración del medio ambiente.



**Figura 61.** Corte Longitudinal. Recuperado de:  
<https://www.archdaily.com/461298/university-of-queensland-global-change-institute-hassell>



**Figura 62.** La espacialidad y forma dentro del volumen tienen formas rectangular, con espacios interiores a manera de doble altura. Recuperado de:  
<https://www.archdaily.com/461298/university-of-queensland-global-change-institute-hassell>

Espacio común a doble altura, área de concentración para reposo o estudios.

Volumen en forma de paralelepípedo, las aulas y/o laboratorios

## Análisis del Sistema Fotovoltaico Empleado

### Tipo de sistema de energía empleado

En el Instituto del cambio Global de la Universidad de Queensland se emplearon los paneles solares fotovoltaicos hechos de celdas de Silicio Monocristalino, al igual que en el proyecto analizado en el primer caso, la razón por la cual el sistema es el mismo es porque los paneles de Monocristalino son los más efectivos de usar por su eficiencia y captación de energía.

Sobre el techo se encuentran ubicados los paneles fotovoltaicos que son los que se encargan de recibir el calor de los rayos solares, y son llevados por medio de un sistema sofisticado a la planta baja, donde se encuentran toda maquinaria encargada de procesar la energía y calefacción de todo volumen.



**Figura 63.** Techo con Paneles Fotovoltaicos. Recuperado de:  
<http://www.mcnab.net.au/latest-news/2016/10/31/video-uq-global-change-institute-building>

### Características del sistema de energía empleado.

Los colectores son una variante de los sistemas solares fotovoltaicos, tiene en su interior un cuerpo negro (en nuestro caso el PVC negro) que absorbe los rayos del sol calentando lo que se encuentra en contacto con el mismo; en nuestro caso, el agua contenida por el colector. Constructivamente consta de un marco perimetral, el policarbonato alveolar que deja entrar los rayos solares, pero no salir del colector, produciendo un efecto invernadero, aumentando la temperatura dentro del colector, y así la del agua. El colector solar es el elemento encargado de absorber la energía contenida en la radiación solar y calentar al fluido. El tipo de colector empleado es el denominado colector solar plano. Los colectores solares planos destinados al calentamiento de agua pueden estar fabricados en distintos materiales (acero, cobre, aluminio, plásticos, etc.) pero están basados siempre en el mismo principio, denominado "efecto invernadero", consistente en captar en su interior la energía solar, y no dejar que se pierda lográndose así aumentar la temperatura del agua en su interior.

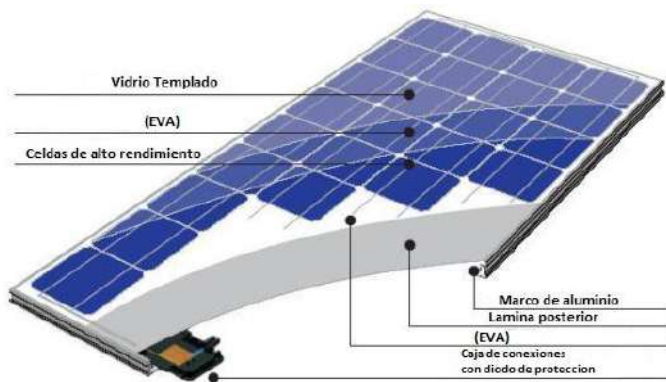


Figura 64. Estructura del Panel Solar. Recuperado de: <http://codensolar.com/producto/lia-10w/>

### COLECTOR SOLAR PLANO THERMOSOLAR TS 300

Colector solar de alto rendimiento con carcasa y marco de aluminio anticorrosivo con aleación de magnesio.

- Vidrio de seguridad ESG de 4 mm con tratamiento antirreflejos.
- Sistema Tichelmann de conductos y canalizaciones internas, que permite la conexión de hasta diez colectores por grupo.

### CARACTERÍSTICAS COLECTOR

Superficie total 2,03 m<sup>2</sup>

Superficie útil 1,78 m<sup>2</sup>

Dimensiones 2.009 x 1.009 mm

Espesor 75 mm

Peso en vacío 36,1 kg

Litros de fluido por colector 1,3 litros

Aislamiento térmico 40 mm de lana mineral

### Características:

El panel solar es el elemento encargado de captar la energía del sol y de transformarla en energía eléctrica que se pueda ser usada. Asociado los paneles existen otros componentes que se utilizan en las instalaciones como elementos de seguridad o que amplían las posibilidades del uso de la instalación. Los componentes esenciales de una instalación fotovoltaica son:

**Regulador**– Es el elemento que regula la inyección de corriente desde los paneles a la batería. El regulador interrumpe el paso de energía cuando la batería se halla totalmente cargada evitando así los negativos efectos derivados de una sobrecarga. En todo momento el regulador controla el estado de carga de la batería para permitir el paso de energía eléctrica proveniente de los paneles cuando esta empieza a bajar.

**Batería**– Almacena la energía de los paneles para los momentos en que no hay sol, o para los momentos en que las características de la energía proporcionada por los paneles no son suficiente o adecuada para satisfacer la demanda (falta de potencia al atardecer, amanecer, días nublados). La naturaleza de la radiación solar es variable a lo largo del día y del año, la batería es el elemento que solventa este problema ofreciendo una disponibilidad de energía de manera uniforme durante todo el año

**Inversores**– El elemento que transforma las características de la corriente de continua a alterna. La mayoría de los aparatos eléctricos funcionan con corriente alterna y tanto los paneles como las baterías suministran energía eléctrica en forma de corriente continua. Es por ello que se hace necesario este elemento que modifique la naturaleza de la corriente y la haga apta para su consumo por muchos aparatos.



*Figura 65.* Características del Panel Solar.

Recuperado de: [http://perso.orange.es/marisolroj/x\\_fotov\\_230V.htm](http://perso.orange.es/marisolroj/x_fotov_230V.htm)

### Modo de Aplicación del sistema empleado.

Su aplicación está dispuesta a manera de la ubicación del sol, en su techo de forma triangular se ubican todos los paneles fotovoltaicos, con una inclinación de 30 grados, por su orientación, se aprovecha al máximo la recepción de los rayos solares

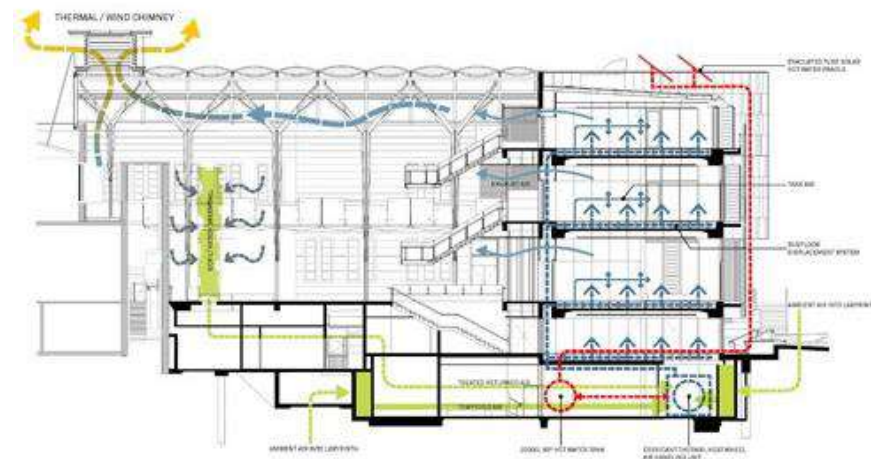


**Figura 66.** Modo de aplicación de los paneles fotovoltaicos en el tejado de la escuela de ciencias. Recuperado de: <https://www.uq.edu.au/solarenergy/pv-array/st-lucia-gci-building>

## Beneficios del Sistema Solar Fotovoltaico En lo Espacial

El GCI o Instituto del cambio Global es un laboratorio de trabajo, que se establece como una herramienta de investigación para la construcción de sistemas subtropicales sostenibles, y los niveles de confort de los ocupantes, monitoreo interactivo en tiempo real de construcción es compatible con esta función. Con sus espacios de aprendizaje colaborativo de diseño abierto, el edificio crea un centro para la educación pública sobre los retos del cambio global.

El atrio es una característica fundamental de la GCI. Se da mucha luz natural profundamente en los espacios de actividad que reduzcan la necesidad de iluminación eléctrica y también proporciona luz a las ventanas en el edificio Steele que han sido retenidas, El techo ajustable controla la ganancia solar. La chimenea de calor en la parte superior de la aurícula permite que el aire caliente salga del edificio. El atrio crea un punto focal y centro social y proporciona espacio para el espacio de la pared de circulación verde, incluyendo un lugar para las escaleras.



**Figura 67.** Beneficios del Sistema Solar Fotovoltaico.  
Recuperado de: <http://obblog2.blogspot.com/2015/03/dkd-project-3-researching-and.html>



**Figura 68.** El edificio cuenta con un sistema de filtro solar operable, que rastrea al sol y protege los vidrios, lo que promueve la ventilación natural. El aire corre a través de los espacios ocupados hacia el atrio central, que funciona como el pulmón del edificio, descargando el aire caliente a través de su chimenea térmica. Recuperado de: <https://www.archdaily.com/461298/university-of-queensland-global-change-institute-hassell>



**Figura 69.** Parasoles que pueden girar de abierto a cerrado totalmente para reducir la ganancia de calor solar en los días luminosos de verano, se han instalado en las dos fachadas principales. Los tonos son de metal perforado que permite la ventilación cruzada para continuar cuando están cerrados. Recuperado de: <https://www.archdaily.com/461298/university-of-queensland-global-change-institute-hassell>

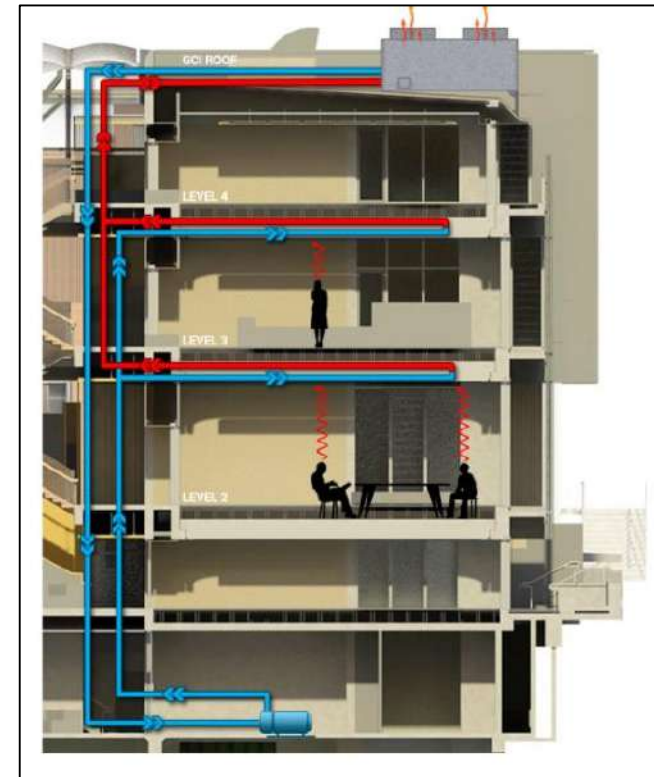
## Confort Ambiental

Los ocupantes del edificio GCI se sentirán cómodos, por un proceso llamado refrigeración radiante. Agua enfriada se bombea a través de tubos colectores previstos en las losas de piso de concreto por encima de los niveles 2 y 3. El hormigón fresco actúa como disipador de calor y extrae el calor de los cuerpos de los ocupantes de abajo.

Una unidad de aire acondicionado, con energía procedente de los paneles fotovoltaicos en el tejado, produce el agua fría que se bombea a través de los colectores del forjado.



**Figura 70.** Los espacios comunes o de reposo, cuentan con la misma iluminación natural al igual que lo salones y laboratorios, dandi un confort ambiental más natural dentro del atrio principal. Recuperado de: <https://www.archdaily.com/461298/university-of-queensland-global-change-institute-hassell>



**Figura 71.** Tubos Colectores. Recuperado de: <https://www.archdaily.com/461298/university-of-queensland-global-change-institute-hassell>

**Tabla 19.** Caso Análogo 02 – Global Changue Institute Building. (2018) Fuente: Elaboración propia

**TABLA 20: Caso Análogo 03 - Gateway Center**



*Figura 72.* Gateway Center - SUNY-ESF Colegio de Ciencia y Forestal Ambiental.

Recuperado de: <http://architerra-inc.com/web/esf.html>

### **DATOS GENERALES**

**Proyecto:** Gateway Center-SUNY-ESF Colegio de Ciencia y Forestal Ambiental

**Proyectistas:** ArchiTerra

**Ubicación:** 1 Forestal Drive, Syracuse. Nueva York 13210 - Estados Unidos

**Construido en:** 2013

**Área del Terreno:** 5000 m<sup>2</sup>

## Análisis Contextual

### Características Físicas

#### LINDEROS:

**Por el Norte:** Con la Calle Forestry Dr

**Por el Sur:** Con SUNY College of Environmental Science and Forestry

**Por el Este:** Con la calle Campus Drive

**Por el Oeste:** Con estacionamiento público

**Localización y Ubicación:** Localización y Ubicación: Situado en New York, Estados Unidos, dentro del territorio de la Universidad Pública SUNY-ESF.

**Accesibilidad:** Por medio de la Calle Forestry Dr, la cual conecta a una avenida principal de la zona, que es la Avenida Interstatal 81, tiene un entorno con bastante flujo peatonal, debido a que frente a la escuela se encuentra un estadio, y está rodeado de los edificios de las distintas escuelas de la Universidad.

**Vialidad:** Para acceder a la universidad, se llega por medio de la Interstatal 81, y por la calle de alto tránsito Forestry Dr, que intercepta con la interstatal, para luego doblar paralelamente con esta, y poder acceder a la universidad, solo hay una vía de acceso.

**Perfil Urbano:** el perfil urbano de la zona, está compuesto por edificios públicos, tales como el estadio Carrier Dome, y a sus alrededores, las distintas escuelas de la universidad, cabe resaltar que, a pesar de estar las distintas escuelas por separado, no hay un acceso común, cada escuela abarca un área de una manzana completa, haciendo del perfil urbano como un conjunto de edificios distintos, pero en realidad son parte de la universidad.



**Figura 73.** Ubicación del Gateway Center – SUNY – ESF.

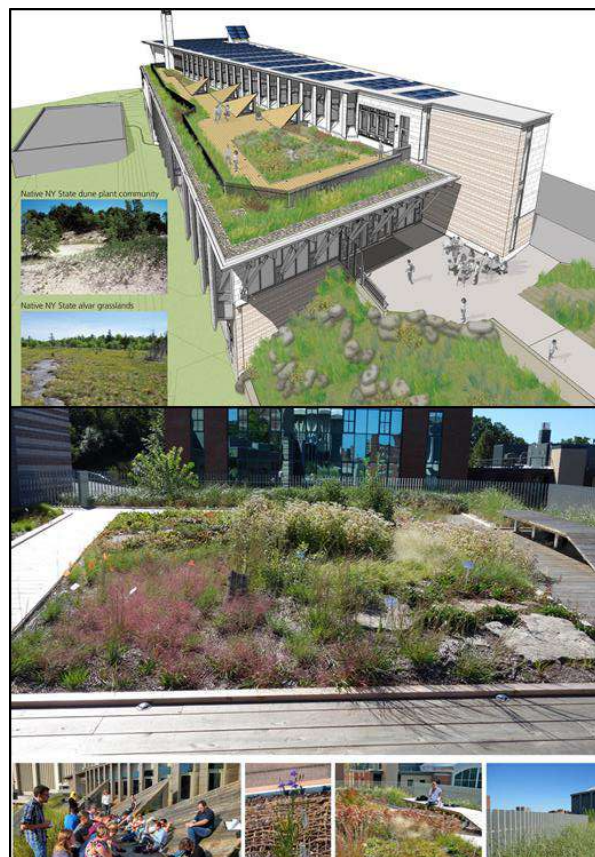
Fuente: GoogleEarth – Elaboración propia

## Características Ambientales

**Clima:** Nueva York tiene un clima húmedo continental, resultado de los constantes vientos que traen aire frío desde el interior del continente americano, tiene inviernos fríos, pero la ubicación costera de la ciudad mantiene las temperaturas un poco más cálidas que en las regiones interiores, ayudando a moderar la cantidad de nieve, cuya media es de 63,5 a 88,9 cm al año.

**Vegetación:** La vegetación en la ciudad de Nueva York está cubierta en un 61% por bosques. Entre las principales especies arbóreas se encuentran el abedul, el arce de azúcar, el arce rojo, el pino blanco, el roble, la píceca, el abeto y el fresno.

**Suelos:** El diseño aborda una serie de usos del suelo y los problemas que afectan a la ecología, el sitio de la escuela y las comunidades locales y regionales, incluida la gestión de las aguas pluviales, la calidad del aire y los ecosistemas nativos. El sitio fue ocupado previamente por un estacionamiento impermeable.



*Figura 74.* Contexto y Vegetación de la zona. Recuperado de: <http://www.aiatopten.org/node/336>

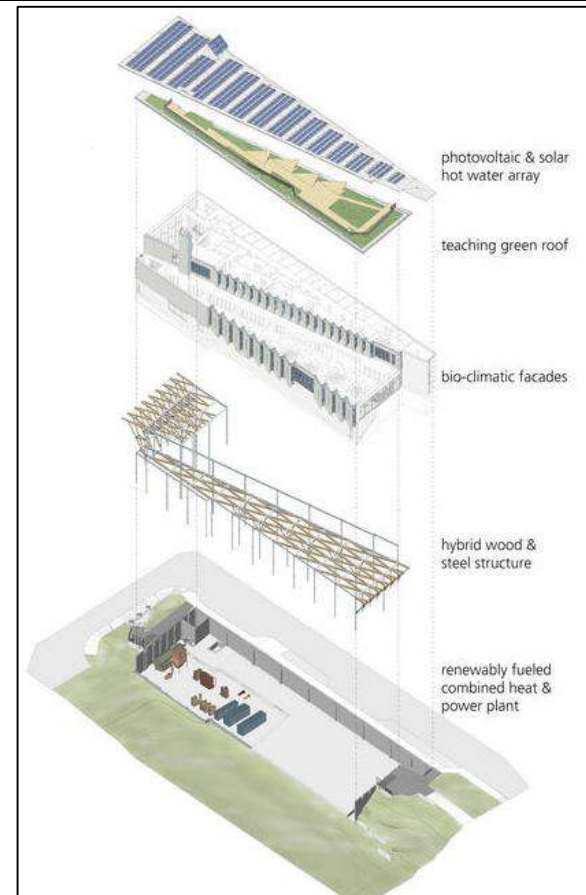
## Análisis Conceptual

**Idea Rectora:** Este diseño fue una respuesta al mandato del cliente para crear una construcción ecológica extraordinaria, conduciendo hacia la neutralidad climática del campus y el modelado de la sostenibilidad ejemplar para fomentar la enseñanza y la investigación. El diseño fue resultado de una estrecha colaboración entre el equipo de diseño y SUNY-ESF, administradores, profesores y estudiantes. Energía de más rendimiento y la certificación LEED Platinum fueron requeridos por SUNY-FSE y el Fondo de Construcción de la Universidad Estatal.

**Partido Arquitectónico:** El edificio ocupa un sitio estrecho que desciende casi 9 metros de este a oeste. El sitio está limitado por las carreteras de los alrededores, edificios académicos, y un estadio deportivo en forma de cúpula.

Limitados por la parcela estrecha, la huella del edificio se vio obligado a ocupar casi toda el área del sitio utilizable. Estrías de metal revestido, tratan de minimizar al oeste, frente a favor de las ventanas que dan al sur, maximizando vistas diurnas de la escuela y reducir al mínimo la ganancia de calor no deseado y el deslumbramiento. Las 12 estrías inferiores o "paredes Flipper" (paredes inclinadas fijas que sin embargo parecen ser móvil) están diseñados para dar cabida a los bancos incorporados, estaciones de trabajo de oficina, están diseñados para fomentar la ocupación junto a la vista de las ventanas.

Masificación de dos niveles crea un acceso solar ideal para dos techos a diferentes alturas. El techo verde está estratégicamente ubicado sobre la explanada donde ofrece vistas verdes para los cargos de nivel superior. El techo superior soporta los paneles fotovoltaicos y solares térmicos.



**Figura 75.** Diseño y distribución de cada nivel. Recuperado de: <http://www.aiatopten.org/node/336>

## Análisis Conceptual





### Función

La escuela de Ciencias Ambientales y Forestales, está distribuida de la siguiente manera en sus tres niveles:

En la planta baja, se ubican únicamente las áreas que generan la energía sustentable y recolectada de los paneles fotovoltaicos ubicados en el techo del edificio, áreas de control y áreas de los aparatos mecánicos.

En el primer nivel tenemos el área de uso público y salas de conferencias, cabe resaltar que, por ambos accesos, norte y sur, tienen un jardín que son regadas por las aguas de lluvia, aprovechando al máximo los recursos naturales.

El acceso público se da por casi todo el establecimiento, el único acceso de servicio y/o administrativo es en este nivel para el área de cocina y una pequeña librería que se encuentra cerca a la entrada Sur.

-  Área publica
-  Área de servicio y/o administrativa
-  Circulación Vertical
-  Área de maquinas



**Figura 76.** Planta Baja y Primer Nivel. Recuperado de: <http://www.ariatonten.org/node/336>

En el segundo nivel se ubican las áreas de trabajo y administrativas, con una sala de conferencia y una sala de entrenamiento, oficinas abiertas, con separaciones de muebles bajos de madera, el espacio de los ambientes tienen una iluminación directa dados por ambos lados de este y oeste, por la fachada norte, donde hay una doble altura, hace del espacio un área más iluminada, por ser la fachada más amplia, mientras que por la fachada sur solo se encuentra la escalera de circulación; en el exterior se encuentra el Techo verde intensivo, compatible con la Enseñanza y la Investigación Restauración del paisaje, el techo verde o jardín es donde se realizan los estudios a las distintas especies de plantas que se cultivan en ella, también se encuentran 4 cubiertas de forma triangular, las cuales iluminan el primer nivel de manera natural.

En la planta de techos de forma triangular, es donde se encuentran los paneles fotovoltaicos, que generan la energía para todo el edificio, ubicadas de manera diagonal orientadas hacia el sur, aprovechando al máximo la absorción de rayos solares.

- Área pública
- Área de servicio y/o administrativa
- Circulación Vertical

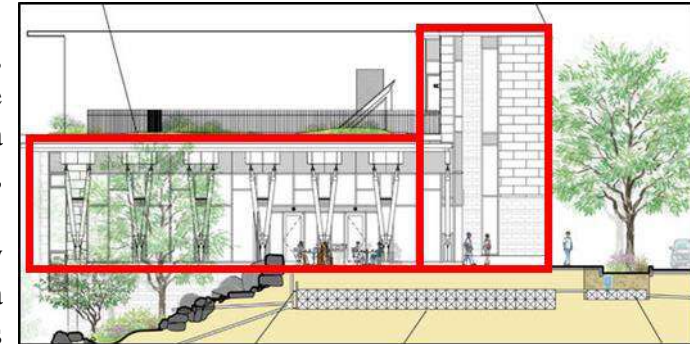


**Figura 77.** Segundo Nivel y Planta deTechos. Recuperado de: <http://www.aiatopten.org/node/336>

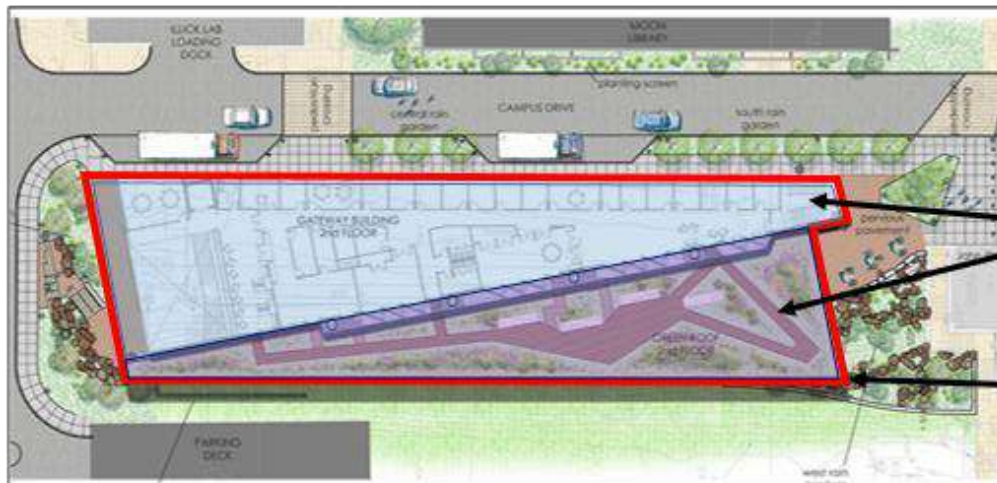
## Forma

La forma de la escuela es de un paralelepípedo con las esquinas en diagonal, dividido en tres secciones, el área pública, el área administrativa y el área de máquinas, en formas triangulares, a excepción del área de máquinas, que ocupa toda la planta baja, encargada del funcionamiento y sostenibilidad del edificio, con sus dos pisos, y uno a nivel de semisótano (área de máquinas).

En el corte podemos apreciar que la volumetría es completamente compacta, y como se encuentra ubicado en un terreno con una pendiente pronunciada, da la sensación como si el volumen estuviera suspendido en el aire, y en sus alrededores cubiertas de áreas verdes.



**Figura 79.** Espacialidad y la forma dentro del volumen tienen forma rectangular con espacios a doble altura. Recuperado de: <http://www.aiatopten.org/node/336>



**Figura 78.** Morfología de la Escuela. Recuperado de: <http://www.aiatopten.org/node/336>

Espacios en forma triangular, separando las zonas públicas y administrativas.

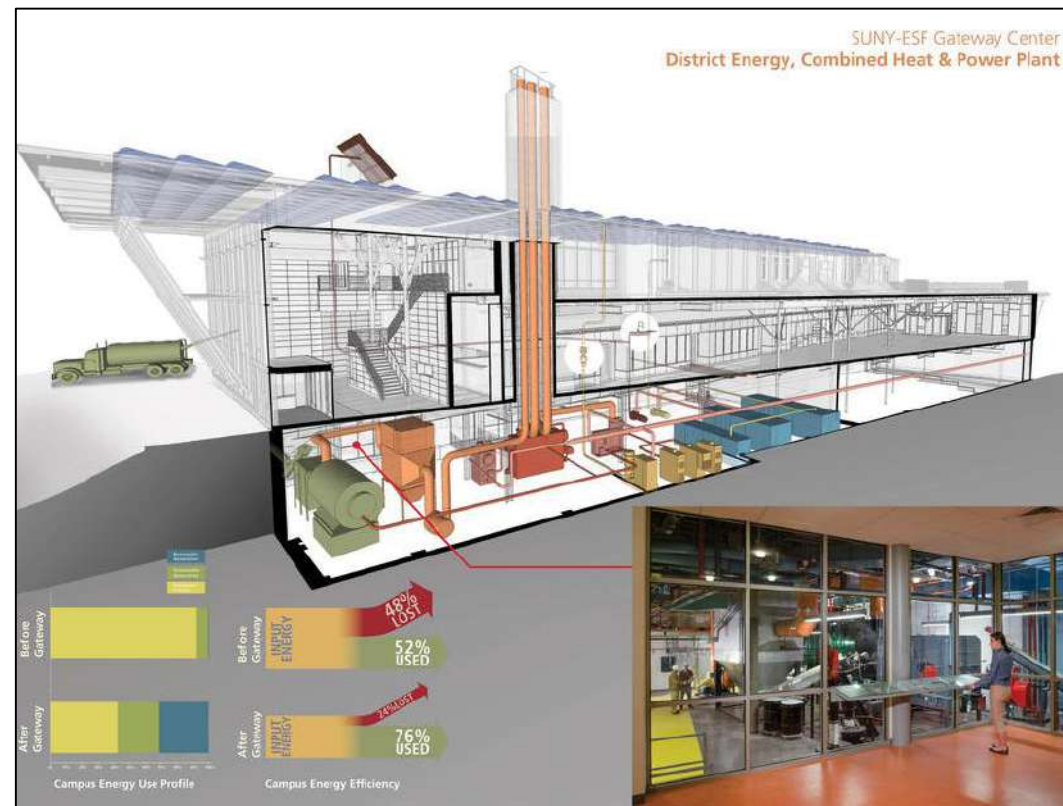
Volumen en forma de paralelepípedo

## Análisis del Sistema Fotovoltaico Empleado

### Tipo de sistema de energía empleado.

En la escuela de Ciencias Ambientales y Forestales se emplearon los paneles solares fotovoltaicos hechos de celdas de Silicio Monocristalino, al igual que en el invernadero analizado en el primer caso, la razón por la cual el sistema es el mismo es porque los paneles de Monocristalino son los más efectivos de usar por su eficiencia y captación de energía.

Sobre el techo en forma triangular se encuentran ubicados los paneles fotovoltaicos que son los que se encargan de recibir el calor de los rayos solares, y son llevados por medio de un sistema sofisticado a la planta baja, donde se encuentran toda maquinaria encargada de procesar la energía y calefacción de todo volumen.

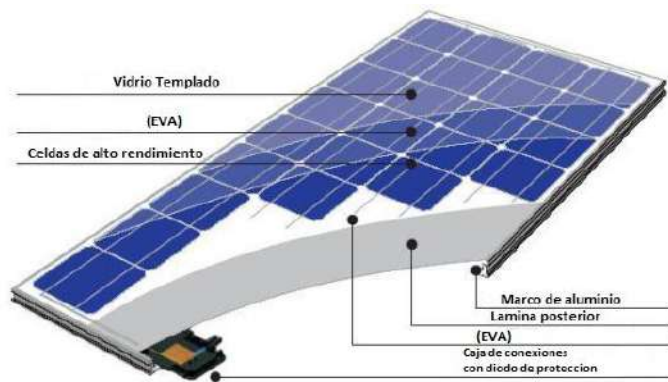


**Figura 80.** Planta de energía. Recuperado de:  
<http://www.aiatopten.org/node/336>

### Características del sistema de energía empleado.

Los colectores son una variante de los sistemas solares fotovoltaicos, tiene en su interior un cuerpo negro (en nuestro caso el PVC negro) que absorbe los rayos del sol calentando lo que se encuentra en contacto con el mismo; en nuestro caso, el agua contenida por el colector. Constructivamente consta de un marco perimetral, el policarbonato alveolar que deja entrar los rayos solares, pero no salir del colector, produciendo un efecto invernadero, aumentando la temperatura dentro del colector, y así la del agua.

El colector solar es el elemento encargado de absorber la energía contenida en la radiación solar y calentar al fluido. El tipo de colector empleado es el denominado colector solar plano. Los colectores solares planos destinados al calentamiento de agua pueden estar fabricados en distintos materiales (acero, cobre, aluminio, plásticos, etc.) pero están basados siempre en el mismo principio, denominado "efecto invernadero", consistente en captar en su interior la energía solar, y no dejar que se pierda lográndose así aumentar la temperatura del agua en su interior.



**Figura 81.** Estructura del Panel Solar. Recuperado de:  
<http://codensolar.com/producto/lia-10w/>

#### COLECTOR SOLAR PLANO THERMOSOLAR TS 300

Colector solar de alto rendimiento con carcasa y marco de aluminio Anticorrosivo con aleación de magnesio.

- Vidrio de seguridad ESG de 4 mm con tratamiento antirreflejos.
- Sistema Tichelmann de conductos y canalizaciones internas, que permite la conexión de hasta diez colectores por grupo.

#### CARACTERÍSTICAS COLECTOR

Superficie total 2,03 m<sup>2</sup>

Superficie útil 1,78 m<sup>2</sup>

Dimensiones 2.009 x1.009 mm

Espesor 75 mm

Peso en vacío 36,1 kg

Litros de fluido por colector 1,3 litros

Aislamiento térmico 40 mm de lana mineral

### Características:

El panel solar es el elemento encargado de captar la energía del sol y de transformarla en energía eléctrica que se pueda ser usada. Asociado los paneles existen otros componentes que se utilizan en las instalaciones como elementos de seguridad o que amplían las posibilidades del uso de la instalación. Los componentes esenciales de una instalación fotovoltaica son:

**Regulador**– Es el elemento que regula la inyección de corriente desde los paneles a la batería. El regulador interrumpe el paso de energía cuando la batería se halla totalmente cargada evitando así los negativos efectos derivados de una sobrecarga. En todo momento el regulador controla el estado de carga de la batería para permitir el paso de energía eléctrica proveniente de los paneles cuando esta empieza a bajar.

**Batería**– Almacena la energía de los paneles para los momentos en que no hay sol, o para los momentos en que las características de la energía proporcionada por los paneles no son suficiente o adecuada para satisfacer la demanda (falta de potencia al atardecer, amanecer, días nublados). La naturaleza de la radiación solar es variable a lo largo del día y del año, la batería es el elemento que solventa este problema ofreciendo una disponibilidad de energía de manera uniforme durante todo el año

**Inversores**– El elemento que transforma las características de la corriente de continua a alterna. La mayoría de los aparatos eléctricos funcionan con corriente alterna y tanto los paneles como las baterías suministran energía eléctrica en forma de corriente continua. Es por ello que se hace necesario este elemento que modifique la naturaleza de la corriente y la haga apta para su consumo por muchos aparatos.

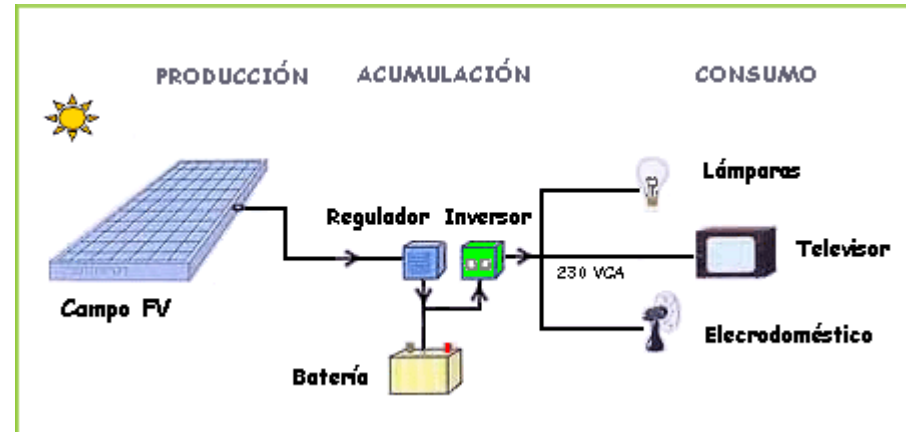
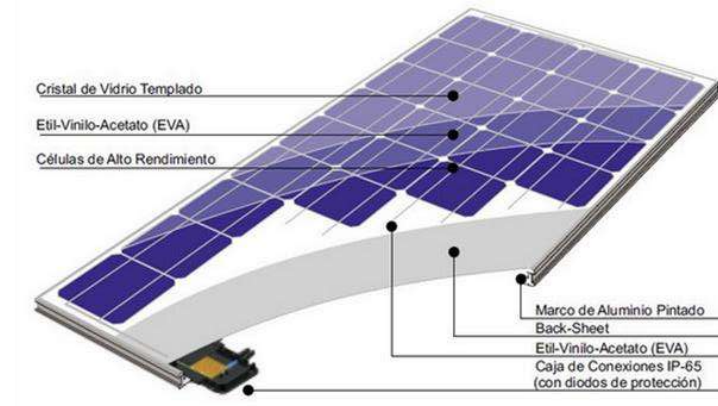


Figura 82. Características del Panel Solar.

Recuperado de: [http://perso.orange.es/marisolroj/x\\_fotov\\_230V.htm](http://perso.orange.es/marisolroj/x_fotov_230V.htm)

### Modo de Aplicación del sistema empleado.

Su aplicación está dispuesta a manera de la ubicación del sol, en su techo de forma triangular se ubican todos los paneles fotovoltaicos, con una inclinación de 30 grados, por su orientación, se aprovecha al máximo la recepción de los rayos solares



**Figura 83.** Modo de aplicación de los paneles fotovoltaicos en el tejado de la escuela de ciencias. Recuperado de: <http://www.aiatopten.org/node/336>

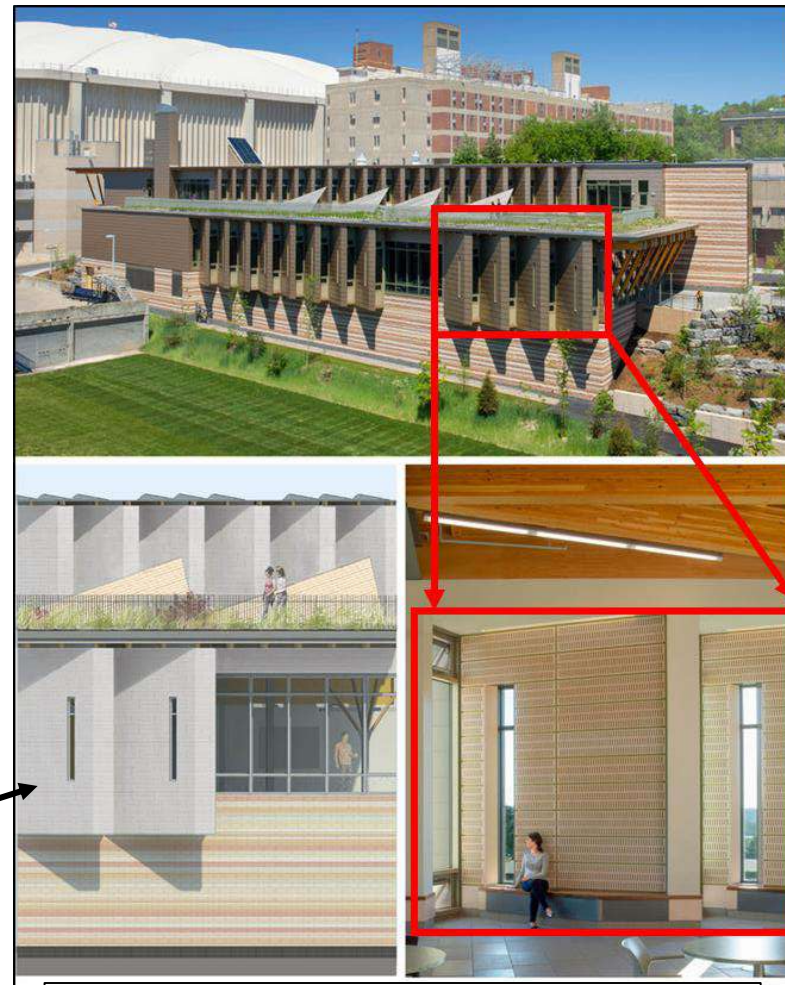
## Beneficios del Sistema Fotovoltaico

### En lo Espacial

El diseño es un ejemplo de la ventilación natural, la calidad del aire interior, la luz natural y vistas. Ventanas de triple acristalamiento operables tipifican exposiciones del este y suroeste. Todas las ventanas son operadas con controles motorizados atadas al sistema de gestión de edificios.

El edificio está completamente equipado con sistemas de ventilación y aire acondicionados necesarias para la conservación de obras de arte y del medio ambiente a la vez. La inclinación de los muros permite el paso de los rayos solares, haciendo de los ambientes, muy cálidos y claros, sin la necesidad de usar energía artificial.

Tres áreas de fachada de doble piel grandes, ubicadas estratégicamente en los espacios transitorios, permiten vistas occidentales



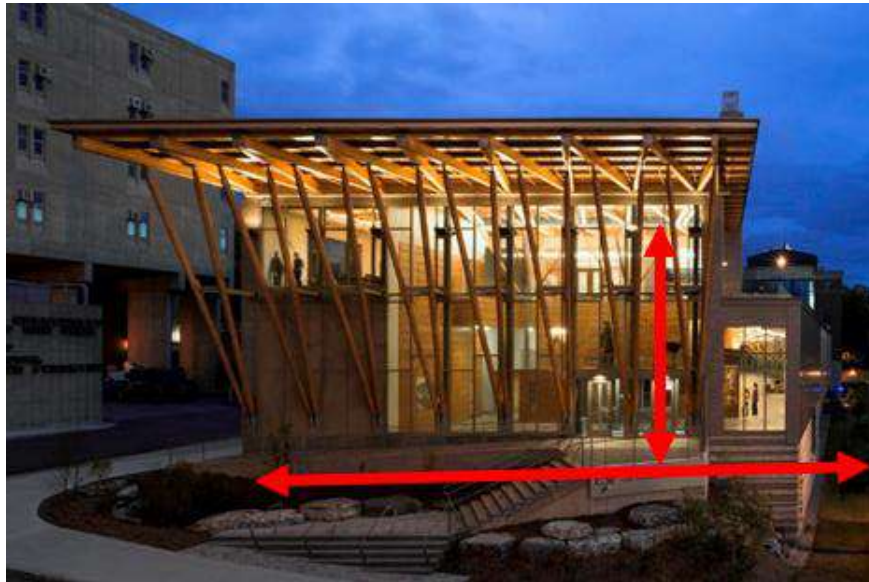
**Figura 84.** Muros como Parasoles. Recuperado de:  
<http://www.aiatopten.org/node/336>



**Figura 85.** El recubrimiento en madera laminada dentro de todos los espacios, y el uso de estructuras metálicas y de madera, le dan un aspecto más ecológico. Recuperado de: <http://www.aiatopten.org/node/336>



**Figura 86.** Cuando el sol golpea los sensores de luz natural, los operadores automáticos abren las filas superior e inferior del toldo-ventanas para ventilar estas cavidades, cuando todos están cerrados, estas 12 cavidades de doble piel sirven como aislamiento adicional del edificio. Recuperado de: <http://www.aiatopten.org/node/336>



**Figura 87.** La altura establecida dentro del acceso principal, en promedio es de 9 a 10 metros, con un ancho de 40 a 50 metros. Recuperado de: <http://www.aiatopen.org/node/336>



**Figura 88.** En los ambientes como la cafetería y la librería, la altura también es de 5 a 6 metros. Para una mejor iluminación y un mejor confort espacial de los usuarios en cada uno de los ambientes. Recuperado de: <http://www.aiatopen.org/node/336>

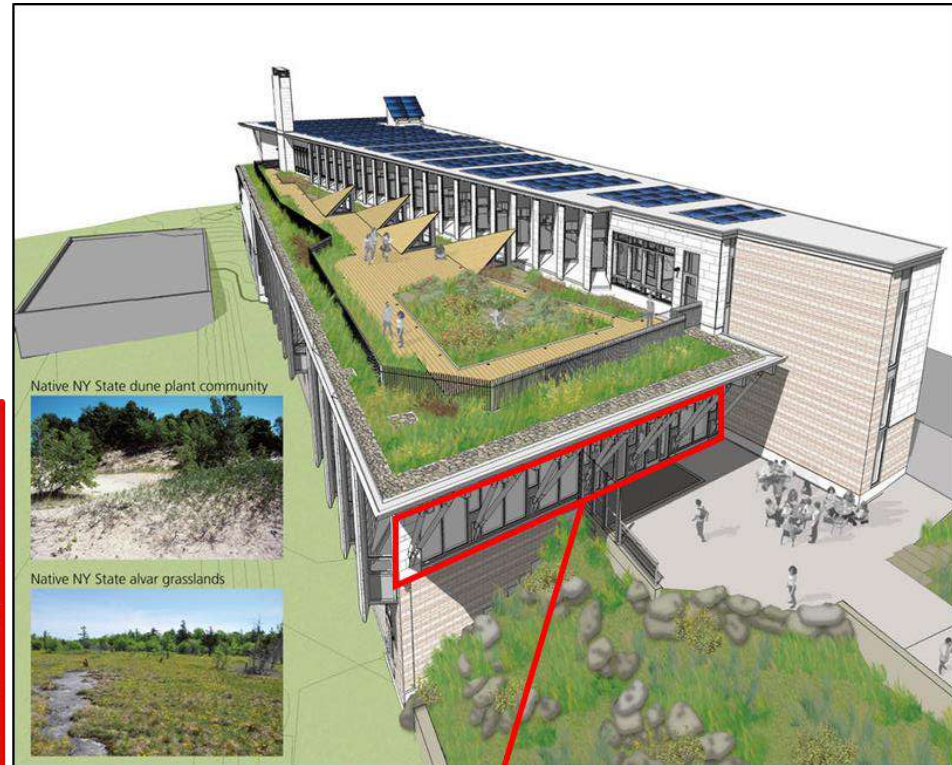


## Confort Ambiental

Como la escuela de ciencias se encuentra en medio de un vasto campo verde, y como se trataba de hacer un edificio completamente ecológico, se hizo un tratamiento de dos jardines en ambos accesos, y una terraza jardín, donde se realiza el estudio de las diversas especies que cultivan, como los ambientes son de una altura de 6 metros, y tienen una visibilidad hacia las áreas verdes del contexto, esto de la sensación al usuario de encontrarse en un ambiente natural y por ende estar en un ambiente más tranquilo y apto para la realización de las tareas estudiantiles y de investigación.



**Figura 89.** Fachada Oeste de la Escuela. Recuperado de: <http://www.aiatopten.org/node/336>



**Figura 90.** Techo Verde, jardines de lluvia, adaptaciones solares. Recuperado de: <http://www.aiatopten.org/node/336>

**Tabla 20.** Caso Análogo 03 – Gateway Center. (2018) Fuente: Elaboración propia

**Objetivo Especifico N° 3:** Estudiar y analizar la **FORMA** de casos tipológicos referenciales para obtener su mayor beneficio.

<b>TABLA N° 21: ANALISIS FORMAL</b>
<b>Caso Análogo N° 1 - Edificio Sant Jaume La Salle</b>
La volumetría horizontal en cuanto a tipología educativa integra 4 factores importantes, tales como: Ubicación, Forma del terreno, Parámetros Urbanísticos y Perfil Urbano justificando la integración formal del proyecto y el funcionamiento de los Sistemas Fotovoltaicos.
<b>Caso Análogo N° 2 - Global Change Institute Building</b>
La horizontalidad del proyecto se justifica a través de un volumen compacto de forma ortogonal facilitando la instalación de los Sistemas Fotovoltaicos e integrando de manera armoniosa con sus caras planas.
<b>Caso Análogo N° 3 - Gateway Center</b>
A pesar del terreno limitados se aprovecha la diferencia de niveles de formas triangulares para 2 tipos de usos que son; techos verdes dedicados al estudio de cultivos y el otro para la instalación de los Sistemas Fotovoltaicos que auto-sustenta al edificio, aprovechando al máximo la morfología del proyecto.
<b>Conclusión General FORMAL</b>
Se concluye que; el diseño optimo formal para la Escuela de Agronomía es proponer volúmenes horizontales de tal manera que su superficie sea aprovechada para la investigación de cultivos hidropónicos integrándose al carácter agrónomo.

**Tabla 21.** Analisis Formal. (2018) Fuente: Elaboración propia

**Objetivo Especifico N° 4:** Estudiar y analizar la **FUNCIÓN** de casos tipológicos referenciales para obtener su mayor beneficio.

<b>TABLA N° 22: ANALISIS FUNCIONAL</b>
<b>Caso Análogo N° 1 - Edificio Sant Jaume La Salle</b>
La implementación de un eje lineal que cumple la función de conectar los múltiples ambientes académicos y administrativos, lo cual estos son ubicados visualmente al exterior del terreno
<b>Caso Análogo N° 2 - Global Change Institute Building</b>
La integración de los espacios académicos hacia un espacio central de interacción social, el cual sirve como núcleo para actividades educativas y de reposo, logrando equilibrio entre ambas disciplinas.
<b>Caso Análogo N° 3 - Gateway Center</b>
La idea de generar terrazas verdes con cultivos hidropónicos priorizando el aspecto visual y agrónomo, conectando de manera directa con la actividad académica con la finalidad de interactuar lo teórico con lo práctico.
<b>Conclusión General FUNCIONAL</b>
Se concluye que el uso de un eje principal o un espacio como núcleo es la solución óptima para las áreas en el diseño de la escuela de agronomía, debido a la conexión directa entre los espacios de circulación, espacios académicos y espacios de inclusión social.

*Tabla 22.* Analisis Funcional. (2018) Fuente: Elaboración propia

**Objetivo Especifico N° 5:** Estudiar y analizar la **ESPACIALIDAD** de casos tipológicos referenciales para obtener su mayor beneficio.

<b>TABLA N° 23: ANALISIS ESPACIAL</b>
<b>Caso Análogo N° 1 - Edificio Sant Jaume La Salle</b>
La aplicación de una cubierta con celdas fotovoltaicas que actúan como parasol generando su propia calefacción del edificio por su recepción de calor, logrando confort térmico y lumínico dentro de cada espacio.
<b>Caso Análogo N° 2 - Global Change Institute Building</b>
La iluminación natural del atrio central reduciendo la necesidad de energía eléctrica y sus parasoles permitiendo la ventilación cruzada y efecto chimenea logrando el confort térmico y lumínico de la infraestructura.
<b>Caso Análogo N° 3 - Gateway Center</b>
La rotación de muros que actúan como parasoles permitiendo el flujo de rayos solares, generando ambientes cálidos y claros, donde a su vez el uso de altura y media y doble altura logra un confort térmico-lumínico en la espacialidad de cada ambiente.
<b>Conclusión General ESPACIAL</b>
Se concluye que el uso de parasoles, ambientes con diferentes alturas es óptimo para un adecuado confort térmico y lumínico, reduciendo la necesidad de usar energía eléctrica y aprovechando al máximo la iluminación la iluminación natural de espacios abiertos con una separación de volúmenes entre sí.

*Tabla 23.* Analisis Espacial. (2018) Fuente: Elaboración propia

## **Objetivo Especifico N° 6:** Definir la Aplicación Arquitectónica del Sistema Fotovoltaico en la Escuela de Agronomía.

Como primera parte del objetivo 6, analizamos los tipos más comunes de **Aplicación Arquitectónica del Sistema Fotovoltaico** en edificios son los que se describen a continuación:

### **Cubiertas**

El uso de Sistemas fotovoltaicos sobre cubiertas son las más habituales en los edificios, tanto de uso industrial como en otro tipo de edificios. A la hora de decidirse por esta solución energética hay que tener en cuenta varios aspectos fundamentales:

- **Análisis del emplazamiento:** Hay que analizar con detalle la accesibilidad y la seguridad que ofrece el espacio en el que se quiere instalar un Sistema Fotovoltaico, así como la superficie disponible. Además, hay que estudiar al detalle la orientación y las sombras que puede haber sobre esta superficie, con el fin de diseñar una cubierta solar lo más eficiente posible y con la que se obtendrá un mayor rendimiento.
- **Diseño de la instalación:** Éste es el segundo paso a seguir tras tener claro el emplazamiento de la solución solar fotovoltaica. Es importante elegir una tecnología y un producto que se ajuste al lugar en el que estará ubicado el Sistema Fotovoltaico, así como las condiciones climáticas. El diseño siempre intentará conseguir el mayor rendimiento del sistema. Esta fase permite hacer un pronóstico de la producción, así como el estudio de la rentabilidad, esto es, conocer en cuánto tiempo se puede amortizar una instalación solar fotovoltaica.
- **Ejecución de la instalación:** Una vez que se ha decidido qué tipo de instalación se va a realizar, cómo se va a realizar y qué componentes son los más adecuados (tipo de módulos, inversores, etc.), llega el momento de que el proyecto se convierta en una realidad. Para tener éxito en la ejecución de una instalación hay que organizar una planificación de la misma, buscar siempre

recursos altamente cualificados y decidirse por sistemas probados y una empresa con experiencia que ofrezca confianza.

- **Mantenimiento:** Las instalaciones solares fotovoltaicas tienen una vida útil de unos 25 años. Actualmente existen sistemas muy avanzados de monitorización que permiten controlar en cada momento la producción de la planta y, por tanto, mantienen al cliente informado de cualquier contratiempo. Para que la planta funcione a unos niveles óptimos de rendimiento hay que apostar por productos que ofrezcan una garantía de calidad y por profesionales que garanticen una instalación óptima.

**Cubierta Inclinada:** Las cubiertas inclinadas son una solución constructiva muy antigua para facilitar la evacuación del agua. Esta pendiente, siempre y cuando esté orientada con un ángulo razonable hacia el sur, se puede aprovechar para proyectar una instalación fotovoltaica. Las plantas solares de este tipo se realizan normalmente sobre la cubierta, y su montaje es una de las soluciones más sencillas. Además, se puede instalar la máxima potencia pico en módulos fotovoltaicos por  $m^2$ , ya que no es necesario tener en cuenta el área de sombra de una fila de módulos.



**Figura 91.** Instalación realizada sobre la cubierta. Recuperado de: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005913.pdf>

En función de la piel de la cubierta y la sujeción a la estructura se eligen diferentes tipos de anclaje para garantizar una instalación segura. Las inclemencias del tiempo no deberán interferir en la sujeción de los módulos, que siempre debe ofrecer la máxima garantía de seguridad.



*Figura 92.* Módulos anclados al techo mediante estructura. Recuperado de:  
<http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005913.pdf>

**Cubierta Plana:** Las cubiertas planas o naves industriales con una mínima pendiente forman parte de otra aplicación muy habitual. Mediante una estructura se levantan los módulos fotovoltaicos, normalmente entre  $20^\circ$  y  $30^\circ$ , para conseguir la máxima producción energética. Aparte del aspecto energético tiene la ventaja de que los módulos se limpian con la lluvia, por lo cual el mantenimiento por limpieza es mínimo en este tipo de instalaciones. Si una nave industrial está orientada en sentido oeste - este se puede usar el mismo sistema de soporte teniendo en cuenta el espacio entre fila y fila de módulos para evitar que se den sombra entre ellos. Es conveniente dividir las dos aguas eléctricamente con dos o más inversores para que el generador fotovoltaico produzca el máximo posible, tanto por la mañana como por la tarde.



Foto 5. Instalación FV de 34,6 kWp en Granada de Conergy.

**Figura 93.** Instalación de cubierta plana sobre estructura inclinada.  
Recuperado de: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005913.pdf>

**Cubierta Curvada:** Para hablar de este tipo de cubierta se comentará un ejemplo. En un área de 2.500 m<sup>2</sup> fueron colocados 302 kW entre la cubierta plana y la cubierta curvada del Centro de Innovación e Investigación en Alemania. Para la colocación en paralelo de los laminados fotovoltaicos sin marco en la zona curva, hacía falta diseñar un sistema de soporte especial, ya que se renunciaba a raíles que, normalmente, sirven como apoyo para los módulos FV.



Centro de Innovación en Bad Oeynhausen (Alemania) de 302 kWp. Realizado por Conergy.

**Figura 94.** Instalación de cubierta curvada. Recuperado de: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005913.pdf>

**Mobiliario Urbano:** Otra aplicación que se puede incluir dentro del apartado de cubiertas es el de las cubiertas de los aparcamientos o paraderos urbanos. Éste es un espacio que no se suele aprovechar y del que se puede obtener un alto rendimiento. Ésta es una opción a tener en cuenta por centros comerciales y otras superficies. Esta aplicación a pesar de ser sobre cubierta, se puede englobar perfectamente dentro del mobiliario urbano.



*Figura 95.* Instalación sobre mobiliario urbano. Recuperado de: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005913.pdf>

### **Fachadas**

Una fachada fotovoltaica integrada al edificio consiste en la integración de paneles fotovoltaicos en la envolvente de la edificación, reemplazando con ello materiales de construcción tradicionales. En algunos casos, se emplea un flujo de aire detrás del panel fotovoltaico para mejorar su eficiencia energética.



*Figura 96.* Instalación sobre fachada. Recuperado de: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005913.pdf>

### a) Fachada Ventilada

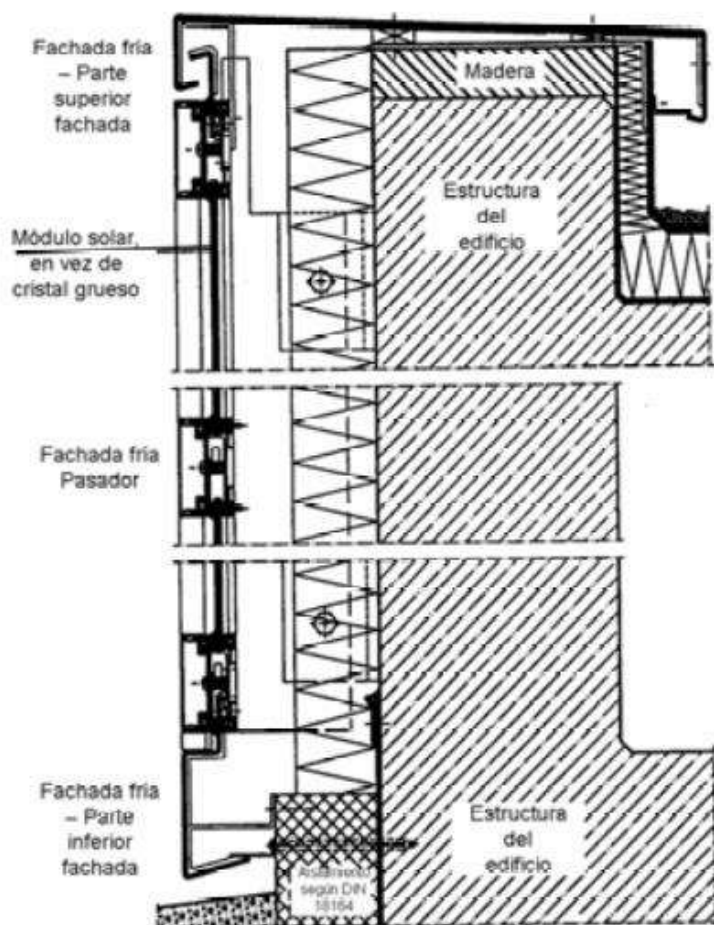
Las fachadas ventiladas fueron desarrolladas sobre todo en países nórdicos para dar una solución constructiva al problema de la entrada de agua a través de un cerramiento ligero. El concepto se basa en dividir la fachada en dos pieles independientes y con usos distintos, separados por una cámara de aire ventilada. La piel interior es la fachada resistente, estanca y aislada, mientras que la piel exterior tiene como objetivo proteger a la interior de la acción directa de la lluvia y, hoy en día, ser un elemento estético. En Alemania se llama este tipo de fachada ventilada por el hueco entre las dos capas también *fachada fría*, porque hace referencia al hecho de que la piel exterior no está aislada.



**Figura 97.** Instalación de fachada ventilada. Recuperado de: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005913.pdf>

La capa interior de una fachada ventilada, que lleva y transmite todas las cargas de las acciones del peso propio, el viento y la nieve, puede ser bien de hormigón bien de ladrillo. En su cara exterior se fija un aislamiento térmico, una barrera de vapor entre el aislamiento y el muro, y se añade una lámina impermeable respirante al exterior del aislamiento para protegerlo.

Se deja entre las dos hojas de la fachada un hueco para garantizar la ventilación y evitar así humedades indeseables. Este espacio, cuando se opta por un revestimiento con módulos fotovoltaicos, facilita la instalación, ya que se puede aprovechar para el cableado y, además, tiene ventaja respecto a la potencia de un módulo y, con ello, a la producción energética. Módulos fotovoltaicos que están bien ventilados y que pueden disipar el calor adecuadamente producen más energía, ya que temperaturas altas tienen una influencia negativa a la tensión y, con ello, a la potencia del módulo.

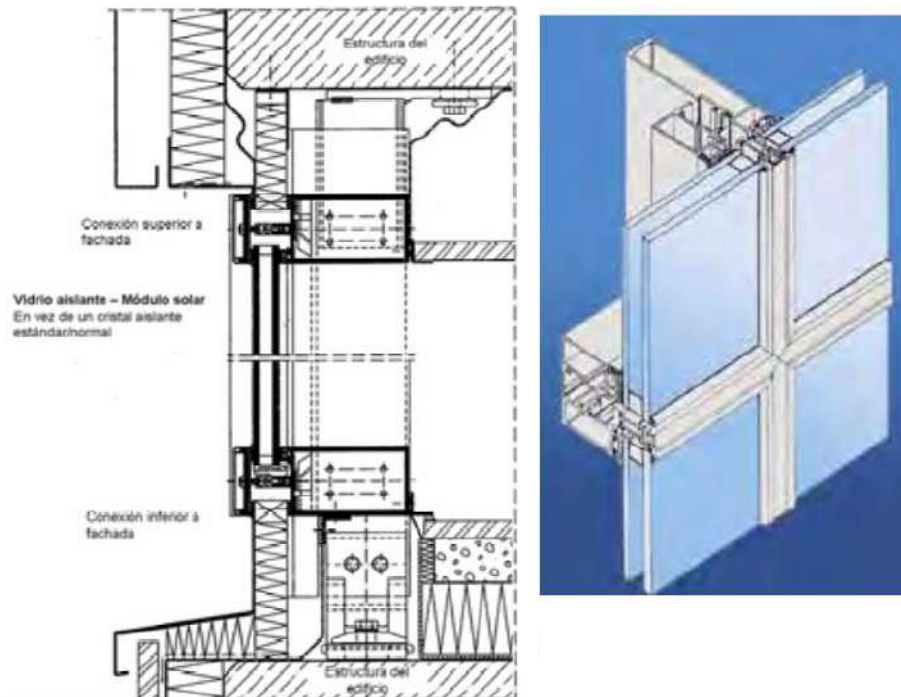


**Figura 98.** Sección de una fachada ventilada. Recuperado de: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005913.pdf>

## b) Fachada Muro-Cortina

El concepto constructivo de una fachada del tipo *Muro Cortina* es una fachada ligera que deja de ser un elemento portante del edificio. Es un cerramiento colgado, no apoyado. La solución más habitual es la de montantes y travesaños donde se integra un doble acristalamiento. Los montantes se suelen fijar a los cantos del forjado portante. Al tratarse de un cerramiento no portante, los montantes transmiten tan sólo las cargas horizontales debidas al viento y el peso propio vertical del muro cortina a la estructura principal. Interesa un alto grado de “*premontaje*” en el taller para reducir y facilitar el montaje de los sistemas *in situ*.

En un muro cortina de montantes y travesaños, los paneles fotovoltaicos se pueden insertar tanto en los vidrios de visión como en los vidrios opacos. Tanto si el acristalamiento es simple como si es doble, el vidrio convencional se puede reemplazar por otro que incorpore células fotovoltaicas.



**Figura 99.** Esquema de una fachada del tipo Muro Cortina.  
Recuperado de: <http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM005913.pdf>

## Los Módulos: TIPOS Y CARACTERÍSTICAS

### **Tipos de celdas solares**

Las celdas se pueden clasificar de acuerdo al tipo de material utilizado para su fabricación. Los tres más comúnmente utilizados son: Silicio Monocristalino, Silicio Policristalino y Silicio Amorfo, aunque también se usan, aunque en menor proporción: Arsenuro de Galio, Cobre Indio Diselenuro y Teluro de Cadmio. A continuación, se describen las celdas más frecuentemente utilizadas para la fabricación de módulos fotovoltaicos.

**Celdas de Silicio Monocristalino:** Estas se obtienen cortando finas obleas de aproximadamente 200 a 400  $\mu\text{m}$  de espesor a partir de una barra cilíndrica de Silicio Monocristalino producida en hornos especiales según el método denominado Czchralsky. Los paneles fotovoltaicos que utilizan estas celdas son de color azul homogéneo. La eficiencia teórica de estas celdas alcanza el 25%, reduciéndose este valor en la práctica a un máximo de 18% aproximadamente.

**Celdas de Silicio Policristalino:** Estas se fabrican con el cristal de Silicio fundido que se coloca en moldes especiales. Reciben su nombre debido a que la solidificación no se produce en un único cristal sino en múltiples cristales. Estas celdas tienen un espesor menor que las de Silicio Monocristalino, también son más económicas que aquellas, pero su rendimiento es menor (hasta 17% aproximadamente en la práctica). Los paneles fabricados con este tipo de celdas presentan diversas tonalidades de azul.

**Celdas de Silicio Amorfo:** Estas celdas también llamadas de película delgada, se fabrican mediante la deposición de capas muy delgadas de Silicio sobre un sustrato de vidrio o cerámica. También se puede usar plástico como sustrato, obteniéndose de esta manera una celda flexible. La eficiencia de estos paneles

está por debajo del 10%. Este tipo de celdas presenta un color marrón homogéneo y es mucho más económica que las celdas cristalinas.

Una de sus características es el potencial que ofrecen los sistemas fotovoltaicos integrados en la arquitectura es que no se limita exclusivamente a la producción de energía, sino que ofrece una nueva dimensión de las construcciones, activa la integración de servicios anexos al uso y aprovechamiento de la energía fotovoltaica, sobre todo si su integración es considerada desde el diseño inicial del edificio.

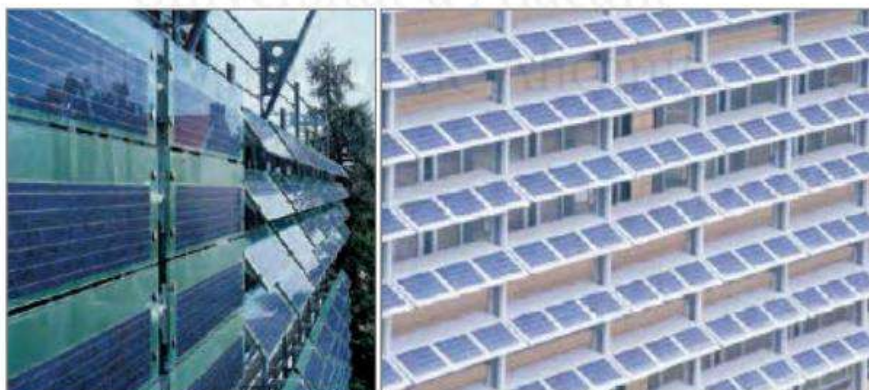
**La amplia gama de acabados**, formatos y apariencia de los materiales fotovoltaicos que pueden emplearse para la integración en áreas urbanas ofrecen interesantes soluciones, incluso para proyectos de integración en los que el objetivo persiga la intervención en edificios históricos y/o protegidos. Además, al proveer al edificio de tecnología fotovoltaica, el diseño de éste se ve incrementado por el valor añadido del uso y aprovechamiento de la energía fotovoltaica, así como por las funcionalidades secundarias que pueden aportar los materiales o elementos estructurales empleados para la integración fotovoltaica en el edificio. Con ello, se puede proveer al edificio de:

**Mejora de la eficiencia energética.** Desde un punto de vista térmico, jugar con los elementos constructivos ayudándonos de los nuevos materiales fotovoltaicos, puede permitir el mantenimiento de la temperatura en el interior de las estancias y evitar las pérdidas, consiguiendo mejorar la eficiencia energética en la edificación.



**Figura 100.** Fachada Ventilada Fotovoltaica de la Empresa ONYX solar.  
Recuperado de: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/44245>

**Protección solar.** Los sistemas de parasoles o lamas fotovoltaicas permiten, además de su función primaria energética, la protección frente al sol intenso, lluvia, viento. Un buen diseño estructural potencia estas funcionalidades secundarias, sin decremento del aprovechamiento fotovoltaico.



*Figura 101.* Parasoles y pergolas fotovoltaicas integradas.  
Recuperado de: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/44245>

**Protección contra el ruido.** El potencial de la energía fotovoltaica aumenta cuando la tecnología permite realizar su captación sobre cualquier superficie. Ejemplo de ello son los muros de contención o protección frente al ruido generado en zonas de gran afluencia de vehículos.



*Figura 102.* Muros de protección contra el ruido fotovoltaico.  
Recuperado de: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/44245>

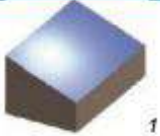
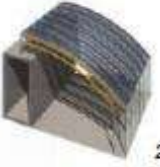





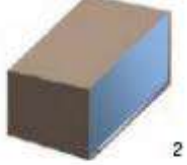


**Modulación (regulación) de luz natural.** Además de proporcionar una apariencia final al edificio particularmente liviana, amplia desde su interior, la capacidad de ofrecer el máximo de la luz natural y aprovecharla convirtiendo los muros limitadores en grandes vanos ilimitados, es una característica añadida a la capacidad energética sin competencia.



**Figura 103.** Muros cortina transparente fotovoltaico y cúpula del Reichstag Dome de Norman Foster (Berlín). Recuperado de: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/44245>

Centrándonos exclusivamente en el carácter de integración de la energía fotovoltaica como una parte más de cualquier proyecto, se recogen y analizan distintas aplicaciones de la integración fotovoltaica en edificación en función de la zona del edificio en la que se realiza la integración. La integración de sistemas fotovoltaicos en arquitectura puede ser aplicado a:

- Cubiertas (tejados inclinados o a dos aguas o curvados).
- Azoteas (tejados planos o prácticamente planos).
- Fachadas (muros externos del edificio y fachadas-piel semitransparentes).
- Elementos de protección solar, como parasoles y sistemas de sombra (pérgolas u otros).
- Claraboyas (tragaluces, lucernarios).

APLICABILIDAD DE SISTEMAS BIPV			EJEMPLO DE APLICACIÓN
Denominación	Descripción	Simbología 3D	
<b>Tejado</b>	<b>Tejado inclinado o curvado</b> (ángulo: 15° - 75°).  Montaje tipo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sobre tejas (parcial)</li> <li>- Tejas fotovoltaicas</li> <li>- Integración hermética</li> <li>- Módulos transparentes (2)</li> </ul>	 	 
	<b>Tejado plano o azotea</b> (ángulo: 0° - 15°).  Montaje tipo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cubierta plana (sistema horizontal)</li> <li>- Cubierta inclinada (sistema casi horizontal)</li> </ul> Susceptibles de renovación dada su composición modular sobre estructura.		
<b>Fachada</b>	Ángulo: 75° - 90°  Montaje tipo: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistema de revestimiento (superposición, doble piel)</li> <li>- Sistema de muro cortina</li> <li>- Muro cortina transparente</li> </ul>	 	 

<b>Elementos constructivos</b>	<b>Elemento constructivo de sombreado:</b>		
	- Parasol (lamas), con función añadida de sombra. Generalmente con capacidad de inclinación regulada por dispositivos mecánicos.		
	- Paños ciegos (derivado del anterior), cuando su ubicación se realiza sobre pared sin vano.		
	<b>Elemento constructivo de sombreado:</b>		
	- Pérgolas, con función añadida de sombra (elemento constructivo de sombreado).		
	- Pérgolas-tejado, cubren la totalidad de un área determinada, protegiendo de la lluvia y el sol.		
	- Otras estructuras de sombra, como aparcamientos para vehículos, marquesinas,...		
	<b>Elemento constructivo de protección:</b>		
	- Alero, con función añadida de protección contra la lluvia y/o del sol (según envergadura).		
	<b>Otros elementos constructivos:</b>		
	- Elementos verticales, como protectores contra el ruido.		
	- Claraboya, una ventana al cielo con doble carácter, el propio fotovoltaico y el de iluminar.		

**Figura 104.** Aplicabilidad de Sistemas BIPV. Recuperado de: <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/44245>

Como segunda parte del objetivo 6 se elaboró la **PROGRAMACIÓN ARQUITECTÓNICA**, la cual mediante diferentes técnicas se analizó a los usuarios y su contexto lo cual permitió plantear zonas requeridas para su debida funcionalidad y satisfacer necesidades de espacialidad y confort.

PROGRAMA ARQUITECTONICO									
ZONAS	AMBIENTES		CAP. MAX.	COEF.	AREA	CANT.	AREA T.	TOTAL	TOTAL G.
ZONA ADMINISTRATIVA	ADMINISTRACIÓN	ATENCIÓN AL PÚBLICO	8	1.8	22	1	22	348.6	453.2
		INFORMES + ARCHIVO	4	1.8	7.2	1	7.2		
		TOPICO	2	10	20	1	20		
		CONTABILIDAD Y LOG.	2	10	20	1	20		
		COBRANZA	2	10	20	1	20		
		SECRETARIA	2	10	20	1	20		
		DIRECCIÓN	2	10	20	1	20		
		SALA DE REUNIONES	14	1.8	25.2	1	25.2		
		BIENESTAR UNIVERSITARIO	2	10	20	1	20		
		ESTAR DOCENTE	14	1.8	25.2	1	25.2		
		CONTROL Y MANTENIMIENTO	3	10	30	1	30		
		AULA MAGNA	70	# de asient	105	1	105		
		SS.HH	1	3.5	3.5	4	14		
<b>TOTAL + 30% MUROS Y CIRCULACION</b>								<b>104.6</b>	
ZONA COMPLEMENTARIA	BIBLIOTECA	AREA DE LECTURA	80	1.8	144	1	144	990	1287
		AREA DE LIBROS	4	10	40	1	40		
		DIRECCIÓN	3	2	6	1	6		
	CENTRO FOTO.	FOTOCOPIADOS	10	1.8	18	1	18		
		CAFETIN	80	1.5	120	1	120		
	CAFETIN	CAJA	2	2	4	1	4		
		KITCHENETTE	2	10	20	1	20		
		FRIGORIFICO	3	3	9	1	9		
		ALMACEN	3	3	9	1	9		
		SS.HH PUBLICO	1	3.5	3.5	3	10.5		
		BAÑO DE SERVICIO	1	3.5	3.5	1	3.5		
		CAMERINO	2	2	4	1	4		
	SALON TEMPORAL	ABASTECIMIENTO	1	# de est.	22	1	22		
		FOYER 01			30	1	30		
		SALON TEMPORAL 01	150	1.5	200	1	200		
		ALMACEN 01			60	1	60		
		FOYER 02			30	1	30		
SALON TEMPORAL 02		150	1.5	200	1	200			
<b>TOTAL + 30% MUROS Y CIRCULACION</b>								<b>297</b>	
Z. ACADEMICA	AULARIO	LABORATORIOS	40	5	200	4	800	1520	1976
		AULAS TEORICAS	40	1.5	60	3	180		
		AULAS MULTIMEDIA	40	1.5	60	3	180		
		ESTACION METEOROLOGICA	40	1.5	60	3	180		
		SS.HH PUBLICOS			45	4	180		
		<b>TOTAL + 30% MUROS Y CIRCULACION</b>							
Z. AGRICOLA	AREA AGRICOLA	VIVERO			500	1	500	4700	6110
		INVERNADERO			300	2	600		
		PARCELAS ACADEMICAS			750	4	3000		
		ALMACEN DE INZUMOS			250	1	250		
		ALMACEN DE COSECHA			350	1	350		
<b>TOTAL + 30% MUROS Y CIRCULACION</b>								<b>1410</b>	
Z. SERV. GEN		ALMACEN DE ENERGIA	10	10	100	1	100	220	286
		DEP. DE LIMPIEZA	3	10	30	1	30		
		MAQUINAS	4	10	40	1	40		
		BOMBAS	5	10	50	1	50		
		<b>TOTAL + 30% MUROS Y CIRCULACION</b>							
<b>TOTAL DE AREA REQUERIDA</b>								<b>10088.2</b>	

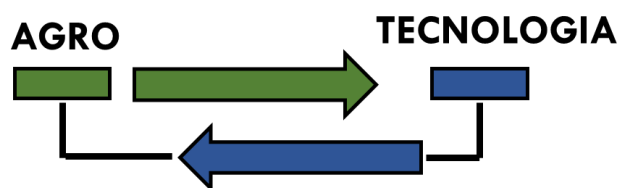
Tabla 24. Programación Arquitectonica. (2018) Fuente: Elaboración propia

Y por último y tercera parte del objetivo 6, se elaboró la **APLICACIÓN ARQUITECTÓNICA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO PARA EL DISEÑO DE LA ESCUELA DE AGRONOMÍA DE LA UNIVERSIDAD SAN PEDRO.**

### Conceptualización del Proyecto

#### AGRO TECNOLOGÍA

Aplicación del conocimiento humano para desarrollar la agricultura, por lo que consiste en pruebas de ensayo y error.



*Figura 105.* Conceptualización. Fuente:  
<http://kerlyagrotecno.blogspot.com/>

### Proceso de Diseño

Unificar la Agronomía con la Arquitectura mediante el Sistema Fotovoltaico en base a patrones de pruebas de ensayo y error.

## Idea o Fuerza Rectora

- Unificar los dos terrenos jerarquizando lo agro-tecnológico.
- Generar conexiones directas con espacios de inclusión social.
- Orientación de bloques horizontales con cubiertas verdes unificándose al contexto agrícola.
- Implementar la Aplicación Arquitectónica del Sistema fotovoltaico.

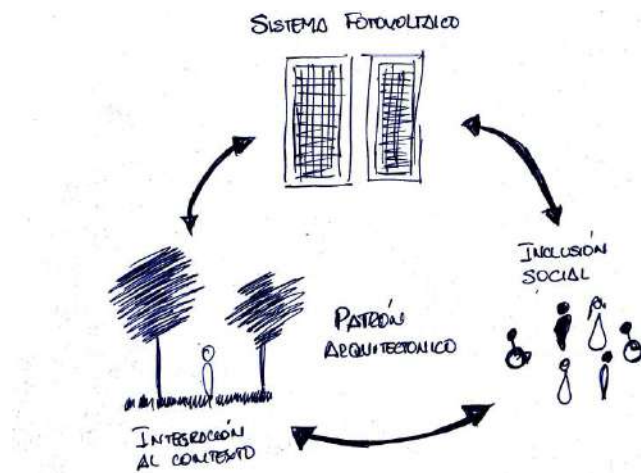


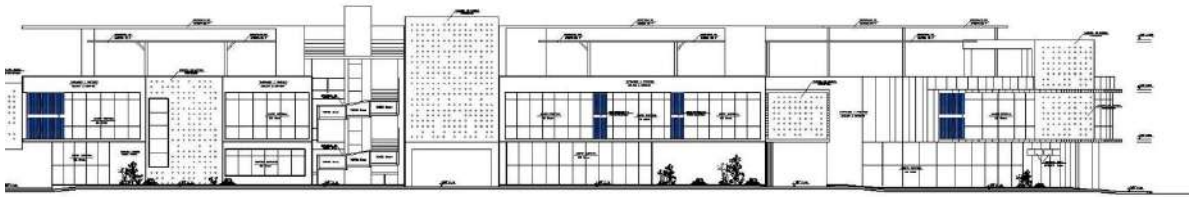
Figura 106. Patrones de diseño. (2018) Fuente: Elaboración

## Criterios de Diseño

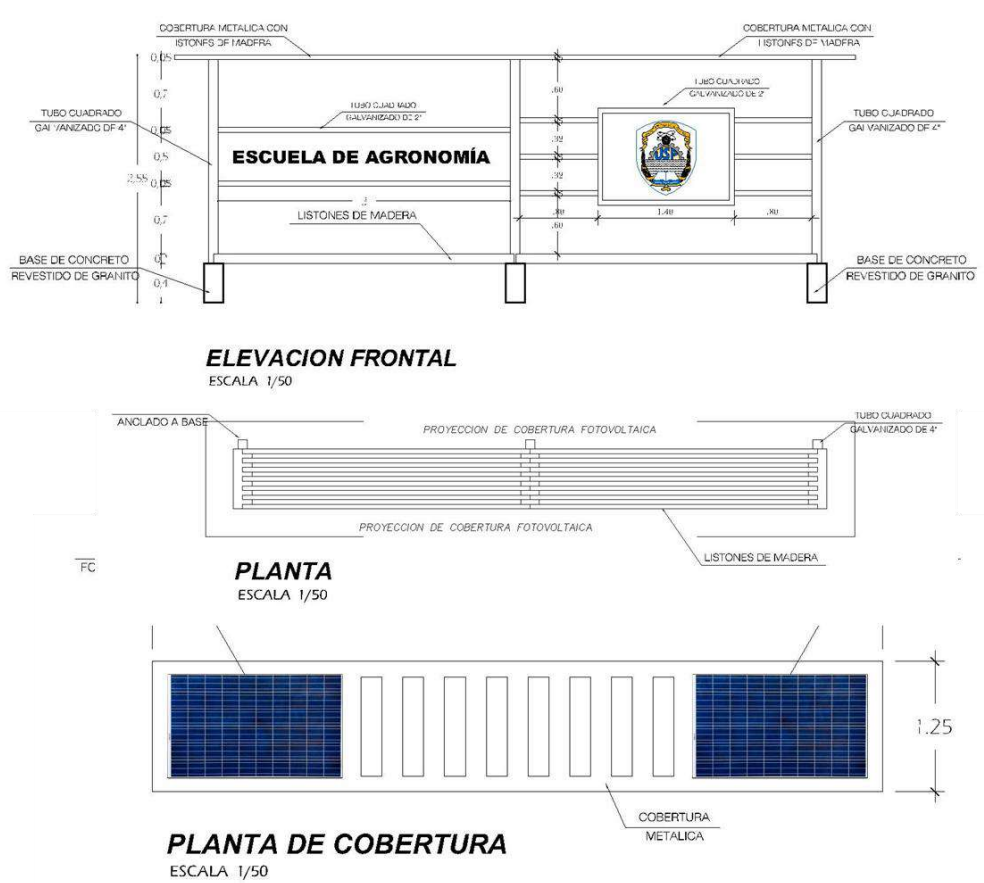
- Se generará terrazas verdes que comuniquen los espacios y a su vez serán aprovechados para su desempeño agro-tecnológico.
- Se considerará bloques horizontales para jerarquizar su circulación y conexión de ambos terrenos.
- Se tomará en cuenta coberturas de madera como parte del proyecto para fortalecer las sensaciones agro.
- Se proyectará un eje central conector entre ambos terrenos.
- Se utilizará Sistemas Fotovoltáicos como tema de variable.
- Los Sistemas Fotovoltáicos será el plus que hará el proyecto autosustentable.
- Se aplicará los Sistema Fotovoltáicos como parte de la fachada, cobertura y mobiliario urbano.

<b>TABLA N° 25: ANALISIS ARQUITECTONICO</b>
<b>FORMA</b>
Debido a un terreno rectangular y por sus dimensiones, se optó por el diseño de volúmenes horizontales, adecuándose al terreno y aprovechando su superficie para la instalación de cultivos hidropónicos y la integración de actividades académicas y agrícolas, denominado también “Agrotecnología”
<b>FUNCION</b>
La implementación de un eje central que atraviesa todo el proyecto, unificando en los 2 terrenos las zonas académicas y las zonas agrícolas. Teniendo claramente zonificado las áreas académicas hacia el exterior del terreno, aprovechando las visuales y en su interior el eje principal como espacio de circulación e inclusión social.
<b>ESPACIALIDAD</b>
El uso de parasoles y de una ventilación cruzada en los diferentes ambientes logran un confort térmico y lumínico adecuado para sus diversas actividades, además de la proyección de ambientes a doble altura, en el caso de los invernaderos, logrando un clima adecuado para su variedad de cultivos de la zona.

*Tabla 25.* Analisis Arquitectonico. (2018) Fuente: Elaboración propia



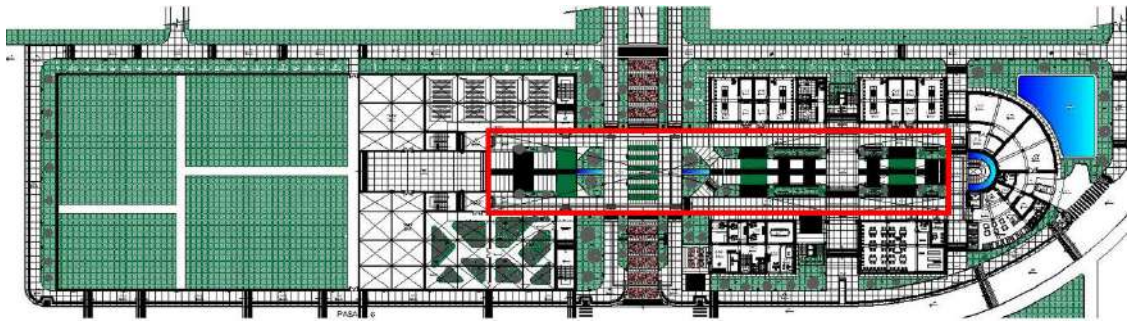
**Figura 107.** Fachada con Sistema Fotovoltaico. (2018) Fuente: Elaboración propia



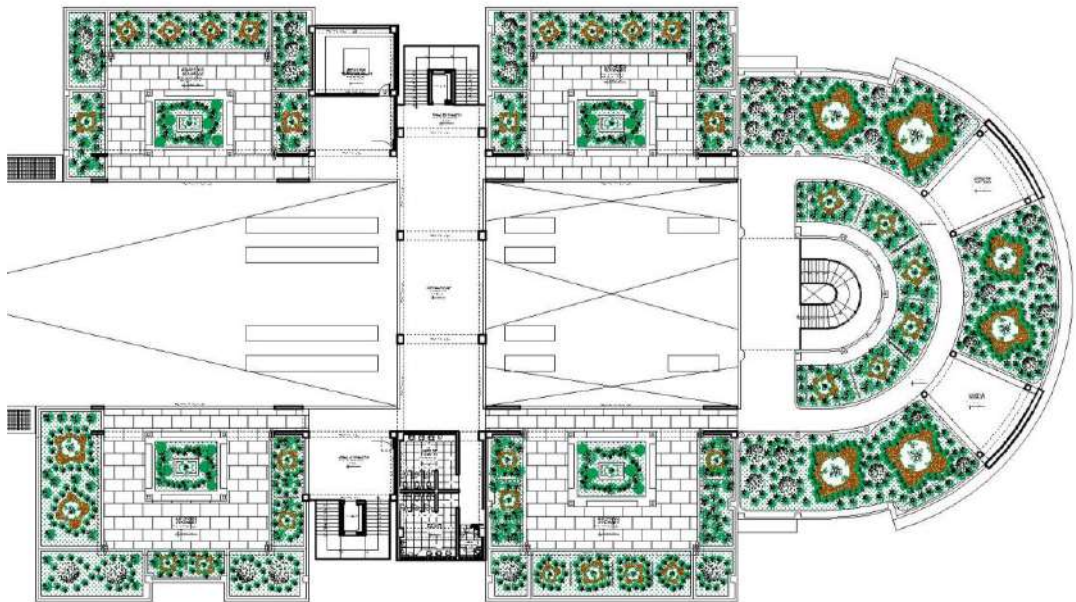
**Figura 108.** Mobiliario Urbano. (2018) Fuente: Elaboración



**Figura 109.** Sistema Fotovoltaico en Techos. (2018) Fuente: Elaboración propia



**Figura 110.** Conexión directa mediante espacios de inclusión social.  
(2018) Fuente: Elaboración propia



**Figura 111.** Bloques horizontales con cubiertas verdes integrándose al contexto agrícola. (2018)  
Fuente: Elaboración propia

## Propuesta Arquitectónica



*Figura 112.* Vistas 3D. (2018) Fuente: Elaboración propia

## **IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

<b>TABLA N° 26: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE ANTECEDENTES</b>		
<b>ADAPTABILIDAD DE LA ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA SOBRE FACHADAS URBANAS</b>	<b>EVALUACION DE SISTEMAS INTEGRADOS FOTOVOLTAICOS EN FACHADAS</b>	<b>INTEGRACION ARQUITECTONICA DE SISTEMAS SOLARES, TERMICOS Y FOTOVOLTAICOS EN LOS EDIFICIOS</b>
<p>Según Esclapés afirma que la energía solar fotovoltaica es el recurso natural mayor calificado en cuanto a energía y medioambiente se refiere.</p> <p>Es por ello que mediante la integración de Sistemas Fotovoltaicos sobre fachadas urbanas resolverá la falta y alta demanda energética, consiguiendo confort térmico dentro del edificio, donde el avance tecnológico cumple un rol importante, ya que dicho avance demostrará las múltiples maneras y formas de aplicaciones como envolvente, cobertura, parasol, etc., generando la armonía entre diseño arquitectónico y sistema fotovoltaico, haciendo de este un proyecto autosustentable.</p>	<p>Según Kazek demuestra que el uso de Sistemas Fotovoltaicos es la preferida por varios proyectistas debido a su gran variedad de aplicaciones, ya que estas se adaptan a diversas formas y función del diseño que tenga cada proyecto arquitectónico.</p> <p>Asimismo la integración de Diseño Arquitectónico y Sistema Fotovoltaico crea una propuesta autosustentable, contribuyendo al medio ambiente y la concientización del empleo de dicho sistema en futuros proyectos, integrándose a todo tipo de contexto, sobre todo por sus nuevos colores y mejores maneras de aplicarlo en la Arquitectura moderna.</p>	<p>Según Basnet confirma que en la actualidad los edificios modernos demandan un alto derroche de energía, la cual se debe reemplazar por energía limpia buscando la integración arquitectónica de los Sistema Fotovoltaicos, proporciones y equilibrio del edificio, con la finalidad de demostrar calidad en Arquitectura y Energía Renovable.</p> <p>Así de esta manera mejorar el aspecto económico, morfológico, social y visual, logrando armonía entre ambas variables y evitando los proyectos convencionales, haciendo de este un proyecto viable en favor de la sociedad.</p>

**Tabla 26.** Analisis y Discusión de Antecedentes. (2018) Fuente: Elaboración propia

<b>TABLA N° 27: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE CASOS TIPOLOGICOS</b>		
<b>EDIFICIO SANT JAUME LA SALLE – URL BARCELONA</b>	<b>GLOBAL CHANGE INSTITUTE BUILDING</b>	<b>GATEWAY CENTER</b>
<p>Terradas Arquitectos, en este proyecto emplea volúmenes horizontales como tipología educativa, tomando en cuenta la ubicación, forma del terreno, parámetros y perfil urbano, para de esta manera justificar la Integración Arquitectónica y el funcionamiento de los Sistemas Fotovoltaicos, implementando un eje lineal, conector de ambientes académicos y administrativos.</p> <p>Finalmente, los sistemas fotovoltaicos son empleados como parasoles del edificio logrando confort térmico y lumínico en todo el proyecto arquitectónico.</p>	<p>Hassel Studio, remarca la horizontalidad en su proyecto, justificándolo a través de un volumen compacto facilitando la implementación de los Sistemas Fotovoltaicos e integrándose de manera armoniosa los espacios académicos hacia un espacio central, sirviendo como núcleo para actividades educativas y de relajación, logrando equilibrio entre ambas disciplinas.</p> <p>A su vez que dicho atrio logra confort térmico y lumínico por su amplio espacio y su reducción de energía eléctrica.</p>	<p>ArchiTerra, a pesar de contar con un terreno limitado emplea la diferencia de niveles en formas triangulares aplicado a dos usos como los cultivos verdes sobre techo y el otro para la instalación de sistemas fotovoltaicos. La idea de generar terrazas verdes con cultivos hidropónicos prioriza el aspecto agrónomo, conectando de manera directa con la actividad académica, equilibrando lo teórico con lo práctico.</p> <p>Asimismo emplea muros como parasoles, generando ambientes cálidos de doble altura logrando confort térmico-lumínico en todo el proyecto.</p>

**Tabla 27.** Analisis y Discusión de Casos Tipologicos. (2018) Fuente: Elaboración propia

<b>TABLA N° 28: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN SOBRE EL PERFIL DE USUARIO</b>	
<b>PERFIL DE USUARIO (Caracterización Cuantitativa del usuario)</b>	<b>REQUERIMIENTOS DE CONFORT ESPACIAL (Caracterización Cualitativa del Usuario)</b>
<p>En la escuela de Agronomía de la Universidad San Pedro, se cuenta con una cantidad aproximada de 250 a 300 alumnos por ciclo.</p> <p>Los cuales requieren de distintas áreas para sus actividades, teniendo 4 tipos de usuario.</p> <p>El usuario <b>Académico</b>, realizará actividades teórico-práctico, con aulas teóricas, multimedia, talleres e invernaderos.</p> <p>El usuario <b>Docente</b>, realizará actividades de cátedra para los alumnos, con áreas de descanso y de reuniones y con espacios similares al anterior usuario.</p> <p>El usuario <b>Administrativo</b> y/o de servicio, el cual realiza actividades de atención al público, con ambientes logísticos para el manejo y control de la escuela.</p> <p>El usuario a <b>Proyección</b>, conformado por la visión inversionista, la cual se buscará la rentabilidad del proyecto a través de sus ambientes, logrando autosustento.</p>	<p>Los requerimientos destinados a los distintos tipos de ambientes son los siguientes:</p> <p>El confort espacial en ambientes académicos, se logran con la correcta ubicación y orientación de sus vanos, logrando que los espacios tengan una buena iluminación, con vanos amplios o altos, o a manera de parasoles.</p> <p>En los ambientes administrativos, el confort es similar al académico; dándole más importancia en la visibilidad hacia los espacios exteriores, los cuales son solucionados con muros cortinas.</p> <p>En el área destinado para los talleres y el invernadero, será priorizado tanto en confort lumínico y térmico, debido a la siembra de diversos cultivos, los cuales requieren de pequeños microclimas, el cual es solucionado mediante los Sistemas Fotovoltaicos.</p> <p>Los espacios públicos, cumplirán el rol de integrar todos los ambientes del proyecto cumpliendo requerimientos de confort espacial y enfatizando el contexto agrícola y sus mobiliarios urbanos aplicados a la Arquitectura Fotovoltaica.</p>

**Tabla 28.** Analisis y Discusión sobre el Perfil de Usuario. (2018) Fuente: Elaboración propia

<b>TABLA N° 29: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN SOBRE LA OPINION DE EXPERTOS EN EL TEMA</b>	
<b>EXPERTO N° 01</b>	<b>EXPERTO N° 02</b>
<p><b>Karina Málaga;</b> precisa sobre el ahorro energético que se obtiene al emplear el Sistema Fotovoltaico como parte del proyecto, eliminando potencialmente el costo mensual de las facturas de electricidad, optimizando procesos productivos a largo plazo, agregando que esto es un presupuesto adicional, el cual será recuperado produciendo ganancias, obteniendo como beneficios: confort espacial, lumínico y térmico, disminuyendo la emisión contaminante.</p>	<p><b>Marta Maccaglia;</b> puntualiza sobre el beneficio de emplear estos sistemas dentro de la Arquitectura, recurriendo a la energía limpia con un impacto ambiental nulo, y así, de esta manera integra el diseño térmico con el diseño arquitectónico, cubriendo altas demandas energéticas, siendo este autosustentable y de esta manera contribuir con el medioambiente por ser una fuente renovable y limpia.</p>
<b>EXPERTO N° 03</b>	<b>EXPERTO N° 04</b>
<p><b>Borja Bosch;</b> confirma sobre el beneficio que aporta el uso de estos sistemas ya que no genera sustancias nocivas, el cual este es libre para el diseño arquitectónico, cubriendo la alta demanda energética de ambientes a proyectar, disminuyendo costos elevados, ya que a través de la Integración Arquitectónica impulsará el crecimiento económico, aportando benéficamente al diseño espacial y formal sin perjudicar al medioambiente.</p>	<p><b>Vasquez Baca Urphy;</b> comenta sobre la importancia de trabajar con el Sistema Fotovoltaico, debido que necesitamos diseñar sin perjudicar al medio ambiente, presentando soluciones ecológicas y adaptables al funcionamiento óptimo de estos sistemas integrados a la Arquitectura. A su vez, comenta que tendrá un costo adicional, hasta equilibrarse y finalmente todo será ganancia, obteniendo benéficamente el confort lumínico, ambiental, térmico, ahorro energético con una inversión a mediano y largo plazo.</p>

**Tabla 29.** Analisis y Discusión sobre la opinión de Expertos en el tema. (2018)  
Fuente: Elaboración propia

## **V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

#### Conclusiones del análisis de casos referenciales

- A) Se concluye que, la altura de los edificios colindantes es un factor importante al momento de implementar y usar los sistemas fotovoltaicos, porque estos no deben obstruir el paso de los rayos solares hacia las celdas de los paneles, ocasionando que estos no tengan un buen funcionamiento.
- B) Se concluye que, la orientación de los vanos es de suma importancia dentro de cada tipología, porque de acuerdo a su orientación establecida se obtendrá una mayor captación de los rayos solares, aumentando la luminosidad dentro de las distintas áreas y minimizando el uso de energía eléctrica.
- C) Se concluye que, la orientación de los paneles solares influye primordialmente en la obtención de los rayos solares para generar los confortos espaciales dentro de las necesidades requeridas por cada caso analizado, porque a mayor inclinación direccionada hacia el sol, hará de esta mayor obtención de rayos solares y un mejor rendimiento del Sistema Solar Fotovoltaico.
- D) Se concluye que, el uso de los sistemas solares fotovoltaicos, se pueden adaptar en todo tipo de entorno, ya sea este urbano o rural, porque estos no difieren de un entorno específico, solo requieren de una orientación hacia el sol, y que los rayos solares alcancen la superficie durante el tiempo de absorción de energía natural.

- E) Se concluye que, el sistema solar fotovoltaico tiene un mayor porcentaje de beneficios en proyectos de uso académico, tales como escuelas, universidades y talleres de estudio, porque estos requieren de mucha energía y de una iluminación óptima para su uso, es por ello el uso de los sistemas solares fotovoltaicos, los cuales recrean ambientes iluminados y adecuados espacialmente, con confort ambientales, espaciales y lumínicos utilizando únicamente como fuente la energía solar.
- F) Se concluye que a mayor absorción de rayos solares es mejor el rendimiento del sistema solar fotovoltaico, porque estos funcionan de acuerdo al calor recibido de los rayos ultravioletas emitidos por el sol, esto quiere decir que: a mayor calor = mayor absorción de rayos solares = mayor rendimiento.

### **Conclusiones sobre el análisis de perfil de usuario**

- A) Se concluye que, se necesitan de ambientes amplios para el uso de los talleres y aulas, porque en estos se concentran grandes cantidades de personas y el uso de energía es mayor, lo cual requiere no solo una fuente mayor de energía, para un rendimiento energético, sino también a la sensación de estar dentro de cada ambiente con una gran cantidad de personas y aun así no sentirse dentro de un espacio reducido.
- B) Se concluye que, la ubicación de las aulas debe estar cerca a los talleres y/o huerta o invernadero, porque así los alumnos pueden aprovechar al máximo y de manera más efectiva el uso de los talleres, sin perder tanto tiempo en tener que trasladarse de su centro de estudios, a los talleres de prácticas y viceversa.

## Conclusiones Generales

- A) Se concluye que, los aspectos físicos y medioambientales, no son relevantes para el uso del sistema solar fotovoltaico, porque estos no difieren de la ubicación de la zona en donde se encuentren, sino de su orientación hacia el sol, la cual es la fuente principal de energía.
- B) Se concluye que, el sistema fotovoltaico más empleado, son los de celdas de Silicio Monocristalino, porque estos tienen un mayor rendimiento y una vida útil más prolongada a diferencia de otros tipos de sistema.
- C) Se concluye que, el uso de sistemas solares fotovoltaicos, se adapta a la forma y/o función del edificio, porque en la actualidad los sistemas fotovoltaicos están siendo diseñados pensando principalmente en los avances de la arquitectura, dentro de sus nuevos métodos de construcción y utilización de distintos tipos de materiales, para generar un mejor rendimiento y adaptación a los cambios que se realizan.
- D) Se concluye que, los sistemas solares fotovoltaicos generan mayores beneficios a largo plazo, porque a pesar de tener un costo elevado, en comparación con otro tipo de sistema, los paneles de celdas de Silicio Monocristalino tienen un mejor rendimiento y una vida útil más larga que otro tipo de sistemas.
- E) Para determinar con exactitud el porcentaje de ahorro energético se hizo lo siguiente:

**Teniendo en cuenta los planos eléctricos, en todo el proyecto se consideró:**

Puntos de luz = 624

Tomacorrientes = 170

Total = 794

Horas activas = 8 horas

Días activos = 30 días

FOCO LED	TOMACORRIENTE
Gasto eléctrico = 9w	Gasto eléctrico = PC= 300w Otro uso (Laptop, Smartphone) = 35W

Fuente: <http://www.osinergmin.gob.pe/>

**Entonces:**

- Puntos de luz x Gasto eléctrico = Gasto diario luminario en watts

$$624 \times 9 = 5616 \text{ w/d}$$

- Tomacorrientes x Gasto eléctrico = Gasto eléctrico tomacorrientes en watts

Teniendo en cuenta que:

$$57 \text{ tomacorrientes PC} = 300\text{w}$$

$$117 \text{ tomacorrientes Otros usos} = 35\text{w}$$

**Donde:**

$$57 \times 300 = 17100 \text{ watts en PC}$$

$$113 \times 35 = 3955 \text{ watts en otro uso}$$

$$17100 + 3955 = 21055 \text{ w/d}$$

**Por consiguiente:**

Total, watts luminarios + Total watts tomacorrientes = Total watts consumo diario

$$5616 + 21055 = 26671 \text{ watts diarios}$$

**A su vez para obtener el consumo mensual en KW, se hace lo siguiente:**

(horas x días) gasto diario W= Gasto mensual W

$$(8 \times 30)26671 = 6401040 \text{ W}$$

Convirtiendo a KW sería un total de **6401.04 KW** mensuales de energía consumida por parte de la Escuela de Agronomía.

**Por otro lado, también se calculará los KW producidos por los Sistemas Fotovoltaicos, tomando en cuenta lo siguiente:**

Capacidad máxima de Sistema Fotovoltaico.	320watts
Cantidad de horas pico de radiación solar.	5
Cantidad de días activos el Sistema Fotovoltaico.	30
Tarifa única de KW según congreso.	S/. 0.55
Cantidad de Sistemas Fotovoltaicos consideradas en la Escuela de Agronomía.	90

**Con la siguiente formula:**

(Capacidad máxima x horas pico) mes

$(320 \times 5) 30 = 48000 \text{ watts}$  (cantidad mensual producida por 1 Sistema fotovoltaico)

**Luego:**

Cantidad mensual 1 S. Fotovoltaico x Cantidad de S. Fotovoltaicos en Escuela =  
Watts total mensual producido por la Escuela de Agronomía.

$$4800 \times 90 = 4320000 \text{ W}$$

Convirtiendo a KW sería un total de **4320 KW** mensuales de energía producida por 90 sistemas fotovoltaicos.

Para finalizar se elabora el cuadro de ahorro con los datos obtenidos.

<b>Energía producida</b>		<b>Tarifa Única (S/. 0.55)</b>
Gasto Mensual (KW)	6401.04	S/. 3520.58
Producción Mensual (kW)	4320	S/. 2376
Aplicando regla de 3 simple:		
	3250.58 ----- 100%	
	2376 ----- %	
<b>Porcentaje de Ahorro</b>		<b>67.48 %</b>

Fuente: Elaboración propia

**Para concluir que la Escuela de Agronomía con implementación de Sistemas Fotovoltaicos obtendrá un ahorro energético de 67 %.**

## RECOMENDACIONES

A) **A las universidades:** incluir líneas obligatorias en el silabo de estudio orientadas directamente a las energías renovables.

B) **A las autoridades municipales:** crear una normativa para la construcción orientada al uso de energías renovables.

C) **A los estudiantes:**

- Desarrollar investigaciones acerca de las energías renovables.
- Leer y tomar en cuenta toda investigación previa relacionada al tema
- de interés lo cuál será definitivo para el desarrollo de su estudio.
- Hacer uso de las distintas herramientas de investigación para la recopilación de datos y eficiente obtención de resultados.

D) **A la población:** La consideración de la aplicación del sistema fotovoltaico en los distintos modelos arquitectónicos.

## **VI. AGRADECIMIENTOS**

## **AGRADECIMIENTOS**

- A) Al hacedor de todas las cosas por su inmenso amor y por su inmensa misericordia, por estar siempre con nosotros en cada momento de nuestra vida.
  
- B) A nuestros padres y familiares que siempre nos han apoyado incondicionalmente en todos estos tiempos de arduo trabajo e investigación.
  
- C) A nuestros docentes por su paciencia y orientación que nos brindaron para poder culminar la tesis de investigación.

## **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

### ARTICULO

- Uson, E. (2009). *Integración de la energía fotovoltaica en la Arquitectura Catalana actual: casos de estudio*. Universidad Politécnica de Cataluña Barcelona Tech, 5-7. Recuperado de <http://hdl.handle.net/2099/8164>

### BLOGS

- Duque, K. (23 de diciembre de 2013). *Instituto del Cambio Global de la Universidad de Queensland / HASSELL*. Recuperado de <http://www.archdaily.pe>
- Espinosa, L. (23 de mayo de 2013). *El Kunsthhaus: arquitectura entre dos tiempos / Cultura Colectiva*. Recuperado de <http://culturacolectiva.com>
- Meinhold, B. (11 de abril de 2013). *Inhabitat.com: The Global Change Institute Operates in a Net Zero, Carbon Neutral Research Center in Brisbane*. Recuperado de <http://inhabitat.com>
- Pacheco, J. (23 de abril de 2011). Rincón de historia peruana: La escuela Nacional de Agricultura. Recuperado de <http://historiadordelperu.blogspot.com>
- Salla, F. (3 de Setiembre de 2015). *VisualARQ: Arquitectura flotante*. Recuperado de <http://blog.visualarq.com>
- Tomás Franco, J. (1 de Julio de 2013). *ArchDaily México: Museo Kunsthhaus Graz genera su propia energía en base a paneles solares dispuestos en su superficie curva*. Recuperado de <http://www.archdaily.mx>

- Toumai, Q. (1 de Julio 2013). *Nomadaq: Peter Cook y Colin Fournier - Kunsthaus Graz*. Recuperado de <http://nomadaq.blogspot.pe>

## INFORMES

- Buenos Aires Ciudad. (2014). *Seminario de intervenciones urbanas con energía solar fotovoltaica*. Recuperado de <http://www.buenosaires.gob.ar/>
- Colegio Oficial de Ingenieros de Telecomunicación. (2002). *Energía Solar Fotovoltaica*. Recuperado de <https://www.coit.es/>

## LIBROS

- Benites, J. (2013). *Agricultura de conservación*. Lima, Perú: Lettera Gráfica S.A.C.
- Broto, C. (2013). *Nueva arquitectura para la educación*. Barcelona, España: Linkbooks.
- Martín, N. (2011). *Integración de la energía fotovoltaica en edificios*. Sevilla, España: Progresa, S.A.
- Martinez, E. (2015). *Energía solar en edificación*. Madrid, España: Bellisco Ediciones.
- Minke, G. (2004). *Techos verdes, planificación, ejecución, consejos prácticos*. Montevideo, Uruguay: Editorial Fin de Siglo.

- Moro, M. (2010). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Madrid, España: Paraninfo.
- Revesz, B. (Ed). (2006). *Pequeña agricultura comercial: dinámica y retos en el Perú*. Lima, Perú: Instituto de Estudios Peruanos, Grade.
- Unyen, V. (2011). *Ancash, un viaje por la historia*. Chimbote, Perú: Editora Supergráfica.
- Unyen, V. (1979). *El despertar de un coloso*. Chimbote, Perú: Futuro Chimbote.
- Yáñez, G. (2008). *Arquitectura solar e iluminación natural*. Madrid, España: Editorial Munilla-Lería.

## **MATERIAL ELECTRÓNICO**

- Hassell Project. (2016). *University of Queensland Global Change Institute*. Recuperado de <http://www.hassellstudio.com/>
- La Salle Universidad Ramon Llull (2013). Edificio Sant Jaume La Salle – Universitat Ramon Llull Barcelona – Terradas Arquitectes & Asociados. Recuperado de <https://www.salleurl.edu/es>
- Termocan. (2011). *TEICAN Ingeniería Ambiental: Colectores Solares Termocan*. Recuperado de <http://teican.com>
- Terradas Arquitectos. (2002). *Aulario La Salle*. Recuperado de <http://www.terradasarquitectos.com>

- The American Institute of Architects. (2017). *Gateway Center - SUNY-ESF College of Environmental Science & Forestry*. Recuperado de <http://www.aiatopten.org/>

## **TESIS**

- Basnet, A. (2012). Integración Arquitectónica de Sistemas Solares, Térmicos y Fotovoltaicos en los edificios. Universidad Noruega de Ciencia y Tecnología, Noruega.
- De León, A. (2011). *La Luz Solar en la Arquitectura*. Universidad de San Carlos, Guatemala.
- Escaplés, J. (2012). Adaptabilidad de la Energía Solar Fotovoltaica sobre fachadas urbanas (tesis doctoral). Universidad de Alicante, España.
- Kazek, V. (2012). Integración Arquitectónica de Sistemas Solares, Térmicos y Fotovoltaicos en los edificios. Universidad de Noruega de Ciencia y Tecnología, Noruega.

## **VIII. APÉNDICES Y ANEXOS**

## ANEXOS

### ANEXO N° 01

ANEXO 01 – CUESTIONARIO N° 1	
Nombres:	
Profesión:	
<b>1. ¿Cuál de las siguientes alternativas considera que es un Sistema Fotovoltaico?</b>	
a) Fuente de energía que produce electricidad de origen renovable mediante celdas fotovoltaicas.	
b) Sistema que genera energía, mediante la absorción de los rayos solares.	
c) Fuente de energía renovable y sustentable.	
<b>2. ¿De las siguientes alternativas, cuál considera usted que tendrían un mayor rendimiento académico y una mejora en infraestructura a futuro en una Escuela de Agronomía, con el uso de un Sistema Fotovoltaico?</b>	
a) Con Sistemas Fotovoltaico:	
Mejor iluminación en los distintos ambientes de manera natural	
Mayor rendimiento energético	
Ambientes debidamente climatizados	
Ahorro de energía a largo plazo	
b) Sin Sistema Fotovoltaico:	
Iluminación con sistemas artificiales	
Consumo de energía elevado	
Talleres climatizados con sistemas artificiales, y de precios elevados	
Bajo confort espacial	

**3. ¿Considera usted que los ambientes usados actualmente, son adecuadas para la enseñanza de los distintos temas de aprendizaje de los alumnos, por qué?**

---

---

**4. ¿Considera usted que satisface las necesidades básicas la actual infraestructura y disposición de los diferentes ambientes, para todas las actividades que se realizan dentro de ella?**

---

---

**5. ¿Qué tipo de zonas o áreas consideras que debe haber en una Escuela de Agronomía?**

---

---

**6. ¿Cómo deben ser los ambientes para lograr un mejor rendimiento académico e infraestructura en la Escuela de Agronomía?**

---

---

**7. ¿Considera usted que se requiere de un área o invernadero destinada especialmente para los talleres y cultivos realizados en sus actividades, porque?**

---

---

**8. ¿Qué áreas debería tener el invernadero en el cual se realizarán los trabajos de talleres y cultivos?**

---

---

**9. ¿Cuáles son las energías alternativas aplicables en una Escuela de Agronomía?**

---

---

**10. ¿Considera que el uso de la energía solar a través de los sistemas fotovoltaicos, ayudaría en el rendimiento y ahorro de energía a largo plazo?**

---

---

## ANEXO N° 02

ANEXO 02 – CUESTIONARIO N° 2	
Nombres:	
Profesión:	
<ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>¿Qué tipo de Sistema Fotovoltaico emplea?</b></li><li>2. <b>¿Dónde se colocan los Sistemas Solares Fotovoltaicos? ¿Necesita algún tipo de orientación?</b></li><li>3. <b>¿Cuál es la vida útil de un Sistema Solar Fotovoltaico?</b></li><li>4. <b>¿Considera necesario el uso de Sistemas Solares Fotovoltaicos para un invernadero?</b></li><li>5. <b>¿Cuál sería la ventaja de usar el Sistema Solar Fotovoltaico en una Escuela de Agronomía?</b></li><li>6. <b>¿La implementación del Sistema Solar Fotovoltaicos resultaría costosa para la Escuela de Agronomía?</b></li><li>7. <b>¿Qué beneficios de confort se obtendría utilizando los Sistemas Solares Fotovoltaicos en una Escuela de Agronomía?</b></li><li>8. <b>¿Qué características resultan del uso de los Sistemas Solares fotovoltaicos para el beneficio de la Escuela de Agronomía?</b></li></ol>	

## ANEXO N° 03: PROGRAMACIÓN ARQUITECTÓNICA

PROGRAMA ARQUITECTONICO									
ZONAS	AMBIENTES		CAP. MAX	COEF.	AREA	CANT.	AREA T.	TOTAL	TOTAL G.
ZONA ADMINISTRATIVA	ADMINISTRACIÓN	ATENCION AL PUBLICO	8	1.8	22	1	22	348.6	453.2
		INFORMES + ARCHIVO	4	1.8	7.2	1	7.2		
		TOPICO	2	10	20	1	20		
		CONTABILIDAD Y LOG.	2	10	20	1	20		
		COBRANZA	2	10	20	1	20		
		SECRETARIA	2	10	20	1	20		
		DIRECCIÓN	2	10	20	1	20		
		SALA DE REUNIONES	14	1.8	25.2	1	25.2		
		BIENESTAR UNIVERSITARIO	2	10	20	1	20		
		ESTAR DOCENTE	14	1.8	25.2	1	25.2		
		CONTROL Y MANTENIMIENTO	3	10	30	1	30		
		AULA MAGNA	70	# de asient	105	1	105		
		SS.HH	1	3.5	3.5	4	14		
<b>TOTAL + 30% MUROS Y CIRCULACION</b>								<b>104.6</b>	
ZONA COMPLEMENTARIA	BIBLIOTECA	AREA DE LECTURA	80	1.8	144	1	144	966	1263
		AREA DE LIBROS	4	10	40	1	40		
		DIRECCIÓN	3	2	6	1	6		
	CENTRO FOT	FOTOCOPIADOS	10	1.8	18	1	18		
		CAFETIN	80	1.5	120	1	120		
	CAFETIN	CAJA	2	2	4	1	4		
		KITCHENETTE	2	10	20	1	20		
		FRIGORIFICO	3	3	9	1	9		
		ALMACEN	3	3	9	1	9		
		SS.HH PUBLICO	1	3.5	3.5	3	10.5		
		BAÑO DE SERVICIO	1	3.5	3.5	1	3.5		
		CAMERINO	2	2	4	1	4		
		ABASTECIMIENTO	1	# de est.	22	1	22		
	SALON TEMPORAL	FOYER 01			30	1	30		
		SALON TEMPORAL 01	100	1.5	188	1	188		
		ALMACEN 01			60	1	60		
		FOYER 02			30	1	30		
SALON TEMPORAL 02		100	1.5	188	1	188			
ALMACEN 02				60	1	60			
<b>TOTAL + 30% MUROS Y CIRCULACION</b>								<b>297</b>	
Z. ACADEMICA	AULARIO	LABORATORIOS	40	5	200	4	800	1520	1976
		AULAS TEORICAS	40	1.5	60	3	180		
		AULAS MULTIMEDIA	40	1.5	60	3	180		
		ESTACION METEOROLOGICA	40	1.5	60	3	180		
		SS.HH PUBLICOS			45	4	180		
<b>TOTAL + 30% MUROS Y CIRCULACION</b>								<b>456</b>	
Z. AGRICOLA	AREA AGRICOLA	VIVERO			500	1	500	4700	6110
		INVERNADERO			300	2	600		
		PARCELAS ACADEMICAS			750	4	3000		
		ALMACEN DE INZUMOS			250	1	250		
		ALMACEN DE COSECHA			350	1	350		
<b>TOTAL + 30% MUROS Y CIRCULACION</b>								<b>1410</b>	
Z. SERV. GEN		ALMACEN DE ENERGIA	10	10	100	1	100	220	286
		DEP. DE LIMPIEZA	3	10	30	1	30		
		MAQUINAS	4	10	40	1	40		
		BOMBAS	5	10	50	1	50		
		<b>TOTAL + 30% MUROS Y CIRCULACION</b>							
<b>TOTAL DE AREA REQUERIDA</b>								<b>10088.2</b>	

## ANEXO N° 04: MARCO NORMATIVO

### Norma Técnica de Edificación EM080 instalaciones con Energía Solar

En las siguientes tablas se muestran las características técnicas mínimas de los módulos fotovoltaicos que deberán ser proporcionados por el proveedor.

**Tabla 14.** Cuadro Reglamento Nacional de Edificaciones

<b>Características Físicas</b>	<b>Unidades</b>
Altura	milímetros (mm)
Ancho	milímetros (mm)
Espesor	milímetros (mm)
Peso	kilogramos (kg)

<b>Características Eléctricas</b>	<b>Unidades</b>
Potencia pico (P <sub>máx</sub> )	watt (W)
Corriente cortocircuito (I <sub>sc</sub> )	ampere (A)
Tensión circuito abierto (V <sub>oc</sub> )	volt (V)
Corriente máxima potencia (I <sub>max</sub> )	ampere (A)
Tensión máxima potencia (V <sub>max</sub> )	volt (V)

Los paneles o módulos fotovoltaicos se pueden instalar en terrazas, tejados, patios, ventanas, balcones, paredes, cornisas, postes, etc. teniendo muy en cuenta que no deben existir obstáculos que les puedan dar sombra (como vegetación, nieve, tierra, elementos constructivos, otras edificaciones cercanas, otros módulos, etc.) al menos durante las horas centrales del día.

Si se permite el montaje en los tejados, considere una separación adecuada entre los módulos y el tejado o cubierta para permitir la circulación del aire.

Los paneles deben ser montados de tal manera que tengan un fácil acceso a los servicios de limpieza, mantenimiento, así como los espacios mínimos para una buena circulación de los usuarios. Esto también se aplica a la batería y al controlador.

Los paneles no deben colocarse cerca de fuentes contaminantes como chimeneas industriales de combustión, carreteras polvorrientas, etc. así como de elementos de almacenamiento de agua para evitar el deterioro del panel fotovoltaico.

De preferencia los paneles deben ubicarse cerca de los lugares donde se ubicarán la unidad de control, la batería y el uso final, para evitar cables largos que elevan el costo y originan pérdidas de disipación.

La unidad de control y batería de almacenamiento deben instalarse dentro de un espacio que pueda soportar las inclemencias del clima, los golpes, etc. y que tenga suficiente ventilación natural. Evitar los lugares expuestos directamente a la luz del sol.

Si la batería de almacenamiento tiene electrolito líquido debe ubicarse en un ambiente aislado que evite el contacto de los gases emanados con los componentes electrónicos. Deben tomarse precauciones para evitar el cortocircuito accidental de los terminales de la batería.

La instalación de los cables debe cumplir con lo estipulado en el Código Nacional de Electricidad.

Los cables deben asegurarse a las estructuras de soporte o a las paredes, para evitar esfuerzos mecánicos sobre otros elementos de la instalación eléctrica (cajas de conexión, balastos, interruptores, etc.).

Así mismo, su ubicación no debe conllevar ningún riesgo para la seguridad y la salud de las personas por lo que se tiene que dejar libre las rutas de escape en caso de emergencias.

### **Orientación e inclinación**

La orientación e inclinación de los paneles fotovoltaicos debe analizarse de tal modo que reciba una óptima radiación solar para el abastecimiento eléctrico de la vivienda de acuerdo con los usos y necesidades.

Los paneles fotovoltaicos estacionarios deben estar orientados hacia el norte y mantener un ángulo de inclinación equivalente a la latitud del lugar de instalación más 10 grados.

## **Estructura de soporte**

Si el montaje se hace sobre la cobertura o tejado, las estructuras de soporte no deberán fijarse a las tejas o a las calaminas, sino a las vigas u otro elemento de la estructura de la vivienda.

La estructura del techo o marco de soporte, así como el anclaje de los paneles deben ser lo suficientemente fuertes para soportar las cargas extras como las del viento (especialmente en áreas donde se dan ventiscas o tormentas). Como el panel es rectangular, la mínima fuerza de palanca ejercida por el viento se tiene cuando el lado más largo es paralelo a la superficie de montaje (suelo o techo).

En caso de utilizarse estructuras metálicas, éstas deberán pintarse con un esmalte anticorrosivo no contaminante para proteger la integridad del panel fotovoltaico. Si se quiere utilizar ángulos de acero galvanizados y no vive cerca del mar (aire salino) puede usar ferretería de acero. En todos los casos se deberán sellar adecuadamente las perforaciones hechas en las azoteas para no perjudicar la impermeabilización del mismo.

Si ubica una estructura de soporte sobre el techo, considere una separación adecuada entre los paneles y el techo, para facilitar su ventilación. Esta recomendación es muy importante si el techo es metálico. Para techos que no son planos, el ángulo de inclinación del soporte debe incluir el del techo. Si vive en la montaña y nieva considerablemente, el sostén debe tener una altura superior al máximo previsto para la acumulación de nieve, para evitar el sombreado de las células. En estos lugares, coloque el lado más corto del panel fotovoltaico paralelo al suelo, a fin de que la nieve resbale al calentarse el mismo.

Debe tomarse en cuenta que el cálculo y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos permita las necesarias dilataciones térmicas sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los paneles fotovoltaicos.

## **Superficie y peso**

Superficie La superficie que se requiere para una instalación con paneles fotovoltaicos depende de la irradiación solar del lugar, de la potencia y energía que se requiere suministrar, así como de las características técnicas del módulo fotovoltaico. Para

cálculos preliminares de diseño arquitectónico se puede considerar que para cada kW de paneles fotovoltaicos se requiere una superficie aproximada de 10 m<sup>2</sup>.

El peso del panel fotovoltaico varía de acuerdo a la superficie que ocupa. Se puede considerar un aproximado de 15 kg/m<sup>2</sup>. Por otro lado, la estructura de soporte del panel fotovoltaico varía de acuerdo al material empleado (hierro, aluminio, madera, etc.), a la forma de anclaje, etc. Hay que prever la resistencia de la superficie que la soporta como techos de torta de barro, concreto, paja, etc.

### **Protecciones y elementos de seguridad eléctrica**

La instalación fotovoltaica incorporará los elementos y las características necesarias para garantizar en todo momento la calidad y la seguridad del suministro eléctrico (frente contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, etc.) de modo que cumplan las directivas del Código Nacional de Electricidad.

La Toma a Tierra debe ser conectada al marco metálico del panel fotovoltaico. De haber más paneles, conecte los marcos metálicos entre sí utilizando alambre conductor para puesta a tierra. El propósito de esta conexión es conducir cualquier carga eléctrica inducida en la superficie del panel a tierra, cuando se producen tormentas eléctricas. La misión de esta tierra no es actuar como pararrayo, sino conseguir que las cargas inducidas sobre la superficie del panel fotovoltaico se redistribuyan en una mayor superficie (tierra).

Blindaje, si se quiere proteger los cables contra roedores puede usarse un blindaje mecánico usando una cobertura espirada flexible, estos blindajes deben ser cortados diagonalmente, paralelo a la espiral, como los bordes son filosos y dispares se hace necesario terminar el blindaje usando conectores que protejan la zona del corte y, a la vez, puedan ser insertados en una de las partes removibles de las cajas de conexiones.